

Geschichte
der Schöpfung.
Eine Darstellung
des
Entwicklungsganges der Erde und ihrer
Bewohner.
Für die Gebildeten aller Stände.

Von

Hermann Burmeister, Professor zu Halle

Vierte Auflage

Leipzig,
Verlag von Otto Wigand.
1851.

Teil 1

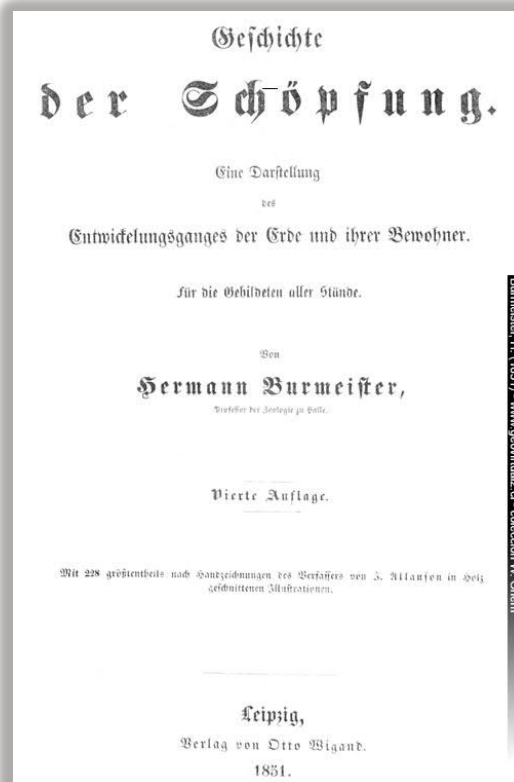
Version Digital von:
Wolfgang Griem (2020)
Copiapó, Chile
www.geovirtual2.cl



www.geovirtual2.cl - Digital von W. Griem (2020)

Vulcane. Unter Vulcanen versteht man Berge, an welchen Eruptionseruptionen wahrgenommen werden. Die Oeffnung am Gipfel oder an der Seite Vulcanen, durch welche die Communication des vulkanischen Herdes mit stattfindet, heist der Krater, und die festen oder feurigflüssigen welche ausgeworfen werden und aus dem Krater fließen, Berg ist jedoch, soweit es sich nicht um das Studium der handelt, Nebensache, und vor Allem muß man sich Gebirge sich nicht über das Niveau der See zu ebenso gut von unterseeischen Bergen, Vulkanen können. Nehmen wir auf den Begriff des obige erweiterte Rücksicht, so umfasst die obige erweiterte Definition also nicht auch alle diejenigen Krater oder wässrigen Kanäle, welche nur gasförmige oder wässrige Flüssigkeiten von die hoher Temperatur nach oben führen, also auch die Solfataren, die Gas- und Schlammvulkane und namentlich auch alle warmen Quellen, deren Zusam-

Die Texte wurden digitalisiert, bearbeitet, mit OCR zu ASCII transferiert.
Digitalisierung: Kamera Pentax KR3- II
Bearbeitung Bilder: Corel Photo Paint v. 19
Bearbeitung zur OCR: ABBYY Version 14
Erstellung PDF: ABBYY und PDF Exchange Editor
OCR: ABBYY online, Fraktur – German
Korrektion und Finales Layout: Word – Office
Die Texte wurde teilweise den aktuellen Rechtschreibregeln angepaßt.
Es wurden einige erklärende Passagen eingefügt, Kürzungen vorgenommen
W. Griem (2020) – Copiapó, Chile / www.geovirtual2.cl



Zur Nachricht

Im Moment, wo der Druck dieser vierten Auflage zu Ende geht, stehe ich schon auf dem Sprunge, Europa zu verlassen, um weit von der lieben Heimat wissenschaftliche Erfahrungen zu sammeln. So entsende ich denn die neue Auflage ohne einen erneuten Gruß an das Publikum, d. h. mit der alten Vorrede, weil in ihr das gesagt ist, was über den Charakter des Buches zu sagen wäre; — es bleibt nur noch hinzuzufügen, daß die vierte Auflage durchweg überarbeitet und mit mehreren Zusätzen versehen ist, aber in ihrem Gesamtcharakter sich nicht wesentlich von der früheren unterscheidet.

Halle, den 11. Sept. 1850.

H. Burmeister.

Vorrede

zur dritten Auflage.

Als ich vor vier Jahren nicht ohne Furcht, ja ich muß es gestehen, mit dem bangen Zagen, welches im Bewußtsein einer ungleichmäßigen Vorbildung desjenigen sich bemeistert, der ein schwieriges Unternehmen vielleicht etwas übereilt angefangen hat, mein damals noch viel unvollkommenes Werk dem Publikum überlieferte; suchte ich mein Beginnen teils durch die Angabe seiner Entstehung, teils und vorzugsweise durch den Mangel von ähnlichen Schriften in unserer Literatur zu entschuldigen. Ich fügte hinzu, daß ich bei diesem ersten Versuche ganz besonders auf die Nachsicht der Kenner rechnen müsse, auch nicht die Absicht habe, ein wissenschaftliches Lehrbuch der allgemeinen Naturwissenschaft zu schreiben; vielmehr nur ein in zusammenhängender Darstellung abgefaßtes Gemälde bezwecke, worin die wichtigsten und unzweifelhaften Tatsachen der Wissenschaft in einer Weise behandelt sein sollten, daß auch das größere Publikum der Gebildeten Genuß von meiner Arbeit haben könne, ja eben diese Leser sich am meisten von ihr angezogen fühlen möchten. Grade auf sie richtete ich mein Hauptaugenmerk, indem ich es für die Pflicht des Gelehrten hielt, nicht bloß für sich selbst, seine eigne Weiterbildung und die Förderung der strengen Wissenschaft Sorge zu tragen, sondern auch darauf zu denken, wie seine Wissenschaft durch Eindringen in geeignete Klassen der Gesellschaft allgemeinen Nutzen stiften, an der Weiterbildung der Menschheit sich beteiligen könne. Und dazu schien mir in den längst lautgewordenen Bedürfnissen der Gegenwart die bündigste Aufforderung zu liegen. — Indem ich also mein Buch in der Absicht schrieb, richtige, wahre

und von der Wissenschaft als gültig angenommene Kenntnisse über die allmähliche Entstehung und Ausbildung des Erdkörpers und der auf ihm ansässigen organischen Bewohner jeglicher Art allgemeiner zu verbreiten, glaubte ich den Anforderungen, welche die Zeit an mich machen konnte, Genüge geleistet zu haben, und muß es dem Urteile der Kenner überlassen, zu entscheiden, wie weit ich meine Aufgabe zu lösen im Stande war. Unbekümmert über die verdächtigende und verdammende Kritik, welche die Art meiner Auffassung des Gegenstandes von einer gewissen Seite her erfahren hat, berufe ich mich vielmehr, in Hinsicht des Standpunktes, von dem aus ich meine Darstellung versuchte, auf die Stellung der heutigen Koryphäen unserer Wissenschaft und führe, um nur Einen vor allen Andern zu nennen, Herrn Al. v. Humboldt an, dessen Kosmos durchweg die freie, von allen Vorurteilen unabhängige, wissenschaftliche Höhe behauptet, nach der auch ich gestrebt zu haben mir bewußt bin. —

Wenn mein Buch, von diesen streng wissenschaftlichen Grundsätzen durchdrungen, seine Leser nicht bloß einfach unterhält, wenn es sie zugleich überzeugt, daß von keiner Macht der Welt die ewigen Grundsätze des in der Natur gegenwärtig Bestehenden jemals erschüttert worden sind, und darum auch schwerlich zu irgend einer Zeit eine Änderung erleiden können; so wird es seine Aufgabe erfüllen, und mir hoffentlich die Befriedigung gewähren, für ein mehrjähriges mühevolleres Streben den Beifall des Publikums als vollgültige Entschädigung ferner in Empfang nehmen zu dürfen. Ich zweifle dabei nicht, daß Kenner noch auf manche Stellen stoßen werden, bei denen es ihnen einfallen mag, daß der Geist willig ist, aber das Fleisch nur schwach; — allein wo wären nicht Schwächen an literarischen Arbeiten zu finden, besonders an solchen, die gleich der Meinigen, nicht bloß über einen, sondern über alle oft nur locker zusammenhängende Zweige der gesamten Naturwissenschaft sich ausdehnen mußten.

Halle, d. 31. Oktober, 1847.

H. Burmeister.

Inhalt

Vorreden	3
Inhalt	5
Bilderverzeichnis	6
1. Gegenstand der Betrachtungen — Methodik. Theorien der Erdbildung. — Neptunismus und Vulkanismus	8
2. Mechanische Wirkungen des Wassers in der Gegenwart, untersucht an den Flüssen, Seen und am Meere. Sedimentbildung	12
3. Chemische Wirkungen der Gewässer in der Gegenwart. — Teilnahme der Organisation. — Einfluß der Atmosphäre	31
4. Wirkungen des Feuers. — Wesen desselben. — Qualitätszustände der Materie überhaupt. — Eigenschaften der vulkanischen Auswurfsmassen	46
5. Eigenschaften der Vulkane. — Ausbrüche — Verschiedenartige Eruptionsstoffe	57
6. Erdbeben, ihre Ursachen und Wirkungen. — Stehen im Zusammenhange mit Vulkanen	68
7. Ausbreitung der tätigen Vulkane über die Erdoberfläche. — Folgen daraus.	80
8. Temperatur des Erdkörpers in der Tiefe. — Spezifisches Gewicht desselben. — Resultate, die daraus folgen	90
9. Theorie der Erdbildung	99
10. Folgen aus dieser Theorie. — Neigung der Schichten. — Relatives Alter der Gebirge	122
11. Abnorme und normale Gesteine. — Wirkungen der abnormen aus die normalen. — Metamorphismus	134
12. Lagerungsfolge und Zahl der neptunischen Schichten. — Versuche sie in größere Gruppen oder Formationen einzuteilen. — Primäre Flözgebilde.	156
13. Fortsetzung der vorigen Betrachtungen. — Sekundäre Flözgebilde	172
14. Fortsetzung. — Tertiärgebilde. — Gruppe der Geschiebe. — Gegenwärtige Bildungen	189
15. Reihenfolge der Gebirgserhebungen	205
16. Perioden der Schöpfung	218
17. Organisation, ihr Wesen und ihre Bedingungen	227
18. Pflanzen und Tiere, ihre Eigentümlichkeiten und Unterschiede	237
19. Unterschiede der materiellen Grundformen im Pflanzen - und Tierreich. — System der Gewächse	251



Übersicht der Holzschnitte

Seite

28. Flußeinschnitt des Burnthollet, nach Portlock. Fig. 1.
82. Küste von Helgoland. Fig. 2.
82. Gletscher des Mont Rosa, nach Agassiz. Fig. 3.
71. Basaltsäulenformen, nach de la Beche. Fig. 4.
72. Basaltkegel auf der Landskron, nach Goldfuß. Fig. 5.
80. Kraterboden des Vesuvs, nach Abich. Fig. 6.
100. Eruption von Ferdinanden. Fig. 7.
171. Gewundene Kalkschichten am Senckenberg. Fig. 8.
173. Verschiedene Arten der Gesteinslagerung. Fig. 9—14.
174. Lagerungsfolge der Sedimente. Fig. 15, 16.
181. Durchschnitt durch die Alpen vom Montblanc bis zur Rhone unterhalb Genf. Fig. 17.
188. Durchschnitt durch den Teutoburger Wald, nach Hoffmann. Fig. 18.
188. Granitformen der Roßtrappe. Fig. 19.
192. Porphyrfornen bei Halle. Fig. 20.
199. Granite verschiedenen Alters bei Heidelberg, nach G. Leonhard. Fig. 21.
228. Durchschnitt durch die Kalkmulde bei Münstereifel, nach Sedgewick und Murch. Fig. 22.
229. Durchschnitt des Wettiner Kohlenreviers, nach Hoffmann. Fig. 23.
238. Durchschnitt von Thüringen, nach Credner. Fig. 24.
243. Profil an der Porta Westphalica bei Hausberge, nach Römer. Fig. 25.
231. Durchschnitt durch die Kreideformation im südlichen England, nach Lyell. Fig. 26.
286. Ansicht von Stubbenkammer. Fig. 27.
268. Blick in die Braunkohlengrube bei Rietleben. Fig. 28.
276. Durchschnitt durch die Tertiärformation im Mainzer Becken, nach v. Klippstein. Fig. 29.
288. Geognostische Skizze des Harzes, nach Credner. Fig. 30.
289. Durchschnitt durch den Harz, nach Hoffmann. Fig. 31.
334. Schemate der wirbeligen Blattstellungen. Fig. 32—37.
335. Schemate der quincuncialen Blattstellungen. Fig. 38—42.
343. Schemate der Tiertypen. Fig. 43—46.
343. Verschiedene Formen von Euglena, nach Ehrenberg. Fig. 47—52.



1. Gegenstand der Betrachtungen. — Methodik. — Theorien der Erdbildung. — Neptunismus und Vulkanismus.

Geschichte der Schöpfung würden wir im weitesten Wortsinne eine Darstellung der gesumten Erscheinungen nennen dürfen, welche das Entstehen des Weltalls von seinem ersten Ursprünge bis auf die gegenwärtige Zeit begleiten. Eine so umfassende Schilderung ist indessen diejenige nicht, welche hier beabsichtigt wird. Denn die Erfahrungen über den Bau der Himmelskörper im Einzelnen sind unbedeutend, und wegen mangelhafter, nur aus zu großen Entfernungen mit unzureichenden Hilfsmitteln möglicher Wahrnehmungen kaum geeignet, uns über die physische Beschaffenheit dieser Körper im Ganzen aufzuklären; geschweige denn von ihrer Bildungsgeschichte, ihren Entwicklungskatastrophen und ihren Bewohnern eine deutliche Vorstellung zu verschaffen. Unter solchen Umständen wird sich ein Versuch, die Schöpfungshergänge im Allgemeinen zu beschreiben, wenn er von wirklich beobachteten Tatsachen ausgehen soll, auf denjenigen Weltkörper beschränken müssen, welcher der unmittelbaren Ansicht nicht bloß aus seiner Oberfläche zugänglich ist, sondern uns selbst einen Blick in die Tiefe, soweit sie erforscht wurde, gestattet. Dieser Weltkörper ist die Erde. Wir werden daher auf den nachfolgenden Blättern ein Gemälde zu entwerfen suchen, welches, die Eigenschaften der Erde als Himmelskörper und Glied des Sonnensystems gleich bekannten Tatsachen voraussehend, die Epochen ihrer Bildung darzustellen sich bemüht, die Ursachen der Umwälzungs-Perioden zu ermitteln sucht, die Eigentümlichkeiten jeder einzelnen Hauptperiode zu verzeichnen strebt und das organische Leben in seinen allgemeinsten Kriterien während jeder Periode zu vergegenwärtigen beflissen ist.

Unser Bild kann aber unmöglich alle einzelnen Nebendinge erörtern, welche bei den großartigen Erscheinungen eine untergeordnete Rolle spielen; es kann eben so wenig jedes Glied der organischen Schöpfung hervortreten lassen, welches in einer besonderen Periode auftritt; vielmehr werden wir uns bemühen, den Hergang im Ganzen und Großen aufzufassen und die Schöpfung immer nach derjenigen Richtung darzustellen, welche in jeder einzelnen Periode die charakteristische und wahrhaft bezeichnende des Bildungsganges ist.

Bevor wir aber diese Darstellung selbst beginnen, wird es nötig sein, uns über die Mittel aufzuklären, welche zur Ausführung und Vollendung derselben vorliegen; denn auch dieser so beschränkte Inhalt unserer Geschichte ist immer noch ein umfassender. Dabei gewahren wir bald, daß es Mitteilungen von Augenzeugen, welche das Factum in seiner Begebnis mit verfolgen konnten, wie wir solche in der Geschichte der Völker als die wichtigste Quelle unserer Kenntnisse betrachten müssen, nicht geben könne, sondern daß wir die Umwälzungserscheinungen lediglich aus den Resultaten werden ableiten müssen, welche uns die Erde in gegenwärtiger Zeit selbst darbietet. Denn noch heute arbeitet sie, wie alle unsere wissenschaftlichen Erfahrungen bestätigen, ganz mit denselben Mitteln, deren sie seit ihrer Existenz im Welträume als individualisierter Körper zur Ausbildung und Umgestaltung ihrer Oberfläche sich bedient hat; noch jetzt verändert sie, wenn auch langsamer und geringer, ihr

äußeres Ansehen in einer ähnlichen Weise, wie früher. Die Basis alles Wissens wird also in ihrer Geschichte ein genaues Studium der Gegenwart sein müssen, und mit den Resultaten dieser Untersuchungen ausgerüstet, werden wir uns an die Deutung und Darstellung früherer Perioden wagen dürfen. Wir werden, wenn wir auf Erscheinungen stoßen, welche über Wahrnehmungen in gegenwärtiger Zeit hinausreichen, zu Erklärungen uns wenden, die auf Ähnlichkeiten mit gegenwärtigen Begebnissen ruhen, und werden diesen Ähnlichkeiten um so größere Wahrscheinlichkeit verleihen können, je allseitiger wir sie mit Erscheinungen der Gegenwart zu vergleichen und durch allgemeine Naturgesetze zu unterstützen im Stande sind. Solche Darstellungen, denen wir den Namen Hypothesen beilegen, werden in unserer Schöpfungsgeschichte immer eine große Rolle spielen müssen, und auf ihrem Gebiete, auf dem der Wahrscheinlichkeit, werden wir uns um so mehr befinden, je ferner der Zeitpunkt, den wir betrachten, der Gegenwart liegt, und je weniger sein Factum durch Tatsachen in gegenwärtiger Zeit sich ergründen und begreifen läßt. Auf solche Weise haben Untersuchungen über den frühem Zustand unseres Erdkörpers stets zu Resultaten geführt, die der jedesmaligen Bildungsstufe des Beobachtungsvermögens ebensosehr, wie den allgemeinen physikalischen Kenntnissen entsprachen. —

Es würde eine interessante Betrachtung sein, wollten wir die Ergebnisse beider Hilfsmittel, wie sich dieselben mit der Zunahme des einen oder des andern nach und nach gestaltet haben, hier im Zusammenhänge verfolgen, und zunächst eine kurze Geschichte der Ansichten und Meinungen einschalten, welche man von den Schöpfungshergängen bisher gehabt hat; allein die Größe unserer Aufgabe verstattet [gestattet] uns eine solche Abschweifung nicht, wir begnügen uns vielmehr mit dem Resultate, daß die in jeder Zeit ausgestellte Lehre auf zwei Grundansichten zurückgeführt werden könne, deren Unterschiede wir durch die Benennungen von Neptunismus und Vulkanismus zu bezeichnen pflegen. —

Der neptunistischen Ansicht zufolge war der Erdkörper in seiner frühesten Gestalt eine Mischung im Wasser aufgelöster oder wenigstens schwebender Materien, von welchen letztere durch langsamen Niederschlag schichtweise Lagen bildeten, während Verdunstung des Wassers die in ihm aufgelösten Stoffe nötigte, sich in fester Gestalt abzusetzen und zwischen jenen Lagen, sei es über oder unter ihnen, neue zu bewirken, worauf spätere sich fortdauernd Niederschlagen konnten, bis die Masse beider Stoffe sich erschöpft und aus dem Wasser abgesetzt hatte. Der Neptunist behauptet ferner, daß alle Bestandteile des Erdkörpers, die im Wasser unauflöslich sind, sich je nach ihrer Schwere in der chaotischen Mischung aller schnell oder langsam senkten und die schwersten von ihnen zunächst um den festen Kern sich absetzten, während die leichtern und leichtesten ihnen folgten. Diesen festen Kern ließ man durch Kristallisation von Stoffen entstehen, die im Wasser damals aufgelöst sein sollten, und deren Abscheidung und kristallinen Anschuß man dadurch zu erklären dachte, daß man dem Wasser den allmählichen Verlust einer gewissen Fähigkeit zuschrieb, vermittelt welcher dasselbe diese Stoffe aufzulösen oder aufgelöst zu enthalten im Stande war, während es heutiges Tages diese Substanzen nicht mehr auflösen kann. Solche kristallinisch angeschossene Materien bildeten das Gerüst, an welches sich die erdigen Niederschläge anlehnten, und über welche die Spitzen und Zacken der kristallinen Stoffe noch hervorragten. Daraus erklärte der Neptunist den Ursprung der Gebirge und die schichtweise Lagerung der erdigen Bestandteile am Fuße derselben bis in die Ebenen, welche endlich alle Gebirge umgeben. Das übrig bleibende Wasser erfüllte dann die allertiefsten Stellen, und als später Verdunstung und Niederschlag aus der Atmosphäre sich die Waage hielten, blieb das Niveau des Meeres in unveränderter Höhe durch alle folgenden Zeiten stehen.

So lautete die neptunistische Hypothese und gründete sich auf Tatsachen, die nicht abzuweisen sind, so lange mit gutem Erfolg, als man noch nicht im Besitz von Erfahrungen sich befand, die ihre Allgemeinheit und vollständige Gültigkeit für unmöglich-erklären. Ehe wir uns zur Betrachtung der letztem wenden, ist es nötig, diejenigen Tatsachen weiter zu verfolgen, welche der neptunistischen Ansicht als entschiedene Stützen dienen.

Allerdings zeigt uns die nähere Untersuchung der Ebene an allen Orten eine durchaus schichtweise Absetzung ihrer Bestandteile. Diese Schichten kehren nicht bloß fast allgemein wieder, sondern sie folgen auch da, wo sie austreten, in derselben Reihe aufeinander, und wenn es gleich häufig beobachtet worden ist, daß einzelne der parallelen Schichten in der Reihenfolge fehlen, so zeigt uns die Ebene doch nirgends den Fall, daß gewisse Schichten irgendwo in einer andern normalen Folge austreten, als sie sonst oder gewöhnlich aufzutreten Pflügen. Noch mehr aber, als diese Lagerung, spricht für einen allmählichen Absatz der Schichten aus dem Wasser ihre innere Beschaffenheit selbst. Bestehen sie nämlich, wie in der Regel, aus Stoffen, die im Wasser unauflöslich sind, so haben sie ganz entschieden alle Eigenschaften, welche wir noch jetzt an eben gebildeten wässerigen Niederschlägen, den Sedimenten, wahrnehmen. Ihre Substanz ist eine fein zerteilte oder erdige, deren Bestandteile mechanisch an einander gefügt sind, und die, je nachdem diese Zusammenfügung inniger oder lockerer ist, einen verschiedenen Grad der Härte und Festigkeit besitzt. Immer besteht diese Masse aus Ton oder Kalk, welcher teils rein bleibt, teils innig mit Quarzsandkörnern sich mischt, und darnach, ob die letzteren im Tone oder Kalke liegen, verschiedene Benennungen führt, bis die Sandkörner so überwiegend austreten, daß die ganze Schicht bloß aus ihnen zu bestehen scheint. In sich selbst haben die einzelnen Schichten häufig wieder eine schichtweise Ablagerung, die bald dünner bald dicker ist, ja selbst bis zur feinsten Plattenbildung geht, in welchem Falle die Masse den Namen Schiefer bekommt, der je nach ihrer Beschaffenheit ein toniger, kalkiger oder gemischter Schiefer sein kann. Ohne Zweifel weist diese schiefrige Textur der Masse auf eine schichtweise Absetzung hin, und wenn wir nun in allen diesen Lagen an geeigneten Stellen die unzweifelhaften Reste von Organismen finden, welche nur im Wasser leben können, also auch leben mußten, so dürfen wir mit Recht annehmen, daß diese Schichten Niederschläge aus dem Wasser sind, und daß zur Zeit ihrer Bildung das Wasser, aus dem sie niederfielen, mit organischen Wesen bereits bevölkert war. Denselben Beweis führen diese Reste organischer Körper, bekannt unter dem allgemeinen Namen der Versteinerungen, auch dann, wenn sie nicht von Wasserbewohnern, sondern von Landgeschöpfen herkommen; denn keine organische Substanz, selbst nicht die kalkige, aus welcher die Schalen und Gerüste der Tiere bestehen, ist feuerbeständig, oder erhält sich auch nur einigermaßen getreu in hohen Hitzegraden. Nie können also Schichten, welche Versteinerungen enthalten, sich in einem feurig-flüssigen oder geschmolzenen Zustande befunden haben, sondern nur in wässriger Auflösung oder Mischung; überall weisen also sie auf einen Niederschlag aus dem Wasser für diejenige Schicht hin, in welcher man sie antrifft. Zugleich aber geben die Versteinerungen, wenn sie von Landgeschöpfen herkommen, den sichersten Beweis, daß zur Zeit ihrer Existenz schon Land vorhanden war, und die Erde nicht mehr von einem einzigen großen Weltmeer bedeckt sein konnte; ihre Fundstätte aber und die Bildung der Schicht, in der sie liegen, als Niederschlag aus dem Wasser, setzt es außer allem Zweifel, daß das Meer sich damals über diesen Teil des Landes noch ausbreitete und die Organismen, welche seine Küsten bewohnten, nach ihrem Tode in sich aufnahm; sei es, daß sie, natürlichen Todes verblichen, ihm von abfließenden Gewässern zugeführt wurden, oder daß das ausgetretene Meer sie ertränkte, bei seinem späteren Rücktritt mit sich fort schwemmte und in die neue Schicht einbettete, welche es während dieser Katastrophe aus sich niederschlug. — Nach solchen unzweifelhaften Zeugen ist also die Annahme eines neptunistischen Ursprungs für

alle parallel geschichteten und Versteinerungen enthaltenden Lagen des Erdkörpers eine wohl begründete, sehr natürliche Ansicht, und die Unmöglichkeit irgend einer andern Hypothese für sie ganz so evident, wie es eine wissenschaftlich beglaubigte Tatsache nur sein kann.

Aber der Erdkörper besteht nicht durchweg aus geschichteten Lagen, ein großer und der bei weitem größere Teil desselben hat ein anderes Gefüge, ein kristallinisches [*1] oder derbes Gesteine, welche diese Beschaffenheit zeigen, können schon deshalb nicht als mechanische Niederschläge angesehen werden; sie enthalten zugleich niemals Versteinerungen und nötigen uns dadurch zu der Annahme, daß zur Zeit ihrer Bildung entweder noch keine Organismen vorhanden waren, oder (daß sie in einer Weise gebildet wurden, die dem Bestehen der organischen Substanz zuwider ist).

*[1]: Die Ausdrücke kristallinisch und derb, aus der wissenschaftlichen Kunstsprache entlehnt, bedürfen einer nähern Erklärung. Kristallinisch nennt man Gesteine, die aus einer homogenen, auch bei der genauesten Untersuchung durch das Mikroskop einfachen Substanz bestehen, und in ihrem Innern unsichtbare, konstant gegen einander gelagerte Teilungsflächen besitzen, nach denen sie bei heftigen Einwirkungen von außen zerspringen. Die allermeisten kristallinischen Gesteine sind mehr oder weniger durchsichtig, die erdigen dagegen nie. Derb nenne ich hier alle nicht erdigen und nicht deutlich kristallinischen Gesteine und unterscheide sie von den letztem durch den Mangel natürlicher versteckter Teilungsflächen, von den ersteren durch den Mangel einer in sich fein zerteilten, erdigen Beschaffenheit. Gewöhnlich bezeichnet man indes mit dem Ausdruck derb alle nicht schiefrigen Materien, wenn sie in großen Massen auftreten.

Beide Annahmen sind zulässig, aber nicht gleich wahrscheinlich; denn da wir solche kristallinische oder derbe Gesteine an vielen Stellen auf Lagen aufliegend antreffen, die Versteinerungen enthalten, so ist es wohl nicht erlaubt, an der Möglichkeit des organischen Lebens zur Zeit ihrer Auflagerung und Bildung zu zweifeln, vielmehr der andere Grund wahrscheinlicher, daß sie in einer Weise gebildet wurden, die das Erhalten organischer Materie in ihnen unmöglich machte. Findet sich nun, daß auch diejenigen kristallinischen oder derben Gesteine, welche tiefer liegen, als alle geschichteten Massen, dieselben Eigenschaften, dasselbe Gefüge, dieselben Bestandteile haben, welche wir an jenen späteren, nicht Versteinerungen enthaltenden Auflagerungen wahrnehmen, so liegt es nahe, auch ihnen eine ähnliche Bildung zuzuschreiben, und als Folge ihrer Unauflösbarkeit im Wasser nicht an eine wässerige, sondern an eine feurige zu denken. Eine solche ist denn auch heutiges Tages für diese Materien ebenso allgemein angenommen worden, wie der wässerige Ursprung für die geschichteten, mit Versteinerungen durchwebten Lagen, und da diese Annahme zugleich über die Möglichkeit großartiger Umwälzungen der schon vorhandenen Erdoberfläche den besten Aufschluß erteilt, so hat man einen Grund mehr, sie für Tatsache zu erklären. Der Vulkanismus wird durch sie ebenso gerechtfertigt, wie der Neptunismus durch jene früheren Angaben über die geschichteten Erdlagen. —

Indes begnügt er sich nicht mit einer so untergeordneten Zulässigkeit, wie das Auftreten versteinerungsloser kristallinischer Massen an einzelnen Stellen der Erdoberfläche sie erlaubt; er verlangt die Priorität bei der Gestaltung der Erde für sich und behauptet, daß die Erde anfangs einmal nichts als feurig flüssige, geschmolzene, vielleicht selbst dampfförmig ausgedehnte Materie gewesen und aus diesem Zustande nach und nach durch allmähliche Abkühlung auf der äußeren Oberfläche in den festen Zustand übergegangen sei. Er sucht diese Behauptung durch die Anwesenheit der noch jetzt tätigen Vulkane und die Übereinstimmung ihrer Auswurfsmassen mit den kristallinischen oder derben, versteinerungslosen Gesteinen des

Erdkörpers zu beweisen, und stützt seine Ansicht ebenso sehr darauf, daß die Temperatur der Erde zunimmt, je mehr wir in die Tiefe hinabsteigen, als auf die Beobachtungen von teilweise dunstförmigen oder in anderen Dichtigkeitsgraden ihrer Materie noch befindlichen Weltkörpern unseres eignen Sonnensystems. Der Vulkanist geht also ebenfalls von einem flüssigen Zustande des Erdkörpers aus, aber nicht von einem wässerigen, sondern von einem geschmolzenen. Er gibt die gleichmäßige Ablagerung aller anfangs flüssigen tellurischen Materie um einen Mittelpunkt nicht bloß zu, sondern er behauptet dieselbe als die einzig mögliche, wenn seine Ansicht die richtige ist. Er lehrt dann ferner ein schichtweises Absetzen der erkalteten Materien und ein Aufhäufen derselben übereinander je nach den Gesetzen ihrer spezifischen Schwere, und räumt ein, daß geschichtete Versteinerungen umschließende Lagen als Niederschläge aus dem Urmeer zu betrachten seien, welches sich als ein leichteres Element über der erdigen oder steinigen Rinde ausbreiten mußte. Aber er bestreitet die Ansicht der Neptunisten, daß sich Uranfangs schon kristallinisches Gestein über die ältesten und ersten Schichten der kälteren Erdrinde erhob, und an dieses, wie an einen festen Kern, sich die geschichteten Massen absetzten; denn er behauptet vielmehr, daß durch verschiedene Ursachen die festgewordene Rinde zerrissen wurde, und aus den entstandenen Spalten geschmolzene Materien sich empordrängten, welche in der kälteren Umgebung erstarrten und eine feste Form erst annehmen. Diese Massen hoben, bei fortdauernder Wirkung, die über ihnen liegende geschichtete Decke an ihren Seiten in die Höhe und legten das erste Land trocken; womit der Unterschied von Land und Meer gegeben war. Die Unebenheit des Landes, der Fall seiner Schichten, bedingt durch die Erhebung der Gebirge, wird so eine natürliche, dem bloßen Neptunisten freilich unbegreifliche Erscheinung, welche von ähnlichen oder verwandten Ursachen aufs neue hervorgerufen, so lange wiederkehrte, bis nach und nach alles heutige Land über den Meeresspiegel emporgestiegen war. —

Wenn jemals hypothetische Annahmen, deren empirische Begründung durch Augenzeugen im Bereich der Unmöglichkeit liegt, durch Tatsachen unterstützt wurden, die ihnen Gültigkeit zu verleihen scheinen, so sind es diese hier eben vorgetragenen Ansichten der Vulkanisten; denn alle Erscheinungen der Erdoberfläche kommen ihnen zu Hilfe und bestätigen sie auf eine wahrhaft überraschende Weife. Darum dürfen wir der vulkanistischen Ansicht mit Recht den Vorrang zuerkennen, und die neptunistische nur in untergeordneter Bedeutung gelten lassen. Wir werden ihr zwar den wichtigen Anteil, welchen das Wasser an der Gestaltung der Erdoberfläche immer gehabt hat, weder wegräsonieren können, noch wollen; wir werden vielmehr gern zugeben, daß daran das feuchte Element mehr geformt und gemodelt habe, als das heiße; aber wir werden doch immer zur Bewegung jener Wassergewalt keine anderen als vulkanische Ursachen auffinden können, und somit die erste Quelle und den Grund aller Revolutionen und Umgestaltungen des Erdkörpers dem Vulkanismus anheimgeben müssen.

[p.8]

2. Mechanische Wirkungen des Wassers in der Gegenwart, untersucht an den Flüssen, Seen und am Meere. — Sediment Bildung.

Die bisherigen theoretischen Betrachtungen hatten keinen anderen Zweck, als den Leser über die Richtung im Allgemeinen aufzuklären, welche bei Schilderung der Schöpfungshergänge zu nehmen ist. Denn die Erscheinungen der Gegenwart sollen begriffen, aus Tatsachen die Ursachen entwickelt und das verworrene Verhältnis derselben unter einander soll so dargestellt werden, daß die Einheit des Planes im Ganzen klar und verständlich, die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen aber als das notwendige Resultat der gesetzten Grundursache erkannt werde. Dies ist ohne irgendeine Kenntnis der verschiedenen Grundursachen überhaupt unmöglich, und daher muhten sie zuerst berührt werden. Wir sind durch ihre Erörterung zu der Ansicht gelangt, daß zwei Agenten in der Schöpfung die Hauptrollen spielen, und daß dem einen von beiden zwar der Vorrang hinsichtlich seiner Bedeutung zugeschrieben werden müsse, dem anderen aber auch ein nicht zu übersehender Anteil an den Erscheinungen zukomme. Dieses Resultat ist freilich ein vorweggenommenes, gleichsam ein vorgefaßtes, welches durch die nachfolgende Darstellung erst bewiesen werden soll; wir müssen uns also zur Beweisführung desselben anschicken, indem wir diejenigen Einflüsse näher untersuchen, welche in gegenwärtiger Zeit auf die Gestaltung und Veränderung der Erdoberfläche von dem feuchten wie heißen Elemente ausgeübt werden. Diese Untersuchung wird uns am besten zur Beurteilung von ähnlichen Erscheinungen in früheren Schöpfungsperioden befähigen.

Was die Tätigkeit des Wassers betrifft, so kann dieselbe eine doppelte sein, nämlich eine mechanische und eine chemische. Im ersten Falle wirkt das Wasser bloß abwaschend oder anschwemmend, überhaupt einfach bewegend; im zweiten Falle löst es Stoffe aus, verstattet in der Auflösung mancherlei Einwirkungen der Materien auf einander und scheidet die eine oder die andere, ja endlich alle, aus der Auflösung dadurch wieder ab, daß es verdunstet oder durch Verdampfung bei höheren Hitzegraden entfernt wird. Von allen diesen Tätigkeiten liefert uns das Wasser noch heut zutage auf der Erdoberfläche Beweise.

Bei weitem am einflußreichsten ist die mechanische Tätigkeit; sie bildet die eigentliche Hauptmacht der modernen Veränderungen, und muß aus diesem Grunde zunächst berücksichtigt werden. Auch entziehen sich ihr kaum die härtesten Gesteine, ja auf alle übt das Wasser in Verbindung mit der atmosphärischen Luft mächtige Einflüsse aus. Achten wir z. B. nur auf den fallenden Wasserköpfen, wie er sich nach jahrelanger Wiederholung endlich eine Höhlung in jeden Stein bohrt, den er trifft, und wie dieselbe bald schneller bald langsamer entsteht, je nach der Höhe, von welcher er fällt und nach der Härte des Steins, der ihm entgegensteht. Die Beobachtung einer einzigen Traufreihe, wie wir sie am Fuße alter Gebäude, deren Boden in geraumer Zeit nicht durch Menschenhände verändert ward, wahrnehmen können, lehrt uns, daß der härtere Stein dem fallenden Tropfen länger widersteht, daß der

Sandstein von allen am leichtesten nachgibt, daß die Kalksteine schon mehr Widerstand leisten, daß die gutgebrannten Ziegel auch diese noch an Festigkeit übertreffen, und daß endlich der lockere Flugsand nie an diesen Stellen haftet, sondern nach jedem Regen fortgespült wird. Noch bestimmter sehen wir das Auswaschungsvermögen des Wassers an Rinnen, in denen es seit langer Zeit sich bewegt hat; wir bemerken bei fortgesetzter Beobachtung, daß das reine Wasser nur langsam abwäscht, daß aber seine abreibende Kraft zunimmt, wenn es Sand oder Kies in sich treibt, und daß die Körnchen gegen den Rand der Rinne unaufhörlich gleichsam nagen, selbst aber von den Rinnenwänden und von einander wieder abgerieben werden. Hier zeigt es sich also deutlich, daß die abwaschende Kraft des Wassers zunimmt, sobald es harte Teile mit sich führt, und daß es außer der abwaschenden Wirkung, die es auf unbewegliche

Massen ausübt, auch noch eine bewegende Ursache für alle beweglichen Materien werden kann. Dies ist jedoch nur so lange der Fall, als das Wasser auf einer geneigten Fläche fließt; sobald der Boden, auf dem es ruht, eine ganz horizontale Ebene wird, bleibt es stehen, wenn es sich über dieselbe ausgebreitet hat und keinen Punkt findet, wo die Ebene sich senkt und wieder in die geneigte Lage übergeht. Steht aber das Wasser still, so hört auch die Bewegung der von ihm getriebenen Körper auf, und alle, die nicht leichter sind als das Wasser, fallen in ihm zu Boden; die schwereren schneller, die leichteren langsamer. Das sind die Wirkungen des Wassers, welche man bei jedem Regen auf der Straße wahrnehmen kann und deren Statthaftigkeit daher keines Beweises mehr bedarf; sie erschöpfen zugleich die Summe von Tätigkeiten, welche das Wasser aus mechanischem Wege zu entfalten vermag, und schließen diejenigen Prozesse in sich, deren Erfolge man als Sedimentbildungen zu bezeichnen pflegt.

Untersuchen wir die Erscheinungen der Erdoberfläche nach Maßgabe der eben angedeuteten Ursachen, so finden wir, daß alle noch jetzt eine gewaltige Rolle spielen und daher auch in der Vorzeit unter ähnlichen Umständen gespielt haben werden. Wir brauchen nur einen Blick auf die Tätigkeiten der Flüsse zu werfen, um uns von der Richtigkeit des Behaupteten zu überzeugen. Jeder Bach, jeder Fluß und noch mehr jeder Strom führt Gerölle oder abgelöste Bruchstücke härterer Gesteine von verschiedenem Umfange mit sich, und verändert sie ebenso gut, wie den Boden, worüber seine Wassermasse hin rollt, oder den Meerespunkt, wohin er sie ergießt. In den oberen Teilen seines Laufes sind diese Bruchstücke noch eckig, wie sie beim Abbruchen von den benachbarten Felswänden sein mußten; allmählich reiben sie sich ab und nehmen die Scheiben-, Kugel- oder Eiformen an, welche uns an den Geröllen der Ebene oft durch merkwürdige Regelmäßigkeit überraschen. Anfangs werden alle, selbst größere, 2 bis 3 Fuß [0,63 – 0,94 m] mächtige Blöcke mit fortgerissen, obgleich die letzteren mehr durch ihr eignes Gewicht, als vom Wasserdruck getrieben, auf der schiefen Ebene hinabzurollen scheinen; denn noch größere, bis 12 Fuß [3,77 m] im Durchmesser haltende Hauptblöcke, wie man sie bisweilen unter den Geschieben der Ebene antrifft, bleiben liegen, bis etwa ein im Herbst oder Frühjahr durch die schnelle Vermehrung des Wassers ungewöhnlich verstärkter Strom auch sie von der Stelle treibt. Da wo das Gefälle sich mindert, nimmt die Schnelligkeit des fließenden Wassers und somit auch seine treibende Kraft ab; die schweren Massen setzen sich hier, und bilden mitunter wohl einen Damm, den das hinter ihm aufgestaute Wasser endlich wieder durchbricht oder mit fortführt. Durch die vermehrte Gewalt so großer Druckkräfte gelangen die Blöcke selbst bis zur Ebene und verlieren auf diesem Wege teils durch die eigene Bewegung, teils durch das fortwährende Anreiben der kleineren Stücke, ihre Kanten und Ecken. In der Ebene aber vermindert sich die Schnelligkeit des Laufes um so mehr, je geringer der Fall wird, und da mit der Abnahme des letzteren auch die treibende Kraft nachläßt, so verringert sich in demselben Maße die Größe der Gerölle, welche der Fluß noch zu bewegen im Stande ist; bald bleibt ihm nur der Kiessand übrig, aus dem das Bett aller Flüsse, die nicht über reinere oder festere Lagen

stießen, besteht. Dabei ändert sich seine Farbe je nach dem Erdreich, über dem seine Wasser sich bewegen; denn auch von ihm spülen sie unaufhörlich Teile ab und führen sie so fein zerteilt, wie es ihr Gefüge erlaubt, mit sich fort. Die eigentümliche Farbe der Flüsse, welche über Sand, Ton oder Lehm Boden fließen, rührt von solchen Beimischungen her, gleich wie das klare oder dunkelschwarze Wasser aller Wald- und Moorbäche; Unterschiede, die sich noch lange erhalten, wenn zwei verschieden gefärbte Ströme Zusammentreffen, und eine doppelfarbige in der Mitte fast scharf geschiedene Wassermasse bedingen. Denn jene feinsten erdigen Teile ruhen in den meisten Flüssen nie, so lange sie noch fließen; erst wenn sie ins Meer kommen, hört ihre Bewegung auf, oder wird eine andere. Aus solchem Material entstehen die Sandbänke und Untiefen vor den Strom-Mündungen, oder Deltagebilde, durch welche die eigentliche Mündung des Flusses sich ändert und immer weiter ins Meer hinausrückt. Welche von diesen Erscheinungen eintritt, hängt teils von der Masse des bewegten und ins Meer geführten Erdreiches ab, teils vom Meere und seiner Bewegung, die durch herrschende Winde oder Strömungen bedingt sein kann. Wir werden diese verschiedenen Arten der Absetzungen an einzelnen Beispielen näher erörtern, und bei jeder die Gründe, welche gerade sie veranlaßten, untersuchen.

Kein Strom der Erde eignet sich zu einer solchen Betrachtung besser, als der Nil mit seinen periodischen Überschwemmungen, denn er zeigt alle Veränderungen, welche ein Fluß hervorbringen kann, schon deshalb am vollständigsten, weil kein anderer durch einen so langen Zeitraum in seiner Tätigkeit sich verfolgen läßt. Über 4000 Jahre reichen bekanntlich viele Denkmäler hinaus, welche sich noch jetzt in seinen Wogen spiegeln, und ebenso alte untrügliche Zeugen geben sie ab für die Umgestaltungen des Bodens, die sein Wellenschlag in ihrer Nähe verursacht hat. — Schon der Lauf des Stromes selbst ist einer der merkwürdigsten, denn es gibt keinen zweiten Fluß von solcher Größe, der so wenig Nebenflüsse besitzt, so lange und unaufhörlich in einem engen Gebirgstale bleibt, und während dieses Laufes von mehr als 230 geogr. Meilen keinen Zuwachs durch benachbarte Stromgebiete erhält. Nachdem beide Nil Arme, der blaue südöstliche und der weiße südliche, bei Khartum sich vereinigt haben [*1], bekommt der nunmehr vollständige Strom nur noch einen Zufluß bei Damer durch den Tacazze oder Atbara, welcher mit ihm die Hochebene der alten Meroc umfaßt; tritt dann in das enge S-förmige Felsental Nubiens, stürzt sich in demselben 10 mal terrassenförmig über sein Bett durchkreuzende Felswände, und erreicht bei Syene gleich hinter dem zehnten Katarakt das ähnlich gebaute, aber weniger gekrümmte Tal Ägyptens.

[*1]: Bergt, über den oberen Nil die interessante Schrift von C. Ritter: Ein Blick in das Nil-Quellland. Berlin 1844. 8. —

Bis dahin begleitet ihn Granit unmittelbar, der stellenweis seine Ufer berührt, aber von Syene an umgibt den Strom bis zu einer Höhe von 360—500 Fuß [113m – 157m] ein Sandsteinplateau, dessen westliche oder lybische Kette sanfter geneigt ist und an der abwärts gewendeten Seite allmählich in die Sandfelder der Sahara übergeht. Die östliche oder arabische Kette, jetzt Gebel Mokattam genannt, wird größtenteils von höheren Granitketten überragt, umschließt mehrere sie in schiefer Richtung durchsetzende Quertäler als alte Verbindungen des Niltales mit dem roten Meere, und fällt überall steiler gegen das Strombett ab, daher sich der Fluß meistens dichter an den Ostabhang seines Tales hinandrängt. Zweimal, bei Selseley und Gebeleyn, treten die Sandsteinmassen so dicht an den Strom, daß nur eben für ihn Platz bleibt; dann erweitert sich das Tal bis auf 2 Stunden, und endet oberhalb Kairos, wo die lybische Kette sich in der Richtung von Nordwest zur Küste wendet, die arabische aber fast rechtwinklig ostwärts zum roten Meere. Beide umschließen einen Winkel von 140°, in dem der Strom sich ausbreiten, und

dessen Boden er mit mehrfachen Armen durchfurchen kann; sind gegen diese Ebene terrassenartig abgesetzt, und noch kurz vor ihrem Abfall von engen Quertälern durchzogen, in denen Gerölle und andere Spuren einen früheren Wasserstand unzweifelhaft nachweisen. Das östliche Tal ist das Tal der Verirrungen, das westliche besteht aus 2 Paralleltälern, von welchen das innere den Namen Strom ohne Wasser (Bahr el bela ma) führt, das äußere die Kette der Natronseen enthält, aus welchen die alten Ägypter ihr Hauptmittel zur Fabrikation der Mumien gewannen. Auf dem Höhenzuge zwischen beiden Tälern stehen, dem alten Memphis gegenüber, bei Gizeh, die ersten und größten Pyramiden. —

Schon Herodot erklärte (L. 2. c. 5.) das ganze Niltal für ein neues Gebilde, für ein Produkt des jährlich über seine Ufer tretenden „arbeitenden“ Stromes. Auch läßt sich bei näherer Untersuchung des bekannten, an unseren norddeutschen Strömen in ähnlicher Art, wenngleich minder regelmäßig und großartig, auftretenden Phänomens die herbeischaffende, landbildende Tätigkeit des Flusses nicht wohl verkennen. — Zuvörderst bemerken wir über die im Altertum unbekannte Ursache seines Steigens, daß sie in den anhaltenden Regen-Ergießungen liegt, welche jeden Sommer die Hochlande Abessiniens tränken, nachdem sie als landwärts strömende Dünste aus dem Mittelmeere aufgestiegen und von den glühenden Strahlen der Sahara nach Süden bis an die Hochgebirge weiter getrieben worden. Hier die Gipfel der Berge umlagernd, verdichten sie sich in den kälteren Luftschichten zu Wasser, fallen nieder und bedingen ein Steigen des Stromes in seinem ganzen Laufe bis zum Meere, welches in Ägypten mit dem Anfang des Juli beginnt, Mitte August so zugenommen hat, daß der Fluß seine Ufer überschreitet und bis Ende September im Zunehmen begriffen auf 18 selbst 22 Fuß [5,65m – 6,90m] Höhe anschwellend, nach und nach das ganze Tal bis zum Fuße der Bergketten hin überflutet, bann aber gegen Ende Oktobers in sein altes Bett zurückkehrt, und von dieser Zeit an langsam mehr und mehr fallend gegen Anfang Juni seinen tiefsten Wasserstand wieder erreicht. Während dieser Zeit ziemlich klar und rein färbt sich der Strom zur Zeit des Schwellens rötlich, vermöge des fein zerteilten Erdreiches, welches er aus seinen oberen Teilen mit herabführt und überall da absetzt, wo er sich, langsamer fließend, über eine weite Ebene ausdehnen kann, oder wo künstliche Deiche seinen Lauf über die Ebene hemmen. Tritt er später zurück in sein Bett, so hinterläßt er die während des Überflutens abgesetzte, aus Sand, auf dem ein rötlicher Schlamm liegt, gebildete Schicht und erhöht den Boden mit jedem Jahr, weshalb das Land immer mächtiger, das Tal stets flacher werden, das Verhältnis des Flusses zu seinen Ufern aber demnach dasselbe bleiben muß, weil auch der Boden des Flußbettes mit erhöht wird. In solcher Art nähert sich der Strom, noch reichlich mit Schlamm und Sand gemischt, dem Meere, verliert aber, bald nachdem er in dasselbe eingetreten ist, die eigne Bewegung, sein Inhalt fällt, und der Meeresboden hebt sich in derselben Weise, wie der Talboden, über den sich der Fluß ausgebreitet hat. Alle diese Tatsachen waren im Altertum bekannt; Herodot berichtet, daß man eine Tagereise von der Küste den Schlamm aus der Tiefe hervorziehe, welchem der Nil dem Meere mitgeteilt habe, er nennt ganz Unter-Ägypten bis zum Meere ein „Geschenk des Niles“ und bespricht in dieser Beziehung den Bau des Deltas, als den eines Sumpflandes, dessen Boden man erst durch Eindeichung benutzbar machte. Damals erzählt er (L. 2. c. 13.), brauchte der Nil nur 8 Fuß [2,58m] zu steigen, um den Landstrich unterhalb Memphis zu überfluten; zu seiner Zeit seien 15 oder 16 Fuß [5 m] dazu erforderlich gewesen. Dieselbe Ansicht herrschte durch das ganze Altertum; Aristoteles gedenkt ihrer ausführlich, und Plutarch beweist aus der Art und Weise, wie Homer von der Insel Pharos spricht, daß dieselbe früher viel weiter von der Küste entfernt lag. Auch hat das heutige Delta eine ganz andere Beschaffenheit als zur Zeit der Römer, aus welcher Zeit uns Strabo eine Schilderung desselben hinterlassen hat; jetzt liegt die Gabelungsstelle über 2 Stunden tiefer als damals, und während früher die westliche

Hauptmündung bei Canopus ins Meer fiel, mündet sie heut zu Tage bei Rosette. Ähnlich hat sich die östliche verändert. Von ihren beiden Armen, in welche sie sich teilt, war früher der östlichste, nach Pelusium gewendete, der größere, und der innere, welcher jetzt die stärkere Wassermasse nach Damiette hin abführt, war anfangs ein bloßer Graben. Im Ganzen hat also die Breite des Deltas abgenommen, dafür ist aber seine Basis weiter ins Meer hinausgeschoben worden. Diese Tatsache erklärt sich leicht aus den Wechselwirkungen des Stromes und des Meeres, die beide an der Mündung sich begegnen und gegenseitig ihre Bewegungen lähmen. Die Gewalt des Flusses wird dadurch geschwächt und seine Treibkraft läßt nach, die erdigen Teile fallen nieder, werden aber von den nachfolgenden Wassermassen aus der Mitte des Bettes auf die Seite geschoben, wo sie sich dammartig aufhäufen. Gegen diesen Damm spülen die Meereswellen, verwaschen ihn und führen seine Bestandteile mehr seitwärts gegen das benachbarte Ufer, vor dem sich die erdigen Massen aufs neue setzen, Untiefen bildend, die der Küste parallel laufen und um so mehr von derselben sich entfernen, je weiter auch die Mündungsdämme ins Meer hinausrücken.

Erheben sich solche Untiefen bis zur Oberfläche des Wassers, so brechen sich an ihnen die Wogen, und erhöhen, indem sie aus der Tiefe neue Massen herbeispülen, endlich die Untiefe bis über den gewöhnlichen Wasserspiegel; wobei die landwärts strömenden Seewinde ihnen dadurch behilflich werden, daß sie den von der Luft ausgetrockneten obersten Sand zusammenwehen und gleich einem Walle aufhäufen. Seine Entstehung ist der Beginn einer neuen Epoche für die Untiefe, der Anfang ihres übermeerischen Daseins; denn bald findet sich das schnell wuchernde Dünengras (*Elymus arenarius*) hier ein, bekleidet die Abhänge der Sandhügel zunächst auf der Landseite, und macht, indem es sich später überall hin ausbreitet, durch seinen vermehrten Anwuchs sie fester, also zum Widerstande fähiger. Dann heißen diese Sanddämme Dünen. In ähnlicher Art entstanden die drei großen, von schmalen Landzungen seewärts begrenzten Wasserbecken, welche wir zwischen wie neben den Nilmündungen antreffen, und die uns durch ihre völlige Übereinstimmung an die Haffe vor allen größeren Strommündungen des Ostseebeckens erinnern. Wie diese seewärts von schmalen Landzungen, Nehrungen genannt, begrenzt werden, so auch die Nilmündungen, und wie hier die Ausflüsse sich im Laufe der Zeiten mannigfach änderten, so auch jene des Nils. Diese Ähnlichkeiten beider Verhältnisse weisen auf ähnliche Ursachen hin, und da die Oder, die Weichsel und der Niemen [Fluß in Litauen] gleich dem Nil nordwärts abfließen, da alle vier in Meere münden, welche keine Ebbe und Flut besitzen; wenigstens nicht an den Stellen, wo die Mündungen der genannten Flüsse sich befinden; da ferner jene drei norddeutschen Flüsse große Sand- und Lehm Massen mit sich fortführen, so dürfen wir wohl in Berücksichtigung dessen, daß die Elbe und Weser zwar dieselbe Richtung und Beschaffenheit haben, aber in ein Meer mit Ebbe und Flut münden, den Mangel der letzteren als die Hauptursache ansehen, warum sich gerade vor jenen drei Flüssen und dem Nil Delta- und Haffbildungen zeigen. Die Ähnlichkeit der Weichsel, als des größten der drei norddeutschen Ströme, mit dem Nil ist wahrhaft überraschend; auch sie bildet zwischen der Nogat und der eigentlichen Weichsel ein großes Delta, dessen linker Schenkel sich wieder gabelt. Vor beiden Hauptmündungen findet sich ein großes Haff, von welchen das östliche, mehr ausgebildete mit dem Haff des Pregel zusammenfließt, das westliche oder Putziger Haff weit nordwärts vorgeschoben ist, und von der schmalen Nehrung, welche an ihrer Spitze das Dorf Hela trägt, umgeben wird. Minder deutlich, doch ebenfalls kenntlich genug, ist die Ähnlichkeit der Oder mit dem Nil, weil hier die Nehrungen ausgedehnte Inseln wurden und das große Delta zwischen den beiden seitlichen Odermündungen, der Peene und Diwenow, zu umfangreich ist für die Erdmassen des Flusses, um von ihnen erfüllt werden zu können.

Indes scheinen die Haffe und Nehrungen der angeführten norddeutschen Flüsse sich nicht mehr in ihrer ältesten ursprünglichen Form zu befinden, sondern in einer späteren Umbildung. Ihr Abstand von der heutigen Flußmündung ist zu groß, als daß man den Absätzen des Stromes ihre Entstehung in dieser Ferne beimessen dürfte; man sieht sie vielmehr als die Dünen der früheren, weiter vortretenden Küste neben einer älteren Flußmündung an.

In dieselbe, so meint man, drang bei heftigen Stürmen das bewegte Meer und bildete hinter der Düne durch Aufstauung einen See, welcher beim Rücktritt ins Meer die obersten Schichten des Erdbodens mit sich fortführte und das Haff aushöhlte. Wahrscheinlich haben sich derartige Eingriffe des Meeres öfters an derselben Stelle wiederholt und nach und nach die großen Haffe gebildet. Wir werden später Veranlassung finden, ähnliche Eingriffe der Nordsee in ihre Küste als historische Ereignisse zu besprechen, und dürfen aus ihnen auf die vorhistorischen der Ostsee mit um so größerem Rechte zurückschließen. Zur Entstehung der Nehrung bot jedoch der Fluß auch bei dieser Ansicht die Hand, indem er dem Meere einen Teil der Sandmassen zuführte, welche letzteres neben seiner alten Mündung zur Düne verwendete; wobei ihm die Seewinde schon damals, wie noch jetzt, behilflich waren. —

Wenn uns diese Betrachtung und namentlich ein Vergleich der Weichsel mit der ihr an Beschaffenheit so ähnlichen Elbe dartun kann, daß die Delta- und Haffbildung der Flüsse durch ein ruhiges, von keiner regelmäßigen Bewegung erschüttertes Meer begünstigt wird; so überzeugt uns eben die fernere Beobachtung der Elbe, daß ein durch Ebbe und Flut regelmäßig bewegtes Meer zu Untiefen und fliegenden Bänken Veranlassung gibt, wenn die Mündung im Winkel eines Meereinschnittes und nicht in der Mitte eines geraden Uferrandes sich befindet. Denn im letzten Falle entstehen alsbald regelmäßiger geformte Inseln, wie vor und zwischen den Rheinmündungen. Es ist kaum nötig diese Behauptungen näher zu besprechen, sie leuchten als richtig von selbst ein. Wie sehr sich die Untiefen an der Mündung der Elbe ändern, und dadurch der Schifffahrt gefährlich werden, ist leider nur zu bekannt; wie wenig im Ganzen die Rheininseln zwischen der Waal, dem Leck und der Maas, welche mit denen der Schelde zusammenfließen, sich in historischer Zeit geändert haben, dürfte nicht minder wahr sein. Zwar wissen wir, daß die Aßel erst spät aus einem von Drusus angelegten Kanäle sich bildete, und dadurch der Rhein einen Teil seines Wassers in anderer Richtung abgab, als in welcher es ursprünglich abfloß; allein dies hat auf die Form seiner Hauptmündungen keinen großen Einfluß ausgeübt, wozu indes auch der Umstand viel beiträgt, daß der Rhein im Ganzen eine zu kurze Strecke durch ein leicht bewegliches, locker gefügtes Land fließt, einen großen Teil seiner Gerölle im Bodensee läßt, und erst unterhalb Bonn in die Ebene tritt. Daher mag es kommen, daß die kleinen Ströme Maas und Schelde mehr Massen abgesetzt und größere Inseln vor ihren Mündungen zusammengespült haben als der Rhein. —

Bei den Flüssen Frankreichs und den Hauptströmen der pyrenäischen Halbinsel hindern der stärker bewegte Atlantische Ozean und die geringen Größen der Stromgebiete alle Delta- und Haff Bildungen [*2]; dagegen treffen wir am Po und an der Donau auf ähnliche Erscheinungen. Beide haben indes keine Haffe und Nehrungen, weil der Strom des Wassers sowohl im Schwarzen, als auch im Adriatischen Meere von der Küste ab gegen das Mittelmeer gerichtet ist, mithin der ausmündende Fluß auf gar keinen Widerstand trifft. Dies ist weder beim Nil, noch bei den drei norddeutschen Flüssen der Fall, vielmehr geht bei ihnen der Meeresstrom gerade gegen die Mündung, und begünstigt eben dadurch sehr das Entstehen der Nehrung.

[*2]: Der einzige Fluß Spaniens mit einem schönen Delta ist der Ebro, welcher sich aber auch in das minder bewegte Mittelmeer ergießt, und durch eine weite Ebene seinen Lauf nimmt.

Ähnliche in allen Meeren vorhandene Strömungen tragen viel zur jedesmaligen Form der Flußmündungen bei, und dürfen nie bei Abwägung der bedingenden Ursachen übersehen werden. Bon der Ostsee ist es ausgemacht, daß ihr Hauptstrom gegen die dänischen Inseln zum Sund sich wendet, und daß dieser Strom, ehe er die westliche Richtung einschlagen kann, erst eine südliche nehmen muß, leuchtet aus der Form der Ostsee vom selbst ein. Im Mittelmeere findet sich an der afrikanischen Küste eine östliche Strömung, welche bis an die syrischen Küsten reicht, und hinter Cypern an den Südküsten Klein-Asiens nach Westen fortläuft. Die Richtung dieses Stromes ist also wesentlich den Nilmündungen entgegengesetzt. Durch die abfließenden Wasser des Schwarzen Meeres erhält der Strom im Ägäischen Meere eine südliche Richtung; er geht neben Candia vorbei und trifft dort mit dem nach Süden abfließenden Strome des Adriatischen Meeres zusammen. Im Atlantischen Ozean läuft der Äquatorialstrom nach Westen; unterhalb der Linie breitet er sich nach Süden, oberhalb derselben nach Norden hin aus; an den Küsten Nordamerikas wird er nordöstlich und bewirkt hier die unter dem Namen des Golfstromes sehr bekannte und gefürchtete Strömung, welche quer durch den atlantischen Ozean ostwärts sich fortsetzt und ihre Wirkungen bis an die gegenüberliegenden Küsten von Europa und Afrika äußert. In der Nordsee kommt der Strom, wahrscheinlich durch die Einwirkung des Golfstromes bestimmt, aus Süden, indem er durch den Kanal vom Ozean hereinfließt. Auf der Südseite der Erdkugel, wo die Wassermasse so sehr überwiegt, sind Strömungen nur in der Nähe der Küsten bemerklich. An der Ostküste Afrikas ist die Richtung des Stromes südwestlich; er geht durch den Kanal von Mozambique und bewirkt dadurch vielleicht eine nördliche Richtung an der Ostseite von Madagaskar. Um das Vorgebirge der guten Hoffnung Herumsehend wird der Strom an der andern Seite nordwestlich und in der Nähe des Äquators ganz westlich. Die Strömungen im Stillen Ozean sind noch nicht genau bekannt, doch hat man bereits einen kalten Strom wahrgenommen, welcher aus dem südlichen Eismeere kommend längs der Küste Chiles [Original: Chilis] bis nach Peru hinaufsteigt und von da westwärts in den großen Ozean sich aus breitet, wie er südwärts um das Kap Horn herumgeht. An den gegenüberstehenden Küsten Asiens hat die Strömung hauptsächlich eine südliche Richtung; sie geht an den Ufern Chinas, Malaccas, der Küste Malabar fort, und vereinigt sich mit dem südlichen Strome am Ostrande Afrikas, dem auch die Meerbusen neben Arabien Folge leisten. Aber so gleichförmig, wie im großen Ozean, ist die Strömung hier nicht; ihr Charakter ändert sich mit den Monsunen, welche halbjährig in entgegengesetzter Richtung die Fläche des Indischen Meeres aufregen. —

Im Ganzen finden wir also die Strömungen des Weltmeers zwischen den Tropen der Umdrehungsrichtung der Erde entgegenzueilen, während wir sie in den Polarmeeren vom Pol gegen den Äquator hin sich wenden sehen; eine Erscheinung, die sowohl aus der geringeren Verdunstung des kälteren Wassers, als auch aus seiner periodischen Vermehrung in Folge des Abschmelzens der abgelösten Eismassen sich erklären läßt. Die herrschende westliche Strömung im Äquatorial-Meere scheint aber mit den ebenso konstanten tropischen Ostwinden aus gleicher Quelle, nämlich aus dem Ausgleichungsbestreben verschieden erwärmter beweglicher Materien, zu stammen. Endlich mag auch die Umdrehung der Erde nur ihre Achse in dem leichter beweglichen Elemente des Wassers Strömungen veranlassen oder wenigstens unterstützen. —

Die Strömungen üben, wie wir bereits gesehen haben, auf die Form der Flußmündungen einen gewaltigen Einfluß aus, und bedingen in Verbindung mit der Masse des Erdreiches, welche der

Strom führt, die Gestalt seiner Mündung. Wir wollen in dieser Beziehung noch einige Hauptströme betrachten, und beginnen mit Nordamerika, wo zwei große Flußgebiete uns begegnen, das des Lorenzostromes und des Mississippi. Ersteres besteht fast nur aus großen Seen, in denen alle Gerölle und Erbmassen sich abseihen, daher der untere Laus des Flusses arm an Geschieben ist und aus demselben Grunde kein Delta bilden kann. Grade umgekehrt verhält sich der Mississippi. Er fließt durchgehends in Ebenen, führt große Erbmassen mit sich, und häuft vor seiner Mündung eine weit in den Meerbusen von Mexiko vordringende Landspitze auf, an deren Ende er sich öffnet. In demselben Meerbusen wird die große Atlantische Strömung zwar etwas durch die vor ihm liegende Inselreihe gebrochen, allein nicht ganz zurückgehalten; sie dringt vielmehr zwischen den südlichen kleineren Antillen um so stärker hinein, und bewirkt eine Art Aufstauung der Wasser im Golf von Mexiko, welche ostwärts unter der Spitze von Florida ihren Ausweg in den Ozean findet. Die dadurch bedingte Strömung im Amerikanischen Binnenmeere gibt der vom Mississippi gebildeten und durchbohrten Landzunge ihre südöstliche Richtung, und veranlaßt die zahlreichen Haffe, welche sich an der Küste von Texas vor allen Flüssen gebildet haben.

Eigentümlicher verhalten sich die Flußmündungen Südamerikas, insofern sie größtenteils durch Ebenen fließend doch keine Deltas bilden, obwohl die Richtung der Strömung ihren Mündungen entgegensteht. Hier scheint indes die enorme Wassermasse, welche der Amazonasstrom und Araguaya auf der einen, der Paraguay und Parana auf der anderen Seite Brasiliens ins Meer ergießen, die Ursache zu sein, daß es zu keiner Deltabildung kommt, da die Wassermassen des Flusses den Meeresstrom durchbrechen und erst in zu großer Entfernung vom Ufer ihre treibende Kraft verlieren. Auch sind die waldigen baumreichen Gegenden, durch welche diese Ströme fließen, wohl weniger geeignet, sich abspülen zu lassen, als das nackte Erdreich; daher die Sandmassen beider Flußgebiete relativ unbedeutender sein mögen. Endlich scheint auch der Umstand, daß beide Ströme frei an offenen Küsten des Weltmeeres münden und nicht in Meerbusen oder Binnenmeere sich ergießen, insofern einen Einfluß auf die Form ihrer Mündungen auszuüben, als den Schlammassen, welche sie führen, an dem ausgedehnten östlichen Uferrande Süd-Amerikas ein breiter Boden zum Absatz dargeboten wird, in Folge dessen zwar eine flache weit ins Meer sich erstreckende Küste, aber kein Delta entstehen konnte. Wirklich bieten flache Ufer mit Untiefen den Seefahrern große Schwierigkeiten dar beim Einlaufen in die Mündungen des Marañon und Rio de la Plata.

Vergleichen wir mit diesen Hauptströmen der Erde die großen Flußgebiete Asiens, so zeigen uns die ostwärts abfließenden Ströme Chinas aus denselben Gründen offene weite Mündungen, während die südwärts strömenden, welche zugleich in Meerbusen sich ergießen, reichlich mit Deltagebilden begabt sind. Ich erwähne als Hauptbeweise nur den Ganges, dessen Deltaland das größte und umfangreichste ist, welches man kennt; den Indus, durch ein genaues Delta fast ebenso bekannt, wie der Nil; und den Euphrat und Tigris, beide, wie die Donau, von zahlreichen Mündungsinseln umgeben. Alle genannten stimmen zugleich darin überein, daß Haffe und Nehrungen ihnen ganz fehlen, weil sie alle, gleich dem Po, in Meerbusen sich ergießen, deren Strömung von der Flußmündung abwärts geht.

Nach diesen Tatsachen ist der Einfluß der Flüsse auf die Gestaltung der Meeresküsten als hinlänglich bewiesen zu betrachten, und daher nur noch der Einfluß zu untersuchen, den sie im oberen Teile ihres Laufes ausüben. In dieser Beziehung muß eine Darstellung der Verhältnisse des Nils genügen, da kein anderer Strom so regelmäßige Wirkungen zeigt, und keiner so lange, wie er, von Beobachtungen verfolgt worden ist.

Bald nachdem der Nil die zweite Stromenge bei Gebeleyn verlassen hat, bildet das Tal eine kesselförmige Erweiterung, über deren Mitte die herrlichen Trümmer sich verbreiten, welche einst die Prachtbaue der alten Staatsschlösser Thebens ausmachten. Damals an den Ufern des Stromes auf größtenteils künstlichen, dem schwellenden Wasser unzugänglichen Hügeln gelegen, überragten ihre Sockel den Boden, der sie trägt, in kunstgerechter Weise; jetzt sind alle Grundmauern längst bis über die unteren Gesimse hinaus in ihn eingesunken und die umgestürzten Statuen bis zu beträchtlicher Höhe von Erdreich bedeckt. Aber nicht Schuttmassen, aus den zerfallenen Trümmern der Bauwerke entstanden, bilden diesen Aufwurf; das harte allermeist granitische Gestein, fast ohne Mörtel aneinander gefügt, zerfällt nicht in Staub, wenn es zertrümmert, seine zusammengestürzten Massen gleichen mehr durcheinandergeworfenen Felsblöcken, deren Lücken zwar der Küstensand überkleidet und ausgefüllt haben mag, die aber niemals gleichmäßig ebene Flächen veranlassen werden. Es mußte also ein anderer Grund für die Erhebung des Bodens zumal an solchen Orten sich finden, wo das frei stehende Gebäude nur an den Bekrönungen beschädigt, in seiner Hauptmasse erhalten war, oder wo Alleen von Sphinx-Kolosse nur noch mit ihren Köpfen aus dem Boden hervorragten; ihre Verschüttung mußte einer gleichmäßig wirkenden, fortdauernden Ursache und offenbar dem schwellenden Nilstrome zugeschrieben werden, wenn man sah, wie er die Denkmäler unmittelbar umflutete und seinen weichen fruchtbaren Schlamm daneben absetzte. Als die Französischen Gelehrten während der Expedition nach Ägypten zu Anfange unsres Jahrhunderts diese Beobachtung gemacht hatten, untersuchten sie einzelne hervorragende Punkte der Trümmer genauer, und fanden, daß diejenigen, welche am meisten verschüttet waren, bis zu einer Tiefe von 6 Metern [Ein Französischer Meter enthält $3 \frac{1}{10}$ Preuß. Fuß] im Boden steckten, und daß unterhalb dieser Tiefe, wo gepflasterter Boden die ursprüngliche Höhe der Umgebungen des Denkmals bezeichnete, stets künstlich aus Bauschutt, Geröll und aufgefahretem Erdreiche gebildete Unterlagen sich nachweisen ließen. An der kolossalen Memnons-Statue, dem 60 Fuß hohen sitzenden Abbilde des Ägyptischen Königs Amenophis III. (um 1480 vor Christus) [*5], bemerkten die Franzosen einen späteren Aufwurf von fast 2 Meter Dicke, und schlossen aus einer am Fuße des Kolosses befindlichen Inschrift, welche auf das zehnte Regierungsjahr An ton ins hinweist (148 nach Christus), daß der Absatz während eines Jahrhunderts etwa den zehnten Teil eines Meters (nicht ganz 4 Zoll Pr.) betrage.

[*5]: Es ist dieselbe Statue, deren eigentümlicher Ton die Touristen des Altertums herbeilockte. Bald nach Sonnenaufgang vernahm man den Laut, welchen die reiche Phantasie der Griechen als einen der Mutter Eos von ihrem vor Troja gefallenen Sohne Meino dargebrachten Gegengruß deutete, nachdem sie ihn mit den Strahlen der Morgenröte erquickt hatte. Die neueren Beobachter haben darin ein physikalisches Phänomen erkannt, bedingt durch Luftströmungen, welche aus den Fugen des von der Sonne erwärmten Gesteins entweichen.

Inzwischen ergab die Untersuchung des von Girard an der Insel Elephantine wieder aufgefundenen alten Nilmessers ziemlich dasselbe Resultat ($4 \frac{1}{2}$ Zoll im Jahrhundert) und wies zugleich nach, daß sich mit der Erhöhung der Ebene, über welche der Fluß sich ausbreitet, das Bett des Stromes gleichmäßig erhoben habe, mithin aus der Höhe der aufgehäuften Erde das Alter wenigstens solcher Gebäude, die dem Flußufer nahe stehen, mit einiger Sicherheit erschlossen werden könne. Der Palast bei Luxor, an dessen südlicher Ecke die Aufhäufung 6 Meter ($18 \frac{1}{2}$ Fuß) betrug, hätte hiernach ein Alter von beinahe 5000 Jahren. Gegen dies überraschende und mit den neuesten Forschungen [*6] über die Blütezeit des Ägyptischen Reiches, der diese Denkmäler angehören, im Widerspruch stehende Resultat, läßt sich jedoch einwenden, daß die Erhebung des Bodens gerade bei Theben ansehnlicher sein konnte, als aus

den höher gelegenen Ufern; weil sich das Niltal hier bedeutend erweitert, die Schnelligkeit des Flußlaufes also abnimmt und deshalb eine dickere Schicht Schlamm sich absetzt.

6) Nach Bunsen (Ägyptens Stellung in der Weltgesch. III. Bd. S. 122 ff.) fallen die Regenten der 18. und 19. Dynastie, denen man die großen Bauwerke Thebens zuschreibt, 1838 und 1298 vor Christi Geburt. Lepsius setzt sie um 709—800 Jahre weiter hinaus.

Man glaubt vielmehr [Parthey, Wanderungen durch das Niltal. It. 413.] die Produktivität des Stromes in jener Gegend auf 6 Zoll im Jahrhundert anschlagen zu müssen, und berechnet darnach das Alter der thebaischen Monumente im größeren Einklänge mit den historischen Angaben zu 3700 Jahren. Überhaupt mag die Tätigkeit des Niles in ihren verschiedenen Zeiträumen sich mächtig geändert und der Fluß in frühester Zeit, wo das Tal noch tiefer also auch enger war, seinen Schlamm weniger im Tale selbst, als an dessen Mündung abgelagert haben. Die ältesten Ägyptischen Erinnerungen scheinen bis dahin zurückzugehen, wenn sie uns, nach Herodots Aussage (L. 2. c. 4.), das Deltaland als ein Sumpfland schildern; sie scheinen durch die uralte Tradition einer noch offenen Strommündung zur Zeit des Königs Menes zu beweisen, daß die Ägyptische Bevölkerung schon bis ans Mittelmeer reichte, als ihre Kultur noch in den Anfängen sich bewegte, die Ägypter also nicht, ein gebildetes Volk, den Strom von Nubien herabkamen, sondern vielmehr umgekehrt, die an seiner Mündung gewonnene älteste Kultur rückwärts den Nil hinauf verbreiteten.

So entschieden, wie in Ägypten, zeugen übrigens für die Aufhäufung des Bodens nur wenige andere Flüsse, indes ist auch kein anderer Strom so regelmäßig tätig wie der Nil. Zwar schwellen auch unsere Flüsse alljährlich im Frühjahr und überfluten die Ebenen an ihren Ufern, aber die Höhe dieser Flut ist nach den Jahren sehr verschieden, ja fehlt in manchen Jahren, zumal nach gelinden Wintern, gänzlich. Ähnlich verheilt es sich die meisten, wenigstens die größeren Ströme der Erde, wenn auch ihre Überflutungen zu ganz anderen Zeiten eintreten. Von den beiden Hauptstromgebieten Südamerikas ist es bekannt, daß sie gegen Ende der Regenzeit aus ihren Ufern treten und die Ebenen überschwemmen. Dasselbe wissen wir von den großen Strömen Chinas, vom Ganges [*8], Indus, und besonders vom Euphrat und Tigris, deren Überschwemmungen einen gleichen Wert für Mesopotamien haben, wie das Steigen des Nils für Ägypten. Auch die Ströme der West- und Südseite Afrikas bieten ähnliche Erscheinungen dar [*9].

[*8]: Ein englischer Beobachter, Hr. Everest, hat die Masse von Schlamm, welche der Ganges jährlich zum Meere führt, auf nahe an 6400 Millionen Kubikfuß berechnet, was eine Erdschicht von 16 Quadratmeilen Ausdehnung bei 1 Fuß Dicke ergeben würde; eine allerdings ungeheure Produktivität, welche die Tätigkeit des Nils noch bei weitem zu überbieten scheint (Lyell, Grundf., der Geol II. 150).

[*9:] Im Altertume waren der Mäander und Achelous als schnell produzierende Flüsse bekannt! Herodot vergleicht L. 2. c. 10.) ihre Tätigkeit mit der des Niles.

Wie durch diese Tatsachen der Absatz neuer Erdschichten über alten und besonders ein großer Einfluß aller Strommündungen auf die Form der Küsten bewiesen wird, so lassen sich auch gleichartige Wirkungen verwandter Einflüsse auf höher gelegene Teile der Erdoberfläche tief im Innern des Festlandes mit nicht geringer Sicherheit dartun. Eine kurze Betrachtung der Binnenseen wird uns davon überzeugen und eine Einsicht gewähren in die Veränderungen, welche von ihren Gewässern in näherer oder fernerer Umgebung hervorgebracht werden. Noch jetzt finden wir zwischen den Bergketten der Hochgebirge große mit Wasser angefüllte Vertiefungen, ja selbst in weiten Ebenen sehen wir Seen sich bilden, indem die fließenden

Gewässer zu einem Punkte sich begeben, welcher als der tiefste in der Ebene, eben wegen seiner Lage keinen Abfluß des Wassers in das benachbarte Meer verstattet. Ähnliche Verhältnisse scheinen in früheren Perioden öfter eingetreten und manche Täler, die jetzt ein Fluß durchströmt, ursprünglich Seen gewesen zu sein. Angehäufte Wassermassen üben aber einen Druck auf die sie einschließenden festen Teile aus, einen Druck, der in dem Maße zunimmt, wie die Wassermasse, die ihn hervorbringt. Je nach der Verschiedenheit aller dabei zu berücksichtigenden Verhältnisse wird sich hier ein verschiedenes Resultat ergeben. Gesetzt zunächst, es sei die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche geringer als die Quantität des fortwährend zuströmenden, so muß der See steigen, bis er irgendwo an seinem Rande eine Stelle findet, die niedrig genug ist, um ihm einen Abfluß zu verstatten; durch diese Lücke des Randes wird dann fortwährend gerade so viel Wasser abfließen, als wie viel größer der Unterschied zwischen der einströmenden und verdunstenden Flüssigkeit ist. Hält sich dagegen Verdunstung und Zufluß die Wage, so wird der See mit unveränderter Wasserhöhe stehen bleiben, und ist jenes Verhältnis einem periodischen Wechsel unterworfen, so wird sein Spiegel zwar steigen und fallen, aber nur innerhalb gewisser Grenzen, und zum Abfluß kommt es nie. Letztgenannter Fall findet sich am Kaspischen Meere und am Aralsee, in welche so große Flüsse sich ergießen, und die doch nur periodisch wachsen und fallen, aber nie beträchtlich aus ihren Ufern treten; das erste Verhältnis zeigen uns der Bodensee, Genfersee, Ladogasee, Wenernsee und die großen Seen Nord-Amerikas, aus denen der Lorenzo seinen Ursprung nimmt; alle diese Seen sind eigentlich nur stellenweis erweiterte Flußbetten, welche, nachdem der Fluß sie mit seinen Wassern bis zu einer gewissen Höhe angefüllt hat, einen Ausweg erhielten, durch den der Fluß gegenwärtig seinen Lauf weiter fortsetzt. —

Es gibt aber außer diesen Fällen, die alle aus dem Gesetz der Gleichheit zwischen Wirkung und Gegenwirkung beruhen, noch einen zweiten Hauptfall, nämlich den, daß die Gegenwirkung von der Wirkung überwunden wird; ein in engen Felsentälern häufiger als in Ebenen eingetretenes Verhältnis, dessen als eines die Form der Täler und selbst der Ebenen bedingenden hier ausführlicher gedacht werden muß. Ist die Umgebung irgend einer aufgestauten Wassermasse an einzelnen Stellen nur schwach, so wird sie um so weniger dem Gewichte des Wassers Widerstand leisten können, je mehr dieses zunimmt; sie wird endlich nachgeben und dem Wasser einen Abfluß verstatten. Mag auch diese Nachgiebigkeit anfangs nur geringe gewesen sein, etwa von einer engen Spalte im festen Gestein der Wandungen herrühren; das andrängende Wasser würde sich bald weiter Bahn brechen und je nach Befinden seiner Kräfte und des Widerstandes sich einen Durchweg bilden, der bis auf den Grund des Sees reichen und allem aufgestauten Wasser einen Abzug gewähren könnte. Mit einem solchen Durchbruche sind natürlich Veränderungen des ganzen unter dem See gelegenen Landstriches, auf den das abfließende Wasser trifft, zunächst verbunden, und daraus folgt wieder eine Umgestaltung aller der Ablagerungen, welche vor dem Durchbruche auf der Oberfläche schon vorhanden waren. Hierbei wird viel auf die Quantität des sich ergießenden Wassers ankommen; auf die Schnelligkeit, womit der Durchbruch erfolgt; auf die Massen, welche der Strom mit sich fortreißt; und auf die Höhe, von welcher er herabstürzt. Die Gewalt eines solchen Phänomens wird Jeder sich selbst am besten deutlich machen, der Gelegenheit gehabt hat, ähnliche Erscheinungen, wie sie beim Aufstauen der Eismassen unserer Flüsse bisweilen Vorkommen, zu beobachten; ja und wer sie nicht ansehen konnte, den überzeugen wohl eben so sehr von den Ungeheuern Wirkungen die Berichte der Zeitungen, wenn sie von Unglücksfällen, wie sie noch jüngst die Stadt Pesth betrafen, Nachricht geben. Wem sind nicht die fast jährlichen Verwüstungen bekannt, welche die Weichsel anzurichten Pfllegt; wer hat nicht im frischen Gedächtnis das furchtbare Schicksal, welches die schwellende Rhone vor einigen Jahren der volkreichen Stadt

Lyon und allen anwohnenden Landleuten bereitete. Und doch waren diese Flüsse keineswegs abgedämmt; ihnen war ihr regelmäßiger Abfluß wenigstens teilweise geblieben, und bloß der Zufluß war vermehrt worden. Wie aber, wenn der Bodensee, dessen Tiefe bis auf 1800 Fuß [565m] angegeben wird, einen Ausweg bis zum Spiegel des Rheins unterhalb Schaffhausen fände, und nun mit seinem Wasser in das Rheintal sich ergösse; wie würden Basel und alle anliegenden Ortschaften, noch mehr aber die Städte des Rheingaus verwüstet werden, weil die Strommenge von Bingen bis Koblenz nur einen sehr allmählichen Abfluß der Wasser möglich machte.

Den Umfang solcher Verwüstungen einigermaßen zu ermessen und überhaupt die Möglichkeit von wirklichen Taldurchbrüchen einzusehen, dazu eignen sich besonders mehrere Beispiele, die noch in den Bereich unserer Beobachtungen fallen und deshalb hier näher berücksichtigt werden mögen. Eins der neuesten ist das Ereignis im Banientale am 16. Juni 1818 [Vergl. Gilbert's Annalen der Physik und Chemie. Bd. 60. S. 331. 355, und Band 62, S. 108]. Dieses Tal erstreckt sich von der Rhone südwärts gegen die Alpenkette hin, aus welcher der große Bernhard als einer der höchsten Punkte zwischen dem Montblanc und Mont Rosa hervorragt, und wird von der Dranse durchströmt, die sich bei Martigny in die Rhone ergießt. In seinem oberen Teile zwischen dem Mont Pleureur und Mont Mauvoisin, die es, jener nach Norden, dieser nach Süden, begrenzen, ist es eng und empfängt seine Wasser von drei großen Gletschern, deren kleinster, der Getrozgletscher, dem untern Ende der Talenge beim Mont Pleureur am nächsten liegt. Von ihm fallen die Gerölle oder Moränen, welche er führt, unmittelbar bis in die Dranse, und nicht selten lösen sich auch ganze Eisblöcke ab, unter denen jedoch die Wasser des Flusses immer noch einen Ausweg fanden, bis derselbe im April des genannten Jahres verstopft ward und hinter den aufgetürmten Eismassen sich ein See bildete, der gegen eine Viertelmeile lang war. Die Anwohner erkannten sehr bald die drohende Gefahr und versuchten, dem Wasser, dessen Menge sich schon auf 800 Millionen Kubikfuß belief, einen Ausweg zu bahnen, was aber nur zum Teil gelang. So nahete der Sommer immer mehr heran, die höhere Temperatur während desselben lockerte durch Erwärmung des Bodens die Fugen auf, welche am Grunde zwischen den Eismassen später verstopft worden waren, und öffnete den noch übrigen Teilen des Wassers einen Abfluß, der bald die entstandenen Lücken bis zu 90 Fuß Breite ausdehnte. Die Verwüstungen, welche dieser fallende Strom anrichtete, waren furchtbar: alle Häuser, Bäume, Blöcke, und was nur dem forteilenden Elemente einen Widerstand leistete, wurde fortgerissen, ein Teil der Stadt Martigny zerstört und selbst die Rhone noch zum Steigen gebracht. Die 11 Meilen [83 km] lange Entfernung vom Eisdamme bis zum Genfersee legte das Wasser in 5 1/2 Stunden zurück, hatte anfangs eine Geschwindigkeit von 33 Fuß in der Sekunde [10m/s], verlor dieselbe aber durch die fortdauernden Hindernisse und die geringere Neigung der Ebene aufgehalten bis auf 6 Fuß [1,88m/s], mit welcher es im Genfersee anlangte.

Ein anderes in die historische Zeit fallendes Ereignis ähnlicher Art, doch von ungleich geringerer Wirkung, ist der Durchschnitt, den der Simeto oder Gabello, Siziliens Hauptfluß am westlichen Fuße des Ätna, darbietet. Derselbe war in seinem Laufe von einem im Jahre 1603 quer durch sein Bett geflossenen und hier erkalteten Lavastrome gehemmt und dadurch ebenfalls aufgestaut worden, bis er am oberen Rande des Lavadammes einen Abfluß fand. Die einschneidende Gewalt des Wassers und des von ihm geführten Kiesel hat jedoch diesen Abflußpunkt nach und nach so vertieft, daß er gegenwärtig schon den größeren Teil des ganzen Lavastromes wieder durchfurcht, und darin eine rinnenartige Schlucht geschaffen hat, deren rauhe Schönheiten von zwei terrassenartigen Abstufungen mit brausenden Wasserstürzen vermehrt werden. Lyell [Principles of Geology, deutsche Bearb. von Hartmann, n. 31 ff], dem wir

diese Beobachtung verdanken, gibt die Tiefe des Einschnittes auf 40—50 [12m – 15m], und die Breite desselben von 50 —100 Fuß [15,5 – 31m] wechselnd an; eine solche Lücke konnte also in etwas über 200 Jahren hervorgebracht werden, wobei indes nicht zu übersehen ist, daß das am Damm terrassenartig herabstürzende Wasser diesen fortwährend eben so schwächte, wie der Ausfluß am oberen Einschnitt ihn erniedrigte, derselbe also von zwei Seiten her gleichzeitig zerstört wurde. Auch mochte die Klüftung der Lava das Fortreißen ganzer Blöcke möglich machen und versteckten.

Die letzterwähnte Tatsache ist übrigens insofern noch interessant, als sie zeigt, daß Seen selbst ohne große Verheerungen einen Ausweg finden können, und mithin nicht alle Erscheinungen durchbrochener Talwände, welche wir in den Hochgebirgen so oft antreffen, mit großartigen Umwälzungen verbunden waren. Ja viele Durchflüsse sind ohne Zweifel nicht von den Strömen geschaffen, die darin fluten; ein großer Teil mag ursprünglich aus Spalten und Lücken beruhen, die der Fluß vorfand und höchstens nur erweiterte. So hat der Rhein seinen Weg zwischen dem Hunsrück und Taunus erst langsam sich bereitet, und desgleichen der Main den zwischen dem Odenwald und Spessart. Dasselbe ist von dem Durchbruch der Elbe durch das Erzgebirge zu behaupten; in allen drei Fällen scheint der Strom eine Vorgefundene Lücke nur breiter gemacht und dem vormals seeartig hinter dem Durchbruche aufgestauten Wasser allmählich einen Abzug bereitet zu haben, der bis auf den heutigen Talgrund einschnitt. Auch der Durchtritt der Weser durch die Porta Westfalica beruht wohl auf einer tiefen Spalte im Gestein, welche das durch sie abfließende Wasser langsam bis zu ihrer jetzigen Größe ausdehnte. Vor dieser Zeit waren die Niederungen des Elsasses und Badens, der Mainkreis, das Fürstentum Lippe mit seinen Umgebungen und Böhmen aufgestaute Wasserbecken, deren Gehalt durch den Fortschritt des Flußeinschnittes stufenweise erniedrigt wurde, bis seine Tiefe allem Wasser einen Abzug verstattete. Bei weitem die meisten engen Flußtäler sind als solche Produkte des Flusses zu betrachten, und entstanden aus ursprünglich vorhandenen Vertiefungen, in denen das von allen Seiten herabfallende Wasser sich sammelte und je nach der Neigung des Bodens fortlief, bis es einen natürlichen Ausweg fand; denn nur wo ein solcher fehlte, brauchte es sich einen zu bahnen. Es liegt in der Natur der Sache, daß es schwieriger ist für eine fließende Wassermasse, eine entgegenstehende Felswand zu durchbrechen, als um dieselbe herum einen Ausweg zu suchen; und da nur selten Höhenzüge eine gleiche Erhebung an allen Stellen zeigen, so konnte in vielen Fällen schon eine geringe Ansammlung von Wasser hinreichen, den Strom bis zu einer niedrigen Stelle des Dammes zu erheben, lieber diese weg führte er, nach Art des Simeto, die Lücke bald mehr aus und schnitt nach und nach bis zu der gegenwärtigen Tiefe ein, ohne je Verwüstungen und Umwälzungen von irgend einer Bedeutung oder Ausdehnung über größere Flächen eingerichtet zu haben. Durchbrüche in solcher Weise zeigen uns die meisten, wenn nicht alle Flüsse, deren Bett verschiedene Bodenerhebungen durchläuft.

Zur Veranschauung der eben erörterten Hergänge mag der beigegebene Holzschnitt dienen; er zeigt eine Irländische Gegend mit dem kleinen Flößchen Burnthollet, wie es aus einer engen Schlucht im Glimmerschiefer hervortritt, und den breiteren Kessel am Fuße des Abhanges ausfüllt, der seinen Lauf gehemmt hatte.



Abbildung 1 [p. 28]: Fluß-Einschnitt des Burnthollet, nach Portlock.

Offenbar ist der Felseinschnitt in dieser Form sein Werk, eine Erweiterung ursprünglich vorhandener Klüfte, welche die nach links geneigten Lagen des unordentlich geschichteten Gesteines durchsetzen und gegenwärtig in mehreren Terrassen kanalförmig durchbrechen. Zugleich kann diese Ansicht das großartigste Beispiel einer ähnlichen Tätigkeit uns erläutern, wovon derselbe Englische Geognost Lyell, auf dessen Schilderung wir die früheren Angaben vom Durchbruch des Simeto stützten, erst kürzlich eine genaue Darstellung geliefert hat [Vergl. dessen Reisen in Nord - Amerika; übers, von E. Th. Wolfs. Halle, 1846. 8. S. 18ff.]. Wir meinen die berühmten Niagarafälle zwischen dem Erie- und Ontario-See. Beide Seen gehören zum Flußgebiet des Lorenz-Stromes, der Erie zum oberen, der Ontario zum unteren Teile seines Laufes; denn eine Kalkstein-Terrasse zieht sich im weiten Bogen um den Ontario herum und scheidet ihn von den um so viel höher gelegenen vier größeren Seen. Diese Terrasse ist die Ursache des Niagarafalles; über sie müssen die Wasser der oberen Seen in den unteren hinabstürzen. Gegenwärtig befindet sich der Wasserfall ziemlich genau in der Mitte zwischen beiden Seen; sein Abstand vom Erie beträgt $3 \frac{3}{4}$, vom Ontario $3 \frac{1}{2}$ Meilen; allein ursprünglich war er ohne Zweifel am Rande der Terrasse, Meilen, weiter unterwärts gegen den Ontario hin. Dafür spricht eines Theils der Umstand, daß die Strecke vom Wasserfall bis zum Rande der Terrasse eine enge 500 — 1000 Fuß [156 – 313m] breite Schlucht bildet, deren Wände fast senkrecht über den Fluß sich erheben; anderen Theils die noch fortwährende zurückschreitende Bewegung des Wasserfalles selbst. Diese Bewegung rührt vom Flusse und seiner einschneidenden Wirkung her. Das Wasser desselben stürzt sich, nachdem es eine 50 Fuß [15,5m] mächtige festere Kalkschicht als Stromschnelle von $\frac{1}{4}$ Meile durchbrochen hat, bei den Fällen [*13] senkrecht über eine andere ungefähr 90 Fuß dicke Kalkschicht herab, unter der weiche Schiefer von gleicher Mächtigkeit liegen, welche fortwährend von den fallenden Wassern und besonders von den in ihnen treibenden Baumstämmen zertrümmert werden.

[*13]: Es sind eigentlich zwei Wasserfälle, indem eine kleine Insel (Goat Island), welche auf dem Rande des Absturzes liegt, den ganzen Fall in zwei ungleiche Hälften teilt. Der größere (Horse-shoe Fall), an der englischen Seite, ist 1800 Fuß breit, die Insel beträgt über 1800 Fuß, der kleinere amerikanische Fall mißt 600 Fuß, die senkrechte Höhe des fallenden Wassers ist 160 Fuß.

In Folge dieser Zerstörung verlieren die überlagernden Schichten ihre Stütze, und brechen von Zeit zu Zeit zusammen, wobei der Wasserfall um ebensoviel Raum weiter nach Süden fortschreitet. Bestimmt man aus Len seit etwa 40 Jahren angestellten Beobachtungen den durchschnittlichen Fortschritt auf 1 Fuß im Jahre, so brauchte der Fluß zur Aushöhlung der 1 3/4 Meilen langen Schlucht 35.000 Jahre, und wird noch andere 70.000 Jahre nötig haben, um den Eriesee mit seinen Fällen zu erreichen. Daß er einst dahin kommen werde, läßt sich mit Grund behaupten.

Nicht minderbedeutend, wenngleich ebenso örtlich, sind die Veränderungen, welche das Meer an den Küsten des Festlandes hervorbringt. Im Allgemeinen hat dasselbe ähnliche Einwirkungen wie fließendes Wasser, teils weil es, wie wir bereits gesehen haben, in der Nähe aller Küsten eine beständige Strömung besitzt, teils weil die regelmäßig wiederkehrende Ebbe und Flut es mit Ausnahme einiger Binnenmeere, z. B. der Ostsee und des Schwarzen Meeres, in Bewegung erhält; teils endlich weil es vom Winde getrieben und in vielfache, oft sehr bedeutende Aufregungen versetzt wird. Bei allen diesen Bewegungen treibt es gegen die Küsten und bewirkt daselbst ein mehr oder minder gewaltsames, unter dem Namen Brandung bekanntes Anprallen, dem auch die härtesten Gesteine nach und nach teilweise unterliegen. Sie ist die Ursache, warum man dem Meere, ganz wie den Flüssen, im Allgemeinen eine die Ufer zerstörende Einwirkung beilegen und ihm einen um so größeren Einfluß auf die Gestaltung derselben zuschreiben muß, je weicher das Erdreich ist, aus dem sie bestehen. — Wir sehen auf solche Weise das Meer nach und nach Landzungen in Inseln verwandeln, die letzteren verkleinern oder sie endlich ganz zerstören; ein Schicksal, welches nach den bisherigen Untersuchungen über ihre einstmalige Ausdehnung, z. B. der kleinen Insel Helgoland an der Mündung der Elbe bevorsteht, wenn es auch erst spät, nach Verlauf von Jahrtausenden, wirklich bei ihr eintreten mag. Bisweilen stürzt es sich unter heftigen Stürmen in kleine Buchten des Ufers und höhlt dieselben aus, daß sie zu Meerbusen sich gestalten. Wir haben in unsrem Vaterlande mehrere beglaubigte Beispiele der Art aus historischer Zeit; eins der jüngsten war die Bildung des Dollarts neben der Emsmündung, welcher vom Jahre 1277 bis zum Jahre 1539 nach und nach vom Meere ausgehöhlt wurde; früher (1218) entstand die ganz ähnlich gebildete, aber viel größere Jade neben der Wesermündung, und um dieselbe Zeit (von 1219 bis 1282) die Verbindung des vormals geschlossenen Zuidersees mit dem Meere. Noch kämpfen mit den Wogen die zahlreichen kleinen Düneninseln, welche sich an der Westküste Schleswigs von Jütland bis nach Holstein herabziehen; manche sind schon von ihnen zerstört worden, und alle gehen, gleich Helgoland, einem späteren Untergänge entgegen. Auch die ähnlich gelegenen Küsteninseln Hollands und Ost Frieslands ändern ihren Umfang fast jährlich.

An den bezeichneten Stellen findet das Meer nur flache sandige Ufer, von denen es leicht Teile hinwegspült, selbst wenn ihre Ränder sich zu natürlichen Sanddämmen, welche die herrschenden Seewinde aufgeschüttet haben, sogenannten Dünen (vergl. S. 14) erheben. Diese Sanddünen sind eine fast allgemeine Eigenheit aller nordwestwärts gewendeten Küsten Deutschlands, wie Hollands; sie setzen allerdings dem unmittelbaren Australien der Wogen einen gewissen Damm entgegen, sind indes zu schwach, um allen Übergriffen der See zu widerstehen. Sie werden vielmehr von den sturmbewegten Wellen teils durchbrochen und die

hinter ihnen liegenden flachen Uferstrecken haffartig ausgehöhlt (S. 15), teils ganz abgespielt, oder von den Seewinden weit ins Land hineingeweht, geben dadurch Veranlassung zu einer fortschreitenden Versandung des Bodens, und schaden auf solche Weise mehr, als sie etwa nützen durch das Brechen der Brandung. Dagegen scheinen höher aufsteigende Ufer, besonders wenn sie aus festen Gesteinen bestehen, weniger Nachgiebigkeit als diese flachen Küsten zu besitzen. Allerdings ist es dem Meere in der Regel nicht vergönnt, sie zu überfluten oder Schichten von ihnen abzuspülen, aber es wirkt dennoch zerstörend auch an ihnen. Bestehen diese Küsten aus kristallinen oder derben Gesteinen, so wird die Zerklüftung der Substanz Ursache von Zertrümmerungen, welche das Meer unterstützt, indem es die losgetrennten Stücke wegführt und neue Flächen der Verwitterung aussetzt. Indes fallen die abgebrochenen Trümmer vor der steilen Wand nieder, mehren sich mit der Zeit und bilden eine Art Damm, der die Gewalt der Wogen bricht und das fernere Ablösen hindert. Dadurch sind harte Felswände gewöhnlich den fortdauernden Veränderungen des Meeres unter ihnen entrissen. Besteht aber das Ufer aus erdigen oder geschichteten Massen, so ist die Einwirkung des Meeres bald bedeutender. Bei den geschichteten kommt es sehr auf die Neigung der Schichtungsflächen gegen das Meer an, wenn man die Einwirkung des letzteren auf sie bestimmen will, und es zeigt sich bei näherer Untersuchung bald, daß Schichtungsebenen, welche mit ihrer Neigung sich ins Meer senken, viel eher vom Meere werden zerstört werden, als solche, die vom Meere abwärts in die Richtung des Landes Unfällen. Leicht kann ja das Wasser in einer Schichtungsebene aufwärts Vordringen, und wenn es zurückfließt, einen Teil der zerstörten Schichtenmasse mit sich fortnehmen, wodurch es die darüber befindlichen Schichten lösen und ihr Herabgleiten bedingen muß; im entgegengesetzten Falle ist ein Abgleiten der oberen Schichten unmöglich, vielmehr nur ein mechanisches Abspülen der freien Ränder denkbar. Ein wohlbekanntes Beispiel der letzteren Art liefert Helgoland an seiner südwestlichen Küste, die uns der Holzschnitt zeigt; indem das hohe, steile, zackige Ufer aus landwärts entfallenden, roten, feinsandigen Tonmergelschichten und zwischengelagerten, dünneren, sehr feinen weißen Sandsteinen besteht, deren abgerissene Köpfe dem Spiele der Wogen sich Preis geben [*14].

[*14]: Man vergleiche die interessante Schilderung von O. Volger, über die geognost. Verhältn. von Helgoland, Lüneburg, Segeberg etc. Braunschw. 1846. 4. S. 19ff.

Von ihnen mannigfach zertrümmert hält sich der Uferrand in größter Höhe gerade an der äußersten Kante, während die in das Meer vorspringenden Zacken gratartig erniedrigt und von den Seiten her durchbrochen wurden; große Tore, gleich dem dargestellten Mörmers-Gat, bildend, vor und in denen dir zahlreichen Trümmer umherliegen, woraus beim Durchbruche des Felsens die abgelösten Blöcke bestanden. —

Nock leichter als Helgolands Sandstein- und Mergelschichten geben erdige Ufer nach, namentlich die Kreideküsten, welche an den ostwärts gewendeten Seiten Englands, der dänischen Inseln und Rügens Vorkommen.



Abbildung 2, p. 32: Die Küste von Helgoland

Hier spült das Meer einen Teil der Masse am Grunde fort, und alsbald fällt das senkrecht darüber stehende Erdreich, da es seine Stütze verloren hat, herunter; es wird nun weiter fortgeführt von den Wogen, der Grund des Ufers wieder entblößt, und der alte Hergang wiederholt sich aufs Neue. Indes pflegen die weicheren erdigen Küsten der jüngsten tertiären Formationen oft Blöcke härterer Gesteine zu enthalten, welche besonders in den oberflächlichen Schutt- und Mergellagen sich befinden. Auch diese Blöcke fallen natürlich mit hinunter, sind aber zu groß, um vom Meere bewegt werden zu können, und zu fest, um sich auflösen zu lassen; sie bleiben mithin liegen und bilden im Laufe der Zeiten einen Damm vor dem Ufer, der die dahinter gelegenen weicheren Massen vor dem Abspülen schützt, und höchstens nur dem Abwaschen fallenden Regens, oder dem Verwitterungs- Vermögen der Substanzen selbst ist es fortan noch verstattet, an diesen Küstenländern zu nagen und sie zu verändern.

Wie hier durch die Steindämme der äußerste Rand der Küsten vor den abspülenden Wirkungen des Meeres sicher gestellt ist, so schützt ihn an anderen Stellen das Meer selbst durch aufgeführte Sand- und Geschiebeebänke. Wir haben schon früher bei der Deltabildung ähnliche Erscheinungen, die durch das Beegnen der Fluß- und Meerbewegung hervorgebracht wurden, kennen gelernt und uns überzeugt, daß die Dünen aus einem solchen Entgegenstehen beider Bewegungen hervorgehen; hier treffen wir auf Gebilde derselben Art, die vom Meere allein abgesetzt werden. Geschiebeebänke nennt man Aufhäufungen kleinerer und größerer Geröllmassen, Felsstückchen aller Art, die das Meer auf seinem Grunde losspült, oder aus Muschelschalen bildet, welche darin schwimmen und die eine fortdauernde Strömung oder ein bestimmter Windzug dem Lande zuführt. In der Regel werden diese Massen von derselben Welle, welche sie dem Lande nähert, auch wieder rückwärts getrieben, und häufen sich deshalb an der Küste nicht auf; aber an Stellen, wo bestimmte Winde herrschen und zu Zeiten sturmartig sich mehren, schleudert der stärkere Wogenschlag die Geröllmassen über die Wirkung der rückgängigen Wellenbewegung hinaus, und es entsteht nach und nach ein kleiner Steindamm, in dessen Fugen sich Sandkörner einsetzen und ihn zu einer festem Masse gestalten. Solche

Dämme ergeben die Geschiebeebänke; sie bilden eine gute Schutzwehr gegen den Wogendrang und leisten dem Ufer dasselbe, was jene früher erwähnten Geröllmassen ihm gewähren, welche als abgespülte Teile des Ufers sich vor ihm aufhäufen. In den meisten Fällen vereinigen sich beide Ursachen, indem die abgespülten größeren Felsblöcke die Veranlassung werden, daß über sie von den Wogen hinweggeschleuderte kleine Geschiebe sich halten können. Daraus sind namentlich die großen Geschiebeebänke entstanden, welche sich vor den ostwärts gewendeten Kreideufeln der genannten Küsten bilden, und von denen die malerische Insel Rügen bei Arcona und Stubbenkammer so vortreffliche Beispiele darbietet.

Sandbänke unterscheiden sich von den Geschiebeebänken nur darin, daß sie bloß aus feinen Sandkörnern bestehen und im Laufe der Zeiten Gestalt und Umfang leichter ändern. Sie bilden sich teils an flachen Sandufern aus dem vom Meere abgespülten Sande, teils und ganz besonders an Stellen, wo verschiedene Bewegungen des Wassers sich begegnen, oder eine bestimmte Bewegung des Meeres plötzlich gehemmt wird. Beide Ursachen nötigen das Wasser, seine Geschiebe, seien es auch nur leichte Sandkörner, fallen zu lassen, und da die Ursachen eben so fortdauernd sind, wie die Bewegungen des Wassers, so bedingen sie ein fortdauerndes Anschwellen der Untiefen. Auf solche Weise entstehen Sandbänke vor fast allen Flußmündungen, die es nicht zu Deltagebilden oder Mündungs-Inseln bringen, und auch bei ihnen treten die neu sich bildenden Striche immer zuerst als Sandbänke auf. Ganz besonders aber sind Meerengen und hervorragende Uferspitzen zur Bildung von Sandbänken geeignet, weil in ihrer Nähe fast immer zwei Wasserströme sich begegnen. Auch dafür bietet schon allein die Ostsee mannigfache Belege dar. Es versandet z. B. die Meerenge zwischen der Insel Rügen und der Pommerschen Küste an ihrem westlichen Ende so stark, daß sie nur durch künstliche Mittel für die Schifffahrt offen erhalten werden kann. Die Ursache der Sandanhäufung liegt teils in der Schwächung, welche der eingeengte Meeresstrom bei seinem Austritt in die offene See erleidet, teils und ganz besonders in der Form der Küste neben der Meerenge, die hier sich plötzlich nach Westen umbiegt und mittelst der an ihr Statt findenden Strandbildung dem aus der Meerenge kommenden Wasserstrom entgegen wirkt. Beide konstanten Wasserbewegungen begegnen sich am Ende der Insel Zingst, und schließen einen ruhigen Meereswinkel ein, der zur Aufnahme des Schlammes dient, woraus die Sandbank, der Bock, sich bildet. Ähnlichen Umständen haben die großen Untiefen neben Neu-Fundland und Neu-Schottland ihre Entstehung zu danken. Dort treibt der Golfstrom alle feineren Sandteile nordwärts mit sich, bis er an den bemerkten Stellen von dem Strom der Lorenzmündung getroffen und gelähmt wird, was beide Ströme nötigt, ihre Geschiebe fallen zu lassen und als Sandbänke abzusetzen. Ebenso leicht bilden sich hinter großen Landzungen, wie z. B. westwärts neben Florida, Sandbänke, indem der von den Küsten des mexikanischen Meerbusens kommende Strom einen Widerstand findet, geschwächt wird, seine treibende Kraft verliert, also Sandmassen absetzt. Bisweilen sind sogar Meerengen, durch die kein starker Strom geht, von Sandbänken verschlossen worden. Ein solcher Fall tritt da gern ein, wo der Eingang in die Meerenge viel weiter ist als der Ausgang. Alsdann werden die mit großer Gewalt einströmenden Wassermassen gehemmt und veranlaßt, ihre Geschiebe fallen zu lassen; welcher Umstand zur Bildung einer Sandbank führt, die den Eingang verschließt und später beide gegenüberstehende Ufer verbindet, wenn sie bis zum Wasserspiegel emporgestiegen ist, und die früher (S. 14) besprochene Dünenbildung eintritt. — Ein sehr schönes Beispiel dieser Art zeigt wieder die kleine Insel Rügen zwischen ihren beiden Halbinseln Wittow und Jasmund, welche jetzt durch eine niedrige sandige Landenge, die Schabe, und weiter südlich zwischen Jasmund und Rügen durch eine zweite kürzere, die schmale Heide, verbunden sind, vormals aber ohne Frage an eben diesen Stellen getrennt waren. Beide Landengen schließen ostwärts ein Binnenmeer, die

Bodden, dessen westlicher Ausgang so enge ist, daß man ihn mit einem Kahn in 10 Minuten überschreitet, während die Schabe über eine Stunde Ausdehnung hat, aber nirgends mehr als eine Viertelstunde breit ist, auch aus einem kahlen unbewohnten Erdreich besteht, dessen Beschaffenheit, wenn andere Gründe fehlten, über seinen Ursprung die beste Auskunft erteilen würde.

Aus allen diesen Tatsachen geht nun wohl zur Genüge hervor, daß die Gewässer für sich allein, und in Verbindung mit herrschenden Luftströmungen oder Winden, noch heut zu Tage eine bedeutende mechanische Wirkung auf das Land ausüben, also auch vormals ausgeübt haben werden, und daß durch sie ein großer Teil jener Veränderungen herbeigeführt worden ist, von welchen die Erde in ihrer jetzigen Beschaffenheit Zeugnis gibt. Allein übersehen wir es nicht, daß alle diese Veränderungen nur geringe und größtenteils örtliche sind, welche eigentlich nichts Neues hervorbringen, sondern nur Vorhandenes umbilden; und daß wir mit Hilfe der mechanischen Tätigkeit des Wassers zwar die Form, aber nicht gut den materiellen Inhalt der großen geschichteten Niederschläge erklären können, deren Ausgänge wir noch in der Höhe vieler Gebirgsgipfel wahrnehmen. Wir würden dabei zu der Hypothese gelangen, daß sie selbst einmal in früherer Zeit Meeresboden waren, und wenn wir keine Ursachen ihrer Erhebung nachweisen können, annehmen müssen, daß das Meer einst so hoch stand, wie diese geschichteten Massen noch heute liegen. Eine spätere Untersuchung wird lehren, welche von beiden Ursachen die wahrscheinlichere ist, zuvörderst aber untersuchen wir im nächsten Abschnitt die chemischen Einwirkungen der Gewässer und der Atmosphäre.

[p. 35]

3. Chemische Wirkungen der Gewässer in der Gegenwart. — Teilnahme der Organismen. — Einfluß der Atmosphäre.

Eben nicht geringer, als die geschilderten mechanischen Einwirkungen der Gewässer auf die Gestaltung der Erdoberfläche, sind die Einflüsse, welche das Wasser chemisch als Lösungsmittel der Gesteine auszuüben im Stande ist. Indes zeigt es in dieser Beziehung noch bei weitem verschiedenartigere Wirkungen; denn während es einige Stoffe, wie die Metalle, gar nicht zu lösen vermag, löst es andere, z. B. mehrere Salze, sehr leicht auf, und äußert gegen viele Erdarten, obgleich nur langsam, doch ähnliche Wirkungen.

Bei Untersuchung dieser Fähigkeit des AuflöSENS handelt es sich übrigens nicht darum, daß das Wasser in die Zwischenräume lockerer erdiger Körper, z. B. der Lehmflöze, eindringt und diese in einen oft sogar fließenden Brei verwandelt, sondern es handelt sich um eine wirkliche Auflösung, welche wir mitunter auch schmelzen nennen, obgleich diese Bezeichnung nur von feurigflüssigen Körpern gebraucht werden sollte. Bei einer wahren Auflösung entzieht sich der gelöste Stoff immer in seiner räumlichen Begrenzung unseren Sinnen, er verschwindet so zu sagen im Wasser und verrät seine Anwesenheit nur noch durch diese oder jene Eigenschaft, die er dem Wasser beilegt, sei es eine Farbe, oder ein besonderer Geschmack, oder eine Umfangsvermehrung, oder eine größere Schwere. Allerdings wird dadurch das Wasser auch verändert, aber diese Änderung tritt als neue Qualität des Wassers hinzu, und der gelöste Stoff ist als ein vom Wasser gesonderter Körper nicht mehr in ihm erkennbar; wie es bei mechanischen Mischungen immer der Fall ist, mag der Stoff auch noch so fein zerteilt sein. Beide Stoffe durchdringen sich also bei Lösungen auf die Weise, daß der eine die Individualität des andern vernichtet, während der andere sich zugleich ändert, bei Mischungen aber behält jeder Teil seine ihm eigentümliche Individualität bei, und es ändert sich höchstens nur die räumliche Beziehung des einen zum andern, sei es im Ganzen oder in den einzelnen Teilen.

Nur wenige Bestandteile des Erdkörpers kann das Wasser leicht oder in größeren Quantitäten wirklich auflösen, und das sind vorzugsweise die Salze, wie Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz, Salpeter, Alaun und die Vitriole, welche ebendeshalb überall, wo sie mit dem Wasser in Berührung kommen, sich ihm mitteilen, und zu eigentümlichen mineralischen Quellen der verschiedensten Art, unter andern auch zu den Salzquellen oder Solen, aus denen wir das feste Salz durch Verdunstung des Wassers beim Kochen wieder darstellen, Veranlassung geben. Auf dieselbe Weise sind nicht bloß alle Mineralquellen mit ihren darin aufgelösten festen Stoffen entstanden, sondern auch die flüchtige Stoffe mit sich führenden Sauerlinge, welche Kohlensäure enthalten, oder die Schwefelwasser, denen Schwefelwasserstoffgas beigemischt ist. Das Wasser begegnet auf seinem oft sehr langen Wege, den es von der Oberfläche zur Tiefe durchläuft, um demnächst an einem andern Orte wieder als Quelle hervorzubrechen, gewissen Gesteinen, worin sich auflösbare Stoffe befinden; es nimmt diese Stoffe, während es die Gesteine durchdringt, je nach der vorhandenen Quantität oder der Schnelligkeit, womit es ihre Lager durchweicht, mehr oder weniger in sich auf, und gelangt endlich als veränderte Flüssigkeit

wieder zu Tage. Allein nur wenige Quellen enthalten so starke, dem Geschmack leicht erkennbare Zusätze, das Wasser der meisten erscheint uns rein oder unvermischt; woraus wir schließen dürfen, daß die Gesteine in seiner Umgebung keine auflöslichen Stoffe hergaben und überhaupt die meisten festen Bestandteile des Erdkörpers nicht vom Wasser aufgelöst werden können, weil Mineralwasser, Solquellen und Sauerlinge zu den minder allgemeinen Vorkommnissen gehören.

Das Urteil des bloßen Auges und der Zunge über die Reinheit des Quellwassers reicht jedoch für eine wissenschaftliche Untersuchung nicht hin; wir müssen sichere Kennzeichen haben, wenn wir uns wirklich überzeugen wollen. Prüfen wir aber das scheinbar reine Wasser auf seine absolute oder chemische Reinheit, so ergibt sich, daß in der Tat kaum eine einzige Quelle ganz rein ist, sondern fast alle, neben Spuren von Säuren und Salzen, auch erdige Bestandteile in sich aufgelöst enthalten. Am häufigsten von den Erden findet sich die Kalkerde im Quellwasser. Wir treffen selbige auf der Erdoberfläche vorzüglich mit der Kohlensäure verbunden als eigentlichen Kalk und mit der Schwefelsäure als Gips an. Der Gips ist für sich allein im reinen Wasser löslich, jede Quelle kann also Spuren von Gips führen, die Gipslagern auf ihrer Bahn durch die Erdrinde begegnet. Kohlensaurer Kalk ist im reinen Wasser nicht löslich, wird es aber, wenn das Wasser freie Kohlensäure enthält. Ihre Anwesenheit in fast allen Quellen und Brunnen bewirkt die Auflöslichkeit des Kalkes und seine fast allgemeine Verbreitung im Quellwasser. An und für sich bemerkt man den Kalk nicht leicht, allein bei der Verdunstung des Wassers stellt er sich als Bodensatz dar, obgleich die geringen Quantitäten, worin er vorhanden ist, ihn erst wahrnehmbar machen, wenn große Wassermassen in demselben Gefäße verdunstet oder wenigstens gekocht wurden; denn schon beim Kochen entweicht die Kohlensäure mit der atmosphärischen Luft aus dem Wasser und der Kalk schlägt sich nieder. Dazu kommt, daß der kohlensaure Kalk im kalten Wasser leichter löslich ist, als im heißen; jede höhere Erwärmung des Wassers also die Abscheidung des Kalkes begünstigt. Mancherlei zum Teil allgemein bekannte, aber Vielen unklare Erscheinungen haben ihren Grund in den angegebenen Verhältnissen. Wir sehen, wie sich unsere Teekessel inwendig mit steiniger Kruste, dem Kessel- oder Pfannenstein, überziehen, ohne zu ahnen, daß es die kohlensaure Kalkerde des scheinbar reinen Quellwassers ist, welche sich an den Wänden des Gefäßes beim Kochen absetzt. Wir bewundern die schönen buntfarbigen Sprudelsteine Karlsbads, wenn sie geschliffen zu so manchen Kunstsachen verarbeitet vor uns liegen, und haben in ihnen eins der schlagendsten Beispiele, wie große Massen fester Bestandteile in Quellwasser vorhanden sein können; zumal wenn wir an die Schnelligkeit denken, mit welcher Blumensträuße, Vogelnester und alles Hineingeworfene von dem steinigen Niederschlage des Sprudelwassers überzogen wird. Hier zeigt uns das heiße Wasser eine entschieden stärkere Tätigkeit, nicht bloß, weil die kohlensaure Kalkerde wegen des stärkeren Ausscheidens der Kohlensäure in ihm weniger löslich ist, sondern auch weil es schneller verdunstet, als kaltes und dadurch in kürzerer Zeit mehr feste Bestandteile absetzt. Sehr viele Quellen, kalte wie warme, bilden ähnliche feste Niederschläge, und produzieren mitunter weit ausgedehnte Kalkmassen, welche je nach ihrer Form: Kalksinter, Kalktuffe oder Tropfsteine genannt werden. Sinter sind kalkige Absätze von deutlich kristallinischem Gefüge, Tuffe haben mehr ein erdiges Ansehen und pflegen porös zu sein, Tropfsteine zeigen konzentrisch - kristallinische Schichtung, ähneln mächtigen Eiszapfen im äußeren Ansehen, und entstehen in natürlichen oder künstlichen Höhlen aus dem von der Decke herabträufelnden Wasser, welches, während es verdunstet, den Kalk zurückläßt, den es auf seinem Wege von der Erdoberfläche bis zur Decke der Höhle in sich aufgelöst hatte. Alle drei Niederschläge bestehen übrigens nicht bloß aus kohlensaurer Kalkerde, sondern enthalten in der Regel noch andere Bestandteile, namentlich kohlensauren Strontian, schwefelsauren Talk,

Gips, Glaubersalz, Kochsalz, selbst Kieselerde und Eisenerze, vorzüglich Eisenoxyd, welches die braune Farbe des jedesmaligen Absatzes bewirkt und auch im Sprudelsteine die verschieden gefärbte Streifung veranlaßt, je nachdem es zu Zeiten mehr oder weniger als kohlensaures Salz im Wasser aufgelöst ist. Das häufige Vorkommen von Tuffe oder Sinter absetzenden Quellen in den verschiedensten Gegenden der Erde, besonders aber in Italien, wo der Sinter den Namen Travertin führt, und als Baustein von den Alten benutzt wurde; gleich wie die Allgemeinheit der Tropfsteinhöhlen in unserem Vaterlande kann uns überzeugen, daß die auflösende Kraft des Wassers auf die Kalksteine in gegenwärtiger Zeit nicht so unbedeutend ist, wie man von der scheinbaren Reinheit des Quellwassers verleitet oft glaubt. Sieber wird sie auch in früheren Perioden der Erde eine bedeutende Rolle gespielt haben. Bemerkenswert ist es übrigens für unseren Zweck, daß die aus wäßriger Auflösung sich abscheidenden Stoffe in der Regel eine kristallinische Beschaffenheit zeigen, weshalb wir ohne hinreichende Gründe erdige oder derbe Niederschläge nur für mechanisch dem Wasser vormals beigemischt gewesene Materien halten dürfen. Hiervon scheinen freilich die schon erwähnten Tuffe eine Ausnahme zu machen, denn sie sind eigentlich nicht kristallisiert, sondern derb, d. h. aber nur aus höchst feinen, pulverförmigen Kristallehen gebildet, die wegen der Schnelligkeit, mit welcher ihre festen Bestandteile aus dem bewegten Wasser sich absetzen mußten, nicht größer werden konnten. Auch haben die Tuffe gemeinlich ein sehr ungleiches poröses Gefüge, weil sie fremde Körper, Schilfstengel, Grashalme überziehen, und diese Körper in sich gleich Formen abdrücken. Erdige Stoffe oder Lagen werden wir also nicht leicht, selbst wenn sie entschiedene Niederschläge aus dem Wasser sind, für chemisch in ihm aufgelöst gewesene Materien annehmen dürfen, sondern wir werden bei ihnen lieber an eine mechanische Beimengung denken; es sei denn, daß andere Gründe uns zu der Annahme einer wirklichen Lösung nötigen, wie dies bei den Tuffen der Fall ist. —

Die Kieselerde erscheint unter den festen Bestandteilen der Quellen zwar nicht minder allgemein, als der kohlensaure Kalk, allein ihre Quantität ist in der Regel viel geringer. Nimmt man 1 ½ bis 2 Prozent als Durchschnittszahl für die aufgelösten festen Bestandteile der gewöhnlichen Quellwasser an, so kommen davon mindestens die Hälfte, häufig selbst zwei Drittel, auf die kohlensaure Kalkerde, aber nur etwa 2 Tausendstel auf die Kieselerde. Im Ganzen enthalten also süße Gewässer nur schwache Spuren von Kieselerde, und das hängt sicher von ihrer beschränkten Löslichkeit ab. An sich ist die Kieselerde ebenso unlöslich, wie der kohlensaure Kalk; wird sie aber aus früheren Verbindungen, namentlich aus ihrer weitverbreiteten Vereinigung mit Alkalien, durch eine stärkere Säure herausgetrieben, so bleibt sie in dem Wasser, worin die Zersetzung Statt fand, aufgelöst zurück und scheidet sich aus ihm erst ab, wenn es verdunstet. Selbst die Kohlensäure kann unter Umständen, zumal wenn sie in beständig fortdauernde Berührung mit gewässerten Silikaten tritt, eine langsame Zersetzung kieselsaurer Alkalien bewirken und die ausgeschiedene Kieselerde im Wasser löslich machen; welcher Prozeß die Ursache der Kieselerde in den meisten Quellen um so eher zu sein scheint, als alle Silikate nach und nach Wasser chemisch in sich aufnehmen und dadurch löslich im Wasser werden können. Ganz besonders leicht vermögen übrigens heiße Wasserdämpfe die Kieselerdeverbindungen zu zersetzen, und daher steigert sich gewöhnlich mit der Temperatur einer Quelle ihr Gehalt an Kieselerde. Manche in der Siedehitze zu Tage gehenden Quellen, wie z. B. der Geiser auf Island, sind außerordentlich reich an aufgelöster Kieselerde (1/2 Prozent) und bilden Kieselsinter in ihrer Umgebung, die den Kalktuffen an Ausdehnung nicht nachstehen, und teils durch ihre weiche poröse Beschaffenheit jenen Tuffen ähneln, teils als dichte, opal- oder feuersteinartige Masse sie an Festigkeit bedeutend übertreffen.

Wir haben bisher die auflösenden Fähigkeiten der Quellen in ihren wichtigsten festen Bestandteilen untersucht, und dürfen jetzt die Frage, ob auch das Meer solche Eigenschaften besitze, nicht länger zurückweisen. Indes beantwortet schon die bloße Beschaffenheit des Meerwassers jene Frage zu seinen Gunsten. Es ist eine bekannte Tatsache, daß das Meer seinen eigentümlichen Geschmack den darin aufgelösten Salzen verdankt, und daß man nach Abscheidung derselben aus dem Meere ein ebenso reines Wasser, wie aus den Quellen und Flüssen erhält. Hauptbestandteile dieser Salze sind salz saures Natron [*1] und salzsaure Talkerde, doch finden sich neben beiden immer noch salzsaurer Kalk, Gips und Glaubersalz (schwefelsaures Natron) nebst einigen minder allgemeinen Stoffen, wie Jod und Brom. Am meisten überwiegt von diesen Bestandteilen das Kochsalz, welches 2 1/2 bis nahe an 4 Prozent der Mischung betragen kann, und an manchen Stellen sogar aus dem Meere gewonnen wird. Durch einen so starken Salzgehalt zeichnen sich besonders die Binnenmeere wärmerer Gegenden aus, während kältere Binnenmeere, z. B. die Ostsee, einen sehr geringen Anteil von Salzen besitzen und deshalb auch minder salzig schmecken [*2].

[*1]: Der Ausdruck salzsaures Natron, dessen wir uns hier, wie später gewöhnlich, für Kochsalz bedient haben, ist zwar nicht genau, aber von Alters her gebräuchlich. Denn Kochsalz besteht nicht eigentlich aus Salzsäure und Natron, sondern aus Chlor und Natrium (Natronmetall), indem der Wasserstoff der Salzsäure mit dem Sauerstoff des Natrons sich zu Wasser verbunden hat, und als solches bei der Bildung des Kochsalzes ausgeschieden ist. Letzteres heißt daher richtiger ChlOruatrium. Derselbe Fall tritt bei den übrigen salzsauren Salzen und bei den flußsauren ein; sie sind eigentlich bloß Chlor - und Fluor-Verbindungen. —

[2]: Die neuesten Analysen von Forchhammer (Fror n. Not. 40. 245) haben gezeigt, daß das Meer zwischen den Tropen den stärksten Gehalt an festen Bestandteilen besitzt, nämlich 36,5 Teile auf 1000 Teile Wasser. Gegen die Pole hin fällt der Gehalt bis auf 32,8; den allerstärksten Gehalt zeigte das Wasser des Mittelmeeres, nämlich 37,1; den geringsten die Ostsee. Überall ist das Meer an den Küsten ärmer an salinischen Stoffen, als in der hohen See; offenbar wegen der vielen in dasselbe mündenden süßen Gewässer. Alle festen Bestandteile sind entweder Chlorverbindungen (s. die vorige Note), oder schwefelsaure und kohlensaure Salze. Das Verhältnis dieser beiden Mischungsanteile ergäbt sich aus ihren Säuren wie 10,0 zu 1,0—1,24; wobei der stärkere Gehalt an Schwefelsäure von der Nähe der Küsten abhängig zu sein scheint und wahrscheinlich von der aufgelösten schwefelsauren Talkerde (Gips) herrührt, welche die Flüsse dem Meere zuführen. Die kohlensauren Salze (Talk und Kalk) sind nur in Spuren vorhanden, weil die größere Masse der dem Meere zugeführten Karbonate, entweder wie die Alkalisalze, in Chlorverbindungen und Sulfate umgesetzt, oder in fester Gestalt, wie die Erdsalze, aus ihm wieder abgeschieden wird.

Über den Ursprung der Salze im Meere war lange Zeit nichts Genügendes ermittelt; allein gegenwärtig hat wohl die Ansicht, daß alle aufgelösten festen Bestandteile dem Meer durch die Binnengewässer mitgeteilt worden seien, allein noch Geltung; insofern höchstens eine örtliche Änderung durch eigne Auslösung des Meeres zulässig zu sein scheint. Hierfür spricht vielleicht der Umstand, daß grade die minder allgemeinen Stoffe in gewissen, zumal vulkanischen, Gegenden sich sehr vorwiegend im Meere aufgelöst finden, und durch bloße Verdunstung aus demselben in fester Gestalt sich wieder abscheiden; obgleich der größere Gehalt auch aus den reichlicher damit gesättigten Binnengewässern, welche an dieser Stelle ins Meer münden, abgeleitet werden könnte. Dadurch entstehen noch unter unseren Augen marine Sandsteine und Kalkschichten. Großes Aufsehen erregte ein auf solche Weise entstandenes Kalksteinlager an der Küste von Guadaloupe, weil man darin vollständig erhaltene Menschengebeine fand, die

man für den sichersten Beweis eines prä-adamitischen Menschengeschlechts hielt, bis genauere Untersuchungen die Entstehung dieses Kalksteins in späterer Zeit dartaten. Nicht minder auffallend waren den ersten Beobachtern eigentümliche Kalksteinröhren an den Küsten Neuholands [Australien], woselbst sie nach den Beobachtungen Riche's durch Verdunstung von Meerwasser entstehen, welches die hochgehende See bei Stürmen an die am Ufer stehenden Gewächse spritzt und dadurch nach und nach mit einer Kalkkruste überzieht. Solche Tatsachen beweisen die auflösende Tätigkeit des Meerwassers, oder wenigstens seine Fähigkeit, aufgelöste ihm zugeführte Stoffe in ihrer Auflösung erhalten zu können, ebenso entschieden, wie die Tuffe und Sinter das Auflösungsvermögen der Quellen; sie geben zugleich über den Ursprung mancher Kalklager in frühem Erdbildungsperioden Aufschlüsse, und weisen auf die Entstehung der oolithischen Kalksteine älterer Perioden als Niederschläge aus einem reichlich mit aufgelöstem kohlensauren Kalk gesättigten Meere hin, während zugleich die mächtigen Sandsteinlager uns von der Anwesenheit mechanischer Beimengungen überzeugen. Den letzteren verdankt nämlich der Meeressand seinen Ursprung. Anzunehmen, daß der Meeressand von im Meere aufgelöster Kieselerde herrühre, wie das vordem öfters geschah, ist weniger erlaubt, weil das Meer gegenwärtig nur sehr geringe Quantitäten von Kieselerde enthält, und zu deren Abscheidung besonderer, meist organischer Prozesse bedarf. Inzwischen muß Kieselerde in früheren Perioden der Erdbildung stärker im Meere aufgelöst gewesen sein, weil man Kieselerde-Knollen, sogenannte Feuersteine, in vielen Sedimenten antrifft, welche nachweislich Meeresprodukte sind, und weil die Feuersteine fast alle in sich Versteinerungen enthalten, ja ganze Tierkörper umschließen oder sich darnach geformt haben. Der Mangel einer kristallinen Struktur zeigt übrigens, daß kein chemischer Prozeß ihre Abscheidung bewirkte; er führt uns in Verbindung mit dem häufigen Vorkommen organischer Körper in den Feuersteinen zu der Vermutung einer durch Organismen veranlaßten Ausscheidung. In der Tat wollen auch einige Naturforscher die Badeschwämme (Spongiae) für die Urheber der Feuersteine erklären und behaupten, daß diese Geschöpfe die Kieselerde entweder mechanisch dem Meere, auf dessen Boden sie wuchsen, entzogen, oder selbst chemisch aus ihm abschieden. In ihre von Kieselerde durchdrungenen Gebäude seien Tierkörper zufällig geraten, daselbst festgehalten und so in die Feuersteinmasse ausgenommen worden. Damit wäre freilich die Form der Feuersteine erklärt, aber nicht der Ursprung der Kieselerde im Meerwasser jener Zeit; ihn zu deuten ist die Annahme großartiger Zersetzungen in älterer Zeit um so nötiger, als nur sie das Entstehen freier Kieselerde zu erklären vermögen.

Wir ersehen aus dem, was soeben über die Bildung der Feuersteine gesagt worden ist, daß auch organische Geschöpfe an dem Umsatz der unorganischen Bestandteile unseres Erdkörpers Anteil nehmen können und werden dadurch veranlaßt, diese Seite des organischen Lebens weiter ins Auge zu fassen. Es ist eine derartige Betrachtung schon deshalb hier am Orte, weil die bezeichnete Tätigkeit der organischen Geschöpfe sich lediglich auf das Auflösungsvermögen des Wassers gründet, und keine anorganische Materie anders, als im aufgelösten Zustande, von den Tieren oder Pflanzen ausgenommen werden kann; die auflösende Kraft der Gewässer also indirekt durch die anorganischen Absätze bewiesen wird, welche das Tier- und Pflanzenreich veranlaßt, wenn nicht geradezu bildet. In der Tat gibt es wenig lebende Geschöpfe, deren Lebensprozeß nicht gewisser anorganischer Stoffe bedürfte und selbige, wenn das Geschöpf beim Tode in seine Elemente sich auflöst, in fester Gestalt dem Medium wieder übergäbe, welchem sie dieselben in flüssiger Form früher entzogen haben. Den größten Teil dieser festen Bestandteile der Geschöpfe liefern die Kalkerde und die Kieselerde, also grade die beiden Materien, deren allgemeinste Verbreitung in der Erdrinde, wie in den Gewässern, wir erkannt haben. Die Kalkerde wird besonders von den Tieren ausgenommen und zu den harten Gerüsten

ihres Körpers verwendet; die niederen Tiere fixieren sie als kohlensaure Kalkerde, die höheren und namentlich die Rückgrattiere nehmen vorzugsweise phosphorsaure Kalkerde auf und entziehen dieselbe ungleichen den Gewässern, obwohl die Quantität des aufgelösten phosphorsauren Kalkes oder Apatits viel geringer ist, als die des kohlensaurer! Kalkspats. Die Masse von Kalkerde, welche dadurch aus den Gewässern wieder abgeführt wird, muß als höchst beträchtlich erscheinen, wenn man auf die Millionen von Muscheln, Schnecken und Korallen des Meeres Rücksicht nimmt, und dazu noch die an Zahl zwar geringeren, aber an Masse jenen kleineren Geschöpfen im Ganzen wohl nicht nachstehenden größeren Rückgrattiere mit ihren kalkigen Skeleten in Erwägung zieht. Schon die alleinige Betrachtung des menschlichen Körpers zeugt für die enorme Masse anorganischen, von den Organismen aufgehäuften Materials; denn rechnen wir nur 3 Pfund Kalk auf jeden Menschen (ein erwachsener gesunder Mann besitzt dessen etwa 7 Pfund), so ergibt das eine Summe von 27 Millionen Zentnern [1.350.000 Tonnen], die alle aus dem Wasser herrühren, welches die Menschen als Getränk oder in den Nahrungsmitteln während ihres Lebens verbraucht haben. Dahin aber kehrt dieser Kalk beim Tode der einzelnen Individuen wohl nur seinem kleineren Teile nach zurück, ein großer Teil bleibt als fester Bestandteil im Boden und vermehrt die erdige Schicht, welche einträchtig mit dem Ausbreiten der Organisation über die Oberfläche unseres Weltkörpers sich hinzieht. — Die Kalkerde der Landtiere, also auch des Menschen, stammt übrigens größtenteils aus den Binnengewässern und namentlich aus den Quellen, deren Wasser die Geschöpfe tranken; sie wird, wie die Erfahrung lehrt, nur in ihrem kleineren Teile wirklich diesen Gewässern durch Tiere entzogen, viel scheidet sich durch Verdunstung daraus ab, noch mehr gelaugt aufgelöst bis ins Meer; und da beginnt nun der großartigste Ausscheidungsprozeß durch die Muscheln, Schnecken, Polypen und die anderen zahlreichen Kalk in sich ausnehmenden Meertiere. Was die aller Orts im Meere vorhandenen Muscheln und Schnecken abscheiden, ist zwar nicht unbeträchtlich, — wiegt doch die Schale einer einzigen großen Auster 20—25 Loth [etwa 350g], und wie viele Hunderttausende solcher Schnecken werden nicht jährlich durch die Leckermäuler aller Rationen der Erde wieder übergeben, — allein es verschwindet gegen die ungemeine Tätigkeit der Korallentiere, auf deren Dasein sich die Existenz großer Felsenriffe im Meere und selbst die Entstehung von Inseln gründet. Diese mächtigen Dämme kohlensaurer Kalkerde mit ihren zahllosen, von Generation zu Generation in unermüdlicher Tätigkeit fortbauenden Bewohnern sind es besonders, an denen die erstaunenswürdige Macht der Kalkabsonderung durch die Tierwelt sich offenbart, an denen die gleichsam filtrierende ausscheidende Wirkung der Organisation auf das Meerwasser sich unzweideutig herausstellt [*3]. Im klaren, wenn auch nicht ruhigen, aber dem Lichte und dem erwärmenden Sonnenstrahl gleichmäßig zugänglichen Ozean gründen sie auf fester Basis ihre ersten kalkigen Wohnungen und führen sie fort, so lange das Meer seine gleiche kristalline Reinheit, seine ungeänderte höhere Wärme behält.

[*3]: Die Betrachtungen von G. Bischof (chemische Geolog. I. S. 984.) lehren, daß durch Verdunstung keine kohlensaure Kalkerde aus dem heutigen Meere, seiner allgemeinen Eigenschaften nach, abgeschieden werden kann, weil der Verlust an Flüssigkeit durch den atmosphärischen Niederschlag fortdauernd wieder ergänzt wird. Ähnliche, wenigstens nicht sehr wesentlich verschiedene Verhältnisse fanden aber auch in der Vorzeit Statt, und eben diese machen es wahrscheinlich, daß schon damals der kohlensaure Kalk nur durch die Organismen dem Meere entzogen wurde. Wir werden auf diesen Gegenstand später bei der Schilderung der Erdbildung im Allgemeinen und bei Darstellung der Grauwacken- und Kreide-Periode zurückkommen, weshalb wir ihn jetzt nur so kurz berühren.

Beide Bedingungen dürfen ihnen nicht fehlen und daher beschränken sich Korallenriffe auf die tropischen Gegenden der Südsee und Westindiens, wo ihnen untermeerische Felsenreihen als Grundlage dienen und gleichmäßige Meerestiefen fortdauernd zu Gebote stehen. Schäumende Brandungen stören sie nicht, im Gegenteil die Korallen bauen am liebsten grade da, wo sie heftig wirken; aber ein kontinuierlicher Strom, besonders wenn er durch ausmündende Flüsse bewirkt wird und Unreinlichkeiten aller Art ihnen in den Weg treibt, hindert ihre Ausbreitung; er durchbricht das Riff und öffnet dem kühnen Schiffer den Zugang zu diesen natürlichen Hafenbauten im sturmbewegten Weltmeer. Die ruhige Lagune in ihrem Innern ist dann der Sammelplatz zahlreicher Organismen und der Ablagerungsort ihrer verwesenden Leiber; hier vereint sich das Kalkgerüst der Fische mit dem Panzer der Krebse und den Schalen der Muscheln wie Schnecken zu einem homogenen mächtigen Kalkniederschlag, welcher mit keinem älteren Gebilde besser, als mit der Kreide, sich vergleichen läßt. Wo aber ungünstige Örtlichkeiten den Anbau der Korallentiere hindern, wo stäche schlammige Ufer das Meer trüben, wo große Ströme ihren Schlick absetzen, da bleiben die Muscheln und Schnecken noch tätig, da bilden sich die Austernbänke auf Untiefen, da siedeln sich die zarteren Röhrenpolypen, die kalkführenden Algen an, und verbreiten mittelst ihrer jährlich absterbenden Generationen den stritten kohlensauren Kalk durch die sedimentäre Schicht, welche sich hier aus jenen Zufuhren vom Lande her nach und nach als Mergel, Sandstein oder Tonlager gestaltet. Als petrifizierte Reste werden dereinst die besser erhaltenen Schalen oder Gerüste in späterer Zeit von dem Dasein ihrer Urheber sichere Auskunft geben.

Die Kieselerde ist nur in sehr geringen Quantitäten als Bestandteil tierischer Körper nachgewiesen, dagegen sehr allgemein im Pflanzenreich verbreitet. Alle Gräser, besonders die Schilfrohrarten, die Palmen, die Schachtelhalme, enthalten in ihren Oberhautgebilden eine große Menge von dieser Erde und verdanken derselben die ungemeine Härte, die Schärfe ihrer schneidenden Kanten, das Dauerhafte ihres Stammes. Von dem gewöhnlichen Schachtelhalm (*Equisetum arvense*) liefert die Asche 95 Prozent Kieselerde, vom Nottang-Rohr (*Calamus Rottang*), dem bekannten Material des Flechtwerks unserer Stühle, sogar 97 Prozent. Ganz besonders tätige Fixatoren der Kieselerde sind aber die kleinsten vegetabilischen Gestalten, die nur aus einfachen Zellen bestehenden kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Millionen dieser mit Unrecht dem Tierreiche zugezählten Geschöpfe bevölkern alle stehenden Gewässer, von der kleinsten Wiesenlache bis zum Ozean, und binden hier fort und fort die in ihrem Wasser enthaltene Kieselerde. Die ungeheure Zunahme und die Menge so kleiner scharfkantiger von glasartiger kieseliger Oberfläche umschlossener, innen mit gelb, braun oder grün gefärbtem Stoffe teilweise erfüllter Wesen bewirkt allerdings völlig erstaunenswürdige Resultate; sie liefert in kurzer Zeit mehrere Fuß starke Erdschichten, und beweist ihr gewaltiges Eingreifen in die Vermehrung des Festlandes durch die ausgebreiteten, 20—30 Fuß [6m-9m] mächtigen Lager, welche von ihnen als Polierschiefer, Kieselgur, Tripel oder Smirgel in vorhistorischen Perioden gebildet wurden. Ohne Frage sind diese kleinsten und einfachsten Pflanzenformen das wichtigste und tätigste Hilfsmittel, die aufgelöste Kieselerde aus dem Wasser niederzuschlagen und gleichsam die Reduktoren derselben in feste Gestalt; überall, wo sie Raum gewinnen, ist die Abscheidung der Kieselerde gesichert und ihr Niederschlag, den chemische wie mechanische Kräfte unter den obwaltenden Umständen nicht in Aussicht stellten, eben dadurch gewonnen worden. —. Aber nicht bloß lebende Geschöpfe, auch tote verwesende Organismen wirken durch ihren Zersetzungsprozeß reduzierend auf manche im Wasser vorhandenen anorganischen Materien. Namentlich scheinen die weichen Teile abgestorbener Meertiere, der Schnecken, Muscheln, Radialen, eine anziehende Kraft auf die mechanisch im Wasser schwebende Kieselgallerte ausüben zu können, weil wir nicht sowohl die Schalen, als die inneren hohlen

Räume derselben häufig mit Kieselerde gefüllt und in Feuerstein verwandelt finden. Von ähnlicher Art dürfte die Einwirkung der Badeschwämme auf die Kieselerde des Kreidemeeres gewesen sein und daraus die unregelmäßig knollige, mit den Resten tierischer oder pflanzlicher Wesen durchdrungene Form der Feuersteine folgen. Vielleicht daß selbst die noch vegetierende Spongie, vermöge des gallertartigen Nebels, der sie in der Art, wie wir es bei vielen Süßwasser-Algen antreffen, umgab, anziehend auf die Kieselgallerte wirkte und eine ursprünglich bloß formelle Affinität, nämlich der gallertartige Zustand, die Verbindung beider heterogenen Stoffe, der vegetabilischen und anorganischen Gallerte, zu einem Ganzen, dem späteren Feuerstein, veranlaßte. Diese Vorgänge sind indessen, so viel auch neuerdings über sie verhandelt worden ist, noch nicht genügend aufgeklärt, obgleich das nicht mehr bezweifelt werden kann, daß organische Körper einen gewissen Anteil an der Entstehung der Feuersteine haben — Leichter und besser läßt sich die Einwirkung verstehen, welche die in der Zersetzung begriffenen Organismen auf das Eisen, diesen nicht minder allgemein, als die Kieselerde, verbreiteten Stoff, ausübten. Wir haben schon gesehen, daß Eisen in vielen Quellwässern als kohlen-saures Oxyd gelöst enthalten ist und beim Verdunsten des Wassers aus ihm sich abscheidet. Diesen Prozeß unterstützen die fauligen tierischen Stoffe, indem sie den Sauerstoff des Eisenoxydes zu ihrer Zersetzung an sich reisten und das Eisen zu anderen Verbindungen nötigen. Die allgemeinste derselben ist die mit Schwefel, woraus der Schwefelkies entsteht, und indem die meisten Wasser, welche kohlen-saures Eisenoxyd führen, auch schwefelsaure Salze gelöst enthalten, bewirken die sich darin zersetzenden organischen Körper eine Verbindung des Schwefels mit dem Eisen, während sie den Sauerstoff des zuvor gebildeten schwefelsauren Eisenoxyds sich aneignen und die Kohlensäure frei wird. Daher kommt es, daß so viele Versteinerungen in Schwefelkies sich verwandelt haben. Eine solche Einwirkung üben tierische wie pflanzliche Körper in gleichen Grade aus; beide reduzieren durch den Faulungsprozeß, indem sie den Sauerstoff ihrer Umgebungen verbrauchen und dadurch solche Stoffe, die bisher mit ihm verbunden waren, zu neuen Verbindungen unter einander nötigen. Eben dieser Umstand erklärt nun zur Genüge das so häufige gesellige Vorkommen von Eisenkies und organischen Resten, oder die Umwandlung dieser in jenes. Ohne Zweifel sind aber die ursprünglichen Zustände der jetzt fixierten Stoffe die Lösungen gewesen, in denen sie sich im Wasser jener Zeitalter befanden, und wenn auch in ihrer gegenwärtigen Form das Wasser kein Auflösungsmittel mehr für sie ist, so war es das doch in ihrem früheren Zustande. Dafür zeugt ihre Umwandlung in eine organische Gestalt, weil jedweder lebende wie tote Organismus nur Flüssigkeiten in seine organischen Gewebe aufnimmt und nur aus flüssigem Zustande die festen Stoffe abscheidet, welche er an ihre Stelle setzt. —

Die Auflösungen durch Gewässer können natürlich nur dann eintreten, wenn das Wasser wirklich mit den zu lösenden Stoffen in Berührung kommt; weshalb die Beschränkung desselben auf bestimmte Räumlichkeiten eine solche Einwirkung gar sehr zu beeinträchtigen scheint. Dieser Beschränkung ist indes durch die beständige Anwesenheit des Wassers in der Atmosphäre als Dunst begegnet; die Wasserdünste finden mit dem Lichtkreise überall hin einen Eingang, sie versehen die feste Erdrinde ebensogut in der Höhe mit Wasser, wie es sein eignes Gewicht in ihre Tiefe hinabzieht und selbst bis in die engsten Lücken der Felsmassen hineindrängt. Das in der Atmosphäre enthaltene Wasser übt aber, wenn auch langsamer, dieselben Einwirkungen auf die Gesteine aus, welche das unterirdische und superfizielle äußert, es löst sie nach und nach, wenn hinreichende Wassermassen vorhanden sind. Daraus entsteht die unter dem Namen der Verwitterung bekannte Erscheinung; sie ist in der Tat nichts anderes als ein Auflösen der Gesteine in dem Wasser und den freien Säuren der Atmosphäre. Ihr erliegen mit der Zeit selbst die härtesten Gesteine; zumal der Granit, ein Gemisch dreier kristallinischer

Substanzen, des Feldspates, Quarzes und Glimmers. Besonders ist es der Feldspat, welcher dazu neigt, und weil er in den meisten Graniten den größeren Mischungsanteil bildet, zum Verwittern der ganzen Masse Veranlassung gibt. Der Feldspat besteht nämlich selbst wieder aus verschiedenen Stoffen, von welchen zwei, die Kieselerde und Tonerde, immer in ihm vorhanden sind, ein dritter aber teils Kalkerde, teils Kali, teils Natron sein kann. Indes würde die Einwirkung des atmosphärischen Wassers schwerlich genügen, die Verbindung dieser drei Stoffe zu lösen, wenn nicht in der Luft ebensogut, wie im Quellwasser, freie Säuren, zumal die Kohlensäure, vorhanden wären [*4], unter deren lang fortdauerndem Einfluß Kali, Natron und Kalkerde ihre Verbindung mit der Kieselerde aufgeben, sich in kohlensaure Salze umsetzen, als solche vom Wasser sich auflösen lassen, und dadurch die zwischen ihnen und den genannten Erden im Granit bestandene Verbindung zerstören.

[*4]: Durchschnittlich enthält die Atmosphäre 0,04 Prozent Kohlensäure. Nach Gewittern zeigen sich auch geringe Anteile von Salpetersäure. Ihre Hauptbestandteile sind bekanntlich Stickstoff (79 Prozent) und Sauerstoff (21 Prozent), nebst Wasserdunst in höchst schwankender Menge.

Alsdann zerfällt das feste kristallinische Gestein in eine weiße erdige Substanz, welche wesentlich aus einer Verbindung von Kieselerde mit Tonerde und Wasser besteht, die als Porzellanerde oder Kaolin vielfache Benutzung findet. Eine solche Zersetzung des Feldspats ist auch möglich, wenn er sich nicht im kristallisierten Zustande, sondern im einfach derben (s. S. 5) befindet, und da diese Art seines Vorkommens bei allen Porphyren die gewöhnliche ist, so zerfallen letztere ebenso, wie der Granit, in Porzellanerde. Nicht minder tun es die Basalte, derbe Gesteine von schwarzer oder grauer Farbe, welche aus einem Gemenge feiner Zeolith- und Augitkörner mit mehr oder minder beträchtlichen Anteilen (10—20 Prozent) von Eisenoxyden bestehen; auch ihre Verwitterung ist ein dem Auslaugen ähnlicher Prozeß, und wird durch Ausziehen der Alkalien aus dem Zeolith vermittelt gesäuerten Wassers bedingt, wobei das Eisen in Rost (Hydrat) sich verwandelt und die davon braun gefärbte Tonerde mit dem feinen Augitpulver einen mehlartigen Überzug oder eine solche Kruste bildet, die fallender Regen nach und nach abwäscht und mit sich fortführt. Dies ist der gewöhnliche Weg, den die Verwitterungsprodukte nehmen; sie werden fortgeschwemmt, begegnen auf ihrem Wege mit dem Wasser anderen Stoffen aller Art, hüllen sie in sich ein, und bilden wo das Wasser stehen bleibt neue Erdlagen, Sedimente oder Flöze, welche häufig mit Sandkörnern und Bruchstücken anderer Gesteine gemischt sind, und in dieser Form Konglomerate oder Breccien genannt werden. Es leuchtet ein, daß die schweren Massen zu unterst im Lager sich absetzen werden, daß über ihnen die Sandkörner liegen müssen und erst oben die feinere Tonerde reiner auftreten wird, mithin durch einen einzigen Wasserstrom die Bildung dreifacher Schichten, der Konglomerate, Sandsteine und Tonflöze, bewirkt sein kann.

Tritt der bezeichnete Verwitterungsprozeß der älteren Gesteine also in der Weise ein, daß die verwitterten Massen von fließenden Gewässern fortgeleitet und an anderen Orten wieder abgesetzt werden, so entstehen daraus die mechanischen Wassergebilde oder Sedimente. Aber die Verwitterung wirkt nicht immer zugleich produzierend, sondern ebenso häufig mehr zerstörend. Sie entführt durch das atmosphärische Wasser aus vielen Sandsteinen das Bindemittel, gewöhnlich Ton oder Kalk, und der fallende Regen reißt die von einander abgelösten Sandkörner hinunter. Viele ältere aus Sand- und Kalksteinen aufgeführte Gebäude zeigen uns an den verschiedenen Baustücken die mannigfaltigen Grade oft sehr deutlich, in welchen ein und dasselbe Gestein verwittert, und erklären leicht die Prozesse, denen der Erdball im Großen seit Jahrtausenden ausgesetzt war. Besonders stark ist die Verwitterung in Flußtälern, welche durch Sandsteine gehen, weil der beständig vom Fluß aussteigende Wasserdunst die Atmosphäre des Tales reichlich mit Wasser versorgt. Es können auf solche Art

anfangs sehr enge Täler nach und nach erweitert werden, und es kann der Sandgehalt vieler Flüsse von solchen Verhältnissen herrühren. Vielleicht finden ähnliche Umstände beim Erhöhen des Nil-Tales mit Statt, doch können dieselben hier weniger einflußreich als an andern Orten sein, weil die Atmosphäre Ägyptens nur sehr wenige Wasserkünste enthält und der beständige Nordwind alle südwärts mit sich fortführt; daher es auch in Ober-Ägypten fast nie regnet [*5] und die einzige Erquickung des Bodens durch das Austreten des Nils möglich wird.

[*5]: Ein Regen in Ober-Ägypten galt schon im Altertume für ein Wunder der seltensten Art, wie Herodot (L. 3. c. 10.) berichtet.

Aus dem Verwitterungsvermögen erklären sich übrigens viele anscheinend höchst wunderbare Erscheinungen an Gebirgen in der Gegenwart. So leitet man z. B. die kesselförmigen Vertiefungen in den Graniten, welche an manchen Orten, z. B. auch auf der Roßtrappe, wo sie die Sage dem Fußtritte eines Riesenpferdes zuschreibt, bemerkt werden, von gleichen Veranlassungen her. Ähnliche aber größere Kessel sieht man in Graniten Westenglands, in Cornwall und Devonshire, und das Volk betrachtet sie hier als künstliche Bassins aus grauer Vorzeit, worin die Druiden ihre Opfer den Göttern darbrachten. Geologisch merkwürdiger sind die schwankenden Steine derselben Gegenden; sie bestehen aus einzelnstehenden Granitsäulen, auf deren Spitzen kugelförmige Blöcke liegen, welche leicht in Bewegung versetzt werden können und bei starken Stürmen hin und her schwanken. Ihren Ursprung verdanken diese Säulen dem eigentümlichen Vermögen aller kristallinen und derben Gesteine, nach gewissen Richtungen Spalten zu reißen und dadurch in einzelne Stücke sich zu sondern [*6]. In diese Spalten dringt die Atmosphäre, wirkt verwitternd auf ihre Wände, schleift dadurch Kanten und Ecken der Blöcke ab und gibt ihnen ein mehr kugelförmiges Ansehen. Solche Blöcke ruhen dann oft nur noch auf einer kleinen Fläche, und da die Unterlage ebenso abgerundet ist, wie der Block selbst, so schwanken sie ans ihr hin und her, wenn äußere Gewalten sie treiben, bis ein zu heftig einwirkender Stoß endlich den Block herunterschleudert.

[*6]: Die Spaltenbildung der Gesteine befolgt entweder keine bestimmte Richtung, und heißt dann Zerklüftung; oder die Spalten nehmen bestimmte Richtungen an, in denen sie sich schneiden oder parallel laufen, je nachdem eine, zwei oder mehrere Richtungen Vorkommen, Diese Erscheinung nennt man Absonderung, Sie bewirkt an den Gesteinen gleichartig geformte Teil- oder Bruchstücke, welche man nicht für Kristalle halten darf, mit denen sie oft große Ähnlichkeit haben. Auch kugelige Absonderungsflächen kommen vor.

Das eben besprochene Spaltungsvermögen aller kristallinen und derben Gesteine gibt übrigens noch auf eine andere Weise zur Zerstörung der Felswände Veranlassung, und wirkt ähnlich wie die schieferige Textur der erdigen Schichten. Hierzu bietet wieder das Wasser die Hand, indem es sich in die Spalten, Klüfte und Schieferungsebenen eindringt und daselbst, zumal in den engsten, durch die Kapillaranziehung [*7] festgehalten, stehen bleibt. Hier kann es nun auch auslaugend und auflösend tätig sein, ganz besonders aber mechanisch eine Veränderung der Gesteine beim Eintreten starker Temperaturunterschiede bewirken.

[*7]: Kapillarität nennt man das Vermögen aller Flüssigkeiten, an den Wänden sehr enger Röhren oder Spalten fester Materien sich anhängen und in diesen gegen die Richtung der Schwere um so mehr aufwärts steigen zu können, je enger die Lücken sind. Das Einsaugungsvermögen aller schwammigen Stoffe beruht auf der Kapillarität oder Haarröhrchen Anziehung, Aber nicht bloß sie sind porös, sondern auch die meisten kristallinen oder

derben Gebirgssteine haben feine, dem bloßen Auge unsichtbare Lücken, worin das Wasser eindringt und den Verwitterungsprozeß um so schneller zu Stande bringt. Nur die glasförmigen Substanzen scheinen der Poren ganz zu entbehren.

Zwar ändern alle Materien ihre Ausdehnung beim Wechsel der Temperatur; sie ziehen sich zusammen, wenn die Wärme abnimmt, und dehnen sich wieder aus, wenn sie zunimmt; allein das Wasser hat außerdem die merkwürdige Eigenschaft, seine größte Schwere und Dichtigkeit schon bei 3° Reaum. [3,75°C] vor dem Gefrieren zu erhalten, mithin beim Festwerden selbst wieder einen größeren Raum einzunehmen, als vorher, so lange es noch flüssig war. Während also alle benachbarten festen Stoffe bei Zunahme von Kälte sich immer mehr verkleinern, dehnt sich das Wasser stärker aus, wenn es Eis wird, und sprengt dadurch seine Umgebung, wenn dieselbe keine Nachgiebigkeit besitzt. Das alltäglich im Winter vorkommende Beispiel durch Gefrieren zersprungener Wasserflaschen zeugt für die Richtigkeit dieses Factums. Wir lernen zugleich aus der Beobachtung aller dabei stattfindenden Erscheinungen, daß das gefrorene Wasser, so lange es in diesem Zustande bleibt, wie ein Kitt verbindend auf die zersprengten Teile wirkt, sobald es aber auftaut, diese Einwirkung durch die dabei eintretende Zusammenziehung auf einen kleineren Raum verliert, und nun erst die getrennten Teile aus einander fallen läßt. Wenden wir diese Erfahrung auf die zerklüfteten Gebirgssteine, in deren Lücken Wasser eingedrungen ist, an, so finden wir, daß dieses Wasser beim Sinken der Temperatur gefriert, dadurch die vorhandenen Spalten erweitert, so lange aber noch die zerklüfteten Massen zusammenhält, als ein Kältegrad unter 0 fort dauert, und hernach, wenn die Temperatur über 0 steigt, die abgelösten Stücke, welche nicht mehr in der Richtung ihrer Schwere unterstützt sind, fahren läßt oder herunter stößt, mithin wesentlich zur Zertrümmerung der Gesteine beiträgt. Zwar können die angedeuteten Wirkungen nur da eintreten, wo es Temperaturgrade unter 0 gibt, und hiernach scheint ihr Einfluß ein beschränkter zu sein; berücksichtigt man aber, daß auf allen höheren Gebirgen, selbst in der Tropenzone, nicht bloß periodisch eine so niedrige Temperatur sich einstellt, sondern in einer bestimmten Höhe fort dauernd anhält, ohne anders als örtlich und auf gewisse Zeiten über den Gefrierpunkt des Wassers sich zu erheben, so wird man die Allgemeinheit der Temperatur-Wirkungen nicht mehr verkennen. Oberhalb einer konstanten Grenze, welche man die Schneelinie genannt hat, tragen solche Gebirge nur Eis oder Schnee, und senken ihn an einzelnen Stellen sogar weit unter die Schneelinie hinab, die als Gletscher bekannten Eisfelder daraus bildend. Ihre Anwesenheit ist für die Veränderungen der benachbarten Gebirgsgipfel von größter Wichtigkeit und bedarf um so mehr der weiteren Berücksichtigung, als Gletscher in früheren Perioden der Erdumwälzungen eine sehr große Rolle gespielt zu haben scheinen. Wir werden deshalb die Gletscher selbst näher kennen zu lernen suchen.

Gletscher [*8] sind also Eismassen, welche von den Spitzen der Berge herabkommen, die obersten Talenden erfüllen und sich geraume Strecken im Tale hinziehen, während die benachbarten Talwände schon längst vom Eise befreit erscheinen.

[*8]: Eine vortreffliche Arbeit über sie lieferte kürzlich Louis Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher. Solothurn 1841. 8. mit Atlas in Folio.

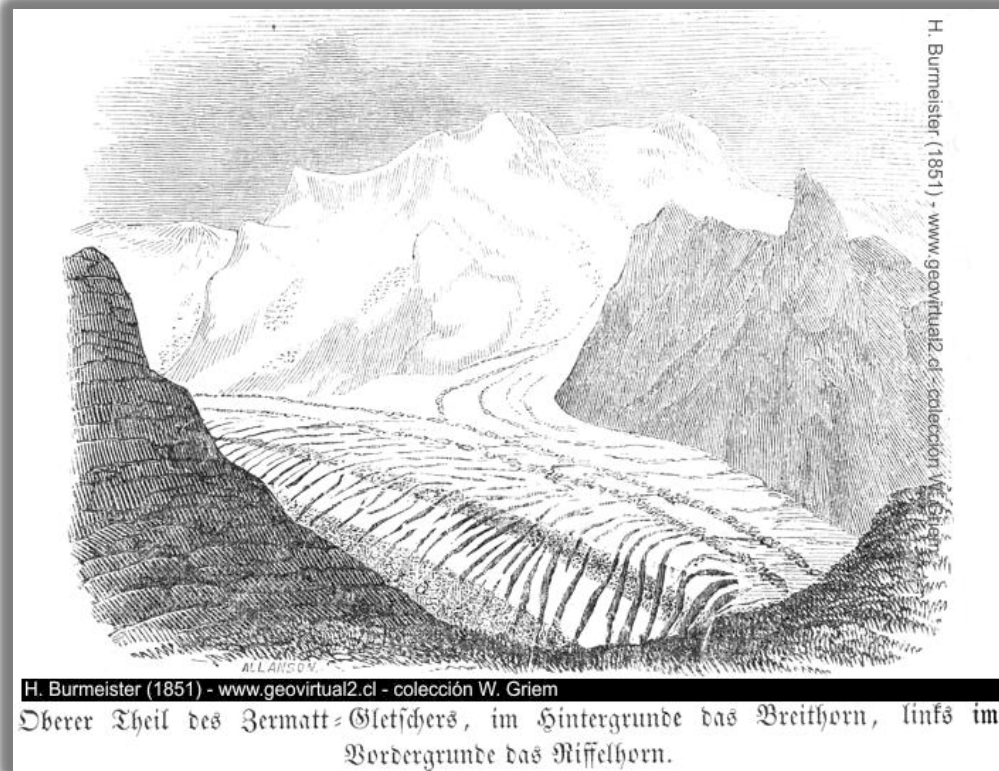


Abbildung 3, p.52: Oberer Teil des Zermatt-Gletschers, im Hintergrunde das Breithorn, links im Vordergrunde das Riffelhorn.

Ihren Ursprung nehmen sie aus dem Schnee des Hochgebirges, mit dem sie auch oben in ununterbrochener Verbindung stehen, und ebendeshalb hier noch ein lockeres Gefüge besitzen. Aber die Schneeflocken tauen im Sommer unter dem Einfluß der steiler auffallenden Sonnenstrahlen äußerlich an, runden sich dabei ab, saugen das Wasser ein, oder lassen es in die Tiefe hinabträufeln, bis es die Lücken zwischen ihnen ausgefüllt hat und wieder Eis geworden ist; was bald der Fall sein muß, weil die Wirkung der Sonnenwärme eben nicht weit in die Schneeschicht eindringen kann. Durch diesen Prozeß entsteht aus ihr der körnige Firn. Schreitet später das Abtauen des Schnees und das darauf folgende nächtliche Gefrieren des Wassers noch weiter vor, so verwandelt sich der Firn in festes Eis, und der Gletscher wird allmählich zu kristallisieren, anfangs noch blasenreichen, später ganz homogenen Eismassen von azurblauer Farbe. Die Art, wie der Gletscher sich nach und nach gestaltet hat, ist zugleich Ursache seiner fortschreitenden Bewegung; sie veranlaßt ihn, talwärts vorzurücken, wobei er natürlich in eine Gegend gelangt, deren gesteigerte Temperatur seinem Bestehen hinderlich wird; er muß wieder abschmelzen und Wasser erzeugen, das alsbald in zahlreichen Bächen, gewöhnlich aus weiten Mündungen, sogenannten Gletschertoren, unter ihm hervorrieselt. Die Bewegung des Gletschers wird übrigens durch das Gefrieren des Wassers bewirkt, welches von der Oberfläche abtaugend in die Lücken des Firns eindringt und dabei sich ausdehnt, mithin seine Umgebung nach allen, doch zumeist nach denjenigen Seiten vorwärts schiebt, wo es den geringsten Widerstand findet; sie wird aber noch unterstützt durch die Neigung der Bergflächen, auf welchen die Gletscher ruhen und durch tiefe Querrisse, Schründe genannt, in welche alle Gletscher mehr oder weniger leicht sich teilen, je nachdem sie von mehr oder weniger abschüssigen und unebenen Unterlagen getragen werden. In diese Schründe dringt ebenfalls Wasser und gelangt aus ihnen seitlich in zahlreiche feine Haarspalten, welche das ganze

Gletschereis durchsetzen, und sich mit Wasser füllen, sobald ihnen solches zugänglich wird. Die Ausdehnung des hier wieder gefrierenden Wassers bewirkt ebenfalls einen Teil der allgemeinen Gletscherbewegung talabwärts, welche natürlich durch die Neigung des Gletscherbodens und den Mangel eines Widerstandes am untern Ende des Gletschers als die einzig mögliche gegeben ist. Sorgfältige Beobachtungen bestätigen diese Vorstellung und fügen noch hinzu, daß das Fortschreiten des Gletschers an seinen Seitenrändern schneller geht, als in der Mitte, weil das Abtauen des Eises in der Umgebung aller fremden Massen durch die leichtere Erwärmung derselben beschleunigt wird, die Lücken in ihm also sich vergrößern und das schnellere Nachrücken der Massen verstatten.

Die Gletscherbildung in den Hochgebirgen wirkt nun in mehrfacher Beziehung auf die Veränderung der Gebirgskämme ein, und zwar im Allgemeinen zerstörend. Zuerst sprengen die tieferen Temperaturgrade, welche durch die Nähe so großer Eismassen unterstützt werden, mittelst des in die Spalten der Gesteine eingedrungenen Wassers die Talwände, und veranlassen ein beständiges Herabfallen der Gebirgsbruchstücke auf den Gletscher. Rückt nun der Gletscher vorwärts, so gehen die abgefallenen Bruchstücke mit ihm, und beschreiben von der Ursprungsstelle her eine Linie auf dem Gletscher, welche bis ans Ende desselben reicht, und den Namen Gufferlinie führt, so lange sie auf seiner Fläche bleibt. Weil aber die Felsbruchstücke nur von freien Felswänden herabfallen können, so entstehen mittlere Gufferlinien bloß an Orten, wo zwei oben getrennte Gletscher sich vereinigen; alle Trümmer, welche der Gletscher von beiden Seiten empfängt, bleiben auf seinem Rande liegen und werden in derselben Lage von ihm weiter geschafft. Diese Trümmerlinien nennt man Gandecken. Der gemeinsame Namen für beide Felsblockreihen ist übrigens Moränen, wobei man die einzelnen je nach ihrer Verteilung über den Gletscher als Mittel-Moränen, Seiten- oder Rand-Moränen und End- Moränen unterscheidet. In solcher Art führen die Gletscher Bruchstücke der Gebirge aus den höchsten Regionen in die Tiefe hinab, und häufen an ihrem Ende mit der Zeit Steindämme auf, welche nur zufällig vermehrte Kräfte, wie sie aufgestaute Wassermassen erlangen, in die Ebene führen können. Wir haben hiervon oben bei Schilderung durchbrechender Seen ein Beispiel kennen gelernt, und könnten diese Tatsache durch neue Belege noch mehr bestätigen, wenn es unsere Absicht wäre, alle einzelne Beispiele für ausgestellte Behauptungen ausführlicher zu erörtern. Wir gehen aus demselben Grunde nicht weiter in die Untersuchung der fortschaffenden Wirkungen des Gletschereises ein, sondern berühren nur noch eine zweite merkwürdige Erscheinung, welche mit dem Fortschreiten desselben verbunden ist. Das sind die abgeschliffenen, polierten Felswände und Kuppen, welche man in vielen Tälern als Wirkungen der Gletscher beobachtet hat, als Produkte der Reibung des Gletschers mittelst seiner rauhen, sandigen Grundfläche gegen die Gesteine des Talbodens und der Wände während seiner langsamen Bewegung. Man trifft polierte Stellen heutigen Tages in vielen Tälern an, wo keine Gletscher mehr stehen, und schließt daraus mit einigem Recht auf ihre frühere Anwesenheit. Ganz allgemein ist indes dieser Schluß nicht erlaubt, da auch fallende Gießbäche, welche Gerölle mit sich fortführen, abschleifend auf ihre Seitenwände und Unterlagen wirken, mithin dieselben Erscheinungen, wie Gletscher, Hervorbringen. Auch der bloße Wasserstrom kann, wenn er längere Zeit mit großer Gewalt durch einen engen Ausgang getrieben wird, abschleifen, und nach und nach die Stellen, welche er berührt, sogar etwas aushöhlen. Vermehrt würde übrigens auch in diesem Falle die Wirkung und beschleunigt, wenn der Strom Gerölle triebe und damit die Wände des Engpasses abschleife. Auf die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses hat zuerst L. v. Buch hingewiesen, indem er die merkwürdigen Vertiefungen erklärte, welche im Tale der Salza bei Golling, oberhalb Salzburg, 150 Fuß [47m] über dem jetzigen Wasserspiegel an den

Felswänden Vorkommen, und aus mehreren parallel übereinander fortlaufenden Löcherreihen bestehen, die der Fluß, als er einstens in dieser Höhe stand, auswusch. —

Gefrorne Wassermassen von beständiger Dauer gibt es aber nicht bloß auf den höchsten Punkten derjenigen Gebirge, welche die Schneelinie überragen, sondern auch an den Polen unseres Planeten. Hier sind sie unter dem Namen Polareis ebenso allgemein bekannt, wie die Gletscher in den Alpen, erreichen aber einen bei weitem größeren Umfang, indem sie am Nordpol zwischen 70° und 80°, aber am Südpol schon zwischen 60° und 70° beginnen, weiterhin immer dichter werden und gleich mächtigen Felsen die ganze Fläche des Polarmeeres bedecken. Auch diese Eismassen sind Gletscher, welche vielleicht von Inseln oder noch unbekannten Polarländern ausgehen, nach und nach vorschreitend das Meer erreichen, und wenn sie bis zu hinreichenden Tiefen gelangt sind, vom Meere schwimmend fortgeführt werden [*9].

[*9]: Da das gefrorene Wasser, wie Seite 50 bemerkt wurde, einen größeren Raum einnimmt, als dieselbe Quantität flüssiges, so ist natürlich jedes Stück Eis leichter als eine ebenso große Masse noch tropfbaren Wassers; weshalb alle Eismassen auf dem flüssig gebliebenen Wasser schwimmen, wenn dasselbe tief genug ist, um ihnen an Umfang gleich zu kommen. Ist das nicht der Fall, so stößt das Eis auf den Grund, und steht so lange fest, bis durch das Abtauen das Gleichgewicht des Umfanges zwischen ihm und dem tropfbaren Wasser hergestellt ist.

So kommen sie in die wärmeren Regionen, tauen hier ab und verschwinden allmählich ganz, während neue Massen von den Polen her ihnen folgen. Manche dieser Eisberge führen Gerölle und Schutt auf ihrer Oberfläche mit sich, ja ungeheure Felsblöcke hat man in ihnen bisweilen wahrgenommen; weshalb es keinem Zweifel unterliegt, daß sie vom Lande her stammen, auf dem sie nach Art der Gletscher mit Felstrümmern sich bekleideten, oder baß sie an Küsten festsäßen, und vielleicht von dort her die Schuttmassen aufhoben. Auf solche Art können die Eisberge ihre Steindecken, wenn sie bei beträchtlicher Größe nur langsam abtauen, in ferne Gegenden bringen, indem sie daselbst auf den Strand geraten und zerfließen, ihre Beischlüsse allein zurücklassend; wie es namentlich in Nord-Amerika an der Mündung des Lorenzo eine bekannte, sich jährlich wiederholende Erscheinung ist. Diese Erfahrung hat für uns eine sehr große Wichtigkeit, denn sie erklärt am besten die Verbreitung von Felstrümmern über Gegenden, welche vormals nachweislich Meeresboden waren, und gegenwärtig nicht mehr mit den Gebirgen in Berührung stehen, von denen die Trümmer her stammen. Solche zerstreuten Felstrümmer werden erratische oder Findlings-Blöcke genannt; sie finden sich sehr häufig in der ganzen norddeutschen Ebene bis nach Polen und Rußland hinein, und scheinen von den Gebirgen Skandinaviens oder Finnlands herzurühren, da sie ihrer Beschaffenheit nach ganz mit den dort anstehenden Gesteinen übereinstimmen. In ähnlicher Weise finden sich erratische Blöcke auf den Höhen des Jura, die ursprünglich Bestandteile der gegen-überliegenden Alpenkette waren. Gibt man nun zu, daß Norddeutschland noch Meeresboden war, als auch die flacheren Küstengebiete des nördlichen Schwedens unter dem Wasserspiegel sich befanden, so fluteten die auf den Höhen des Kjölengebirges [Früherer Name des Skandinavischen Gebirges „Skandinavischen Alpen“] entstandenen Eismassen ungehindert über die damals weit nach Süden ausgedehnte Ostsee fort, und verloren, je weiter sie südlich vordrangen, die ihnen anhängenden Felsentrümmer, welche natürlich zu Boden fielen und den damaligen Seegrund bedeckten. Ganz ähnlich hat man sich das heutige Tal der Aar und ihrer Nebenflüsse bis zum Genfersee als einen tiefen Meerbusen zu denken, auf dem die Gletscher des Montblanc und des Berner Hochlandes umhertrieben, bis sie am gegenüber liegenden Jura strandeten und hier ihre Moränen absetzten; wenn man nicht gar annehmen will, wie es behauptet wird, daß das ganze

Gebiet zwischen beiden Höhen von einem großen zusammenhängenden Gletscher bedeckt wurde, der später abschmolz und jene Felsentrümmer als Lenksäulen seiner Größe zurückließ. Welche von beiden Annahmen die richtige ist, steht noch dahin; auf jeden Fall aber rühren erratische Blöcke von Eismassen her, die sie trugen und da niedersetzten, wo wir sie gegenwärtig finden. Ist dies ermittelt, wie man jetzt allgemein zugibt, so wird sich ihr Ursprung aus der Übereinstimmung ihres Materials mit noch anstehenden Gebirgsgesteinen erkennen und daraus bald Nachweisen lassen, ob die erratischen Blöcke von Süden oder Norden, von Osten oder Westen herbeigeführt wurden. Nach dieser Entscheidung müssen andere Untersuchungen dartun, ob es auf dem Lande ruhende Gletscher, oder schwimmende Eisberge waren, welche die Findlinge fortschafften.

Wir haben mit diesen Betrachtungen so ziemlich den Kreis der Wirkungen erschöpft, welche das Wasser in den verschiedenen Formen seines Vorkommens an der Oberfläche der Erde auf die festen Gesteine auszuüben, im Stande ist, und dürfen als das Endresultat unserer Untersuchungen wohl unfehlbar bekennen, daß die noch jetzt wahrnehmbaren Wirkungen nicht ausreichen, die Entstehung aller festen Massen aus dem Wasser zu erklären. Haben wir uns gleich überzeugt, daß die erdigen Schichten, daß selbst viele kristallinische und derbe Gesteine als Niederschläge oder Absätze des Wassers, je nach ihrer Beschaffenheit, angesehen werden können, so äußerte doch auf andere kristallinische und derbe Massen das Wasser bloß eine teilweise verändernde Einwirkung, und war unfähig, sie ganz aufzulösen. Deshalb können aber auch diese Massen keine Niederschläge oder chemische Ausscheidungen des Wassers sein, und ihren Bildungsprozeß zu erklären, dazu reicht die Einwirkung des Wassers auf sie nicht hin. Überhaupt ergab sich uns eine in jeder Beziehung mehr zerstörende als hervorbringende Tätigkeit der heutigen Gewässer, und wenn wir nach den mitgeteilten Tatsachen auch die Möglichkeit zahlreicher, selbst großartiger Umwälzungen auf der Erdoberfläche, die das Wasser veranlaßte und ausführte, nicht leugnen können, so sind wir doch ebensowenig im Staude, aus der heutigen Tätigkeit der Gewässer alle Bildungsverhältnisse des Erdkörpers, soweit wir ihn kennen, zu erklären.

[p. 57]

4. Wirkungen des Feuers. — Wesen desselben. — Qualitätszustände der Materie überhaupt. — Eigenschaften der vulkanischen Auswurfsmassen.

Mit Recht sehen wir uns daher nach Agenten um, die einflußreicher sind, als das Wasser, und stoßen in diesem Bemühen zunächst auf das Feuer, das gemeinsame Lösungsmittel der Metalle, und schon deshalb auch aus andere Materien gewiß nicht ohne allen Einfluß. Ehe wir jedoch die Einwirkungen dieses Elementes näher untersuchen, ist es nötig, von seinem wahren Wesen uns eine richtige Vorstellung zu verschaffen.

Die Ansicht, daß das Feuer ein Element oder wohl gar eine Materie sei, stammt aus dem Altertume her, und hat ihren Grund in der Lehre einiger alten Philosophen, die Feuer, Wasser, Luft und Erde als die Grundbestandteile aller Dinge betrachteten und ihnen deshalb den reinen Elemente beileigten. Allein eine spätere genauere Untersuchung lehrte uns, daß Wasser, Luft und Erde gar keine einfachen Stoffe sind, sondern wenigstens aus zwei Bestandteilen bestehen, die sich innig mit einander mischen oder verbinden. Das Feuer entzog sich, seiner wesentlichen Natur nach, länger unserer Wißbegierde, und wurde erst sehr spät dahin erkannt, daß es an und für sich gar kein Stoff ist, sondern eine bloße Erscheinung, die bei den Verbindungen gewisser Materien unter sich, namentlich des Sauerstoffs mit andern einfachen Stoffen, sichtbar wird. Die Erscheinung dessen, was wir Feuer nennen, schließt aber zwei Eigenschaften in sich, Wärme oder Hitze und Licht. Eine nähere Untersuchung des Phänomens zeigt bald, daß das Licht wieder in zwei Gestalten auftritt, nämlich als Flamme und als Glühen, während die Wärme zwar in sehr verschiedenen Graden sich zu erkennen gibt, sonst aber keine Unterschiede darbietet. Was jene Differenz des Lichtes betrifft, so hängt sie von der Materie ab, an der die Feuererscheinung eintritt; denn Flammen kommen nur bei Substanzen vor, die im Moment ihrer Verbindung mit dem Sauerstoff luft- oder gasförmig werden, während der glühende Körper auch dabei noch ein fester oder tropfbar flüssiger bleibt. Wenn aber ein Körper irgendeiner Qualität glüht oder flammend leuchtet, so entwickelt er Wärme; weshalb alle Verbindungen von Sauerstoff mit anderen einfachen Stoffen, oder wie man auch sagen kann, alle Verbrennungsprozesse, nicht ohne Entbindung gewisser Wärmegrade eintreten.

Dies festgehalten, ist also die Wärme das notwendige Produkt aller der Erscheinungen, welche mit Feuerentwicklung verbunden sind, und aus diesem Grunde werden wir, indem wir die Wirkungen der Wärme auf die verschiedenen Materien untersuchen, auch ihre Beziehungen zum Feuer am besten erfahren. Eine solche Untersuchung kann hier nur in Mitteilung der Resultate angestellt werden, die dahin lauten, daß die Wärme auf alle Materien gleichmäßig wirkt, d. h. dieselben mehr und mehr ausdehnt, je mehr sie zunimmt. Eine jede Wärmezunahme bewirkt also in der Materie [*1] eine zunehmende Ausdehnung, welche indes nicht überall

gleichartig ist, sondern bei dem einen Stoff schneller, bei dem andern langsamer eine größere Wirkung hervorbringt. Darauf beruhen die Eigenschaften der Materie, welche wir als fest, flüssig oder flüchtig (d. h. gas-, luft- oder dampfförmig) unterscheiden und Qualitätszustände nennen.

[*1]: Wir erinnern unsere Leser noch einmal an die Anomalie des Wassers, insofern dasselbe dem allgemeinen Gesetze erst von 3° Reaum. über dem Gefrierpunkte an Folge leistet, unter dieser Temperatur erkaltet aber sich ebenfalls mehr und mehr ausdehnt, bis es fest wird. Siehe S. 43.

Die Materie kann also, wenn sie bei einem gewissen Wärmegrade oder einer bestimmten Temperatur, was ebensoviel heißt, fest ist, bei einer höheren flüssig, und bei einer noch höheren dampfförmig werden, eine Behauptung, welche z. B. am Wasser durch die bloße Beobachtung desselben im Winter, im Sommer und im Kochen erläutert wird. Im Winter ist es fest, oder Eis, bei einer Temperatur unter 0°; im Sommer ist es flüssig, und bei einer künstlich bis auf + 80° Reaum. vermehrten Hitze kocht es und verwandelt sich in Dampf [*2]. Eben diese Fähigkeit besitzen aber auch viele andere Materien, wenn gleich die Eis- und Siedepunkte nicht so dicht neben einander liegen; doch können wir bei manchen Metallen noch die Grenzen des festen, flüssigen und flüchtigen Zustandes ziemlich leicht wahrnehmen, wie z. B. beim Quecksilber, das bei — 32° Reaum. [etwa -40°C] (eine Temperatur, die in Sibirien nicht selten vorkommt) fest wird, bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig ist, und bei 280° Reaum. [350°C] kocht und Dämpfe entwickelt. —

[*2]: Hier scheint uns die Bemerkung am Orte zu sein, daß Wasser nicht bloß bei gesteigerter Temperatur luftförmig wird und Dampf bildet, sondern bei jeder anderen eben, falls. Wasserdampf bei niedriger Temperatur heißt Dunst, und ist nicht eher sichtbar, als bis er in Bläschenform sich gesammelt hat (z. B. im Nebel, in den Wolken). Die Eigenschaft, bei jeder Temperatur langsam verdunsten zu können, kommt allen flüssigen und vielen festen Materien, namentlich den riechenden zu, z. B. Moschus, Campher u.a.m.

Wenn diese Behauptung in ihrem ganzen Umfange richtig ist, so müssen alle Materien unseres Erdkörpers durch gesteigerte Temperaturgrade flüssig werden können, und wenn die Temperaturzunahme noch fort dauert, selbst dampfförmig oder flüchtig. Da jedoch der Hitzegrad, mit welchem es geschieht, bei den verschiedenen Stoffen großen Abweichungen unterliegt, so werden manche Stoffe schon flüssig sein, während andere noch fest sind, und wieder andere sogar flüchtig; wie es die Vergleichung des Wassers mit dem Quecksilber schon zeigt, und mit der atmosphärischen Luft. Letztere ist dampfförmig, wenn Wasser und Quecksilber fest werden, und jenes, das Wasser, wird schon fest, während das Quecksilber noch flüssig ist. —

Diese kurze Betrachtung ist in der Tat schon viel fruchtbarer für die Erklärung der Erdbildung, als alle vorherigen Untersuchungen über die Einwirkung der Gewässer; denn wir werden, wenn wir im Stande sind, hohe Hitzegrade im Erdkörper nachzuweisen, wenigstens ihn als einen vormals aus flüssigen oder sogar flüchtigen Materien bestehenden Körper uns denken können.

Kaum brauche ich meine Leser durch Nennung der noch jetzt an sehr vielen Stellen der Erdoberfläche vorhandenen Vulkane oder feuerspeienden Berge daran zu erinnern, daß jene Annahme einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat, indem die Feuerberge uns von dem Vorhandensein hoher Hitzegrade im Innern der Erde, welche bis zum Schmelzen vieler Materien sich steigern, überzeugen. Aus ihren offenen Schlünden oder Kratern werden unter Umständen und in unbestimmten Perioden geschmolzene Massen hervorgeschleudert, oder

fließen gleich glühenden Strömen am Berge herab, erkalten mit der Zeit und bilden neue Erdschichten [*3], welche mit dem allgemeinen Namen der Lavaströme bezeichnet werden.

[*3]: Nach E. de Beaumont stehen fließende Laven erst still und breiten sich aus, wenn die Neigung ihres Bodens 3° oder weniger beträgt.

Eine nähere Untersuchung der Laven zeigt aber eine Beschaffenheit, ganz auffallend verwandt mit dem kristallinen oder derben Gefüge solcher Gesteine, welche wir als unauflöslich im Wasser früher kennengelernt haben, und da wir in den Laven bei sorgfältiger Prüfung allmählich fast alle die Mineralien entdecken, welche auch an andern Stellen der Erde als konstituierende Bestandteile austreten, so dürfen wir wohl annehmen, daß auch sie durch hohe Hitzegrade schmelzbar sein werden. In den erkalteten Laven finden sich ferner eine Menge von Fossilien kristallinisch abgesondert oder als vollständige Kristalle, welche ganz ebenso in den bereits erwähnten Basalten, Porphyren, Graniten, Syeniten und Grünsteinen Vorkommen oder Hauptbestandteile derselben ausmachen; ja was noch viel interessanter ist, es stecken in ihnen auch solche Mineralien, welche, wie die Granate, Leuzite, Zeolithe, Epidot, Schorle, Korunde und Zirkon, nur sehr vereinzelt an gewissen Stellen in jenen weit verbreiteten Gebirgssteinen angetroffen und darnach von den Mineralogen mit dem Namen der eingesprengten Mineralien bezeichnet werden. Manche dieser Fossilien gehören zu den härtesten Stoffen, ja fast nie ist es dem Wasser im Geringsten möglich, sie auflösend zu zersetzen oder zu zerstören, also noch viel weniger, sie als kristallinen Niederschlag zu bilden. Selbst die Masse, welche sie umschließt, kann kein Sediment sein, weil in diesem Falle die eingesprengten Stoffe schichtweise abgesetzt, oder je nach ihrer Schwere durch die Grundmaterie verteilt sein müßten, was bei Laven nicht der Fall ist; vielmehr bietet die bunte Mischung, in welcher Einsprenglinge bisweilen von den Auswurfsmassen eines einzigen Vulkanes umschlossen werden, einem eifrigen Sammler die beste Gelegenheit dar, in kurzer Zeit aus ihnen Handstücke von den meisten steinigen Mineralien zu gewinnen. —

Endlich gibt auch die Art und Weise, wie erkaltende Lavaströme sich absetzen, sehr genügende Aufschlüsse über die Formunterschiede der Materien, welche wir durch die Ausdrücke kristallinisch und derb schon früher unterschieden haben, und über die Ursachen der Zerklüftung oder Absonderung, welche bei kristallisierten wie derben Gesteinen Vorkommen; sie zeigt uns, daß eine und dieselbe Substanz diese oder jene Form annehmen kann, je nachdem sie beim Austreten aus dem Vulkan beschaffen ist, und je nach der Schnelligkeit, mit welcher sie erkaltet. Verfolgen wir dies weiter, indem wir zunächst die hauptsächlichsten Verschiedenheiten untersuchen, welche an den Laven bemerkt werden.

Ich darf wohl annehmen, daß alle meine Leser die leichte, lockere, poröse, einem festgewordenen Schaum ähnliche Masse kennen, welche den Namen Bimsstein führt und in manchen Handwerken eine technische Anwendung findet. Sie ist eine gewöhnliche Auswurfsmasse vieler Vulkane und weist, wo sie sich findet, auf die Anwesenheit von vormalis tätigen Vulkanen hin, wenn jetzt tätige in ihrer Nähe fehlen. Diese Substanz geht aber in demselben Lavastrom, der sie enthält, nach und nach dichter werdend so allmählich in den Obsidian über, daß sich beide deutlich als eine und dieselbe Materie zu erkennen geben, welche bloß in zwei verschiedenen Zuständen sich befindet. Der Obsidian ist nämlich eine homogene, schwarze, gelbgraue oder bräunliche Masse, welche täuschend dem reinen festen Pech ähnlich steht, auch ganz so wie dieses schalig oder muschelartig zerspringt, wenn man daran schlägt, mithin keine kristallinische, sondern eine glasförmige oder amorphe [*4], Struktur hat.

[*4]: Man vergl. über Amorphismus die sechste Anmerkung zum 17. Abschnitt.

Weitere genaue Analysen zeigen, daß beide, Obsidian und Bimsstein, aus Kieselerde mit Tonerde und etwas Alkali bestehen, also auch in ihrer Mischung einem Glasflusse ähneln, mit dem ihre äußere Erscheinung so sehr übereinstimmt. Nun weiß Jedermann, wie das Glas durch Zusammenschmelzen der Kieselerde mit einem Alkali, Kali oder Natron und etwas Kalkerde entsteht, und wie geringe Zusätze von Metalloxyden dem Glase eine schöne Farbe geben; es wäre also der Obsidian als ein Glasfluß zu betrachten, in dem die strenger flüssige Tonerde die Rolle mit dem Alkali teilt, der zugleich durch ein Metalloxyd, hier Eisenoxyd, schwarz gefärbt ist, und dessen Beschaffenheit, ob er homogenen Obsidian oder schaumigen Bimsstein darstellt, wohl ohne Zweifel von aufsteigenden luftförmigen Stoffen oder Gasen herrühren wird, welche dem Bimsstein sein schaumiges Ansehen erteilen, dem homogenen Obsidian aber fehlen. Auch in unserem künstlichen Glase finden sich ja Luftblasen, wenn es ohne große Sorgfalt angefertigt wird, und ihre Anzahl mehrt sich, wenn die flüssige Glasmasse in Bewegung gerät, sei es, daß man sie schlägt, oder von oben etwas in dieselbe schüttet; diese Luftblasen bleiben, wenn die Flüssigkeit erkaltet, drängen sich aber stets nach oben, so weit es die Zähigkeit der Masse zugibt. Bimsstein zeigt also auf eine bewegte, gleichsam aufkochende Lava hin und ist ein Beweis heftiger Gasentwicklung in der glühenden Masse, welche nach neueren Untersuchungen vom verdampfenden Kali herrührt, nach der älteren Annahme durch Wasserdämpfe bewirkt werden sollte [5°].

[*5]: Sorgfältige Versuche lehrten, daß sich der natürliche Feldspat durch künstliche Schmelzung in einen wahren Bimsstein verwandeln lasse, wenn das Kali daraus in Dampfform entweicht. Sobald es geschehen ist, fällt die Masse zusammen und bildet Obsidian. Man vergl. die wichtige Schrift von H. Abich, Geolog. Beobachtungen über die Vulkan. Erschein, in Mittel- und Unter-Italien. Braunschw. 1841. 4. S. 62 ff.

Auf der andern Seite geht der stark glänzende glasartige Obsidian, ohne im Geringsten seine Homogenität zu verlieren, in eine minder glänzende, emailartige Substanz über, die zugleich minder spröde ist und weniger scharfkantig oder schneidend zerspringt. Diese Substanz nimmt, bei übrigens gleicher Beschaffenheit, zwei Formen an, indem sie sich bald in kleine rundliche Stücke absondert, oder die Homogenität beibehält. Die erstere Form nennt man Perlstein, die zweite Pechstein; beide finden sich in Gesellschaft des Obsidians und Bimssteins, und in einer Weise, die keinen Zweifel läßt, daß die Substanz aller dieselbe ist, und bloß in Äußerlichkeiten modifiziert wurde. —

Während diese Auswürflinge der Vulkane oder Laven als gemeinsame und hervorstechendste Eigentümlichkeit den amorphen Glascharakter an sich tragen und deshalb Glaslaven genannt werden: also ihrem äußeren Ansehen nach ganz den Schlacken gleichen, welche beim Ausbringen der Metalle in unseren Hochöfen aus den die Erze begleitenden Erden zusammenschmelzen; gibt es eine andere Reihe von Laven, in denen der kristallinische Charakter ihrer Bestandteile vorherrscht. Man nennt diese Laven, zum Unterschiede von den vorigen, Steinlaven, und unterscheidet von ihnen je nach der Absonderung des Gesteins mehrere Arten. Diejenigen, deren ganze Substanz ein entschieden kristallinisches Gefüge besitzt, und aus deutlich unterscheidbaren größeren Partien ihrer Gemengteile besteht, nennt man granitische Laven; andere, bei welchen eine mehr derbe Grundlage die kristallinischen Massen in besonderen Kristallen räumlich isoliert umgibt, heißen Porphyr-Laven; noch andere, deren derbe Substanz nur sehr feinkörnig kristallinisch und gleichmäßig gemischt ist, werden basaltische Laven genannt; wieder andere, bei welchen die kristallinischen Teilchen äußerst klein und feinkörnig werden, heißen erdige Laven. —

Beschränkt man den Begriff der Lava nicht bloß auf die noch jetzt im feurigen Fluß vor unsern Augen hervorbrechenden, oder in historischer Zeit hervorgebrochenen, ihnen ähnlichen Gesteine, sondern dehnt ihn, wie es eine wissenschaftliche Betrachtung fordert, auf alle die älteren und ältesten Eruptivgebilde aus, welche stromartig ergossen oder im geschmolzenen Zustande emporgehoben wurden, so hat die Lava einen sehr weiten Umfang und läßt sich nach ihrer chemischen Konstruktion nicht scharf von den gesummtten vulkanischen Produkten sondern. Unter Umständen mag jedes vulkanische Gestein sich stromartig ergießen können, und eben wenn es das getan hat, bildet es Lava. Nach dieser Ansicht würden wir die weitere Betrachtung der Lava auf eine Schilderung aller vulkanischen Massen ausdehnen müssen, dabei aber nur einer späteren Untersuchung über die Plutonischen und vulkanischen Gesteine im Zusammenhänge vorgreifen; wir beschränken also unsere jetzige Mitteilung auf einige charakteristische, die historischen oder neuen Laven verratende Bildungsverhältnisse. —

Zu einem der wichtigsten äußeren Erkennungszeichen der neuen Laven gehört die Anwesenheit von rundlichen blasenförmigen Lücken, den sogenannten Blasenräumen, in ihrer Substanz. Solche Blasen ziehen sich durch die ganze Masse der Lava hindurch, drängen sich dichter in den oberen Teilen zusammen, wechseln in ihrer Größe beträchtlich, bilden aber nie ein inniges, schaumartiges Gemisch, wie im Bimsstein. In der Regel sind die Blasenräume ganz leer und ihre Wände ohne allen Überzug, nur eine glänzende, mehr schlackige Oberfläche pflegt ihnen eigen zu sein; bisweilen haben sie einen anders gefärbten, staubartigen Anflug, wenn sich die ursprünglich in den Blasen enthaltenen gasförmigen Stoffe an den Wänden Niederschlagen; in sehr seltenen Fällen enthalten sie zarte Kristalle, die aus der Lavamasse in den Blasenraum Herausschossen. Sehr oft zeigen die Blasenräume eine mandelförmige Figur und eine schiefe, der Richtung des Stromes folgende Stellung; beides deshalb, weil die schnellere Erkaltung der Lavamasse in ihren oberen Schichten das gleichmäßige Fortschreiten des Ganzen hinderte und den tieferen, noch weichen Lagen ein Weiterrücken möglich machte, während die oberen schon standen. Der anfangs runde Blasenraum mußte dadurch schief gezogen, nach unten zugespitzt und mandelförmig ausgedehnt werden. Füllen sich solche Blasenräume vollständig mit fremden Materien, so nennt man die Felsart einen Mandelslein; besonders wenn die mandelförmigen Einsprenglinge härter sind, als das umhüllende Gestein und beim Verwittern desselben zurückbleiben. Neue Laven zeigen übrigens eine so vollständige Ausfüllung der Mandeln nicht, ihre Blasenräume sind auch in dieser Form ohne allen Inhalt.

Neben der Anwesenheit von Blasenräumen bezeichnet die neuen Laven kein anderer äußerer Charakter so sicher, als die feinkörnige, matte, derbe Beschaffenheit ihrer Substanz in der Tiefe und das stellenweis schlackenförmige, unordentlich zertrümmerte, aus in sich gewundenen und mannigfach verschobenen Schichten hervorgehende Ansehen ihrer Oberfläche. Darin aber zeigen sie keine große Gleichförmigkeit, weder zu allen Zeiten, noch an allen Punkten; es scheint als ob die Schnelligkeit der Eruption, die Neigung des Bodens, und die leichtere oder langsamere Verflüssigungsfähigkeit des Lavamaterials auf die Form seiner Oberfläche einen noch größeren Einfluß ausübe, als auf die Beschaffenheit des erkalteten Lavagesteines in seinem Innern. Die letztere hängt offenbar von der chemischen Mischung der Bestandteile ab und wird durch die Leichtigkeit, mit welcher die verschiedenen Stoffe aus der Mischung aller sich zu lösen vermögen, bedingt. Ganz dasselbe gilt von der Farbe. In beiden Beziehungen scheint das Vorherrschen des Feldspats in der Lavamasse auf der einen, oder des Augits auf der anderen Seite das hauptsächlich. Bestimmende zu sein.

Die neueren Augitlaven sind entschieden die häufigeren; sie haben eine dunkle, schwarzgraue, schwarzbraune oder selbst schwarze Farbe und bestehen aus einem innigen Gemenge von

Feldspat und Augit; zweien Mineralien, welche überhaupt an dem Material der festen Rinde unseres Planeten den größten Anteil nehmen. Namentlich der Feldspat, dessen schon früher (S. 48) als eines kieselsauren Doppelsalzes gedacht wurde, wie wir die Verwitterungs - Prozesse besprachen, ist in fast allen kristallinen Felsarten der wichtigste und vorwiegende Bestandteil; ja eigentlich die Grundmaterie nicht bloß der auf feurigem Wege gebildeten pyrogenen Gebirgsgesteine, sondern selbst in seinem verwitterten Zustande als Tonerde der Stoff von vielen neptunischen Sedimenten. In den Augitlaven scheint diejenige Abart, welche wir später (im 9. Abschnitt) als Labrador näher kennen lernen müssen, vorherrschend oder allein aufzutreten. Seine Farbe ist weißlich, gewöhnlicher hellgrau oder rötlich; sein Gewicht geringer als das des Augits, nämlich 2,7. Der Augit unterscheidet sich vom Feldspat durch eine schwarzbraune oder rein schwarze Farbe, ein höheres spezifisches Gewicht (3,5) und eine andere chemische Zusammensetzung; worin besonders der völlige Mangel, oder die geringe Menge von Tonerde, bei reichlicher Anwesenheit von Kalk- und Talkerde, bezeichnend für ihn ist. Als dritter Gemengteil tritt häufig Magneteisen, eine Verbindung von Eisenoxyd und Eisenoxydul, hinzu und verstärkt durch seine schwarze Farbe das dunkle Ansehen der Augitlaven ebenso sehr, wie ihr Gewicht (3—3,3) durch seine größere spezifische Schwere (4,9—5,2). Alle drei Stoffe bilden ein gleichförmiges, homogenes Gemenge von basaltisch ein Gefüge, ohne größere Ausscheidung des einen oder des anderen Bestandteils; wenigstens ist eine solche Ausscheidung nicht Regel, wenn sie auch stellenweis eintreten kann, indem zumal das Magneteisen sich selbständiger auszusondern pflegt; aber andere fremde Stoffe, welche sich dem Lavamaterial beigesellen und später beim Erkalten sich darin isolieren, wie es z. B. der Leuzit oder Amphigen öfters tut, geben der Lava bisweilen ein porphyrartiges Ansehen. An manchen Stellen, z. B. am See Bracciano nördlich von Rom, oder am Laacher See bei Andernach, stecken weiße Leuzitkristalle so häufig in freilich älterer, vorhistorischer Lava, daß ihre Masse ein scheckiges Gefüge erhält. Diese Leuzite widerstehen der Verwitterung, welcher die Lava unterliegt, sie fallen heraus und bedecken überall den Boden der Gegenden, wo Leuzitlaven sich finden. An anderen Orten herrscht der Feldspat im Grundgemenge mehr vor und bedingt eine etwas hellere Farbe des Gesteins, wodurch es dem älteren Basalt oder Dolerit in Masse und Bruch so ähnlich wird, daß seine stoffliche Identität mit diesen vorhistorischen vulkanischen Produkten kaum einem Zweifel unterliegen kann. Indes hat die chemische Analyse im Basalt einen nie fehlenden Wassergehalt nachgewiesen und dadurch ein Mittel an die Hand gegeben, wenigstens ihn von den ganz ähnlichen Laven, den ältesten so gut wie den neuen, zu unterscheiden. Aber auf den Dolerit paßt dieser Unterschied nicht mehr, er enthält kein chemisch gebundenes Wasser, er gleicht im allgemeinen Ansehen manchen Laven völlig, und kann ohne Berücksichtigung ihrer Blasenräume und ohne Beachtung seines gröberen Kornes nicht mehr in bloßen Handstücken von ihnen unterschieden werden. Gewöhnlich bilden Dolerit und Basalt die älteren äußeren Schichten im Umfange der Kegelberge, aus deren offenen Schlünden wir Lava noch jetzt hervorquellen sehen, oder an deren Abhängen wir alte Laven in stromartig ausgebreiteten Schichten wahrnehmen; ja selbst an Orten, wo Lavaströme nicht bemerkt werden, begegnen wir dem Dolerit und Basalt zu kegelförmigen Bergen aufgetürmt: sei es isoliert in einzelnen Kuppen ausgedehnter Gebirge, oder zu kleineren, für sich bestehenden Gebirgssystemen vereint in der Nähe früherer, plutonischer Erhebungen. Der Mangel selbständig ausgeschiedener Kieselerde, des Quarzes, ist ein wichtiger Charakter, welcher den älteren augitreichen vulkanischen Produkten ebenso sicher zukommt, wie den neuen Augitlaven; er gibt für beide auch anderweitig schon hinreichend als verwandte Gebilde kenntlich gemachten Gesteine ein überaus sicheres, schwerlich bedeutungsloses, äußeres Merkmal ab.

Ganz anders verhalten sich die Feldspat-Laven. Schon ihre hellere gelblich-graue oder weißlich-graue, selbst rötlich-graue Farbe unterscheidet sie so auffallend von den Augitlaven, daß eine Verwechselung beider nicht wohl möglich ist. Sie bestehen vorzugsweise aus einer feinkörnigen, unbestimmt kristallinen, matten Feldspatsubstanz von geringer Härte und öfters porösem, minder blasigem Gefüge, welche einzelne große vollständige und glänzende Kristalle von glasigem Feldspat!) umschließt, neben denen in kleineren Partien Kristalle von Albit, Glimmer, Hornblende, selbst von Quarz, Kalkspat, Augit und Magneteisen sich ausgeschieden haben. Das Gestein, wenn es nicht sowohl stromartig als Lava auftritt, sondern selbständige Kegel und Kuppen gleich dem Basalt und Dolerit bildet, nennt man nach Hauy's Vorgänge Trachyt, nach Anderen Domit, wegen des glockenartig gewölbten, kugelförmigen Ansehens der Berge; — seine stromartigen Ergüsse bilden die trachytischen Laven. Ihr im Ganzen seltenes Vorkommen veranlaßte bei mehreren Geognosten geradezu Zweifel über ihre wirkliche Existenz, allein neuere Untersuchungen haben das Vorhandensein trachytischer Lavaströme schon insofern außer Zweifel gesetzt, als sie nachwiesen, daß Bimsstein und Obsidian, deren stromartigen Erguß Niemand bezweifelt, nur formell verschiedene Zustände des Trachyts sind, und keine andere, in der chemischen Zusammensetzung bedingte Verschiedenheit zwischen ihnen stattfindet, als die geringe, durch 1—2 Prozent Wassergehalt der Bimssteine und Obsidiane bedingte. Aber auch abgesehen davon machen sich trachytische Lavaströme bemerklich, namentlich an der Solfatara, vielleicht selbst am Ätna; das entschiedenste Beispiel liefert die Insel Ischia, sie zeigt, nach Abich's Schilderung, „die Trachyte bald als massige Felsstücke mit horizontaler Zerklüftung senkrecht aufsteigend, bald als Schichten mit verschlackter Oberfläche, deutliche submarine Lavaströme darstellend, aus der vulkanischen Tiefe emporgehoben; hier mit eingeschlossenen, dort sie bedeckenden, mehr pechstein- als obsidianartigen Trümmerschichten verflossen, in deren schlackenförmigen, großballigen, endlich in wahren Bimsstein übergehenden Formen noch überall die Wirkungen der aus dem Innern hervorgehenden Expansionen erkannt werden, unter deren Einfluß die feurig-flüssigen Gebilde den Widerstand des auflagernden Elementes überwandten“. — Der massige Trachyt bildet an den Vulkanen, denen er zukommt, die höchsten und innersten Teile des Kraters, gewöhnlich die Anfänge der Eruptionskegel, aus denen später die Laven sich ergossen und die Wände des älteren Kegels bedeckten. An unseren fortdauernd tätigen Vulkanen bemerken wir äußerlich den Trachyt nur selten; die Felsart entzieht sich den Blicken des Beobachters, sie steckt in der Tiefe und kann nur in den mit ausgeworfenen Blöcken des Kraters nachgewiesen werden; aber an den erloschenen Vulkanen stehen die Trachytkegel frei da, und zeigen mit ihren greisen Häuptionen das höhere Alter der Dome an, die sich aus ihnen auftürmten. Nicht ohne Grund glaubt man aus solchen freigebliebenen Trachytmassen auf eine älteste und aller Wahrscheinlichkeit nach nur einmalige, sehr gewaltsame vulkanische Tätigkeit des Berges, den sie bilden, schließen zu dürfen, und will es aus demselben Grunde natürlich finden, warum stromartige Ergüsse, die stets auf eine öfters wiederholte, intermittierende Tätigkeit des Vulkanes deuten, weniger häufig an Trachytbergen sich zeigen. In der Tat fehlen sie auch den größten Trachytkegeln [*6], den berühmten Vulkanen der Cordillera von Quito, mit der einzigen Ausnahme des Antisana, gänzlich.

[*6]: Die Felsart der Andes-Vulkane hat man, wegen gewisser Eigentümlichkeiten in der chemischen Mischung, vom gemeinen Trachyt als besondere Art der Trachyt-Formation unterschieden und Andesit genannt. Vergl. über sie Abich a. a. O. Seite 46.

Auf Europäischem Boden sind die Auvergne, die unteren Rheingegenden, die Liparischen Inseln und besonders die benachbarten der Ponza-Gruppe reich an Trachyten. Hier zumal findet sich eine eigentümliche Art der Trachytgebilde, welche durch ihren Gehalt an frei ausgeschiedenem Quarz neben glasigem Feldspat und tombakbraunem Glimmer eine große Ähnlichkeit mit dem Granit (S. 48) erhält, nach ihrem Gefüge aber bezeichnend Trachyt-Porphyr genannt wird. Abich hat nachgewiesen, daß der Trachyt - Porphyr aus großen Spalten der Erdkrinde gangförmig, wie noch jetzt die Lava an manchen Punkten, z. B. am Ätna, emportrat und durch diese Art seiner Entstehung das langgezogene, mauerförmige, abschüssige Ansehen der Inseln bewirkte, deren innersten Kern er ausmacht. Die Anwesenheit des Quarzes im Trachyt - Porphyr ist übrigens für die theoretische Auffassung der vulkanischen Erscheinungen überhaupt von großer Wichtigkeit; sie widerlegt entschieden die Ansicht, welche den Mangel des Quarzes als ein sicheres Kennzeichen vulkanischer Produkte angesprochen hatte und daraus für die quarzreichen Gesteine der älteren Perioden einen anderen, als den feurig-flüssigen Urzustand, ableiten wollte.

Zur Trachytformation gehört endlich der Klingstein oder Phonolith, den man wegen seiner dunkeln aschgrauen Farbe öfters als eine Mittelstufe zwischen Basalt und Trachyt ansah, darin aber irrte. Der Klingstein ist vielmehr ein dunkelfarbiger Trachyt von großer Feinheit und Homogenität seiner Gemengteile, größerer Härte und größerer Sprödigkeit. Nur selten enthält er isolierte Kristalle glasigen Feldspats, noch seltener Hornblende, Augit oder etwas Magneteisen. Dagegen ist er durch sein chemisch gebundenes Wasser vom gemeinen Trachyt verschieden, und wenn man sich bestimmter ausdrücken will, eigentlich ein Gemisch von Feldspat und Zeolith-Substanz [*7].

[*7]: Zeolithe sind gleich den Feldspaten, kieselsauer Doppelsalze, welche sich hauptsächlich durch ihren Wassergehalt von der Feldspat-Substanz chemisch unterscheiden. Sie bestehen also aus drei Bestandteilen, nämlich 1) kieselsaurer Tonerde; 2) einem kieselsauren Alkali (Kali, Natron, Kalkerde, teils einzeln, teils in Gemischen); 3) Wasser.

Hierin, aber nur in der chemischen Anlage, nicht in der Materie, gleicht der Phonolith dem Basalt. Er findet sich, wie der Trachyt, gern isoliert in besonderen Kuppen oder kleineren Gebirgszügen, namentlich im Böhmischem Mittelgebirge, zerklüftet plattenförmig, tönt eigentümlich beim Anschlagen an die freien Tafeln, und erscheint gleich dem ächten Trachyt, in seltenen Fällen lavaartig als stromförmiger Erguß. Zweimal hatte Abich Gelegenheit ihn so zu beobachten: das eine Mal am Monte nuovo bei Puzzuoli, das andere Mal am Lavastrom von Arso auf Ischia; allein an beiden Orten stehen die Ströme isoliert da, ohne wiederholte ähnliche Ergüsse aus demselben Eruptionspunkte. Indes beweisen sie doch das Vorhandensein von neuen Laven mit Wassergehalt, und widersprechen der Behauptung aufs Bestimmteste, daß den neuen oder historischen Laven chemisch gebundenes Wasser stets abgehe. Nur für die Augitlaven scheint diese Behauptung als Tatsache gelten zu können, sie scheint uns den Beweis zu führen, Laß der Druck, unter dem gegenwärtig die hebenden Wasserdämpfe stehen, nicht mächtig genug ist, um eine chemische Verbindung des Wassers mit der Feldspatsubstanz auf dem vulkanischen Herde zu bewirken. Denn der Wassergehalt aller vorhistorischen Laven und Basalte, aus den einige der neptunistischen Schule zugetane Forscher so großen Wert legen, ist sicher nur von untergeordneter Bedeutung; er beweist uns nichts anderes, als daß jene Laven entweder die Ergüsse submariner vulkanischer Ausbrüche sind, welche unter dem Drucke des Meerwassers emporgetrieben alsbald in eine chemische Verbindung mit demselben traten, oder schon früher, als sie noch in der Tiefe der Erdkruste selbst steckten, das auf Klüften zu ihnen gelangte Wasser chemisch in sich aufnahmen. Diese Umstände können indes hier nur

angedeutet werden, sie sollen an einer späteren Stelle (im elften Abschnitt) ihre weitere Erledigung finden. —

Durch die formelle Übereinstimmung der bis jetzt charakterisierten vulkanischen Auswurfsmassen mit den härtesten und festen Gesteinen des Erdkörpers ist nun zur Genüge bewiesen, daß auch diese Materien sich in einem feurig flüssigen Zustande befunden haben können; es bliebe nur noch die Frage zu beantworten, warum sie nie eine schaumige oder glasartige Beschaffenheit besitzen, obgleich eine solche nicht bloß alle künstlich von uns in Hochöfen geschmolzenen Schlacken annehmen, sondern auch viele Auswurfsmassen der Vulkane sie zeigen. Die Beantwortung dieser Frage würde am besten durch Untersuchungen gegeben werden können, welche auszumitteln sich bemühten, warum nicht alle, sondern nur einige sehr wenige Lavaströme der späteren Zeiten glasartige sind. Dazu boten Beobachtungen an künstlichen Gläsern die Hand. Man hatte nämlich schon am Anfänge des vorigen Jahrhunderts die Beobachtung gemacht, daß dicke Glasstücke, wenn sie langsam und sehr allmählich erkalteten, ihre klare durchsichtige Beschaffenheit verloren und gleich dem Pechstein ein emailartiges Ansehen erhielten (Reaumursches Porzellan). Diese Entdeckung blieb lange unbeachtet, führte aber doch endlich zu dem Resultat, daß die langsamere Erkaltung die einzige Ursache für die erwähnte Beschaffenheit sein könne. Von dieser Ansicht ausgehend, setzte man künstliche Glasflüsse aller Art einer sehr langsamen, höchst allmählichen Erkaltung aus, und erhielt auf diese Weise eine Substanz, die in ihrem ganzen Gefüge den Steinlaven gleichkam. War also nach solchen Erfahrungen das glas- oder steinartige Ansehen des künstlichen Glases eine bloße Folge der schnellen oder langsamen Erkaltung, so lag der Schluß nahe, auch für vulkanische Auswurfsmassen, die alle augenscheinlich feurig-flüssig sind, wenn sie hervorquellen, eine solche schnelle oder langsame Erkaltung als die Ursache ihrer formalen Unterschiede anzusehen; eine Annahme, die dadurch am besten bewiesen oder umgestoßen werden konnte, daß man natürliche Laven künstlich schmolz und darauf in verschiedenen Temperaturen und Zeiträumen kalt werden ließ. Diese Versuche, früher in England von James Hall, später auf Französischen Glashütten und Hochöfen mit großer Umsicht von Fleuriau de Bellevue angestellten, ergaben ein durchaus gleichartiges, höchst befriedigendes Resultat; sie zeigten, daß jede natürliche Lava, wenn sie aufs Neue geschmolzen und schnell abgekühlt wird, eine glasartige Form annimmt, d. h. amorph bleibt, dagegen ein kristallinisches Gefüge erhielt, also steinartig, granitisch oder basaltisch sich absondert, wenn man sie sehr allmählich und langsam in eingeschlossenen Räumen kalt werden läßt. Man stellte, um ganz sicher zu sein, eben diese Versuche noch mit den Schlacken der Hochöfen an, und gewann auch an ihnen ganz dasselbe Resultat. —

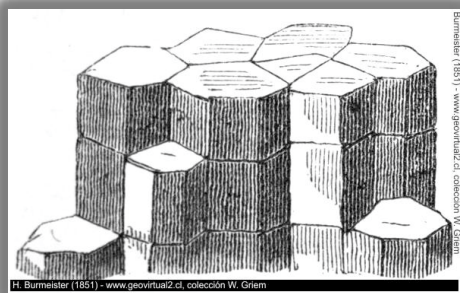
Nach solchen Erfahrungen ist also die Art der Erkaltung der Hauptgrund für die glasartige oder steinige Beschaffenheit nicht bloß aller Laven, sondern auch aller anderen natürlichen Bestandteile unseres Erdkörpers, die jemals aus dem feurig-flüssigen Zustande in den festen übergegangen sind, worauf fußend wir behaupten dürfen, daß alle vorhandenen steinigen Schichten aus dem feurig-flüssigen Zustande durch eine sehr langsame Erkaltung hervorgingen, weil glasartige Materien nie in großer Masse als konstituierende Bestandteile des Erdkörpers austreten. —

Wie in der Regel so ist es auch hierbei nicht schwer, die Gründe für die Erscheinung ausfindig zu machen, sobald dieselbe nach ihrem wahren Wesen richtig erkannt ist. Indem nämlich der Kristallisationsprozeß verschiedenartiger mit einander gemengter Substanzen überall nur dann erfolgt, wenn die Stoffe Zeit haben, sich von einander zu sondern und die zugehörigen sich zu einander zu begeben, so ist begreiflicher Weise in einer schnell erkaltenden feurig-flüssigen

Substanz die erforderliche Zeit zu solcher Absonderung nicht vorhanden; die Stoffe bleiben in dem Gemisch, wie sie der feurig - flüssige Zustand gemengt hat, und erst wenn langsam die flüssige Form in die feste übergeht, ist die Möglichkeit gegeben, daß sich die zu einander gehörigen Bestandteile der Mischung treffen, und zu einem Ganzen verbinden. Diese richtige Erklärung zeigt, warum Laven, die sehr langsam erkalten, mehr ein granitisches und porphyrtartiges Gefüge besitzen werden, schneller erkaltende aber ein basaltisches oder erdiges; denn der ganze Unterschied ihrer Formen besteht, nach unserer obigen Erklärung, darin, daß in Granitlaven alle Bestandteile kristallisiert und in größeren Partien von einander unterschieden sind, in Porphyrlaven die Grundmasse derb, d. h. fein kristallinisch, ist, und in ihr größere einzelne Kristalle liegen, bei Basaltlaven die ganze Masse ein feinkörniges kristallinisches Gefüge hat und bei erdigen Laven die einzelnen Kristalle von fast mikroskopischer Größe sind. Demnach verdanken die Granitlaven und alle granitigen Gesteine einem sehr langsamen Erkaltungsprozeß ihre Bildung, bei den Porphyren ging derselbe schon schneller von Statten, bei den Basalten noch schneller, und am schnellsten bei den feinkörnigen fast erdigen. Dagegen erfolgte bei allen glasartigen Stoffen die Erkaltung momentan und zu schnell, um überhaupt einen Kristallisationsakt zu verstaten. —

Unabhängig von diesen Kristallisationsverhältnissen zeigen uns endlich noch alle Steinlaven die eigentümlichen Erscheinungen der Absonderung und Zerklüftung, welche früher (S. 49) ebenfalls von den kristallinischen und derben Gesteinen erwähnt wurden. Sie bestehen hier, wie dort, in Spaltungs- oder Teilungsflächen, nach welchen die übrigens in sich zusammenhängende Masse zerspringt, wenn die Erkaltung und die damit verbundene Zusammenziehung der Masse weiter fortgeht oder plötzlich sehr gesteigert wird, und scheint nur eine Folge derselben zu sein. Bei manchen Laven und Basalten, wo diese Spaltung einer ganz bestimmten Richtung gefolgt ist, hat sie Formen bedingt, welche Kristallen im Großen sehr ähneln.

Dahin gehören die scheinbar regelmäßigen fünf-, sechs- oder siebenseitigen Säulen der berühmten Basaltgrotte auf Staffa, genannt die Fingalshöhle; oder die ähnlich geformten des Riesendammes an der Nordküste Irlands. An



beiden Orten zerfallen die Säulen durch Querklüfte, deren Flächen bald eben, bald kugelig gewölbt oder ausgehöhlt sind, in gleichmäßige Abschnitte, welche die Täuschung eines künstlichen Baues nur noch vermehren. Auch Deutsche Gegenden bieten uns dieselben Formen dar, namentlich die Eifel an ihren zahlreichen Basaltbergen. Einen derselben, die Landskron im Aartale, sehen wir im Holzschnitte vor uns und

bemerken in der Grotte am Fuße des größeren Basaltkegels. die regelmäßige Säulenbildung deutlich, während wir auf der äußeren Oberfläche der Berge nur eine unregelmäßige Zerklüftung wahrnehmen. Die Kapelle zur rechten ist aus den sechsseitigen Querschichten zertrümmerter Basaltsäulen aufgeführt. Andere Basalte zeigen eine kugelförmig-schalige Absonderung im Großen und bestehen gleichsam aus in einander steckenden Kugelzonen, wie die bei Ober-Kassel am Rhein, nahe bei Bonn. Gewöhnlich haben die Säulen eine senkrechte Stellung, bisweilen aber auch, wie uni St. Michel bei Le Puy in Languedoc (Haute Loire), eine waagerechte. Diese Verschiedenheit hängt ab von der Richtung der größten Abkühlungsfläche, gegen welche die Klüftflächen stets senkrecht liegen. In engen Spalten aufgestiegene Basalte zeigen deshalb horizontal gelagerte Säulen, massig aufgetürmte Kegel oder Kuppen aber senkrecht gestellte. Das gilt für alle Absonderungsflächen. — Auch Laven der Gegenwart sind

ähnlich geklüftet, besonders die ins Meer herabgeflossenen, was deshalb bemerkenswert sein dürfte, weil die Basalte der Fingalshöhle und des Riesendamms, an denen die Säulenbildung am vollständigsten sich zeigt, aus dem Meere hervorragen. Vielleicht hat die dadurch bedingte schnellere Erkaltung die stärkere Zerklüftung des Eruptivgesteines veranlaßt.

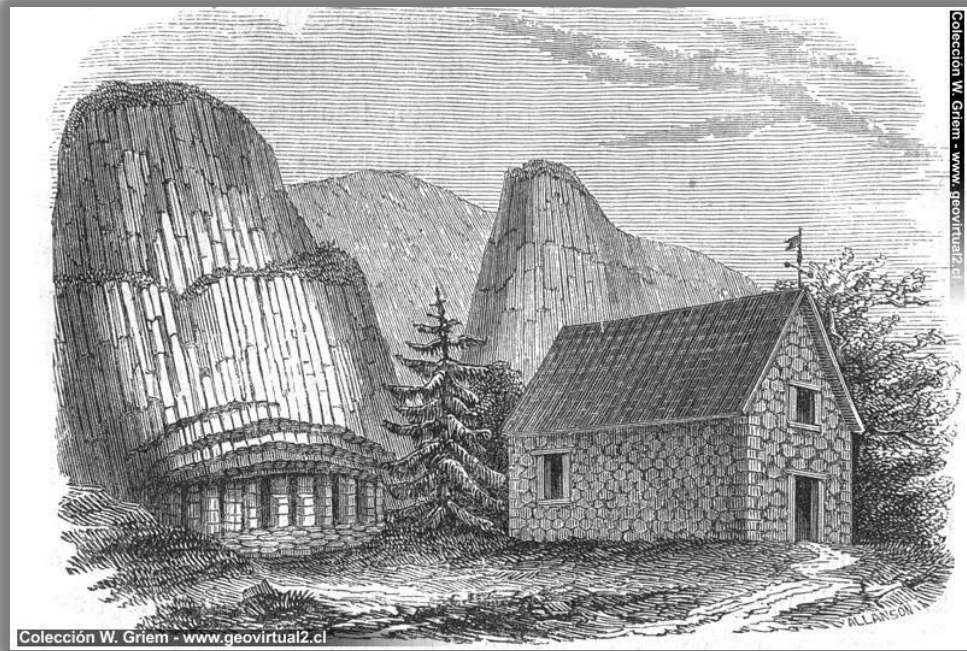


Abbildung 5, p. 72: Basaltkegel auf der Landskron, nach Goldfuss.

[p. 72]

5. Eigenschaften der Vulkane. — Ausbrüche. — Verschiedenartige Eruptions-Stöße.

Wir haben im vorigen Abschnitt kennengelernt, wie wichtige und bedeutsame Resultate sich aus der Beschaffenheit der vulkanischen Auswurfsmassen für die Bildung der kristallinen und derben, im Wasser unauflöslchen Schichten unseres Erdkörpers herleiten lassen, und werden durch diese Erfahrung wohl unwillkürlich dazu veranlaßt, die Eigenschaften und Wirkungen der Feuerberge noch umfassender zu studieren; hauptsächlich in der Absicht um zu erforschen, ob nicht andere in den Bereich vulkanischer Tätigkeit fallende Erscheinungen zu ähnlichen Aufschlüssen über anderweitige Bildungsverhältnisse des Erdkörpers führen könnten. Zu diesem Endzweck beschreiben wir zunächst die Eigenschaften und Tätigkeiten der Vulkane im Allgemeinen.

Vulkane sind kegelförmig aus den mannigfachsten Umgebungen, aus der Ebene, wie aus Gebirgskämmen, selbst aus dem Meere hervorragende Berge, deren Spitze vertieft ist und in einen trichterförmigen Schlund, den Krater, führt, aus welchem bei tätigen Vulkanen von Zeit zu Zeit Rauch, Asche und Auswurfsmassen der verschiedensten Art Hervorbrechen. Die Seitenwände des Kegels sind in der Regel mannigfaltig zerrissen, und führen teils in den Krater, teils ins Innere des Berges, daher auch aus ihnen Auswürflinge, besonders die geschmolzenen Massen oder Laven, gleich glühenden Strömen herabfließen. Die Gebirgsmasse, aus welcher diese Kegel bestehen, ist durchgehends vulkanisches Gestein; teils Basalt, teils Trachyte und bildet in der Regel mantelartig über einander ausgebreitete oder tutenartig in einander steckende Schichten, welche sehr deutlich für eine allmähliche Aufhäufung sprechen. Über die Art und Weise, wie die Aufhäufung des Gesteins erfolgte, sind die Ansichten noch verschieden, und da es überhaupt keinen für alle Fälle gleichartigen Bildungsgang zu geben scheint, so ist es wohl möglich, daß beide Ansichten mit der Natur übereinstimmen.

L. v. Buch, dem wir durch seine vortreffliche Beschreibung des Vesuvs und der Kanarischen Inseln die ersten und besten Aufschlüsse über die Bildung der Vulkane verdanken, nimmt für jeden Vulkan zwei Bildungsbestandteile an, welche er durch die Benennungen von Erhebungs-Krater und Auswurfskrater unterscheidet. Der Erhebungs-Krater ist nach ihm eine vormals horizontal gewesene ältere Schicht der Erdoberfläche, welche an der Stelle lagerte, wo der Vulkan sich bilden wollte, und die kegelförmig emporgehoben wurde, als er selbst durchbrach. Dieser berühmte Geognost erklärt aus einer solchen, an einer Stelle stattfindenden Auftreibung des ursprünglich horizontalen Bodens nicht bloß die kegelförmige Form des Berges, sondern auch seine nach oben stark klaffende mittlere Öffnung und die radienförmigen Einschnitte oder Risse, welche von ihr zum Umfange des Kegelberges hin fortsetzen. Jene Vertiefung in der Mitte nennt man auf den Kanarischen Inseln Caldera, die radienförmigen Einschnitte aber Barancos, und die Wissenschaft hat diese Bezeichnungen beibehalten, wenn das Verhältnis, welches durch sie ausgedrückt wird, deutlich vorhanden ist. Vulkane also, die bloß aus einem solchen Kegel mit deutlicher Caldera und scharfen Barancos bestehen, sind das Erzeugnis einer einmaligen

gewaltsamen Erhebung des Bodens durch vulkanische Agenten, welche aufhörten zu wirken, nachdem sie dies erste großartige Produkt ihrer Tätigkeit geschaffen hatten. Allein die meisten Vulkane, und namentlich fast alle noch tätigen, sind nicht bei einem so vereinzelt, einmaligem Gebilde stehen geblieben, sondern haben ähnliche Auftreibungen von Zeit zu Zeit wiederholt. Mit diesen späteren Eruptionen konnten nun, nachdem die über dem Vulkan liegende Decke gehoben war, nur Auswurfstoffe aus der Tiefe emporgetrieben werden, und da die Masse derselben im Allgemeinen viel geringer ist, als das Material des Erhebungskraters, so mußte sich dieselbe in der Caldera zunächst ansammeln und nach physikalischen Gesetzen kegelförmig aufhäufen. Diese späteren Auswurfstoffe bilden den Auswurfskrater, und seine Mündung ist der wahre Abzugskanal aller noch tätigen Vulkane, der eigentliche Krater. Es leuchtet ein, daß letzterer eine sehr verschiedene Größe haben kann, je nach der Größe des Erhebungskraters, der Masse von Auswurfstoffen und der Anzahl späterer Eruptionen; ja diese werden zumal seine Größe ganz besonders bestimmen und endlich den Auswurfskrater so sehr vergrößern können, daß er nicht bloß über den Rand der Caldera hervorsteigt, sondern die ganze Caldera mit seinen Stoffen ausfüllt und selbst die Schichten des Erhebungskraters noch bedeckt. Dann wird der Unterschied beider Krater verschwinden, oder falls die Auswurfsmassen von denen des Erhebungskraters verschieden sind, nur noch in ihnen die Verschiedenartigkeit des Erhebungskegels vom Auswurfskegel erkannt werden können.

Gegen diese Vorstellung sind nun andere Geognosten mit Einwüfen ausgetreten, welche die Zulässigkeit einer Erhebung der Vulkanschichten in anderer Weise, als durch bloße Aufschüttung oder Aufhäufung, unwahrscheinlich machen wollten. Diese Gegner, unter denen der Englische Geognost Lyell einer der ersten war, behaupten, daß zwischen den Gesteinen des Erhebungs- und Ausbruchskegels kein genügender Unterschied statt finde, sondern daß sie sich ebenso zu einander verhalten, wie die Auswurfstoffe noch tätiger Vulkane aus verschiedenen Zeiten; sei also der eine Kegel aufgeschüttet, so sei es auch der andere. Dann aber wenden sie mit größerem Nachdruck die Form der Barancos ein, welche, wenn sie durch Berstung gehobener Schichten entstanden, natürlich oben in der Nähe des Kraterrandes am breiteten sein und gegen den Fuß des Kegels schmal auslaufen müssen, während sie doch alle gerade umgekehrt oben schmaler, unten breiter sind, und von den vielen in der Regel nur einer bis in die wirkliche Caldera reicht, die anderen aber in der Nähe des Kraterrandes enden. Die Gegner der Erhebungskegel behaupten vielmehr, daß diese Barancos spätere Auswaschungen abfließender Gewässer seien, und geben höchstens von dem bis in die Caldera dringenden Haupt-Baranco zu, daß er auf einer Spaltung beruhe. Sie leiten demnach den Erhebungskrater ebenfalls von einer Aufschüttung der aus der Tiefe emporgestiegenen vulkanischen Massen ab, und nehmen für diesen ältesten und ersten Ausbruch eine sehr großartige Tätigkeit des Vulkans zur Zeit seiner Bildung an, gegen welche die späteren Eruptionen, wenn sie es nicht bis zu einer Ausfüllung der alten Caldera brachten, unbedeutend erscheinen. Die Bildung der Caldera erklären sie ebenso sehr aus der Gewalt, mit welcher diese ältesten und ersten Auswurfsmassen hervorgetrieben wurden, wie aus späteren Einstürzen der Spitze des Kegels, welche erfolgten, als der Vulkan seinen ersten Ausbruch vollendet hatte, und nun die von seinen Ausbruchsstoffen in der Tiefe gelassenen Lücken durch Einstürzen eines Teils der aufgehäuften Massen wieder ausgefüllt werden mußten. Wir werden daher, wenn diese Ansichten die richtigeren sind, nur bei kleineren und allermeistens bei erloschenen Vulkanen einen relativ sehr weiten und großen Krater antreffen müssen, bei noch tätigen aber einen viel kleineren, wenn auch höher aufsteigenden; weil die beständigen Eruptionen immer neue Auswürflinge hervor führen, und das Einstürzen der Spitze bis auf beträchtliche Tiefen hindern. Und so ist es in der Tat.

Dennoch scheint die Buch'sche [*a] Ansicht in vielen Fällen völlig am Orte zu sein, besonders aber dann, wenn geschichtete Lagen den Fuß des Kegelberges umgürten. Davon liefert die griechische Insel Santorin, die letzte der kleinen Kykladen, ein vortreffliches Beispiel, insofern sie mit den beiden kleineren ihr gegenüberliegenden Inseln Therasia und Apronisi einen vormaligen, durch Einbrüche des Meeres geöffneten Krater bildet, in dessen Mitte noch in historischer Zeit viermal neue oder Eruptionskegel aufstiegen, welche die kleinen Inseln Hieria (Palaio Kameni) und Neo Kameni hinterließen. Gegen diese Inseln zu bestehen die Kraterwände aus Trachyt, am äußeren Umfange des Ägäischen Meeres aber aus Tonschiefer, dessen Schichtungsflächen, wie es die Erhebung mit sich bringt, gegen das Meer hin einfallen. Ähnliche Wahrnehmungen sollen an mehreren Inseln unter den kleinen Antillen gemacht sein. Es würde demnach, worauf es doch bei diesen Dingen am meisten ankäme, bewiesen sein, daß auch die Vulkane benachbarte Erdschichten heben können, und daß ihre Bestandteile keineswegs in allen Fällen bloß aufgehäufte Eruptionsmassen sind.

[*a]: Leopold von Buch (*1774 - +1853): Deutscher Geologe, Schüler von Werner in Freiberg, aber später stellte er sich gegen den dogmatischen Neptunismus und erkannte auch die plutonische und vulkanische Bildungsweise der Gesteine an [W.G.].

Die auf solche Weise im Allgemeinen gebildeten Feuerberge zeigen uns nun in gegenwärtiger Zeit eine Tätigkeit, welche hauptsächlich auf Erscheinungen doppelter Art zurückgeführt werden kann; nämlich auf wirkliche Ausbrüche mit Ausbruchsstoffen verbunden, und auf Erschütterungen des Bodens in ihrer Nähe, sogenannte Erdbeben. In der Regel treten beide gleichzeitig auf, oder wechseln in kurz auf einander folgenden Perioden, sich mehrmals in ähnlicher Weise wiederholend. Das majestätische Schauspiel einer solchen Eruption zu schildern, ist demnach, wegen der mannigfachen Wechsellerscheinungen und gleichzeitigen Begebnisse, eine sehr schwierige Aufgabe, und der Erfolg einer solchen Darstellung um so unsicherer, als die größte Überraschung doch immer die unmittelbare Anschauung gewährt, und eine Umschreibung mit Worten nie im Stande sein wird, den Eindruck bloß annähernd hervorzubringen, welchen der Anblick der Erscheinung selbst verursacht.

Geraume Zeit vor dem Eintritt einer wirklichen Eruption pflegen Erderschütterungen das Herannahen einer solchen zu verkünden; besonders wenn der Kratergrund seit einiger Zeit sich mehr gehoben hat, und aus der Trichterform langsam während mehrerer Jahre anschwellend in die einer leicht vertieften Ebene übergegangen ist. Alsdann verlächen auch schon senkrecht aus dem Krater aufsteigende, oberhalb in mannigfachen Wirbeln sich kräuselnde Dämpfe, welche die fruchtbare Einbildungskraft der Italiener seit Jahrhunderten dem schlanken Wuchs der einheimischen Pinien verglichen hat, die bis dahin schlummernde Tätigkeit der unterirdischen Mächte deutlicher und geben den Anwohnenden ein mahnendes Zeichen, daß mit ihnen, um mich der Worte des Dichters zu bedienen, kein dauernder, kein ewiger Bund zu flechten sei. Während an manchen Vulkanen diese Rauchsäulen, in Italien Fumarolen genannt, erst bei bevorstehenden Eruptionen sich einstellen, anfangs leichten Wasserdünsten gleichend, hauchen andere Vulkane beständig solche Dunstmassen aus, und verkünden die Nähe einer Eruption höchstens durch Vermehrung ihrer Fumarole an Umfang und Intensität der sie bildenden Dämpfe, bis zum Ansehen einer schweren, das Haupt des Berges umlagernden Gewitterwolke. Ehe es jedoch zu einer solchen Höhe der Ausbruchs-Erscheinungen aus dem Krater selbst kommt, zeigen die Entwicklung der Eruption andere Zeichen in seiner Nähe an. So vernimmt man in der Regel gleich anfangs ein eigentümliches Getöse, das dem Zischen verdampfenden, auf glühende Kohlen geschütteten Wassers gleicht, sich nach und nach bis zu dem Brausen gewaltsam aus engen Mündungen strömender Dämpfe steigert, und später in wirkliche Detonationen übergeht, wie wenn man fernen Kanonendonner hörte. Mit diesen

Geräuschen verbinden sich leise Beben des Bodens, die bald zunehmen, oder auch jetzt schon sehr heftig sein können, wenn leichte Erderschütterungen allen anderen Erscheinungen vorangingen; ein starker Knall, welcher nun zu erfolgen pflegt, und meistens mit einer plötzlichen Entzündung der Rauchsäule verbunden ist, verkündet dann den wahren Anfang der Eruption, die alsbald mit dem Ausweisen glühender Substanzen beginnt und in ähnlicher Tätigkeit bleibt, so lange sie dauert. Jetzt füllt sich auch der durch jene erste Explosion zerrissene Kratergrund mit glühender Lava, die absatzweise an verschiedenen Stellen hervorquillt; oftmals berstet er während dieses Hebens aufs neue, türmt sich zu kleinen Schlackenkegeln in seiner Mitte oder an den Eruptions- Punkten auf, und stößt um so stärkere, dunklere Rauchwolken mit immer zunehmenden Geprassel aus. Bei einer solchen Steigerung der Rauchmassen ist die Eruption schon in voller Tätigkeit; sie verfinstert mit ihren Dünsten die Tageshelle und läßt kaum noch dem Lichte der strahlenlosen Sonnenscheibe einen schwachen Durchweg; denn ein feiner aschenartiger Staub fällt aus der Luft herab und zeigt an, daß nicht bloß Dampf wolken, daß auch erdige Bestandteile emporsteigen und von den Dämpfen mit fortgerissen aus den kälteren, minder bewegten Luftschichten der Umgebung mit feinen Wassertropfen gemengt wieder herabfallen. Beide überziehen, gleich einer Trauerdecke, alle benachbarten Gegenstände, und töten oft schnell und sicher, sei es durch die Hitze, sei es durch den feinen Staub und die Schwefeldämpfe oder die Säuren, welche dem Wasser beigemischt sind, Pflanzen und Tiere. Dabei sieht man fortdauernd die unteren Teile der Rauchmassen erleuchtet, ja flammend; ein Widerschein der im Krater sich hebenden glühenden Lava, welcher mit sichtbarer Intensität zunimmt, wie diese frisch hervorquillt und nach oben allmählich schwächer werdend in den Dunstmassen sich verliert, zuletzt nur noch die gewölbten Ränder ihrer Wirbel mit einem glühenden Saume bemalend. Immer lauter wird zugleich das Getöse, immer schneller folgen einander die Schläge, und Donner auf Donner treibt die emporlodernden Dampfmassen zu einer schwindelnden Höhe hinan. Oft fahren, von solchen Explosionen getrieben, die glühenden Körper senkrecht durch die Rauchwolken, neigen sich, wenn ihre Fliehkraft erschöpft ist, unter Bogen, und fallen mit prasselndem Geräusch auf die Kraterwände nieder; hier nach allen Seiten gleich Eisenschlacken, die der Hammerschlag abtreibt, zerspringend. Selbst in der Luft trennen sie sich, wenn ein Teil der unförmlichen Masse, größere Schwere besitzend, eine andere Fliehkraft erhalten hat, und strahlenförmig lösen sie sich dann, gleich aufsteigenden Raketen, in ihre verschiedenartigen Bestandteile aus einander. Und immer schneller und schneller folgen die Stöße, immer lauter wird ihr Knall, immer zahlreicher die Menge der emporgeschleuderten Feuerklumpen, immer stärker das Geprassel ihrer fallenden Bruchstücke. Hier erfaßt wohl ein nachfolgender den bereits zurückkehrenden, und die Heftigkeit des Stoßes der sich begegnenden mehrt die Zersplitterung, steigert die gleich platzenden Bomben umhergeschleuderten Scherben. Da naht aufs neue das lange gefürchtete, ängstlich erwartete, schaudervolle Erzittern des Bodens, der dem Andrang der eingepreßten Dämpfe nachgebend sich windet und berstet, und radienförmig nach allen Seiten von der Mitte des Berges aus die Ebene zertrümmert. Und diese Erschütterung ist es, welche unter allen Eruptionserscheinungen den Menschen am meisten schreckt, welche ihn aus dem wirtlichen Dach in die aufgeregte Natur hinaustreibt und nötigt, sehender Zeuge des großen Ereignisses zu sein, das einst in gesteigerter Höhe die Erdoberfläche bildete und denselben Boden aus dem Meere emporhob, den es nun seinen andrängenden Wogen in erneuter Katastrophe wieder preisgibt. Doch das Ende des Unheils, so schauerlich schön in seinen einzelnen Zügen, steht nahe bevor. Schon zeigt sich der glühende Fluß leicht gewölbt über den niedrigsten Stellen des Kraters, schon fließt an einzelnen Punkten die geschmolzene Lava herunter und schlängelt sich langsam, eine feurige zähe Masse, an den Wänden des Kegels fort, die niedrigen, ihr im Laufe begegnenden Gesträuche entzündend, daß sie mit flackernder Flamme auf ihrer Fläche emporlodern. Bald folgt solchen

Vorläufern der feurige Hauptstrom nach. Während aller dieser Erscheinungen immer mehr im Krater emporgestiegen, durch neue, neben den alten hervorbrechende Fluchen näher und näher dem Rande gerückt, endlich sogar polsterartig über den tiefsten Stellen des Randes eine Zeitlang schwebend, sinkt plötzlich, von einem Donnergetön und heftigen Erschütterungen begleitet, die glühende Lava herab, und in demselben Augenblicke strömt sie aus einer entstandenen Spalte tief unten am Fuße des Kegelberges hervor, anfangs vom Drucke der über der Öffnung stehenden Massen selbst fontänenartig aufsteigend und immer breiter, mächtiger in die fruchtbare, von Menschen sorgfältig bebaute Ebene sich ergießend. Schnell windet sich dieser verheerende Fluß mir stets wachsender Gewalt auf der geneigten Fläche zur wirklichen Ebene hinab, und öffnet durch den leer gewordenen Krater den elastischen Stoffen einen Ausweg. Von Asche begleitet und sie mit sich fortführend steigen die Dämpfe einer dunkeln Säule gleich hoch empor und gestalten sich oben in den Lüften zu jener Pinienform, die schon den ältesten Beobachtern auffiel. Dieser majestätische ungeheure Aschenbaum bildet die tragische Schlußscene der ganzen Erscheinung, er breitet seine Krone unheilschwanger über die Ebene aus, und bedeckt sie, sich senkend, mit seinem düsteren Laube auf ewig; an 100 Fuß mächtige Lager hat er einstens über Herculenum und Pompeji [*1] ausgeschüttet. Auf solche Weise begleiten ähnliche Erscheinungen, in größeren, geräuschvolleren Phasen wiederkehrend, den unheilvollen Zyklus der Eruptionsphänomene von ihrer höchsten Ausbildung durch mannigfache Abstufungen rückwärts zu jener unscheinbaren Dampfsäule zurück, welche als der erste Bote so grauenvoller Entwicklungen die Übergangerscheinungen einleitet.

[*1]: Beide Städte sind übrigens nicht gleich stark verschüttet worden. Nur über Herculenum, welches dem Vesuv näher liegt, beträgt die Erddcke gegenwärtig 70—112 Fuß, rührt aber, wie die Durchstiche zeigen, mindestens von sechs verschiedenen Eruptionen her. Pompejis Gebäude haben bloß eine Decke von 12—20 Fuß. Lava hat sich nicht über sie ergossen, das Verschüttungsmaterial besteht nur aus Asche und Lapilli.

Wenn endlich die Tagesbelle diesen durch die großartigsten Leuchtfeuer nur schwach erhellten Finsternissen wieder folgt, so zeigt sich das ganze Bild der Zerstörung in seiner Vollendung; alles urbare Erdreich rings umher ist von ausgeschütteter Asche bedeckt, auf den Wänden des Berges und an seinem Fuße lagern die tausend und aber tausend Bruchstücke der zersprungenen Auswurfsmassen, und zwischen neuen Erdschichten windet sich der noch heiße, glühende, rauchende, ja stellenweis flammende Lavastrom im selbstgebildeten Bette zu einer Tiefe, in welcher ihm die Fallhöhe fehlt und der zähe Fluß in sich seinen Haltpunkt findet. Alles umher gleicht einer trostlosen Einöde, die grünende Pflanzendecke fehlt, die verdorrten Bäume strecken ihre bestäubten Nester blattlos in die düstern Lüfte, und das tierische Leben hat schon längst aufgehört hier zu schlagen, ja es hat in der glühenden Asche selbst die Spuren seines Daseins verloren. — So etwa mochte der Anblick sein, als 79 Jahre nach Christi Geburt der Vesuv aus seinem vieljährigen Schlummer zum ersten Male wieder erwacht war, im Vollgefühl seiner verheerenden Kräfte 30 Quadratmeilen mit seinen Auswürflingen bedeckte und drei volkreiche Städte mit ihren sorglosen Bewohnern in den ewigen Todesschlaf einhüllte [*2] Nur als Schallen ehemaliger Herrlichkeit sollten sie aus den Gräbern nach 1700 Jahren wieder emporsteigen.

[*2]: Man findet in den Ruinen von Herculenum und Pompeji nur sehr wenige menschliche Gebeine, weil die meisten Bewohner Zeit genug hatten, beim Beginn der Eruption die Stadt zu verlassen.

Statt dieser grauenvollen Landschaft zeigt uns der Holzschnitt den Krater des Vesuvs im Zustande schlummernder Tätigkeit, wie er im August 1834, vor den bald erfolgten Eruptionen, sich ausnahm. Man gewahrt im Vordergründe die obersten Ränder des beim Ausbruch vom

Jahre 79 gebildeten, jetzt alten Kraters, und sieht seine fast senkrecht abschüssige Wand an der linken Seite bis zum Hintergründe sich hinziehen.

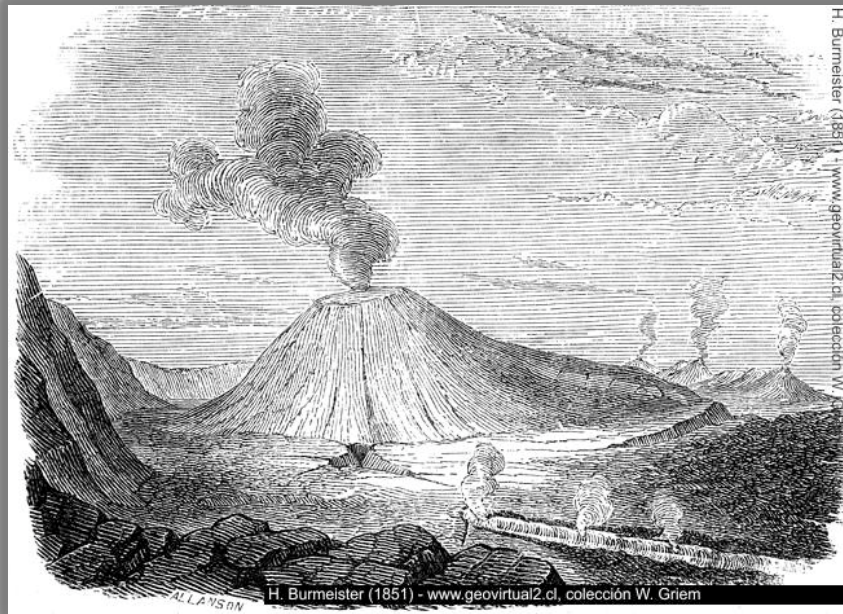


Abbildung 6, p.80: Ausbruch des Vesuvs.

Hier bedeckt sie der neueste Eruptions-Aschenkrater, ein glockenförmiger Berg von mehr als 300 Fuß Höhe, welcher mitten auf dem horizontalen Kraterplateau ruht und nach rechts an eine leichte Erhebung des Kraterbodens sich lehnt, hinter welcher aus einer breiten Spalte kleine Eruptionskegel in mehrfacher Zahl hervorragen. Von da ist der ebene Kraterboden bis zum Vordergrunde mit den wild über einander geschobenen Schlacken erkalteter Lava bedeckt, während in der Mitte des Bildes ein frischer Lavastrom aus dem Boden hervorquillt und zum Rande des Kraters hinabfließt, auf beiden Seiten von aufgehäuften Wällen kalter Schlacken eingefasst. Leichte Fumarolen, wie sie auch aus den Eruptionskegeln entweichen, erheben sich von seiner Fläche; und hinter seiner Quelle gähnt am Fuße des großen Aschenkegels eine andere leere Spalte mit leicht gehobenen Rändern. Der übrige Boden ist von Asche und Lapillis bedeckt, deren lockere Schicht noch stellenweis die Furchen zeigt, in welchen frühere Lavaströme sich bis zum Rande des an der äußersten rechten Seite bereits von ihnen überwölbten alten Kraters hinwanden.

Untersuchen wir jetzt die im Zusammenhänge dargestellten Ausbrucherscheinungen im Einzelnen, so ergeben sich uns hauptsächlich vier verschiedene Auswurfstoffe, nämlich Rauch, Asche, emporgeschleuderte Körper und Lava, als Gegenstände der Betrachtung. Jeder von ihnen hat wieder sehr mannigfache Bestandteile und bedarf deshalb einer ausführlicheren Erörterung.

Zunächst der Rauch ist, so lange er noch eine weißliche Farbe besitzt, größtenteils bloßer Wasserdampf, der allen anderen Eruptionerscheinungen voranzugehen pflegt, weil zu seiner Bildung, zur Verdunstung des Wassers, die allergeringsten Hitzegrade erforderlich sind. Aus demselben Grunde strömt er an sehr vielen, besonders größeren Vulkanen beständig aus, weil immer in ihrer Tiefe ein Hitzegrad vorhanden ist, der Wasser siedend machen und in Dampf verwandeln kann. Über den Ursprung dieses Wassers ist vielfältig gestritten worden und noch mehr über seinen Anteil an dem Ursprung der vulkanischen Eruptionen überhaupt; es scheint

indes bei allen Vulkanen, die nicht in unmittelbarer Nähe des Meeres sich befinden, das atmosphärische Wasser zu sein, was der Vulkan, sobald es bis in den Bereich seiner gesteigerten Temperatur gekommen ist, in Dampf verwandelt und als solchen aushaucht. Eine frühere Annahme, daß es nur Meerwasser sei, welches in der Tiefe einen Zugang zum Herde des Vulkans gefunden habe, und daselbst durch die schnelle Oxydation aufgehäufter Metalle, namentlich des Kali-Metalls, die hohen Hitzegrade, die Expansionen und überhaupt alle Eruptionerscheinungen veranlasse, hat in neuerer Zeit keine Vertreter mehr gefunden, und ist als eine unnötige oder nicht zu beweisende Hypothese wieder verlassen worden. Auch spricht die Entdeckung großer tätiger Vulkane im Inneren Asiens gegen die Möglichkeit, daß Meerwasser zu ihrem Herde gelangen und nur dieses vulkanische Erscheinungen bedingen könne. Wir sind daher genötigt, wie für die Quellen, so auch für die Wasserdämpfe der Vulkane, das von der Erddecke eingesogene atmosphärische Wasser als wichtigsten Urquell anzunehmen, und glauben, ohne das Meerwasser in den Fällen, wo es den vulkanischen Herd zu erreichen in> Stande ist, von seiner Teilnahme am vulkanischen Prozeß ausschließen zu wollen, in den Untersuchungen, welche den Ursprung des Quellwassers aus der Atmosphäre dargetan haben, auch hinreichende Beweise für diese zweite Annahme zu finden. — Reine Wasserdämpfe sind indessen selten, und werden gewöhnlich nur im Zustande schlummernder Tätigkeit, ja selbst dann kaum, ausgeschieden; die meisten Wasserdämpfe enthalten zugleich andere Gase, ja selbst feste Stoffe, die bloß durch die Hitze des Vulkans dampfförmig gemacht wurden. Vorzüglich sind es Schwefeldämpfe, welche die Wasserdämpfe begleiten, und während der Produktion beider zu mannigfachen chemischen Verbindungen sich gestalten. — Wir treffen daher fast überall Schwefelwasserstoffgas, schwefelige Säure und selbst reine Schwefeldämpfe in den Fumarolen an. — Diese Stoffe verraten sich leicht und schnell durch eigentümliche Gerüche (der des Schwefelwasserstoffs gleicht dem stinken der faulen Eier), und tragen einen Teil der nachteiligen Wirkungen in sich, welche von den vulkanischen Dämpfen auf die Umgebungen des Vulkans ausgeübt werden. In die Luft ausströmend, setzt der Schwefel sich wieder in fester Gestalt an, und bildet gelbe pulverförmige Überzüge an den Rändern von Spalten und Ritzen, aus welchen er hervorströmt; auch in hohlen Räumen sammelt er sich, und findet sich nicht selten kristallisiert in Gesellschaft von Gips ganz ähnlich, wie wir ihn auf Gängen und Lagern im Urgebirge antreffen. Die Schwefelsäure geht wohl Verbindungen mit Salzbasen ein, und scheint einen Teil des kohlensauren Kalkes in Gips zu verwandeln, der bekanntlich eine Verbindung von Kalkerde und Schwefelsäure ist. Aus dem häufigen Vorkommen des Schwefels in fast allen vulkanischen Ausbruchsstoffen scheint sich somit die häufige Anwesenheit des Gipses, zumal als feinkörniger oder Alabaster, zu erklären. Auch mit Tonerde verbindet sich die Schwefelsäure, und bildet auf solche Weise, erdige Massen zersetzend, den Alaunstein, der in manchen vulkanischen Gegenden (Ungarn, Frankreich) gefunden wird. — Nächst den Schwefelverbindungen sind es besonders Chlorverbindungen, welche in den vulkanischen Dämpfen Vorkommen. Die wichtigste dieser Verbindungen ist die Salzsäure, welche aus Chlor und Wasserstoff besteht; leicht kenntlich an ihrem stechenden Geruch und der schneeweißen Farbe ihrer Dämpfe. Sie findet sich indessen minder häufig, als die Schwefelsäure, und wenn sie vorkommt, mehr an Salzblasen gebunden, namentlich mit dem Natron als Kochsalz [*3], und mit Ammonium als Salmiak.

[*3]: Bei der Bildung des Kochsalzes verwandelt sich die Salzsäure, indem sie ihren Wasserstoff abgibt, in Chlor und es entsteht Chlornatrium. Vergl. die Note S. 38.

Letzteres Salz ist sehr flüchtig, daher Dämpfe desselben, ganz wie Schwefeldämpfe, in den Fumarolen enthalten sind, und ähnliche Überzüge an Stellen bilden, wo die kältere Atmosphäre die Dämpfe nötigt, eine feste Form anzunehmen. Selbst das Kochsalz ist flüchtig bei einer

Temperatur, welche dem Glühpunkte des Eisens nahe kommt, und bildet aus demselben Grunde Salzkrusten an verschiedenen Stellen mancher Vulkane. Namentlich sind solche Salzabsätze häufige Erscheinungen am Vesuv, wo sie von den ärmeren Volksklassen begierig ausgesucht und als Quellen von Erwerb benutzt werden. Auch der Hekla auf Island produziert Kochsalz. Seltener als Chlor und Schwefel ist in den Fumarolen der Kohlenstoff, doch nur in einer Form, nämlich in seiner Verbindung mit Sauerstoff als Kohlensäure enthalten. Man kennt sie besonders in den Fumarolen der südamerikanischen Vulkane und vermutet, daß die vielen Kohlensäure haltigen Quellen, deren kühlende Wasser, gleich dem von Selters, durch Aufbrausen oder Blasenentwicklung das flüchtige Gas zu verraten Pflügen, seinen Besitz einer schlummernden vulkanischen Tätigkeit verdanken, besonders weil man solche Quellen oder Sauerbrunnen fast nur in der Nähe von vulkanischen Gebirgen antrifft. Manche dieser Gegenden hauchen geradezu Kohlensäure aus, wie z. B. die berühmte Hundsgrotte bei Neapel, welche ihre untere, letale Schicht ebenfalls dem Ausströmen der Kohlensäure schuldet. In allen Kellern Neapels wird sie in überwiegender Menge angetroffen, ja in längere Zeit verschlossen gewesen ist sie so mächtig, daß hineintretende Personen sofort betäubt werden und bewußtlos niederstürzen. Die Italiener haben sie auch seit geraumer Zeit an ihrer nachteiligen Wirkung auf die tierischen Organismen und den Menschen kennengelernt, wiewohl sie der Atmosphäre kein eigentümliches Ansehen gibt, und Stellen, wo sie in Masse aufsteigt, Mofetten genannt — [*4].

[*4]: Die Kohlensäure entweicht aus den Vulkanen am beträchtlichsten im Zustande schlummernder Tätigkeit und wird vorzugsweise von den Vulkanen Quito entwickelt, weil diese keine heftige Eruptionen mehr machen. Sie soll vom kohlensauren Kalk benachbarter Lager herrühren und durch Glühen desselben in der Tiefe aus ihm entbunden werden, gleich wie das Kochsalz aus dem Meerwasser, welches bis zum vulkanischen Herde hinabdrang. —

Dies sind die wichtigsten Stoffe, welche in Dampfgestalt die Fumarolen bilden, und in der Regel auch dann in ihnen sich finden, wenn keine andere Eruptionerscheinung jene Rauchsäule begleitet. Ihre Einwirkung auf die Umgebung ist, wegen so vielfacher Bestandteile, höchst mannigfach und je nach den Lokalitäten verschieden; ich gedenke hier deshalb nur einer mehr allgemeinen Wirkung, die im Entfärben vieler Gesteine durch diese Dunstmassen besteht, und wohl von den bereits erwähnten Überzügen unterschieden werden muß. Da, wie oben erwähnt wurde, ein Hauptfärbemittel aller dunkeln Laven das Magneteisen ist, so wird die Entfernung desselben durch Säuren, welche mit ihm im Wasser lösliche Verbindungen eingehen, Ursache, daß die Laven nach und nach eine weißliche Farbe annehmen, und endlich ganz der Kreide gleichen. Die berühmte Solfatara bei Neapel ist ein solcher durch schwefelsaure Dämpfe entfärbter vulkanischer Herd, und die Liparischen wie kanarischen Inseln zeigen ähnliche Vorkommnisse. Übrigens entfärben sich manche Laven leichter und schneller, als andere, und so kann es kommen, daß einzelne Vulkane stellenweis mit entfärbten Streifen versehen sind, anderweitig aber ihre dunkle Farbe behalten.

Die Asche, welche oben als zweiter Teil der Auswurfstoffe aufgeführt wurde, stellt sich in der Regel erst um die Mitte einer Eruption oder gegen Ende derselben ein und besteht aus fein zerteiltem Erdreich, das bald das Ansehen eines grauen Mehles hat, bald gröber ist und mehr Kies gleicht, daher in dieser Form auch Sand genannt wird. Sie ist in beiden Gestalten nur fein zerteilte Lava, gleichsam gepulverte erdige Lava, deren einzelne Partikelchen, seien sie fein oder grob, aus kleinen Kristallen von Feldspat, Augit, Titaneisen, Magneteisen, Olivin und anderen Bestandteilen der Laven bestehen, welche der aufsteigende Dunst wegen ihrer Leichtigkeit mit emporhebt und weithin über die Ebene ausschüttet [5*].

[*5]: Zahlreiche wertvolle Untersuchungen von Ehrenberg haben seitdem nicht bloß in der losen vulkanischen Asche, sondern auch in den zusammengebackenen vulkanischen Tuffen, selbst in Bimssteinen, sowohl neuen als älteren, organische Beischlüsse nachgewiesen, namentlich die Kieselgerüste der Bacillarien und Phytolitharien. Wenn einige Naturforscher, durch den wässerigen Ursprung solcher Organismen verleitet, die genannten vulkanischen Produkte für neptunische Gebilde erklären wollten, so hätten sie dazu freilich keinen genügenden Grund; vielmehr stellen sich die beobachteten Tatsachen nur in die Reihe der vulkanischen Schlammeruptionen und des Auswurfes toter Fische bei Ausbrüchen in der Cordillere Amerikas. Alle drei Phänomene beweisen nicht mehr, als daß superfizielle Gewässer mit ihren organischen Bewohnern einen Zugang zum vulkanischen Herde finden, und später mit den geschmolzenen vulkanischen Produkten gemischt durch den vulkanischen Schlund wieder an die Oberfläche gelangen. In dieser Beziehung sind Ehrenberg's Entdeckungen von hohem Interesse und werden es immer mehr durch die Ausdehnung, welche sie unter seinen rastlosen Händen erhalten. Namentlich scheint es mir von Wichtigkeit zu sein, durch die organischen Beischlüsse den Nachweis liefern zu können, daß zu gewissen Vulkanen (Island, Eifel) süße Gewässer einen Zugang haben, weil von ihnen Süßwasser-Organismen ausgeworfen werden, während andere Vulkane Seegeschöpfe (Patagonien) heben, und wieder andere nur unorganische Produkte (kanarische, Liparische Inseln). Man vergl. die Berichte über die Verhandl. der Bert. Akademie. Juni 1846.

Die Asche ist auch die Ursache des dunkeln Ansehens der Fumarolen, wie des trüben Sonnenlichtes während der Eruption überhaupt, weil sie sich in solcher Menge in der Luft befindet und wegen ihrer Feinheit so langsam niederfällt, daß sie die Atmosphäre gleichsam erfüllt und den meisten Lichtstrahlen keinen freien Durchgang mehr verstellt. Wie übrigens die Lava sich so sein zerteilen könne, weiß man noch nicht mit Gewißheit; allein die Möglichkeit dazu muß leicht und allgemein sein, da die ausgeworfenen Quantitäten Asche sehr beträchtlich sind, und namentlich bei jenem denkwürdigen ersten Ausbruch des Vesuv bloß sie die genannten drei Städte verschüttete. Sie war, nach des jüngeren Plinius Aussage, so mächtig, daß noch zu Misenum, über 5 Meilen in geradliniger Entfernung vom Vesuv, die Tageshelle verfinstert wurde, und in Stabiä, wo der ältere Plinius umkam, eine Dunkelheit herrschte, wie in einem verschlossenen Zimmer, in dem man plötzlich die Lichter auslöscht. Und in der Tat muß ihre Menge groß gewesen sein, da gleichzeitige Schriftsteller versichern, man habe zu Rom, wie an der Afrikanischen Küste, ja selbst in Syrien ihr Fallen bemerken können. Einige Beobachter leiten die Aschenbildung von den plötzlichen Ausbrüchen der entweichenden Gase durch die flüssige Lava ab; sie lassen den glühenden Fluß in Aschenform auseinandersprühen, dann erkalten und auf diese Weise zu der Asche Veranlassung geben. Dafür spricht auch der Umstand, daß große Quantitäten Asche erst dann ausgeworfen werden, wenn schon viele flüssige Lava im Krater vorhanden ist, und kurz nach dem Abfluß der Lava auch die meiste Asche ausgeleert wird. Daß sie häufig mit feinen Wassertropfen oder Wasserdämpfen verbunden ist, wurde schon früher erwähnt; sie bildet daher mitunter, wenn sich diese Wassermassen zu wirklichen Gewitterregen anhäufen, was am Vesuv mehrmals der Fall gewesen ist, einen schlammigen Überzug auf dem Boden, und rechtfertigt in dieser Form die übliche Bezeichnung eines Aschenregens.

Leichter erklärt sich der Ursprung jener glühenden Körper, welche unter Explosionen durch die Dampf Wolken emporsteigen und fallend die mancherlei Bruchstücke bilden, welche man in Italien Lapilli oder Rapilli (nach der Sprechweise des gemeinen Volkes, welche sich sonderbarer Weise in diesem Falle die größere wissenschaftliche Geltung erworben hat) zu nennen pflegt. Sie sind ihrer ganzen Beschaffenheit nach Bruchstücke der Kraterwände oder losgerissene

Lavamassen, welche die entweichenden Dämpfe sowohl abtrennen, als auch emporschleudern. Von der jedesmaligen Kraft, die eine solche durchbrechende Dampfmasse besitzt, hängt teils die Größe der Lapilli, teils die Entfernung ab, bis zu welcher sie emporgeschleudert werden, und ebenso folgt aus ihrem Ursprünge von der Kraterwand oder aus der Lava selbst ihre bald schwarze, bald glühend-rote Farbe und Beschaffenheit. Lapilli der zweiten Art erkalten natürlich sehr schnell, weil sie nur wenig Umfang haben, und nehmen aus demselben Grunde die Glasform der Laven an, gleichen also Schlacken völlig. Eben deshalb zerspringen sie so leicht und zerteilen sich in viele kleine Stücke von Erbsen- bis Nußgröße. Ist ihr Emporsteigen mit Detonationen verbunden, so scheinen sich entzündende, hell aufflammende Gase [*6] sowohl die Ursache des Knalles als auch des Emporschleuderns der Materien zu sein, welche später zu Lapilli sich gestalten; dagegen ist ein stärkeres Andrängen nicht entzündlicher Dämpfe mit Erderschütterungen und Hebung von Lava verbunden. Beide Erscheinungen sind also Resultate einer Ursache, sie erklären es, warum mit den letzten Hebungen, durch welche die aufgehäuften Lavamassen über den Kraterand emporsteigen, auch die stärksten Erschütterungen des Bodens verbunden zu sein pflegen.

[*6]: Man hat viel gestritten, ob die Feuererscheinungen bei einer Eruption wirkliche Flammen sind, oder bloß von glühenden Körpern herrühren. Es scheint jetzt diese Meinungsverschiedenheit dahin entschieden zu sein, daß wahre Flammen nur von Zeit zu Zeit unmittelbar an den Spalten und Riffen des Kraters sich zeigen, die großen Feuermassen der Dampfsäule aber von der glühenden Asche hervorgebracht werden. —

Von dem letzten Auswurfstoffe, der Lava, ist schon im vorigen Abschnitte ihren Bestandteilen und ihrer Form nach die Rede gewesen, es scheint daher unnötig, hier andere Eigenheiten als solche zu erörtern, die dort noch nicht zur Sprache gebracht werden konnten. Besonders ist es die Art des Emporsteigens, welche uns sowohl in ihren Erscheinungen, als auch in ihren Ursachen interessieren muß. Zwar hebt sich die im Krater stehende Lava, wie bereits früher erwähnt wurde, nach und nach, aber nicht bloß zur Zeit der Eruption, sondern öfters schon lange vorher, ehe noch irgendeine andere Eruptionerscheinung wahrgenommen wird. Wir müssen zu diesem Endzweck die Beschaffenheit des Kraters kurz nach einem Ausbruch betrachten und bemerken, daß derselbe bald nachdem die Lava abgeflossen ist, zusammenzustürzen und zu einem tiefen Trichter sich zu gestalten pflegt, dessen Grund selbst eine Einsenkung, gleichsam ein Abzugsrohr ins Innere besitzt. Dieser Kanal verstopft sich in der Regel zuerst und verschließt dadurch den inneren Teilen des Vulkans ihre Mündung. Geraume Zeit, selbst Jahre, ja Jahrzehnte kann der Krater die Beschaffenheit einer trichterartigen Vertiefung behalten, und so lange sie bleibt, ist alle Furcht vor Eruptionen unnötig; bemerkt man aber, daß der Boden des Trichters sich zu heben anfängt, daß der Trichter immer flacher und flacher wird, so ist ein Zeichen vorhanden, daß Eruptionerscheinungen bevorstehen. Doch können noch Jahre über ihre Ausbildung hingehen. So fand Babbage den Krater des Vesuv gleich nach der Eruption im Jahre 1822 an der höchsten Stelle des Randes 880, an der niedrigsten etwas über 430 Fuß tief, welche Tiefe bis März 1827 unverändert blieb; von der Zeit an hob sich der Grund bis zum August 1830 um 200 Fuß [63m], und diese Hebung dauerte in gleichem Grade bis zum September 1831 fort, um welche Zeit ein im alten Krater gebildeter neuer Eruptionskegel den früheren Kraterand überragte. Lavamassen, die in seiner Umgebung hervorquollen, glichen den Unterschied zwischen ihm und dem alten Kraterande völlig aus, und flossen endlich im Oktober desselben Jahres über die tiefsten Randstellen in mehreren Strömen am Kegel hinunter; ein Phänomen, das drei Jahre hinter einander absatzweise fort dauerte, bis im August des Jahres 1834 der neue Kegel unter heftigen Erschütterungen einsank und einen Trichter hinterließ, aus dessen Grunde zwei unabsehbare, durch einen schmalen Damm getrennte Schlünde ins Innere hinabführten.

— Die eben erwähnte Art, wie die Lava sich hebt, ist übrigens die gewöhnliche; sie steigt zwar anfangs durch gleichmäßige Hebung des Bodens im Krater, allein später, wenn die obersten Schichten zäher geworden sind, bilden sich auf dieser Decke neue Eruptionskegel, an deren Seiten, wie an den Rändern des alten Kraters, von Zeit zu Zeit glühende Lavaströme hervorbrechen und den Boden durch Überfließen erhöhen, bis auch sie wieder zäher geworden von späteren Strömen überflutet werden. Der letzte von diesen bahnt sich dann über den Kraterand eiteln Weg, und fließt am Berge hinunter, doch gewöhnlich nur eine kurze Strecke; der Hauptabfluß der Lava erfolgt durch eine neu entstandene Spalte des Kegels näher dem Fuße und stürzt mit um so größerer Gewalt hervor, je tiefer am Berge abwärts diese Mündung befindlich ist. Nur bei sehr heftigen Eruptionen sind solche Ströme mächtig genug, um sogleich bis in die Ebene gelungen und hier sich ausbreiten zu können [*7].

[*7]: Bei der letzten Eruption des Ätna (im November 1843) durchfloß die Lava in 8 Tagen (vom 17.—23.) einen Raum von 5 geogr. Meilen Länge und erreichte dabei stellenweise 1/4 Meile Breite. Die Spalte, aus welcher dieser mächtige Lavastrom hervorbrach, befand sich gegen Westen in der wüsten Region des Berges, war 400 Schritte lang und etwa 50 Schritte breit; sie entstand aus 10 einzelnen Eruptionspunkten, die in radialer Richtung hinter einander lagen.

Daß die Ursachen dieser Hebungen in der Ausdehnung neu gebildeter, einen Ausweg suchender Gase oder Dämpfe ihren Grund haben, wird allgemein und mit Recht angenommen. Ihre Expansionen verursachen anfangs die Erschütterungen des Bodens, welche wirklichen Eruptionen voranzugehen pflegen, und da die Decke überall am leichtesten nachgibt, wo der geringste Widerstand ist, so treiben sie in der Richtung des Kraters diesen Widerstand empor, entweichen auch zum Teil in dieser Richtung, heben dabei fortdauernd die Decke, schleudern beim Durchbruch Asche und Lapilli heraus, und sprengen endlich die Wand des Kegels, wenn die im Krater aufgehäufte Lava einen zu großen Druck auf die in der Tiefe steckenden Dämpfe ausübt, und sie nötigt, durch- die Kraterwand selbst einen Ausweg zu suchen. Inzwischen sind die heißen Schlünde durch diese Spalte entleert, die pressenden Dämpfe entweichen nach oben, und führen Asche, Bruchstücke des Kegels aller Art mit empor; kein Widerstand hält die noch unten im Krater befindliche Lava, ihrer Schwere gemäß zu fallen, sie sinkt wieder in die Tiefe hinab, der alte Schlund bildet sich aufs Neue, und die ganze Erscheinung wiederholt sich in ähnlicher Weise nach Verlauf eines Zeitraums, der ausreichte, neue hebende Dämpfe, neue Eruptionsstoffe zu bilden. Dies ist im Kurzen die Theorie aller Eruptionen; verfolgen wir dieselbe noch ausführlicher an den Bodenerschütterungen, welche sie begleiten oder ihnen vorhergehen, aber auch selbständig an vielen Orten, die keine tätige Vulkane besitzen, auftreten.

[p.89]

6. Erdbeben, ihre Ursachen und Wirkungen. — Stehen im Zusammenhange mit Vulkanen.

Unter allen Naturerscheinungen, die den Menschen mit Schrecken und Angst erfüllen, die Allgewalt der im Verborgenen wirkenden Naturkräfte offenbaren, und ihn in seiner Ohnmacht solchen Kräften gegenüber zeigen, sind die Erdbeben die großartigsten und ergreifendsten; denn sie vernichten, in einem einzigen Moment volkreiche Städte mit ihren Bewohnern, senken Ebenen in die Tiefe, treiben Berge aus ihnen hervor, und ergießen aufgetürmte Wogen über das wehrlose Festland, Alles zerstörend, was der Mensch im Schweiß seines Angesichtes seit Jahrhunderten mühsam auf ihm sich erworben und von Geschlecht zu Geschlecht fortgeerbt hat. Deshalb sind sie mit Recht die gefürchtesten aller Schrecknisse, furchtbarer als Feuers- und Wassersnot, furchtbarer noch als beide mit Stürmen vereint, wenn die tobende Windsbraut sich der Flammen bemächtigt, oder schäumende Wellen über die Ebenen treibt; denn stets ist die Zerstörung, welche diese Elemente anrichten, eine mehr örtliche, auf kleinere Flächen beschränkte. Aber die Erdbeben durchzucken mit einem Male ganze Provinzen, zerstören mit einem einzigen Schlage die größten Städte, und begraben Tausende zu gleicher Zeit unter ihren Trümmern. Nie hat eine Feuersbrunst, eine Wassersnot, oder ein Orkan 40,000 Menschen auf einmal getötet, wie 1794 am 4. Februar das große Erdbeben, welches Quito zerstörte; oder 1755 bei dem Erdbeben, welches vom 1. November an Lissabon verheerte, und wobei 24.000 Menschen umkamen [*a]. In Kalabrien rechnete man nach dem großen Erdbeben vom Februar 1783 über 30,000 Tote; das Erdbeben zu Caracas am 26. März 1812 begrub 10.000 durch vorangegangene leichtere Stöße sorglos gewordene Einwohner unter den Trümmern der Stadt [*1].

[*a]: Das Erdbeben von Lissabon hatte eine Magnitude von 8.5 – 9 (Richter) und nach heutigen (2020) Schätzungen kamen zwischen 30.000 bis 100.000 Menschen bei dem Erdbeben, dem Tsunami ums Leben [W.G. 2020].

[*1]: Das Jahr 1846 ist außerordentlich reich an Erdbeben und vulkanischen Erscheinungen gewesen; zu den bedeutendsten gehörten das Erdbeben in Toskana am 14. August, und die große Eruption des Hekla seit dem 2. September 1843. In Deutschland wurden besonders die Rheingegenden am 29. Juli heftig erschüttert. Vergl. die Schriften von Nöggerath (das Erdbeben v. 29. Juli. Bonn. 1847. 4.) und Bögner (das Erdbeben und seine Erscheinungen. Frankf., a. M. 1847. 8.)

Phänomene von so gewaltigen Wirkungen können nicht ohne Einfluß sein auf die Gestaltung der Erdoberfläche, und da unter allen bisher betrachteten Umwälzungs-Ursachen die Erdbeben offenbar die großartigsten sind, so werden wir schon deshalb ihnen eine Hauptrolle in den Revolutionsepochen zuerkennen müssen. Von ihrer Bedeutung in diesen werden wir aber nur dann eine klare Vorstellung gewinnen können, wenn wir ihre Wirkungen in gegenwärtiger Zeit genauer kennen gelernt haben.

Die Bewegungen des Bodens, welche wir mit dem Namen von Erdbeben belegen, zeigen eine dreifache Verschiedenheit, und sind teils stoßförmige, teils wellenförmige, teils wirbelnde. Wie verschieden in sich diese drei Bewegungen auch sein mögen, dennoch scheint keine allein ein Erdbeben von irgendeiner Bedeutung zu bilden, vielmehr in jedem je nach den verschiedenen Standpunkten der Beobachter die eine oder die andere Bewegung sich gleichzeitig kund zu geben. Am seltensten jedoch, und immer nur bei den gewaltigsten Erschütterungen, hat man die wirbelnde oder drehende Bewegung wahrgenommen. Kleine einfache Schwankungen des Bodens Verraten sich gewöhnlich unter der Form von Wellenbewegungen; einzelne isolierte doch oftmals ziemlich heftige Bewegungen scheinen von senkrechten Stößen herzurühren, und in einem einmaligen Auf- und Absteigen des Bodens mit nachfolgenden leichteren Erzitterungen zu bestehen. In jeder großartigen und gewaltigen Erderschütterung aber zeigt es sich deutlich, daß in der Gegend der heftigsten Einwirkungen die Bewegung einem drehenden Wirbel gleicht, der den einfachen Hauptstoß umgibt, und von ihm aus sich wellenförmig nach allen Seiten in die benachbarten Umgebungen fortpflanzt. So war es namentlich bei den gewaltigen Eruptionen, die Kalabrien und Lissabon zerstörten.

Daß Erdbeben von unterirdischen, nach oben drängenden Gewalten herrühren, ist keinem Zweifel mehr unterworfen; auch ergibt sich aus dieser Art ihres Ursprungs von selbst die schon erwähnte Verschiedenheit der Bewegungen. Geht die drängende Kraft senkrecht nach oben, von gleichmäßig leitenden Erdschichten fortgepflanzt, so wird das Resultat derselben eine einfach aufstoßende Bewegung sein müssen, die in dem ganzen erschütterten Erdstrich um so weniger sich fühlbar macht, je weiter der getroffene Punkt von derjenigen Stelle, auf welche der Stoß senkrecht wirkte, entfernt ist. In einem solchen Falle läßt sich um die Bewegungen ein Kreis oder eine Ellipse zeichnen, innerhalb welcher sich der Landstrich befindet, auf den der Stoß seine Wirkungen äußerte. Diese Fläche bildet den Erschütterungskreis, und seine Bestimmung, Größe, Ausdehnung und Lage zu benachbarten Umgebungen, zumal Gebirgen, ist wichtig, wenn man Erdbeben mit wissenschaftlicher Schärfe feststellen und ihre Beziehungen zu anderen Erscheinungen abwägen will. Aber nicht alle Erdbeben wirken in dieser Art, viele zeigen sich bloß einseitig in einer bestimmten Richtung, und werden innerhalb dieser Richtung ebenfalls mit verschiedener Intensität beobachtet. Solche Erdbeben haben immer eine wellenförmige Bewegung, und bringen durch dieselbe höchst merkwürdige Wirkungen hervor. Während nämlich bei senkrechten Stößen, und noch mehr bei Wirbelbewegungen, die Oberfläche und besonders die auf ihr befindlichen Gebilde des menschlichen Kunstfleißes, vollständig zertrümmert zu werden Pflegen, sobald der Stoß mit irgend einer genügenden Heftigkeit wirkte; ist es bei gradlinig fortschreitenden Wellenbewegungen häufig und auch einleuchtend, daß senkrecht gegen die Stoßlinie stehende Gegenstände zertrümmert werden, während die ihr folgenden oder parallelen unversehrt bleiben. Diese Tatsache ist daher wichtig für spätere Beobachter, welche aus den Wirkungen auf die Ursachen und Richtungen der Bewegung schließen müssen; und es gibt ihnen also die Untersuchung der Trümmer ein Mittel an die Hand, zunächst die Richtung und dann vielleicht auch die Ursache zu erkennen. Auch die bloße Beobachtung des Bodens kann dies leisten, wenn derselbe zertrümmert wurde und Spalten riß; was bei heftigen Erdbeben nicht selten der Fall ist. Liegen die entstandenen Spalten parallel und in einer Richtung, so weisen sie auf kleinere Erdbeben mit Wellenbewegung verbunden hin; gehen die Spalten strahlenartig von einem Mittelpunkte aus, so wird der Erdstoß ein einfacher senkrechter gewesen sein; bilden sie Bogen um einen Mittelpunkt, so werden wir an wirbelnde Erdstöße denken müssen. Die Beachtung dieser verschiedenen Erscheinungen ist übrigens für die Erklärung früherer Erdbildungsphänomene von großer Wichtigkeit und kann uns besonders, wie sich bald zeigen wird, über die Form der Gebirge und Gebirgszüge interessante Aufschlüsse

erteilen. Beachtenswert!) ist in dieser Beziehung auch die Art und Weise, in welcher auf einander folgende Stöße sich zu einander ordnen: ob sie sich auf derselben Stelle wiederholen, ob sie in einer Richtung einander folgen, oder ob sie sich über eine gewisse Fläche verteilen. Das Erdbeben, welches 1783 Kalabrien verwüstete, bot z. B. den zweiten der drei unterschiedenen Fälle dar; denn seine drei Hauptstöße vom 5. Februar, 7. Februar und 28. März lagen in einer Linie hinter einander, jeder Stoßpunkt etwa um 5—6 Meilen vom anderen nordostwärts entfernt. Die gerade Linie, welche sie beschrieben, folgte dem Hauptzuge der Kalabrien durchlaufenden Bergkette, auf dem westlichen Abhänge gegen Sizilien hin sich haltend. Aus dieser Lage der Stoßpunkte erklärt es sich nun leicht, warum die Ostseite Kalabriens viel weniger betroffen wurde, als die westliche, warum ferner die Gegenden in der Richtung der Stoßlinie so grauenvoll verwüstet waren, und warum endlich noch bis nach Sizilien hinein die Stöße verheerend wirkten, während die Ostseite Kalabriens ziemlich verschont blieb. Offenbar setzte nämlich der starke Gebirgsstock den Erschütterungen nach dieser Seite hin einen Damm entgegen, und schwächte sie durch seine Festigkeit; während die leichter beweglichen Schichten am Westabhänge nicht bloß überhaupt stärker erschüttert wurden, sondern auch in der Richtung der Erschütterungsradien gegen das Meer hin einfallen, mithin zur Fortpflanzung der Erschütterungen, die sie selbst erfuhren, nach dieser Seite hin sich ganz besonders eigneten.

Sehr wichtig ist also für die Fortpflanzung der Stöße der Boden des betroffenen Landstriches, und in dieser Beziehung zeugt das erwähnte Beispiel Kalabriens für die Annahme, daß Gebirgszüge die Fortpflanzung eines Erdbebens senkrecht gegen ihre Streichungslinie hemmen, daß sie dagegen der Ausbreitung desselben in der Richtung der Streichungslinie ganz besonders günstig zu sein scheinen. Diese Annahme ist in der Tat durch vielfache ähnliche Erscheinungen als eine allgemeine Wahrheit bestätigt, und kann namentlich durch Beobachtung der Erderschütterungen in der Cordillerenkette, diesem großartigsten aller von vulkanischen Erscheinungen umgebenen Höhenzüge, eine so vielfältige Bestätigung finden. Ganz Süd-Amerika, vom Feuerlande bis zum Mexikanischen Meerbusen hinauf, wird von einer fortlaufenden, nur stellenweis unterbrochenen Reihe von Vulkanen durchzogen, die immer dem hohen Gebirgskamme der Kordilleren folgen, und größtenteils auf ihm selbst ruhen. Bald hinter Quito teilt sich dieser Kamm in zwei Arme, der eine westliche streift durch die Landenge von Panama nach Mexiko und Nord-Amerika hinauf, der andere östliche wendet sich zum Meere nach Caracas, geht an der Küste fort, bis er die kleinen Antillen erreicht, und setzt sich durch diese unter dem Meere bis nach Portoriko hin fort, neben Haiti, Jamaika, Cuba zur Halbinsel Yucatán zurückkehrend. Nur innerhalb der durch diese Streichungslinie vorgezeichneten Richtung liegen die großen furchtbarsten aller Erderschütterungen, welche Amerika so oft heimgesucht haben, und in kleineren minder gewaltsamen Spuren fast jährlich heimsuchen; sie folgen dem Laufe der großen Bergkette genau und entfernen sich von ihr im Ganzen so wenig, daß eigentlich sie allein als der Erschütterungskreis erscheint, den die gewaltsamsten aller Bedungen des Bodens berühren. Das Centrum dieser einzelnen Erschütterungen liegt immer neben dem Hauptgebirgsstock, bald auf der Ost-, bald auf der Westseite, und folgt seiner Richtung teils auf-, teils absteigend in vielfachen Modifikationen der jedesmaligen Wirkungen.

Indessen ist diese Art, wie Erdbeben sich ausdehnen und fortpflanzen, keineswegs die einzige; man hat sogar einige beglaubigte Beispiele, daß sie Gebirgskämme in querer Richtung durchschneiden können, und von dem einen Abhänge auf den anderen übergehen. Die häufigsten Erdbeben dieser Art finden sich in Mexiko, und hier scheinen sie durch die in derselben Richtung verlaufende Vulkanen-Reihe bedingt zu sein, welche dem Gebirgszuge der Inseln Jamaika, Haiti und Puerto Rico ziemlich parallellaufend genau von Westen nach Osten über die Landenge durch die Kordilleren hin sich fortzieht. In diesem Falle folgt also die Stoßlinie

nicht dem Hauptgebirgszuge, sondern vielmehr dem ihn durchsetzenden Vulkanenzuge; und ist im Grunde keine verschiedene, sondern eine bloß modifizierte ähnliche Richtung. Allein auch unabhängig von solchen Bedingungen hat man quer über Gebirgszüge laufende Erdbeben beobachten können, so namentlich eins bei Cumana, worüber A. v. Humboldt Mitteilungen machte, und ein anderes zwischen Genua und Voghera, quer über die Apenninen; ein drittes zwischen Sciacca und Palermo während der Bildung einer neuen Insel im Mittelmeer, wovon unten das Nähere bemerkt ist.

Die Wirkungen, welche Erdbeben auf die Umänderung der Erdoberfläche auszuüben im Stande sind, werden wir übrigens nicht sowohl aus den Zertrümmerungen menschlicher Bauwerke abnehmen können, sondern um vieles richtiger aus den wirklichen Veränderungen ersehen, welche die natürliche Erdoberfläche durch sie erleidet. In dieser Beziehung ist es indes nötig zu bemerken, daß bei weitem die meisten Erdbeben der gegenwärtigen Periode keine bedeutenden Veränderungen hervorbringen, sondern sich bloß auf momentane Erschütterungen des Bodens beschränken. Nur die heftigsten Stöße wirken gewaltsamer und veranlassen Niveauveränderungen, die zwar ihrem Grade nach sehr verschieden sind, aber doch immer in Hebungen oder Senkungen bestehen. Was erstere betrifft, so hat man zwar wirkliche Hebungen des ganzen Bodens beobachtet, aber doch ungleich seltener, als Aufhäufungen neuer Stoffe, die aus entstandenen Spalten hervorbrachen, und durch sich selbst und ihr Emporsteigen die Niveauveränderung bedingten. Eine wirkliche Hebung [*2] des Bodens fand indessen auch bei dem großartigsten Phänomen dieser Art, welches der Bildung des neuen mexikanischen Vulkans von Jorullo am 28. September 1789 voranging, statt.

[*2]: Die neuesten Mitteilungen über den gegenwärtigen Zustand der damals veränderten Gegend von E. Schleiden stellen die Hebung des Bodens in Abrede und machen es wahrscheinlich, daß die scheinbare Hebung durch eine sehr schnelle Aufschüttung trümmerförmiger Lavamassen bewirkt wurde. Ob indessen nicht eine vorübergehende Hebung ihrem Durchbruche voranging, und ein Teil des gehobenen Bodens in veränderter Lage stehen blieb, möchte durch Untersuchung der gegenwärtigen Überschüttungen schwer zu entscheiden sein. Vergl. R. Froriep., Fortschr. der Geogr. u. Naturgesch. 2 Bd. S. 14 ff.

Auf einer Fläche von mehr als 4 Quadratmeilen Umfang hob sich der bis dahin ebene Boden gleich einem Gewölbe, dessen Mitte nahe an 500 Fuß [157m] aufstieg, und zerriß in vielfache Spalten, aus denen kleine Kegel von 6—10 Fuß [1,88 – 3,14 m] Höhe hervorkamen. Zwischen ihnen entstand der Hauptvulkan aus einer großen Spalte, welche von WNW nach OSO, also ziemlich in derselben Richtung riß, in welcher die Reihe der Vulkane quer durch Mexiko streicht, und türmte sich bald bis zu einer Höhe von 1300 Fuß [408 m] aus. Unaufhörlich spie er rauchende Flammen aus, schleuderte glühende Massen empor, und blieb bis Mitte Februar 1760 in fast ununterbrochener Tätigkeit. Selbst als am Anfange unseres Jahrhunderts A. v. Humboldt diese Gegenden besuchte, rauchte er noch, und die kleinen Kegel, Hornitos (Öfen) genannt, stießen fortdauernd ihre heißen Dämpfe aus. Ein Phänomen ganz ähnlicher Art ereignete sich an demselben Tage, doch 221 Jahre früher, bei Puzzuoli am Golf von Neapel. Häufige Erdbeben hatten diese Gegend schon seit Jahren erschüttert und vom 28. September 1638 an durch mehrfache Bodenrisse zertrümmert; ein Teil der Küste hatte sich emporgehoben und die Stelle, wo später der Berg entstand, war sichtbar angeschwollen; — aber erst in der folgenden Nacht gegen 1 Uhr öffnete sich die Auftreibung wirklich, ein weit klaffender Schlund entstand, und über ihm stieg in 2 Tagen ein Berg empor, der noch jetzt eine Höhe von mehr als 400 Fuß [125,5 m] und einen Umfang von 8000 [2510m] besitzt. Seine Spitze ist mit einem Krater versehen, an dessen südwestlichem Rande sich eine deutliche, phonolithische Lavaschicht mit verschlackter Oberfläche erhalten hat; aber die Wände des Kraters bestehen hauptsächlich aus

Bimssteintuff und größeren porösen Schlackenstücken, den Produkten der Eruption, welche bis zum 6. Oktober fort dauerte und den Monte nuovo in seiner jetzigen Form hervorbrachte. Seitdem ist der Berg nie wieder tätig gewesen. — Beide Erscheinungen, deren wir, statt vieler ähnlichen, hier als der großartigsten in der Gegenwart allein gedenken, geben nicht bloß über die Entstehung aller Vulkane in der früher (S. 74) angegebenen Weise die entschiedensten Aufschlüsse, sondern sie zeigen auch am bestimmtesten, wie gewaltige Wirkungen Bodenerschütterungen wenigstens einleiten, wenn auch nicht allein hervorbringen können, und wie ungeheuer wohl die Bedungen und Umgestaltungen der benachbarten Erdoberfläche gewesen sein mögen, welche mit dem Ursprünge und der allmählichen Ausbildung von Kegelbergen, wie der Ätna, der Mowna Roa auf Oweih, der Pic von Teneriffa und die gewaltigen Vulkane in den Umgebungen Quitos, verbunden waren.

In der Tat werden sich Einwirkungen von bedeutendem Umfange nicht wohl in Abrede stellen lassen, wenn wir uns die Entstehung dieser mächtigen Vulkane in derselben Weise, wie die Bildung des Jorullo oder des Monte nuovo vorstellen wollen; allein andererseits dürfen wir auch nicht übersehen, daß trotz der Gewalt, womit diese jüngsten Feuerschlünde der Erdoberfläche durchbrachen, die Erhöhung des Bodens im Ganzen eine räumlich sehr beschränkte, wenn auch örtlich bedeutende war, und offenbar mehr durch die Aufschüttung neuer Massen, als durch die Hebung älterer Erdschichten bewirkt wurde. Als Gegensatz dazu lassen sich jedoch gewisse vulkanische Phänomene anführen, welche ohne irgendeine Aufhäufung eruptiver Stoffe merkliche Niveauveränderungen des Bodens, und was noch wichtiger sein dürfte, in bei weitem größerer Ausdehnung hervorbrachten. Eins der neuesten, wenigstens am genauesten ermittelten, ist die Erhebung der chilenischen Küste von Copiapó bis Chiloe. Mit heftigen Erdstößen begann hier am 20. Februar 1833 die letzte Revolution, welche sich nicht bloß über den Küstenstrich ausdehnte, sondern auch über den dortigen Teil der Cordillerenkette erstreckte, von Lavaergüssen des Osorno begleitet wurde, und bis zur Insel Juan-Fernandez ihre Wirkungen verbreitete. Das wichtigste Resultat derselben war eine Erhebung der Meeresküste von 4—5 Fuß [1,26m – 157m] senkrechter Höhe, die später allmählich nachließ, binnen 6 Wochen auf 2 Fuß [0,63m] herabsank und in dieser Höhe stehen blieb. Chili scheint überhaupt unter allen Gegenden der Erdoberfläche die häufigsten Niveauveränderungen selbst in historischer Zeit erlitten zu haben; denn Nachuntersuchungen von Darwin zeigen sich bei Coquimbo wenigstens 5 Terrassen älterer Küsten; ja nach demselben Beobachter beträgt die Erhebung des Bodens an manchen Stellen 1000—1300 Fuß [314m – 408 m] und hält durchschnittlich 400—500 [126m – 157m] . Diese bedeutende Veränderung des Festlandes gegen das Meer muß aber seit der Diluvialepoche erfolgt sein, oder kann wenigstens nicht aus einer beträchtlich älteren Periode stammen, weil die Schalen derselben Muscheln, welche jetzt das dortige Meer bewohnen, auch in den früheren Strandbildungen angetroffen werden. In der Tat läßt sich eine öftere Wiederholung der Küstenerhebung Chilis um so weniger bezweifeln, als dieselbe nicht bloß das eine Mal wirklich eintrat, sondern schon früher, während heftige Erdstöße vom 19. November 1822 bis zum September des folgenden Jahres diese Gegend heimsuchten, in gleicher Weise erfolgt war. Damals betrug die durchschnittliche Hebungshöhe am Meeresufer selbst 4 Fuß [1,26m], obgleich stellenweis sich Niveauunterschiede von 11 1/2 [3,61m] Fuß bemerklich machten; noch höher wurde das Festland in seinem Innern gehoben, selbst bis 2 Meilen [15 km] weit vom Ufer, wo die Größe der Emporhebung zwischen 5—7 Fuß [1,57 – 2,20 m] schwankte. Schwerlich wird sich übrigens in Abrede stellen lassen, daß man in dergleichen Hebungen die Resultate vulkanischer Kräfte anzuerkennen habe; zumal wenn man bedenkt, daß sie wenigstens an dieser Stelle nie ohne Bodenerschütterungen und sie begleitende vulkanische Erscheinungen eintraten [*3]. —

[*3]: Ein Phänomen anderer Art, dessen hier nur seiner äußeren Ähnlichkeit wegen gedacht wird, scheint die fortdauernde Erhebung Schwedens zu sein. Seit fast 100 Jahren, zuerst durch Celsius, auf diese merkwürdige Erscheinung hingewiesen, können wir es nunmehr für eine entschiedene, besonders von L. v. Buch festgestellte Tatsache mischen, daß der ganze Küstenrand Skandinaviens von Friedrichshall bis nach Abo in Finnland sich langsam über den Meeresspiegel erhebt und während der historischen Zeit wenigstens um 200 Fuß [63 m] gestiegen ist. Die Hebung nimmt sichtbar ab, je weiter man nach Süden kommt, und ist an den Küsten Schonens unmerklich; dagegen zeigt sie sich noch deutlich bei Stockholm und am sichtbarsten in der Gegend von Tornea und Pitea, wo innerhalb 30 Jahren gegen eine Meile breites Küstenland vom Wasser befreit wurde. Es scheint, als wenn 40 Zoll Steigung die Mittelzahl eines Jahrhunderts angibt. Indes kann die Hebung nicht immer gleichmäßig zugenommen haben, es müssen auch Senkungen wieder eingetreten sein, wie andere Tatsachen, namentlich eine in 60 Fuß unter der jetzigen Oberfläche nahe bei Stockholm aufgefundene Fischerhütte, welche ursprünglich am Meeresufer stand, beweisen. Daraus würde hervorgehen, daß Schweden abwechselnd sich hebe und senke oder wenigstens früher auch einmal sich gesenkt habe; und da dieselbe Erscheinung, wie sonderbar es auch klingen mag, von einer Küstenstrecke der Bai zu Bajä, wo der vielbesprochene Serapistempel steht, mit den Bohrlöchern der Lithodomi in seinen Säulen, 23—28 Fuß über dem jetzigen Wasserspiegel, aufs Bestimmteste nachgewiesen ist (besonders durch Fr. Hoffmann in Karsten's Archiv III. S. 374), so würde sie auch für Skandinavien zulässig sein. Freilich scheinen Erdbeben und vielfache vulkanische Kräfte, welche mit den Vorgängen am Serapistempel zu Bajä erwiesenermaßen im Zusammenhange stehen, die Hebung Schwedens nicht zu bewirken, denn es fehlt durchaus an Beobachtungen, welche uns darüber Nachweis erteilten. Und doch muß das ganze Phänomen ein örtliches, auf das nördliche Skandinavien beschränktes sein, weit weder an den südlichen deutschen, noch an den westlichen dänischen Küsten der Ostsee eine ähnliche Zunahme des Ufers bemerkt wird, und eine solche notwendig eintreten müßte, wenn man die Erhebung Schwedens als nur scheinbar ansehen und die Zunahme des Küstenstrichs aus dem Fallen des gesamten Ostseespiegels herleiten wollte, —

Besonders wichtig für die Bestimmung der Bodenveränderungen, die durch Erdbeben hervorgebracht werden, ist der Anteil, den an ihnen das Meer nimmt. Wir kennen kein Erdbeben von irgend einer Bedeutung, das, in den Bereich von Meeresküsten fallend, nicht auch dieses Element gewaltsam aufgeregt und zu Veränderungen der Niveauverhältnisse veranlaßt hätte. Schon Plinius, der älteste Schriftsteller über die Phänomene, welche den großen Ausbruch des Vesuvs vom Jahre 79 unserer Zeitrechnung begleiteten, spricht von einem auffallenden Zurücktreten des Meeres während der Eruption, das lediglich durch ein Emporsteigen des Ufers, oder wo dieses nicht Statt fand, durch Schwankungen des Bodens, welche sich dem leichter beweglichen Elemente mitteilten, bedingt sein kann. Bei dem geschilderten Durchbruch des Monte nuovo trat das Meer gegen 200 Fuß [63 m] vom Ufer zurück, und da mit seinem Emporsteigen eine allgemeine Hebung des benachbarten Bodens zugleich erfolgte, so erklärt sich das Zurücktreten des Wasserspiegels aus ihr von selbst. Aber nicht immer tritt das Meer zurück, oftmals greift es auch über seine früheren Grenzen hinüber. So namentlich beim Erdbeben von Lissabon. Anderthalb Stunden nach dem ersten heftigen Stoß am 1. November begann der Tajo zu schwellen, und hob sich 40 Fuß [12,50 m] höher als zur Zeit der stärksten Fluch; bald darauf fiel er wieder, und zwar ebenfalls tiefer als die niedrigste Ebbe, und in ähnlicher Weise schwankte er mehrmals aus und nieder. Gleichzeitig mit dieser Bewegung des Tajo bemerkte man Schwankungen des Atlantischen Ozeans, sowohl an seinen östlichen, als auch an seinen westlichen Küsten; selbst in die Nordsee hinein erstreckten sich ihre Wirkungen, und wurden z. B. bei Glückstadt an der Elbe um 11 Uhr 30 Minuten wahrgenommen. Manche der größeren Seen zeigten Erschütterungen, besonders die Schweizer Seen; aber auch an anderen, selbst in der Mark Brandenburg und in Schweden, spürte man Bewegungen.

Überhaupt sind wenige Erdbeben so ausgebreitet gewesen, wie dieses, und keins hat in den verschiedensten und entferntesten Punkten so gleichzeitige Wirkungen hervorbracht, als das eben genannte. Momentan stockten um diese Zeit die Teplitzer Quellen; der Vesuv, welcher seit 8 Uhr ausgeworfen hatte, ward ruhig um die Zeit des Stoßes, der Lissabon zerstörte; an allen Küsten der Westindischen Inseln stieg die Fluch zu ungeheurer Höhe empor. Dies und das spätere Schwellen des Tajos zeugt nicht bloß für die Heftigkeit des Stoßes, sondern auch für die Richtung desselben, welche radienartig von Lissabon ausstrahlte und nach allen Seiten hin sich erstreckte. Daher konnte der Tajo erst steigen, als die westwärts fortgeschleuderten Wasser des Ozeans in ihre horizontale Ebene zurückkehrend nach den physikalischen Gesetzen der Wellenbewegung auch ostwärts stiegen, und zwischen beiden Extremen schwankend nach und nach ihre vormalige Stellung wieder erlangten. — Noch viel gewaltiger waren die mit Erdbeben verbundenen Meeresbewegungen an manchen Küsten und Inseln Amerikas. Keine unter den letztem ist häufiger erschüttert worden, als Jamaika, und keine so selten wie Cuba. Erstere, freier in die Karaibische See hinausgestoßen, als irgend eine andere Insel der Antillen, besitzt zwar keinen noch tätigen Vulkan, ist aber vielleicht eben deshalb ein Herd gewaltiger Erschütterungen, die fast jährlich in größeren oder geringeren Spuren sich zeigen. Eine der heftigsten fand am 7. Junius 1692 statt und zerstörte Kingston fast völlig. Das Meer war während dieses Erdbebens so aufgereggt, baß es in die Straßen der Stadt drang, und eine große Fregatte, welche auf dem Werft lag, mitten unter den Häusertrümmern niedersetzte. — Ebenso große Verwüstungen richtete das von mächtigen, aufgetürmten Meereswogen begleitete Erdbeben am 28. Oktober 1746 zu Lima an. Hier zählte man binnen 24 Stunden gegen 200 Stöße. Nach dem ersten heftigsten von allen, der Abends 10 1/2 Uhr statt hatte, schwoll das Meer in der Nacht angeblich 80 Fuß [25,1 m] über sein gewöhnliches Niveau und vernichtete die Hafenstadt Callao mit ihren 5000 Bewohnern so vollständig, daß nach dem Rücktritt des Wassers nur noch die Grundmauern der Festungswerke sichtbar waren. Mehrere Schiffe, die im Hafen lagen, fluteten über die verschlungenen Häuser weg, und vier strandeten eine Stunde landeinwärts zwischen Landhäusern und Gärten. Ihre Mannschaften waren fast die einzigen Geretteten.

Bewegungen des Ozeans, die von Erdbeben herrühren, bemerkt man übrigens nicht bloß an den Küsten, sondern selbst auf offenem Meere. Und gewiß sind dieselben hier gar nicht selten, aber nur zufällig hat ein gerade in der Nähe befindliches Schiff Gelegenheit, sie zu beobachten. Eine solche bot sich dem bekannten Reisenden Shaw dar, als er auf einem Algerischen Schiffe das Mittelmeer im Jahre 1724 (der Tag ist nicht angegeben; stehe dessen Reisen 1. Bd. S. 303) befuhr. Man empfand drei heftige Stöße hinter einander und Erzitterungen des Schiffes, wie wenn große, 30 Tonnen schwere Lasten in dasselbe geworfen würden. In demselben Jahre war der Vesuv tätig, und in Island fanden ungeheure Eruptionen des Krabla Statt. Eine ganz ähnliche Erfahrung machte ein englisches Schiff während des Erdbebens von Lissabon; es empfand einen heftigen Stoß 60 Seemeilen vom Ufer, als es im Begriff war, der Hauptstadt zuzueilen. Mehrere ältere Beispiele hat Büsson (Theorie der Erde 16. Cap.) gesammelt, die meisten erwähnt Fr. Hoffmann (Werke, 2. Bd. S. 352) in seiner vortrefflichen Schilderung aller vulkanischen Phänomene.

Allein nicht bloß Erschütterungen, auch die Erdbeben von bedeutender Intensität öfters begleitenden Erhebungserscheinungen hat man im Ozean wahrgenommen. Vielen meiner Leser ist gewiß noch das interessante Phänomen einer aus dem Mittelmeere emporsteigenden Insel im Gedächtnis, welches im Juli 1831 dem Städtchen Sciacca gegenüber, 8 Meilen von der sizilianischen Küste, in der Richtung nach Pantellaria zu stattfand, und damals alle Zeitungsschreiber beschäftigte. Nachdem Ende Juni mehrere unbedeutende Erdstöße, die sich in querer Richtung durch Sizilien bis nach Palermo hin fortpflanzten, verspürt worden waren,

sah man am 12. Juli zuerst unweit Sciacca eine große Menge kleiner fein poröser Schlackenstückchen auf dem Meere schwimmen, und nahm gleichzeitig einen starken Schwefelwasserstoffgeruch wahr. Fischer, welche in See gingen, aber wegen dichten Nebels nicht weit von der Küste sich entfernten, fanden das Meer überall mit ähnlichen kleinen Steinbrocken und stellenweis so dicht bedeckt, daß sie sich mit den Rudern Bahn brechen mußten; nicht minder überraschten sie große Mengen toter Fische, welche unter den Trümmern umhertrieben. Am folgenden Morgen waren die Nebel verschwunden und jetzt erkannte man deutlich eine hohe Rauchsäule am Horizont, in der unten von Zeit zu Zeit Helle Flammen aufzuflackern schienen. Den ganzen Tag sah man die Rauchsäule gleichförmig und fast senkrecht emporsteigen, und hörte in Pausen ein donnerähnliches Getöse herüberdröhnen, womit gegen Abend Blitze, wie beim Wetterleuchten, sich verbanden. Bei so drohenden Erscheinungen wagte Niemand von den Einwohnern, sich dem Eruptionspunkte zu nähern; erst als nach 10 Tagen deutsche Reisende [*4] durch das merkwürdige Ereignis herbeigelockt waren, gelang es ihnen, einige Schiffer zu einer Untersuchungsfahrt zu bewegen.

[*4]: Der verstorbene Geognost Fr. Hoffmann mit dreien Begleitern; wir verdanken ihm eine sorgfältige Schilderung des Phänomens, wovon hier ein Auszug gegeben ist. Poggendorff's Ann. Bd. 24. S. 63.

Beim Herannahen an die Stelle der Eruption bot sich der Anblick dar, welchen wir auf dem eingeschalteten Holzschnitt wiederzugeben versucht haben.

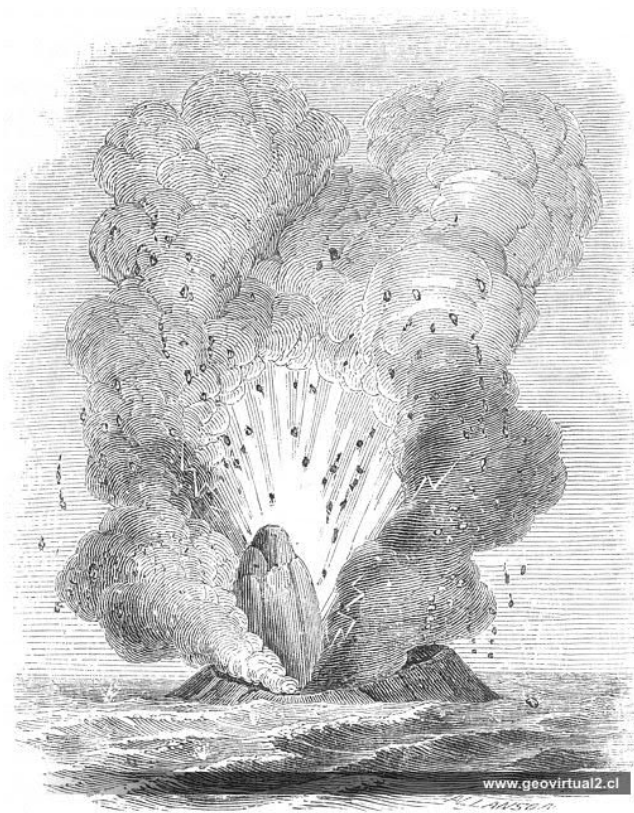


Abbildung 7, p. 100: Ausbruch eines untermeerischen Vulkans bei Sizilien.

Es zeigte sich ein deutlicher, an verschiedenen Punkten von 60 — 200 Fuß [11 m – 63m] hoch ausgeschütteter schwarzer Kraterrand, dessen unterste Ränder ziemlich steil in das Meer abfielen, weil die Wellen unaufhörlich die äußersten Schichten abspülten und eine starke Brandung ihre losen erdigen Bestandteile herunterriß. Aus der Mitte des Kraters erhoben sich ununterbrochen und mit Heftigkeit, doch geräuschlos, große Ballen schneeweißer Dämpfe, deren stets gleiche auf einander folgende Massen bis zu einer Höhe von 2000 Fuß [628m] emporwirbelten. Durch dieselben schossen dann und wann schwarze Schlackenstücke, welche die Dampf Wolken zerrissen und mannigfach in einander rollten; aber das Prachtvollste der ganzen Erscheinung waren die von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Aschenausbrüche. Unmittelbar unter und neben der weißen Rauchsäule schwoll dann furchtbar drohend eine dichte schwarze Wolke herauf, in deren Mitte schwarzbraunes kochendes Wasser fontänenartig emporstieg, während sie selbst, immer höher und höher werdend, sich garbenförmig ausbreitete und ihren dichten Sand-, Aschen- und Schlackengehalt ausschüttete. Zu Tausenden flogen die geschleuderten Massen umher und bedeckten im Halbmesser von 1/8 Meile die Oberfläche des Meeres, welches nicht bloß emporspritzte, sondern sausend und zischend von den heißen Körpern erhitzt zu Dämpfen aufwallte. Jeder große Stein, der durch den erhaltenen Schwung weiter flog, als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, wodurch merkwürdige strahlenförmige Gruppierungen entstanden, gleich Raketen von dunkler Farbe oder Cypressenzweigen, die einen ungemein schönen Anblick gewährten. Dabei ließ sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft an einander schlagenden Stücke und ein Rauschen gleich niederfallenden groben Hagels vernehmen; noch vermehrt durch das Plätschern und Zischen des Meeres, wenn die Stücke in dasselbe eintauchten. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in ihm erkennbar; dagegen sah man in Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfs eine große Zahl hell leuchtender Blitze durch die schwarzen Rauchmassen hin- und herzucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fern vernommen, ein gleichmäßig fortdauerndes Getöse zu sein schien. In solcher Art dauerten stärkere Eruptionen oft nur 10 Minuten, bisweilen gegen eine Stunde; dann verschwanden sie und es trat eine mehr oder minder lange Pause ein, während welcher bloß die weißen Dampf Wolken gleichmäßig emporwirbelten. — Diese Eruptionsphänomene setzten sich mit abnehmender Intensität bis zum 12. August fort, und schufen eine elliptische Insel mit wallartigem Kraterrande, deren höchster Punkt am nordwestlichen Ende gegen 200 Fuß [63m] anstieg, während ihr Umfang sich bis 2000 Schritt belaufen mochte. Ihr Erdreich war nichts als feine lose Asche, die größtenteils aus kleinen Augitkristallen oder Trümmern bestand, und mantelartige, nach außen und innen entfallende Schichten darstellte, zwischen denen dünne weiße Salzkrusten in fast regulär wiederholter Streifung sich abgesetzt hatten. Festes Gestein war außer den emporgeschleuderten schwarzen Trümmern von basaltischem Gefüge und sehr feinem Korn nicht zu entdecken, ebenso wenig Lava oder Bimsstein. Ein so loser Aschenbau konnte daher dem Andrang der Wogen nicht lange widerstehen; bereits als die Heftigkeit der Eruption nachließ, begann die Verkleinerung des Kraters, und als sie endlich ganz aufhörte, nahm der sichtbare Teil mit solcher Schnelligkeit ab, daß schon im Dezember seine letzten Reste unter den Wogen verschwunden waren. In den ersten Jahren fand man an der Stelle der Insel, von welcher die Engländer am 2. August unter allen Formen des Seerechtes Besitz genommen hatten, in 2 Faden Tiefe eine Felsenspitze und vermachtet, daß es die im Krater bis zu solcher Höhe emporgehobene erkaltete Lava gewesen sei; jetzt ist auch dieser letzte Rest des Eilandes, unter dessen vielen Namen (Nerita, Julia, Graham-Island, Hotham-Island, Corrao) die Benennung nach

dem Könige von Neapel: Ferdinanda, den meisten Beifall gefunden zu haben scheint, verschwunden und nicht einmal seine Spur als Untiefe zurückgeblieben [*5].

5) Nach den neuesten Untersuchungen beträgt die Meeresentiefe auf der Stelle der Insel 32 Faden (192 Fuß); vor der Eruption war sie an 100 Faden: die Insel besaß also eine wirkliche Höhe von 800 Fuß.

Eine ganz ähnliche Inselbildung beobachtete der englische Schiffskapitän Tillard 1811 vom 13. Juni an in der Gegend der Azoren, der Küste von San Miguel gegenüber, und nannte das entstandene Eiland nach seinem Schiff Sabrina; es war 300 Fuß hoch und hatte eine englische Meile im Umfange. Sein Dasein dauerte nur wenig länger; im Februar 1812 war es schon zur Sandbank geworden, und später ist es ganz verschwunden. Zweimal früher, im Jahre 1638 und 1720, fanden schon ähnliche Erscheinungen bei den Azoren Statt, und mehrmals beobachtete man verwandte Bildungen im Ägäischen Meere, zumal bei Santorin, wovon bereits früher (S. 75) beispielsweise die Rede war. Während hier die neu entstandenen Kegel sich zum Teil erhielten, sind auch die bei Island vor dem großen Ausbruch des Skaptar Jökul von 1783 im Meere entstandenen wieder verschwunden. Einen ähnlichen Fall kennt man aus der Reihe der Aleuten, wo man 1796 die neue Insel neben Umnak emporsteigen und fortdauernd bis 1806 sich vergrößern sah, seit welcher Zeit ihre Eruptionen aufhörten. Sie steht noch, und soll mehrere tausend Fuß Höhe haben. —

Wenden wir uns nach diesen Angaben über Eigenschaften und Wirkungen der Erdbeben zur näheren Untersuchung ihrer Ursachen, so ist es zunächst wohl einleuchtend, daß sie von denen vulkanischer Eruptionen überhaupt nicht verschieden sein werden, da sie ja alle mit solchen Phänomenen in Beziehung stehen, und stets den Bildungen neuer Vulkane und vulkanischer Ausbrüche vorangehen. Wenn wir also früher die Hebung der Lava, Asche und Lapilli vermitteltst des Durchbruches gasförmiger Stoffe und ihrer hebenden Kräfte erklärten, so dürfen wir auch die dabei statt findenden Bodenerschütterungen dem Drängen solcher eingepreßten, aus einen zu kleinen Raum beschränkten, und einen Ausweg suchenden Dämpfe zuschreiben. Unter allen Gewalten, die wir kennen, sind die Kräfte eingengter Gase die heftigsten; ihre Wirkungen also auch sicher die großartigsten. Nirgends aber werden die durch Erdbeben und vulkanische Eruptionen hervorgebrachten Phänomene der Umwälzung und Zerstörung von anderen tellurischen Erscheinungen ähnlicher Art an Ausdehnung übertroffen, so daß schon eine ganz äußerliche Übereinstimmung auf die Gleichmäßigkeit von Ursache und Wirkung uns Hinweisen muß. Kommt nun noch hinzu, daß Wasserdämpfe und gasförmige Stoffe der verschiedensten Art aus den Kratern der Vulkane entweichen, daß sich in den Vulkanen ein Hitzegrad befindet, der manche feste Substanz in Gasform verwandelt, und daß auch da, wo keine offenen Vulkane sich zeigen, solche Stoffe aus den durch Erdbeben entstandenen Spalten ausgesprüht werden; so ist wohl mehr als eine bloße Wahrscheinlichkeit vorhanden, wenn wir den eingepreßten Dämpfen das ganze Phänomen der Bodenerschütterung, der Berstung und des Emporsteigens unterirdischer Stoffe zuschreiben. Dieser Ansicht huldigt denn auch die gegenwärtige Theorie der Erdbeben vollständig, sie war aber lange Zeit noch uneins über die Beschaffenheit der Dämpfe selbst. Neuerdings hat man sich besonders seit Scrope's Behauptung [*6], [*6: Poul. Scrope, Considerations on Volcanos etc., London 1825. 8. Cap. 2.] daß lediglich Wasserdämpfe zur Erklärung sämtlicher vulkanischer Eruptionsphänomene ausreichen, immer mehr eben dieser Ansicht zugeneigt, und ihr eine um so verdienendere Anerkennung gezollt, als ja die Wasserdämpfe den Hauptbestand teil aller von Vulkanen ausgehauchten Gase ausmachen, ja mehrere überhaupt nur sie, statt aller anderen Stoffe, hervorbringen. Allein ein so hoher

Hitzgrad, wie er in der Tiefe des Vulkans stattfindet, muß notwendig bei der Affinität des Sauerstoffs zu so vielen in der Umgebung glühender Wasserdämpfe befindlichen Stoffen, — unter welchen der Schwefelkies, eine Verbindung von Eisen und Schwefel, die Hauptrolle zu spielen scheint, da seine Anwesenheit sowohl die Schwefelmassen, Schwefelsäuren, schwefelsauren Salze, als auch den großen Eisengehalt der meisten Laven erklären würde, — das Wasser zersetzen, zumal wenn auch für den anderen Bestandteil des Wassers, den Wasserstoff, ein Element vorhanden ist, das gern mit ihm eine Verbindung eingeht. Und ein solches findet sich in der Tat im Chlor, welches sich mit gleichen Teilen Wasserstoff in der Glühhitze unter Detonationen zu Salzsäure vereinigt, und teils in dieser Gestalt als salzsaurer Dampf, teils an Natrium gebunden als Kochsalz in den vulkanischen Dämpfen, wie oben (S. 83) gezeigt wurde, enthalten ist [*7].

[*7] Man ist gegenwärtig geneigter, das Chlor und somit auch die Salzsäure aus dem Chlornatrium (Kochsalz) herzuleiten, welches durch die Erdspalten mit dem Meerwasser in den Vulkan eingedrungen sei. Zersetzt dasselbe sich, so muß es allerdings Chlordämpfe geben, die wieder mit dem Wasserstoff Salzsäure bilden würden, —

Der Wasserstoff ist aber unter allen Gasen eins der flüchtigsten und leichtesten, erfordert daher zu seinem Bestehen einen bedeutenden Raum, und drängt ebenso gewaltsam auf seine Umgebungen, wie nach oben; zugleich bewirkt seine Verbindung mit Chlor zu Salzsäure Feuerentwicklung und Knall, Erscheinungen, die, wie wir gesehen haben, alle Eruptionen begleiten; und jede Bildung, jedes Entweichen dieser höchst flüchtigen Stoffe mag einzelne heftige Explosionen während der ganzen Ausbruchsentwicklung veranlassen. Dennoch bleibt sicher der größte Teil des Wassers, welches der Vulkan an sich gezogen hat, bloßer Wasserdampf, hebt als solcher die flüssige Lava, entweicht wo er kann, und führt Asche mit sich, besonders zuletzt, wo nach Abfluß der Lava ihm ein freierer Abzugskanal gebildet worden ist. — Übrigens bieten die tätigen Vulkane durch ihre mit geschmolzener Lava erfüllten Krater dem pressenden Gase einen weit geringem Widerstand dar, als die feste, in sich geschlossene Erdrinde. Häufen sich also unter dem Vulkan in seinen zum Teil leeren und ausgeschöpften Schlünden Dämpfe an, so brauchen sie nur jene Lavamassen, die den Ausgang verstopfen, zu heben, und werden damit fortfahren, bis der Druck der gehobenen Massen im Abzugsrohr zu stark ist, als daß sie ihn noch ferner überwinden können. Dann suchen die Dämpfe hier und da einen Ausweg, erschüttern dabei den Boden, finden ihn endlich in der Nähe des Kraters; wo sie neue Spalten, neue Schlünde aufdecken, und mittelst derselben für die gehobene Lava ein Abzugsrohr bereiten. Wo aber offene Schlünde fehlen, da müssen sie entweder durch Zerreißen der festen Rinde und Emportreiben des Widerstandes gemacht werden, oder die eingepreßten Dämpfe müssen sich verdichten; und dazu mag das Aufsteigen in kältere Räume, wobei Detonationen und Erschütterungen erfolgen, manchmal Gelegenheit darbieten. Fälle der Art könnten Erdbeben ohne Eruptionsphänomene herbeiführen. Hätte also jeder von Erdbeben häufig heimgesuchte Ort, wie z. B. Jamaika, seine tätigen Vulkane, seine offenen Schlünde für die eingepreßten Dämpfe, er wäre glücklicher daran, als jetzt, wo diesen Dämpfen der Ausweg fehlt, und die Erschütterungen zu schwach sind, ihn zu schaffen. Ist er aber irgendwo entstanden, so hören die Erschütterungen auf, und neue Erdbeben, neue Hebungen stellen sich erst wieder ein, wenn der Ausgang ihnen verstopft wird. Bei dieser Ansicht läßt es sich sehr wohl begreifen, warum Gegenden, die keine offenen Vulkane besitzen, viel mehr von Erdbeben heimgesucht werden müssen, als andere, die einen Vulkan in ihrer Nähe haben, und warum tätige Vulkane oft plötzlich innehalten, wenn Erdbeben an entfernten Orten stattfinden; denn die dort vor sich gehenden Änderungen im vulkanischen Herde stören auch hier die gewohnte Tätigkeit, entziehen dem Schlunde auf gewisse Zeilen seine Dampfmassen oder halten sie in der

Tiefe zurück. Wir dürfen daher zwischen anscheinend so entfernten Punkten irgendeine Beziehung annehmen, und wahrscheinlich einen Zusammenhang ihrer vulkanischen Herde aus solchen gleichzeitigen Begebnissen ableiten.

7. Ausbreitung der tätigen Vulkane über die Erdoberfläche. Folgen daraus.

Der Zusammenhang scheint übrigens bei weitem größer zu sein, als die einzelnen, darüber vorhandenen Wahrnehmungen glauben machen; er könnte sich wohl durch den ganzen Erdkörper in einer gewissen Tiefe verbreiten. Eine solche Annahme, von der größten Wichtigkeit für die Entwicklung unseres Planeten, muß durch zweierlei Untersuchungen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn die Resultate beider bejahend ausfallen sollten. Wenn sich nämlich vulkanische Phänomene und Produkte auf der ganzen Erdoberfläche Nachweisen ließen, und zu gleicher Zeit an jeder Stelle in beträchtlichen Tiefen geschmolzene Massen, oder wenigstens hohe Temperaturgrade angenommen werden könnten; so würden wir mit guten Gründen einen allgemeinen Zusammenhang der vulkanischen Herde behaupten können.

Der erste Teil dieser Untersuchungen, oder die Ausbreitung der vulkanischen Phänomene über die Erdoberfläche, möge uns zunächst beschäftigen. —

Europa, der Weltteil, den wir bewohnen, der uns von allen am meisten angeht, wird diese Betrachtung am schicklichsten eröffnen können.

Drei Orte sind als vulkanische Herde hier besonders bekannt und bereits mehrmals erwähnt, nämlich Island, Neapel mit seinen Umgebungen, und Sizilien mit seinen benachbarten Inselgruppen. Wir wollen mit Island beginnen. Diese merkwürdige Insel hat auf 1800 Quadratmeilen 29 Vulkane, von denen aber nur 7 regelmäßige, von Zeit zu Zeit wiederkehrende Eruptionen gezeigt haben; alle anderen scheinen einem einmaligen Ausbruch ihr Entstehen zu danken. Sie sind über den mittleren Teil der Insel in einem breiten Gürtel, der von SSW nach NNO streicht, verteilt, und finden sich besonders an den beiden Meeresküsten desselben; dort stehen allein die mehrmals tätigen Kegel. An der Nordküste sind es der Leirhnukur, Krabla und Trölladyngur, an der Südküste der Eyafialla, Hekla, Katlegia und Oräfe-Jökul. Alle Erscheinungen, welche vulkanische Phänomene begleiten, sind auf Island beobachtet worden; Erdbeben zu jeder Jahreszeit, und nur selten mit einer Unterbrechung von mehr als 30 Jahren; warme Quellen, die heißesten der Erde (Geiser); Auswürfe von Laven, die an Mächtigkeit alle anderen überbieten, so die des Skaptar-Jökul 1783, fast zu derselben Zeit, als Kalabrien verwüstet wurde; Erhebung einer neuen Insel in ihrer Nähe, 5 Meilen von der Südküste, Kap Reikianäs gegenüber, welche im Januar desselben Jahres entstand, in dem der Skaptar-Jökul seinen gewaltigen Ausbruch hielt. Letzterer begann, als die Bildung der Insel beendet war; sie verschwand aber bald wieder, wie eine andere, die 1563 an derselben Stelle emporgestiegen war. —

In die Verlängerung dieses Vulkangürtels von Island, welcher zugleich der gegenüber liegenden Küste von Grönland parallel läuft, fällt nach Norden die Vulkan - Insel Jan Mayen, deren Ausbruch Scoresby 1817 beobachtete, und nach Süden die Gruppe der Azoren, eine wegen ihrer

vulkanischen Eruptionsphänomene schon mehrmals erwähnte Inselreihe, in deren Mitte als Hauptkrater der über 7000 Fuß hohe Vulkan von Pico hervorragt. Er hat öfters in historischer Zeit Eruptionen gemacht, und sein Gipfel raucht beständig. Nach ihm sind die alten Krater aus San Miguel die bedeutendsten, sie waren aber in historischer Zeit nicht mehr tätig, daher in ihrer Umgebung die hebenden Massen sich einen Ausweg suchen mußten. Früher ist es bereits erwähnt worden, wie als Folge davon 1811 bei San Miguel eine Insel entstand, und zweimal in älterer Zeit (1638 und 1720) dasselbe Phänomen sich ereignete. Ja nach öffentlichen Zeitungsberichten sollen 1757 sogar 18 solcher kleinen Inselchen auf einmal, etwa 600 Fuß von der Küste bei der Insel St. Georg, entstanden sein. Auf jeden Fall zeigen so oft wiederholte Erhebungen einen sehr tätigen vulkanischen Herd unter dieser Inselgruppe an.

Mit einstweiliger Übergehung derjenigen Vulkane Europas, welche dem Laufe einiger Küsten des Mittelmeeres sich anschließen, verfolgen wir zunächst die durch Jan Mayen, Island und die Azoren so deutlich vorgezeichnete Richtung von SSW nach IMO weiter südlich, indem wir uns zu den kanarischen Inseln wenden, und dadurch in die fast entgegengesetzte Streichungslinie nach SO überspringen. Hierzu gibt uns aber die ausgebildete Vulkanität dieser Inseln sehr genügende Gründe. Die fünf größeren derselben, Palma, Teneriffa, Canaria, Fuerteventura und Lanzerote, beschreiben unter sich einen Vulkanbogen, der von WSW nach ONO gespannt ist, und dem gegenüberliegenden Ufer Afrikas fast parallel läuft. An ihn schließt sich nordwärts die Gruppe der Azoren, in deren Streichungslinie zugleich der Pic auf Madeira fällt. Südlich reihen sich die kapverdischen Inseln in einer entgegenstehenden, der Küste Ober-Guineas parallelen Streichungslinie daran, und bilden milden kanarischen Inseln, mit Madeira und den Azoren einen Winkel in der großen, von Vulkanen geöffneten Spalte des Meeresbodens, welche von Island herabzukommen scheint. Diese Spalte, oder wenn wir damit vielleicht zu viel behaupten, diese Richtung der nach oben drängenden vulkanischen Kräfte, endet aber bei den Inseln des grünen Vorgebirges nicht, sie ändert nur ihren Lauf und wird noch mehr südlich, selbst südsüdöstlich. In einer solchen Abweichung begegnen uns nämlich im Weltmeer an der Westseite Afrikas drei erloschene Vulkane, Ascension, St. Helena und Tristan d'Acunha, von welchen drei Inseln die erste ihren Charakter als Vulkan sehr bestimmt durch Trachyte und Obsidiane verrät, die zweite ein halb eingestürzter Basaltkegel zu sein scheint, und die dritte einen vollständigen Krater besitzt, aber gleich den anderen beiden erloschen ist.

Verweilen wir einen Augenblick an dieser Stelle, um rückblickend unsern Weg zu überschauen, so finden wir zwei Erscheinungen, welche uns überraschen; es ist einmal die lineare Anordnung der gesummten, und zweitens die truppweise Gruppierung der einzelnen vulkanischen Systeme. Beide Tatsachen wiederholen sich überall; denn entweder sind die Vulkane in linearer Richtung an einander gereiht, oder sie bilden eine mehr oder weniger cyclische Gruppe, die öfters sehr bestimmt, um einen wirklichen Mittelpunkt verteilt zu sein scheint. Hiernach unterscheidet man die Situationsformen der vulkanischen Tätigkeit als Reihen-Vulkane und als Zentral - Vulkane. Island, die Azoren und Kanaren stellen uns, im Einzelnen betrachtet, Zentral-Vulkane dar; in Verbindung mit Jan Mayen und den Azoren dagegen ist Island nur das Hauptstück eines Reihen-Vulkansystems, welches südwärts am Westrande von Afrika wieder austaucht, und in isolierten Spuren bis über die Südspitze des Kontinents hinabreicht.

Am Ostrande Afrikas gewahren wir zuvörderst in dem Vulkan der Insel Bourbon das Zentrum des Gruppensystems der Mascarenen. Er gehört zu den tätigsten Feuerbergen, die wir kennen, und besitzt eine Höhe von mehr als 7000 Fuß [2.197m]. Von hieran fehlen aber genauere Nachrichten über wirksame Vulkane an den östl. und südl. Küsten Afrikas wie Asiens, obgleich neuere Reisende Proben vulkanischer Produkte von den Ufern des oberen Nils heimbrachten

[*1] und mehrere Male auch in historischer Zeit an der Mündung des Indus bedeutende vulkanische Katastrophen stattgefunden haben.

[*1]: Erlöschene Vulkane haben die neuesten Untersuchungen daselbst nachgewiesen. Bergt. Monatsber. d. Berl. geogr. Ges. N. Folge I. S. 288.

Erst an der Ostküste des bengalischen Meerbusens begegnen wir wieder wahren Feuerbergen auf den Inseln Ramri und Cheduba neben der Küste von Pegu; sie bilden das Äußerste Ende eines sehr vollkommenen Systems von Reihen-Vulkanen, welches über Narcondam, Barren- Eiland, nach den Sunda-Inseln, von da zu den Molukken und Philippinen, ferner über Japan und die Kurilen nach Kamtschatka hin fast ununterbrochen sich fortsetzt, ja durch die Aleuten sogar auf den Westrand Amerikas übergeht, hier in ähnlicher Weise bis zur Südspitze hinab laufend. Eine so ausgezeichnete vulkanische Kette bedarf daher wohl einer noch näheren Betrachtung.

Barren-Eiland, der bekannteste unter den ersten Vulkanen des Systems, besteht aus einem großen Basaltringe, welcher an einer Stelle durchbrochen dem Meere einen Zutritt in den alten Krater verstattet. In der Mitte dieses alten Erhebungskegels befindet sich ein neuerer, kleiner, vom Meer umfluteter Ausbruchskegel von beinahe 1700 Fuß [533m] Höhe, dessen Gipfel wiederholt Rauchwolken, Asche und glühende Lapilli ausgestoßen hat. —

Die nächsten Vulkane der bezeichneten Reihe stehen auf Sumatra, und scheinen unterhalb des Äquators, auf der Südseite der hohen Gebirgskette, dem Meeresufer parallel zu laufen, oberhalb desselben aber dem nördlichen Ufer näher zu liegen; so daß die Vulkanreihe und die Bergkette

unter sehr spitzen Winkeln sich schneiden würden. Indes sind die Vulkane dieser großen Insel noch sehr wenig untersucht [*2]; man kennt bis jetzt nur einige der tätigeren Eruptionskegel mit Sicherheit, z. B. den Gunong Allas unter $3\frac{1}{2}^{\circ}$ nördlicher Breite neben Deli, am Nordrande der Insel; den Merapi, ziemlich unter der Linie am Südrande, zwischen den beiden höchsten Bergen Sumatras, dem Gunong Pasaman (Ophir) und dem ebenfalls rauchenden Gunong Kasumbra (Pie von Indrapura) in der Mitte; den Gunong Api (die Malaysische Bezeichnung für Vulkan) unter $2\frac{1}{4}^{\circ}$ südlicher Breite mehr im Innern der Insel zwischen Jambi und der Indrapura-Spitze; und den Gunong Dempo unter 4° südlich vom vorigen bei Benkulen.

[*2]: F. Junghuhn gibt in seiner Beschreibung der Batta-Länder eine Übersicht, der zu Folge aus Sumatra 16 Vulkane von ihm beobachtet sind, von denen aber nur 6 noch tätig zu sein scheinen.

Der Hauptherd aller vulkanischen Tätigkeit am Südostrande Asiens befindet sich in Java, einer Insel nicht minder heimgesucht von Eruptionen und den sie begleitenden Erscheinungen, als Island. Auf einer Fläche von 2300 Quadratmeilen finden sich 49 Vulkane verteilt [*3], also verhältnismäßig mehr als in Island, oder sonst wo auf der Erde; sie folgen bei flüchtiger Ansicht dem Höhenzuge der Bergkette im Innern der Insel zu beiden Seiten, ordnen sich aber, genauer betrachtet, in parallele Reihen, welche der Streichungslinie von Sumatra entsprechend, die zentralen Bergzüge Javas schneiden, und die mächtigen Basalt- und Trachytmassen emporgetrieben haben, aus denen ihre Hauptkegel bestehen.

[*3]: Die vollständigste Übersicht findet sich in Van der Boon-Mesch, *disputatio geologica de incendiis montium igni ardentium Insulae Javae*. Leydae 1826. Vergl. auch Junghuhn im Monatsber. d. Berl. geogr. Gesellsch. III. 151. und dessen Reisen durch Java, herausgegeben von Nees v. Esenbeck. Magdeb. 1845. 8. Mit Abb.

An Java reihen sich die Inseln Bali, Lombok und Sumbava, jede durch einen Vulkan bezeichnet, von welchen der Tomboro auf der nördlichsten Spitze von Sumbava durch seine große Eruption

am 11. April 1813 besonders bekannt ist. Ihnen folgen ein Gunong Api in der Meerenge zwischen Sumbava und Flores, ferner Tschyndana oder Sandelbos, Mandschirey oder Flores, letztere mit zwei Vulkanen, einem am West-, dem anderen am Ostende. Mehrere kleinere Inseln, welche sich an die obengenannten größeren anschließen, wie Sabrao, Lombien, Pantar setzen die Vulkanreihe am Nordrande Timors, das außerhalb derselben liegt, bis zu den Banda-Inseln fort, und verteilen sich vor den letzteren zu einem breiten Gürtel, welcher die Molukken mit den Philippinen verbindet. In demselben sind die kleinen Inseln Damme, Nila, Seroa und Banda mit dem westwärts in die See hinausgeschobenen Gunong Api oberhalb Timor, die bekanntesten; sie scheinen sich durch Amboina, deren Vulkan Wawani der bedeutendste in dieser Reihe ist, über Buru und Ceram auszudehnen, und nun unter der Straße der Molukken nach Mindanao hinaufzusteigen. In diesem Teile des Zuges kennen wir übrigens zwei Hauptvulkane, den von Kenias (oder Klobat) auf Celebes, und den Gammacanore auf Dschilolo; die kleinern Inseln zwischen beiden sind weniger bekannt, doch ebenfalls, wie Ternate, Tidorc, Mackian u. a. m. vulkanisch. An den Kemas von Celebes schließt sich der Vulkan auf Siao, und setzt sich durch den Abu von Sangir nach Mindanao hin fort, wo der Sanguili im südlichen Teile der Insel als feuerspeiend erwähnt wird. Ein kleines Inselchen, Siquior oder Fuego zwischen Mindanao und Negros, führt den Zug nordwärts auf die Südspitze von Luzon über, deren Vulkan von Mayon mehrmals in historischer Zeit Ausbrüche gemacht hat. Ein zweiter Vulkan Luzons, der Taal, steht südlich von Manilla, und ist wegen der Nähe der Hauptstadt besser als die übrigen dieser Insel untersucht; ein dritter, der Aringuay, befindet sich in der Mitte des nördlichen Teiles, und ein vierter auf der kleinen an der Nordküste gelegenen Insel Camiguin. In großer Zahl breiten sich endlich die Feuerberge Luzons am östlichen Küstenrande der Halbinsel Camarines aus; sie erreichen hier ihre stärkste Intensität und Fülle auf dem ganzen Zuge von Java bis nach Kamtschatka hinauf.

Damit endet aber die Reihe der tätigen Vulkane in dieser Gegend noch nicht; sie beginnt schon auf Formosa wieder mit mehreren Feuerschlünden, und verrät sich auf der kleinen Schwefelinsel, welche ziemlich abgesondert im Meere zwischen den Lieu Khieu und den japanischen Inseln liegt. Von den drei größeren der letzteren hat jede mehrere Vulkane, und alle drei scheinen in dieser Beziehung sich wie Java zu den Sundainseln zu verhalten, gleichsam das Centrum der Vulkanreihe auszumachen. Man kennt auf Kiusiu zwei Feuerberge genauer, den Oso im Süden und den Usan östlich neben Nangasaki, auf einer eigenen von ihm gebildeten Landspitze. Auf Nipon, der Hauptinsel, werden Vulkane an drei Stellen angegeben, zunächst der Fuji mit seinen Genossen neben Äddo am Ostrande, der größte von allen und der höchste Berg Japans; der Alamo am gegenüberstehenden Westrande unweit Ojawa; und die Vulkane an der nördlichen Spitze, westlich der Pie Tilesius, östlich der Tesain Die dritte große Insel Jesso hat verhältnismäßig die meisten Feuerberge, nämlich den Matsumay an der südwestlichen Spitze, drei andere an den Ufern der Vulkanbai nordöstlich von Sangar, und zwei im Norden, welche von russischen Seefahrern beobachtet wurden. Die eigentliche Fortsetzung der Vulkanreihe wendet sich jedoch mehr östlich, und geht auf die kurilischen Inseln über, welche fast alle einen oder mehrere tätige Vulkane besitzen. Man weiß dies namentlich von Kunaschir und Jturus, zweien größeren Inseln, die sich unmittelbar an Jesso anschließen; auch zwischen Kunaschir und Jesso ragt noch ein einzelner Vulkan aus dem Meere hervor, und östlich neben Kunaschir erhebt sich die Vulkaninsel Spanberg (Tschikitan). So zählt man von Jturus bis Kamtschatka 17 verschiedene feuerspeiende Kegel, von welchen die etwas größere Insel Onnekotan allein drei enthält; die meisten andern sind fast nur isoliert aus dem Meere hervorragende Krater, ähnlich den Inseln Palma und Gran Canaria in der nach letzterer benannten afrikanischen Gruppe. Kamtschatka selbst bildet ein hohes Bergplateau, dessen Ostabhang von einer Reihe fast

unmittelbar auf einander folgender Vulkane begleitet wird, die größtenteils in historischer Zeit tätig waren, und es zum Teil noch sind. Von den dreizehn genauer bekannten stehen neun fast unmittelbar neben dem Ufer, an der äußersten Südostküste beginnend' und einige Meilen über den Peter Pauls Hafen hinausreichend; die andern vier sind an beide Ufer des Kamtschatka-Flusses verteilt, so daß drei die Fläche zwischen seinem östlichen Ufer und dem Meere oberhalb des Kronotsk-Sees erfüllen, der vierte, der bekannte Scheweluksch ober Krasnaja Sopka, jenseits jenes Flusses ins Innere des Landes hineingeschoben ist. Er ist der nördlichste und letzte Vulkan dieser Reihe. Ihm gegenüber steht dicht neben der Flußmündung der größte von allen, der über 16,500 Fuß hohe Klutschefskaja.

Die Aleuten sind als eine vulkanische Inselreihe schon mehrmals früher erwähnt worden, indem wir die großartigste Bildung einer neuen Insel besprachen, welche in historischer Zeit Statt gefunden hat. In der Tat zeigen sie sich in ihrer Beschaffenheit den Kurilen ganz ähnlich, und bilden eine fast ununterbrochene Vulkanreihe, welche dem Punkte gerade gegenüber beginnt, wo die Vulkane Kamtschatkas auf dem Festlande enden. Der erste noch tätige Vulkan dieser Reihe findet sich indes erst auf Semi Soposhna, nordwärts von der größeren Insel Amtschitka; der zweite ist ein nackter Kegel, Goreloi genannt, welcher westlich neben Tanaga aus dem Meere aufsteigt. Tanaga selbst enthält wahrscheinlich den größten Vulkan der ganzen Kette, und Kanaga, unmittelbar neben jener, einen ebenfalls sehr beträchtlichen; kleiner sind die Kegel auf Amuchta und Umnak, an deren nordöstlicher Spitze einige Meilen vom Ufer am 18. Mai 1796 die neue Insel emporstieg, welche bis jetzt, ein seltenes Beispiel unter den ähnlichen Erscheinungen, sich erhalten hat. Ihr Vulkan fährt fort, an der Vergrößerung seines Ausbruchskegels zu arbeiten. Unalaschka, die bekannteste unter den Meuten, hat einen 5000 Fuß hohen Vulkan an der Nordküste, den Pic Makuschkin, welcher beständig zu rauchen pflegt; ihm folgen noch der kleinere Kegel auf Akutan, und der hohe Agaicdan auf Unimak, der mittlere jener drei Kegel, welche man weit in die See hinaus wahrnimmt. Auf der Halbinsel Alaschka sind zwei große Kegel beobachtet, und höher hinauf noch einer auf dem Festlande an Cooks Einfahrt. Die von hier südlich gewendete Küste Nordamerikas ist nicht genauer untersucht, doch wird der Eliasberg unter dem 60. Breitengrade, und der Cerro de buen Tiempo (Schönwettersberg) unter 58° 45' am Rande des Kreuz- (Cross) Sundes, für einen Vulkankegel angesehen.

Auf solche Weise geht also die Vulkanreihe am Westrande des großen Stillen-Ozeans fast ununterbrochen auf das Amerikanische Festland über, scheint aber hier, wenigstens in seiner nördlichen Hälfte, ihr Ziel zu finden, denn wir kennen von Sitka, in deren Nähe der Edgcombe als tätiger Feuerberg genannt wird, bis nach Mexiko hinunter keinen aktiven Vulkan mit Gewißheit, wenn es gleich an Basaltkegeln in dieser großen Länderstrecke nicht fehlen dürfte.

In Mexiko nehmen die tätigen Eruptionskegel Amerikas ihren Anfang, und zwar in einer Linie, die fast genau unter dem 19. Grade nördlicher Breite von Westen nach Osten streicht. Sie besteht aus acht großen Kegeln, von denen aber drei in historischer Zeit keine Ausbrüche mehr gemacht haben, während einer, der Jorullo, wie früher (S. 49) erzählt wurde, erst vor 84 Jahren ganz neu entstand. Der westliche von ihnen, der Vulkan von Colima, nahe der Meeresküste neben der Stadt gleichen Namens, ist noch jetzt sehr tätig; ihm folgt nach Osten zunächst der Jorullo. Südlich von Mexiko stehen drei Kegel, der Nevado de Toluca nach Westen, und der Jztacihuatl nach Osten, beide untätig; neben ihm südlich des Popocatepetls, der höchste von allen Bergen Mexikos, 16,600 Fuß [5210m: Heute wird der Popocatepetl mit 5452 m. Höhe angegeben, ist aber nur zweit Höchster Berg Mexikos [W.G. 2020]] über dem Meeresspiegel erhaben und tätig. Zwanzig Meilen mehr nach Osten ragt jenseits des Tales von Puebla der

berühmte Pic von Orizaba oder Citlaltépetl hervor, nur 300 Fuß weniger [ist heute mit 5636 m der Höchste Berg / Vulkan Mexikos] als der vorige und der tätigste von allen Mexikanischen Vulkanen; nördlich von ihm erhebt sich der erloschene Naucampatepetl (Coffre de Perota), endlich ganz an der Ostküste, 20 Meilen südlich von Vera-Cruz, der Vulkan Turtla. —

Völlig verschieden von der mexikanischen Reihe sind hinsichtlich ihrer Anordnung die Vulkane Guatemalas, welche an der Südwestküste des großen Amerikanischen Isthmus sich hinziehen, und auf einer Strecke von wenig über 200 geogr. Meilen aus 27 tätigen Kratern bestehen. Indes ist keiner unter ihnen von besonderem Interesse. Die höchsten scheinen in der Nähe der Stadt Guatemala selbst zu stehen, und über 13,000 Fuß [4080m] sich zu erheben.

Großartiger aber als alle anderen Systeme tritt die Vulkangruppe neben Quito auf, eigentlich eine Doppelreihe zu beiden Seiten des langen Tales, in dem die Hauptstadt und Riobamba liegen. Sie enthält die höchsten Feuerberge der Welt und bildet das gewaltigste aller vulkanischen Hochgebirge, welches wir kennen. Im äußeren, dem Meere zugewendeten Zuge liegen von Norden nach Süden der Pichinka, Corazon, Jliniza, Carguairazo, Chimborazo und Cunambay; im inneren landeinwärts gewendeten Zuge folgen in derselben Richtung der Cuyamba, Antisana, Sinchulagua, Cotopaxi, Tunguragua und Sanguay auf einander. Tätig sind von diesen Kegeln nur der Sanguay, Cotopaxi, Tunguragua, Antisana und Pichinka; lauter gewaltige Trachytberge, deren Spitzen fast unaufhörliche Rauchsäulen entsteigen, ohne daß je Lavaströme an ihnen herabfließen. Lediglich am Antisana entdeckte A. v. Humboldt eine stromartige Obsidian-Masse; alle anderen zeigten an ihren Abhängen zwar Bimsstein und Lapilli, aber nie Spuren vormals glühend hervorgequollener Massen. Nach Norden geht die doppelte Vulkanreihe in eine einfache über, welche an dem Westabhange des großen granitischen Hauptgebirgszuges bleibt, und in den Kamm ausläuft, welcher die Wasserscheide zwischen dem Rio Cauca und dem Magdalenafluß bildet. Diesem Teile gehören der Jinbaburu bei Ibarra, der Vulkan von Chiles neben Tulcan, der Cumbal mit beständig rauchendem Gipfel, der Azufra, der Vulkan von Pasto, gleichfalls in unaufhörlicher Tätigkeit begriffen, der Sotara und der Puraca an, beide südlich von Popayan gelegen und am westlichen Abhange des bezeichneten hohen Gebirgskammes, die Granitmassen seines Gipfels seitlich durchbrechend, während jene früher erwähnten größeren Kegel neben Quito aus dem Granit des Kaunnes selbst sich erheben. — Dem Puraca gegenüber ragt aus dem östlichen Gebirgszuge neben dem Magdalenafluße, und ganz abgesondert von den vorigen, der Vulkan vom Rio Fragua hervor, ein beständig rauchender Trachytberg, welcher dem nach Caracas sich wendenden Teile der Kordilleren gleichsam als Wegweiser dient, und auf eine Verbindung der Vulkane von Quito mit dem System der Antillen in ähnlicher Weise hindeutet, wie die Vulkane des westlichen Kammes zu der Reihe von Guatemala in Beziehung zu stehen scheinen. Von ihnen erstreckt sich die Hauptkette der Andes zwischen dem Rio Cauca und Magdalenafluß in gerader Linie nach Norden, und trägt hier unter 5° nördl. Breite im 17,000 Fuß [5335m] hohen Tolima ihren letzten tätigen Vulkan.

An dieses vulkanische Hochland, unmittelbar unter dem Äquator, schließt sich südwärts das System Chili's an, getrennt von ihm durch eine Lücke von mehr als 300 geograph. Meilen, in welcher die kleinere Gruppe der tätigen Vulkane von Bolivia, mit dem Misti von Arequipa, zwischen der Meeresküste und dem Titicacasee, als verbindendes Glied austritt. Vierundzwanzig Krater ragen daselbst von Norden nach Süden geradlinig fortstreichend hinter einander hervor; sie beginnen mit dem Vulkan von Copiapó unter dem 27. Grad südl. Breite und reichen mit dem Vulkan von Clemente unter 46°. Der bekannteste darunter ist der Vulkan von Maipo, ziemlich in der Mitte der Kette unter 34° neben Mendoza und Santiago [St. Jago im Original] gelegen. Das große Erdbeben von 1822, welches Valparaíso zerstörte, leitete seine letzten Eruptionen ein,

und seit dieser Zeit verbreitete er in einem Erschütterungskreise von 60 Meilen Durchmesser Zerstörung und Schrecken um sich her. Seine Erdstöße waren so heftig, daß auf dem Fort San Carlo, 20 Meilen südöstlich vom Krater am Fuß der Bergkette gegen die Ebene hin, ein Mastbaum, welcher 30 Fuß in der Erde stand, senkrecht herausgeschleudert wurde, ohne eine andere Spur seiner Anwesenheit, als die zylindrische Öffnung zu lassen, worin er steckte.

Das sind also die tätigen Vulkane, welche das Festland auf beiden Halbkugeln begleiten, und in ihrer Beziehung zu ihm den merkwürdigen, gewiß nicht bedeutungslosen Unterschied zeigen, daß auf der östlichen Halbkugel sie fast nie, Kamtschatka ausgenommen, die Kontinentalmasse selbst betreten, dafür aber sowohl an ihren östlichen als auch an ihren westlichen Küsten in ziemlich gleichmäßiger Reihe fortlaufen, während Amerika

seine meisten tätigen Vulkane auf dem Festlande selbst trägt, und zwar bloß an der Westküste, keinen einzigen an seinen östlichen Ufern. Hier findet sich indes die vulkanische, ganz dem System der Molukken, Kurilen und Aleuten vergleichbare Inselreihe der kleinen Antillen mit zehn tätigen Kratern, welche über die Insel St. Eustache, dessen höchst regelmäßiger Krater den Namen Punschbowle bei den Seefahrern führt, St. Christoph, Newis, Montserrat, Guadeloupe, Dominica, Martinique, St. Lucia, St. Vincent und Granada verteilt sind. Sie folgen also durchaus dem inneren Zuge dieser doppelten Inselkette, und setzen sich durch die erloschenen oder vielleicht nie zu Ausbrüchen gekommenen Kegel der großen Antillen, mit Ausschluß Cubas, zu dem Vulkanzuge Mexikos fort, mit dem die genannten größeren Inseln genau in demselben Parallelkreise sich befinden. —

Die östliche Halbkugel hat eine ganz ähnliche Nebenkette, in gleicher Streichungslinie von Westen nach Osten, welche durch die ganze Kontinentalmasse in einzelnen Spuren sich hindurchzieht, aber mehr nördlich, unter dem 40. Breitengrade etwa, angetroffen wird. Sie berührt in Europa die nördlichen Küsten des Mittelmeeres und erscheint hier unter der Form zweier Parallelreihen, die in der Richtung der Apeninnenkette streichend Italien an der Westküste begleiten und im Ägäischen Meere durch die westlichen Kykladen fortlaufend von der Argolischen Küste ihren Ursprung nehmen. Weiterhin verspürt man sie in Kleinasien am Ararat, dessen vulkanische Natur noch kürzlich (den 20. Juni 1840) so gewaltsam sich bekundet hat* [*4: Man vergl. die Augsb. Allg. Zeitung. Nr. 212 ff. 1843.], in Persien am Deinavend, und in der hohen Tartarei, wo der Vulkan Hotscheu bei Turfan an der Südseite des Himmelsgebirges unter dem 190." östl. Länge, und der Vulkan Peschan an der Nordseite desselben oder Eisgebirges unter 99" 30' östl. Länge genau in derselben Streichungslinie sich befinden. Auch in China werden von einheimischen Urkunden vulkanische Phänomene (hier Hoschan, Leuchtberge, oder Hotsin, Feuerbrunnen, genannt) in ziemlich gleicher Parallele mit den Vulkanen Zentral-Asiens angegeben; sie scheinen aber weniger von wirklichen vulkanischen Eruptionen, als vielmehr von Erdbränden, herzurühren und zum Vulkanismus nur in einer entfernten Beziehung zu stehen.

In dem europäischen Anteile dieses großen Vulkanzuges entwickelte sich ganz besonders die italienische Reihe; sie erscheint zuerst in der Lombardei an den Bericischen und Euganeischen Hügeln erloschen, dann ebenso in Mittel-Italien auf der Westseite der Apenninen, in den alten Kratern am Sec Vico und im Albaner Gebirge, zuletzt tätig im Vesuv und den phlegräischen Feldern. Von hier wendet sie sich zu den Liparischen Inseln, deren fast unaufhörliche Ausbrüche, zumal auf Stromboli, allgemein bekannt sind; geht auf Sizilien über und erhält im Ätna ihren Hauptknoten. Weiterhin zeigen sich in den Schlammvulkanen oder Salsen von Grigenti, in Pantellaria und dem submarinen Ausbruch neben Sciacca Spuren dieses westwärts gehenden Zweiges. Im Ägäischen Meere gehören zu der Vulkanreihe das mehrmals erwähnte Santorin mit

seinen Neben-Inseln, dann Milo, Poros und die Landspitze von Methome, auf welcher noch in historischer Zeit (290 vor Chr.) ein Kegel hervorbrach, dessen Geschichte Ovid so malerisch in wenigen Versen (Metam. Buch 15, V. 296—306) geschildert hat. —

Ganz unabhängig von beiden Hauptsystemen der Vulkane, dem am Rande aller großen Kontinentalmassen verlaufenden, und dem zweiten, beide Kontinentalmassen von West nach Ost durchschneidenden, sind endlich die ausgebildeten Zentral-Vulkane, welche durch die Südsee sich verteilen, und hier wenigstens den sogenannten hohen Inseln, wenn nicht allen, ihren Ursprung gaben. Sie bilden den Kern der Sandwich-, Galapagos-, Marquesas-, Gesellschafts- und Freundschafts-Inseln; beschreiben also gewissermaßen eine große Ellipse quer im Stillen Ozean, deren Westseite durch die Vulkane der westaustralischen Kette, welche aus den Neuen Hebriden, Solomons-Inseln und aus Neu-Guinea besteht, an die Vulkane der Molukken sich anschließt. Richtiger scheint indes die Ansicht zu sein, hier zuvörderst eine Vulkanreihe anzunehmen, welche von WNW nach OSO streicht, auf der äußersten Westspitze von Neu-Guinea beginnt, über die genannten südöstlichen Inselgruppen fortsetzend den gegenüberliegenden Küstenrand Neu-Hollands in einem weiten Bogen umfaßt, und endlich auf der nördlichen Hälfte von Neu-Seeland endet, indem ein Vulkangürtel diese Insel, ganz ähnlich wie Island, von NO nach SW durchzieht. Dann ließen sich die Zentral-Vulkane der Sandwichs-Inseln in eine Beziehung zu dem System von Mexiko bringen, die Galapagos zu dem von Quito, die Freundschafts- und Societäts-Inseln zu dem von Bolivia und die S. Felix - wie S. Juan Fernandez-Inseln zu dem Vulkanzuge Chilis; denn alle genannten Gruppen liegen mit den korrespondierenden Vulkanen Amerikas unter demselben Parallelkreise. Ohne allen Zusammenhang mit den anderen Feuerbergen bleiben endlich die Vulkane des durch I. C. Roß entdeckten Victoria-Landes, von denen einer, der Erebus, unter 181. Grad östl. Länge und 76. Grad südl. Breite gelegen, als kahle kegelförmige Insel 11,600 Fuß [3640m] hoch aus dem Eise hervorragt.

Wir haben in dieser Aufzählung der Ausbreitung vulkanischer Phänomene über die Erdoberfläche bloß die tätigen Vulkane berücksichtigt, weil es an Untersuchungen fehlt, welche über das Vorkommen erloschener Vulkane oder bloßer Erhebungskegel in den meisten Gegenden der Erde Aufschlüsse erteilen. Wollen wir aber, wozu uns die Übereinstimmung der Massen hinreichende Gründe darbietet, alle isoliert oder in Gruppen über das Festland verteilte Berge von Basalt oder Trachyt für emporgequollene vulkanische Stoffe, also für Erhebungskegel erklären, so ist die Ausbreitung der vulkanischen Phänomene ungleich größer, als sie der ungeteilten Darstellung nach zu sein scheint. Werfen wir in dieser Beziehung nur noch einige Blicke auf das mittlere Europa, als den am besten untersuchten Teil der Erdoberfläche, so erscheinen hier überall solche Basaltkegel oder Basaltgebirge, welche geschichtete neptunische Lagen in Spalten durchbrechen und auf der Oberfläche über ihnen sich ausbreiten, wie es die feurig-flüssige Beschaffenheit dieser Massen im Momente ihres Hervorquellens notwendig macht. Besonders haben die Ufer des Rheins von Bingen bis Bonn vulkanische Massen neben sich; denn der Laacher See bei Andernach ist ein mit Wasser erfüllter Krater, und die Eifel wie das Siebengebirge bilden ein ganzes System vulkanischer Kegel, deren Menge letzterem seinen Namen gab. In Hessen sind der Habichtswald bei Kassel, der Meißner, der Kegel bei Schwarzenborn, die höchsten Punkte zweier von N nach S streichenden Basaltkegelreihen, welche das Tal der Fulda zwischen sich fassen und noch an der Weser bis weit über Minden hinaus fortsetzen. Südlich schließen sich beide Reihen an das Rhöngebirge im Osten, eine durchgehendes vulkanische, aus Basaltkegeln zusammengesetzte Berggruppe, und an den Vogelsberg von ähnlicher Bildung im Westen. Auch in der sächsischen Schweiz ist der große Winterberg ein Basaltkegel, und in Böhmen besteht das Mittelgebirge, zwischen dem Erzgebirge

und der Elbe, aus Phonolithkegeln, die in malerischen Gruppen die östliche Grenze des Teplitzer Tales ausmachen. Nicht minder reichhaltig ist Schwaben an ähnlichen vulkanischen, wenn auch weniger mächtigen Massen, namentlich in den Umgebungen von Urach, woselbst sie am nordwestlichen Rande der Alp hervorbrachen und wahrscheinlich deren Hebung bewirkten. Am vollendetsten und schönsten aber erkennen wir die schlummernden Vulkane des mittleren Europas in der Auvergne, wo zahlreiche Basalt- und Trachyt-Kegel zu einer höchst ausgebildeten von IV nach 8 streichenden Kette vereinigt sind, deren höchster Punkt, der Montd'or, 5800' über den Meeresspiegel sich erhebt. Der berühmteste von allen ist der Puy de Dome, 5 Meilen nordwärts von jenem in der Mitte der Kette, ein ziemlich schlanker großer Kegel von 4500' Höhe und ganz aus schönem Trachyt gebildet, mit leicht vertieftem Gipfel. Deutlicher erscheinen an anderen, wie am Puy de Pariou und Puy de Caume, napfförmige alte Krater an dessen Stelle. —

Der Raum gestattet es uns nicht, diese interessanten Betrachtungen weiter zu verfolgen; auch war eine umfassende Darstellung aller vulkanischen Gebilde der Erdoberfläche keineswegs unsere Absicht, vielmehr wollten wir bloß erfahren, wie weit dieselben sich hierhin und dorthin erstrecken, und ob sie überall an geeigneten Stellen anzutreffen seien. Und diese Untersuchung ist befriedigend dahin geendet, daß tätige wie erloschene Vulkane und vulkanische Produkte allgemeine Bestandteile des Erdkörpers sind, daß sie sich über seine ganze Oberfläche verbreiten und teils isoliert oder in Gruppen aus den Ebenen, selbst aus dem Meere hervorragen, teils in Reihen geordnet, besonders neben Küsten sich hinziehen, oder im Binnenlande dem durch andere, größere Bergreihen vorgezeichneten Zuge folgen.

Dieser Unterschied ist noch beachtenswert, weil er die schon erwähnte Aufstellung zweier vulkanischen Systeme, der Zentralvulkane und der Reihenvulkane, veranlaßt hat; er scheint indes mehr als eine bloße Formverschiedenheit zu beweisen. Offenbar lernen wir aus ihm, daß die in der Tiefe wirkenden vulkanischen Kräfte auf zwiefache Art sich einen Ausweg suchten, und entweder in radialer Richtung senkrecht nach oben drängten, oder divergierend nach entgegengesetzten Seiten wirkten. Im ersteren Falle wurde die Erdrinde nur an einem Punkte geöffnet, und um ihn, wie um die Mündung eines Schachtes, häuften sich die emporgetriebenen Massen kegelförmig auf, bis der Hauptkrater vollendet war. Blieb er frei, so vermehrten sich im Laufe von Jahrtausenden durch wiederholte Ergüsse die mantelförmigen Zonen seines Kegels; wurde er verstopft, so suchte sich später das eruptive Gestein einen anderen Ausweg, es brach in der Nähe des alten Kraters an seinem Fuße hervor, und bildete neue Eruptionskegel in größerem oder kleinerem Umkreise. Aber jener erste Krater blieb für alle folgenden der Mittelpunkt, das Zentrum des Eruptionssystems, und darum ist für seine Form der Ausdruck Zentralvulkan bezeichnend. Blicken wir nun zurück auf die Vorbereitung der vulkanischen Tätigkeit, so finden wir die Zentralvulkane mehr isoliert auftreten und ohne Beziehung zu anderen Gebirgssystemen; wir finden sie meist vereinzelt im Weltmeere aus der Tiefe emportauchen und gewahren sie ebenso oft entfernt von allen Küsten, z. B. in der Südsee, wie ihnen genähert oder sie umlagernd, wie es an den Liparischen oder Carrarischen Inseln, den Inseln des grünen Vorgebirges und den Galapagos erkannt wird. — Anders die Reihenvulkane. Ihr linearer Verlauf ist der Beweis einer wiederholten vulkanischen Tätigkeit, die sich nicht um einen Mittelpunkt äußerte, sondern an verschiedenen Stellen aus einer in der Erdkruste entstandenen längeren Spalte sich erhoben hat. Während wir annehmen dürfen, daß der Widerstand, den die feste Decke der vulkanischen Gewalt entgegenstellte, bei Zentralvulkanen von allen Seiten gleichmäßig war und eben deshalb der Vulkan unmittelbar über seinem Haupte, da, wo die kürzeste Strecke durchbrochen werden mußte, hervorbrach, können wir von den Reihenvulkanen vermuten, daß die Decke des vulkanischen Herdes schon geborsten war, als die vulkanische Macht sich regte, oder daß ihr Gestein, vermöge einer leichteren Sprengbarkeit in

gewisser Richtung, sich lieber spalten, als senkrecht durchbohren ließ. Beide, die leichtere Sprengbarkeit und der ältere Riß, fallen übrigens bei näherer Betrachtung in Eins zusammen, insofern dieser jene bedingt; vielleicht daß überall nur letzterer die entscheidende Ursache zur Bildung von Reihenvulkanen wurde. Für diese Ansicht bestimmt uns einigermaßen die Beziehung, in welcher die Reihenvulkane zum Festlande stehen; ihr Parallelismus mit den Küstenrändern, und ihr Anschluß an benachbarte Gebirgssysteme. Ließe sich nämlich dartun, daß die Gebirgszüge ebenfalls aus Spalten der vormals geschlossenen Erdrinde emporgestiegene Eruptivgebilde seien, so würde sich der Anschluß der Reihenvulkane an sie von selbst ergeben; er würde in den schon früher entstandenen Spalten und Rissen, welche beim Empordrängen jener älteren Massen sich bildeten, seine natürliche Erklärung finden. Wir werden später die beweisenden Gründe für diese Ansicht weiter verfolgen, und begnügen uns hier mit dem Resultat, daß die Reihenvulkane stets in bestimmten Beziehungen zu Gebirgszügen stehen. In der Cordillere Süd - Amerikas bilden sie die höchsten Gipfel des Gebirges [*5], sich unmittelbar aus seiner granitischen Unterlage erhebend; an anderen Stellen laufen sie den Gebirgszügen entweder bloß parallel, oder sie treten aus den Abhängen neben der Hauptkette hervor, und folgen ihrer Richtung genauer.

[*5]: Seit einiger Zeit galten nicht die vulkanischen Gipfel bei Quito, sondern die aus Grauwackenschiefern bestehende Nevada de Sorata und der Illimani für die höchsten Punkte der Andenkette. Indes haben grade die jüngsten Untersuchungen das Gegenteil gelehrt. Nach Pentlands Charte von Bolivien ist die Nevada nur 19,972 Fuß hoch, während A. v. Humboldt, dessen Teilnahme ich diese Notiz verdanke, den Chimborasso zu 20,100 Fuß bestimmte.

So war es in Guatemala, so auf Java und Kamtschatka, wo die Vulkane eben deshalb unmittelbar bis an die Meeresküsten reichen. Diese Nähe des Meeres ist aber für die Vulkane keineswegs eine notwendige Bedingung ihres Bestehens, sondern, wie die Betrachtung der mexikanischen und zentralasiatischen Vulkane zeigt, eine äußerliche, die in anderen von uns schon angedeuteten Ursachen ihren Grund hat. Bei genauer Ansicht finden wir nämlich die Vulkane nur dann dicht an Meeresküsten, wenn auch der Gebirgszug, dem sie folgen, dem Ufer sich nähert. Diese Nähe scheint die alleinige Ursache vom Annähern der Vulkane zu sein. Denn alle plutonischen ungeschichteten und versteinerungslosen Massen sind schon wegen ihrer formellen Ähnlichkeit mit den Laven (S. 69.) als vormals feurig - flüssige Gebilde anzusehen, welche ebenfalls aus Spalten der festen Erdrinde von unten hervordrangen, und ihrer Richtung folgte später die vulkanische Masse, weil die den Vulkan emportreibende Kraft grade da den geringsten Widerstand fand, wo frühere Eruptionen die Decke bereits gesprengt hatten. Wo aber, wie im Meere, in der Ebene, solche Wegweiser den treibenden Dämpfen fehlten, wo die Erdrinde noch nicht von früheren Erhebungen gespalten war, da mußten die Abzugskanäle durch jene Dämpfe erst gebildet werden, da mußten sich aufrechte Gänge, gleichsam Schornsteine, vielleicht auf die Art entwickeln, daß die über dem vulkanischen Herde gelagerten älteren Gesteine mittelst Einwirkung der heißen Dämpfe allmählich erweicht, verändert oder zerstört wurden; und daher stehen in den ebenen oder hügeligen Gegenden die Vulkane in keiner Beziehung zu den nächsten Bergketten. Der Umstand endlich, daß auch an solchen Stellen die Vulkane bisweilen Reihen bilden, spricht für ihren plötzlichen Durchbruch und für die momentane Bildung von linearen Spalten; denn überall berstet die Erdrinde in dieser Weise, wenn sie bricht, und ebendaher gibt sie zu reihenweis geordneten Eruptionspunkten Veranlassung.

[p.121]

8. Temperatur des Erdkörpers in der Tiefe. — Spezifisches Gewicht desselben. — Resultate, die daraus folgen.

Der erste Teil unserer Untersuchung, welcher Auskunft über den Zusammenhang der vulkanischen Phänomene geben sollte, ist durch die fast allgemeine Verteilung von Erhebungskegeln und gehobenen Eruptionstoffen über die Erdoberfläche ziemlich bejahend für die Annahme eines Zusammenhanges zwischen allen vulkanischen Herden ausgefallen; wir haben nun noch den zweiten Teil, die Temperatur des Erdkörpers in seiner Tiefe betreffend, in Betracht zu ziehen.

Die Mannigfaltigkeit der Temperaturunterschiede in der Atmosphäre, welche den Erdball umgibt, beweist schon hinlänglich, ohne genauere Beobachtungen, eine Unabhängigkeit ihrer Temperaturgrade von der eigentümlichen Temperatur des Erdkörpers; denn wären sie Resultate einer solchen, so müßten sich dieselben Unterschiede in der Erde, wie über ihrer Oberfläche in der Atmosphäre zeigen. Nun weiß aber Jedermann, daß es in verschlossenen Kellern im Winter nicht friert, und daß eben diese Räume im Sommer kühl bleiben, während die Atmosphäre im Laufe beider Jahreszeiten durch die verschiedenen Temperaturgrade von — 20 bis + 20 und darüber hindurch geht. Und wie sich in dieser Beziehung bei uns der Erdkörper verhält, so finden wir ihn auch unter dem Äquator, wie am Nordpol, so weit wir letzterem nahe gekommen sind; an beiden Orten ist die Wärme oder Kälte der Luft allein eigen und nicht dem Erdkörper, denn es friert so wenig in Kellern am Nordkap, wie bei uns, und alle hohen Hitzegrade der Tropenzone sind auf die Atmosphäre und einige Zoll der Erdoberfläche beschränkt [*1], in welche sie eindringen können. Daher auch in ihr der gewaltige Unterschied von Tag- und Nacht-Temperatur; ein Wechsel, der eben so unbegreiflich sein würde, wie der Unterschied zwischen der Sommer- und Winter-Temperatur in der gemäßigten Zone, wenn man die Temperatur der Atmosphäre überhaupt von der Erdboden-Temperatur ableiten wollte.

[*1]: Nach Boussingault herrscht schon in einer Tiefe von 8—10 Zoll unter der Oberfläche eine konstante Temperatur zwischen den Tropen.

Schon aus dieser kurzen Betrachtung folgern wir mit allein Recht eine eigentümliche Temperatur des Erdkörpers, die von der Temperatur in der Atmosphäre unabhängig ist. Auf die Beschaffenheit dieser seiner Temperatur näher eingehend finden wir zunächst, daß sie in Tiefen, bis zu welchen die Unterschiede der Luft-Temperatur nicht mehr hinabdringen, entschieden über 0° sein muß, denn wäre sie unter 0°, so müßte alles Wasser in der Erde gefroren sein, und das ist nur in sehr hohen Breiten an Orten der Fall, deren mittlere Temperatur unter 0° fällt [*2].

[*2]: A. Erman hat dies Gesetz allgemein nachgewiesen (Monatsbericht der Berliner geogr. Gesellschaft. I. 26). Es folgt daraus von selbst, daß Gegenden mit gefrorenem Boden keine fließenden Quellen oder Brunnen haben können, wie es die Bohrversuche bei Jakutsk bestätigen. Die Stärke des gefrorenen Bodens kennt man noch nicht; bei Jakutsk taut die Erdoberfläche im Sommer durchschnittlich 3—4 Fuß tief auf.

Da nun das Wasser sehr leicht und schnell die Temperatur seiner Umgebung annimmt, so dürfte uns die Temperatur, der an den verschiedensten Orten hervorrieselnden Quellen zunächst einige Aufschlüsse über die Temperatur der Erde selbst erteilen können. Wir werden hierdurch veranlaßt, uns um die Quellentemperatur etwas näher zu bekümmern.

Die darüber angestellten Untersuchungen haben zu verschiedenen Zeiten zwar von einander abweichende Resultate herbeigeführt, scheinen aber nach den neueren umfassenden Forschungen von Bischofs [*3] zu ihrem nunmehrigen definitiven Endergebnisse gelangt zu sein. Dieser sorgfältige Gelehrte hat besonders darauf hingewiesen, daß man die Quellen nicht von einem Gesichtspunkte aus beurteilen dürfe, sondern sowohl den Ursprung ihrer Gewässer, als auch die Tiefe, aus welcher sie hervorströmen, genau beachten müsse, um über ihre Temperatur ein allgemeines Gesetz angeben zu können.

[*3]: G. Bischof, Die Wärmelehre im Innern der Erde. Leipzig, 1837. 8. — Dessen: Chemische Geologie. Bonn, 1846. 8.

Nach seinen Erfahrungen wechseln alle Quellen, welche aus den oberen Schichten der Erdrinde ihren Ursprung nehmen, oder als die unmittelbaren Ableiter superfizieller Gewässer: benachbarter Flüsse, Bäche, Seen u. s. w. anzusehen sind, ihre Temperatur in derselben Weise, wie die Atmosphäre und die äußere Kruste der Erde; allein ihre Verschiedenheiten werden erst später empfunden, weil die jedesmalige Luft-Temperatur eine gewisse Zeit braucht, um die Erdschichten zu durchdringen. Bischof bestimmt die Schnelligkeit dieser Bewegung in unsern Gegenden auf 6 Fuß für den Monat, und folgert daraus für 36—40 Fuß [11- 12m] Tiefe eine halbjährige Dauer des Fortschrittes. Quellen, die nicht unter der genannten Tiefe entspringen, werden also im Sommer kälter sein, als die Luft, im Winter wärmer, und die jedesmalige Differenz der Temperatur wird um so stärker ausfallen, je tiefer die Wasserschicht liegt, aus welcher sie hervorkommen. Zur Bestimmung einer eigentümlichen Temperatur des Erdkörpers lassen sich aber die Quellen mit veränderlicher Temperatur gewiß nicht in Anwendung bringen; denn ihre Veränderlichkeit würde das Gegenteil beweisen. Wissen wir aber, daß dieselbe mit der Luft-Temperatur in Harmonie steht, so folgt, daß ihre Temperatur aus der Atmosphäre sich herschreibt, mithin für eine Bestimmung der eignen Temperatur des Erdkörpers sich nicht eignet.—

Allein es gibt nicht bloß Quellen mit veränderlicher Temperatur, sondern auch andere vielleicht zahlreichere Quellen mit konstanter, keinem jährlichen Wechsel unterworfenen; und aus solche Quellen richtete sich von jeher die besondere Aufmerksamkeit der Beobachter. Einige konstante Quellen haben ziemlich genau die mittlere Temperatur [*4] des Ortes, an welchem sie entspringen, andere sind kälter, noch andere wärmer; die letzteren nennt man Thermen.

[*4]: Unter der mittleren Temperatur eines Ortes versteht man bekanntlich die Zahl der Grade, welche man erhält, wenn man die Temperaturen aller Tage eines Jahres addiert und durch 365 dividiert. Die Temperatur eines Tages bestimmt man ähnlich durch Summieren der angestellten Tag- und Nachtbeobachtungen und ihre Division mit der Zahl der Beobachtungen.

Früher glaubte man zu dem Resultate gelangt zu sein, daß die Quellen mit konstanter Temperatur in den kalten und gemäßigten Zonen wärmer seien als die mittlere Temperatur des Ortes, in den warmen und heißen Gegenden aber kälter, und leitete diese angebliche Tatsache ebenfalls von den Einwirkungen der Atmosphären-Temperatur auf den Erdboden ab. Man meinte, im Winter, wo eine dicke Schneeschicht die Oberfläche kalter Zonen bedecke, dringe weniger Kälte in die Erde ein, als die Luft besitze, weil der Schnee eine schützende Decke gegen

den Frost abgebe, und das Eindringen niedriger Temperaturen verlangsamt. Daher erhalte der Boden im Winter weniger Kälte, als die Luft. Im Sommer aber gelange dieselbe Wärme in ihn, die in der Luft anwesend sei; es komme also verhältnismäßig mehr Wärme in die Tiefe als Kälte, und daher müsse die mittlere Temperatur des Bodens geringer sein, als die der Luft. Stehen nun in dieser Tiefe Wasser, so werden sie die Temperatur ihrer Umgebung annehmen, und die Quellen, welche von den Wassern gespeist werden, eben die Temperatur dieser Wasser besitzen. Umgekehrt sei es in der Tropenzone. Hier verlangsamt die im Sommer ausgetrocknete und dadurch sehr fest gewordene oberste Schicht des Bodens das Eindringen der tropischen Hitze, während die darauf folgenden winterlichen Regengüsse jene Kruste schnell erweichen und die dann herrschende kältere Temperatur der Luft an sich tragend mit ihr schneller und tiefer in die Erdrinde eindringen. Es erhalte also der tropische Boden weniger Wärme, als die Atmosphäre über ihm habe, aber ebenso viel Kälte; folglich müsse das Mittel aus beiden Temperaturen im Boden geringer sein, als in der Luft, und die Quellen, welche aus der Tiefe der konstanten Temperatur herauskommen, müßten kälter sein, als die mittlere Luft-Temperatur. Bischof leugnet diesen Prozeß, er behauptet, daß in allen Fällen, wo Beobachter Resultate wie die angedeuteten fanden, lokale Ursachen die Schuld tragen, und daß Quellen mit konstanter Temperatur, welche von der Mittel-Temperatur ihres Ortes abweichen, nicht aus der Region der mittleren Temperatur in der Tiefe ihren Ursprung nehmen, sondern aus einem ganz andern Niveau ihren Wasservorrat entlehnen. Zunächst die kalten Quellen mit konstanter Temperatur rühren von Gewässern her, welche lange Zeit in höheren Regionen der Erdoberfläche verweilten und von der dort herrschenden kälteren Temperatur abgekühlt wurden. Sie finden sich daher nur in gebirgigen Gegenden, ganz besonders in tiefen Gebirgstälern, und erhalten ihr Wasser von den Höhen der Berge, größtenteils aus hochgelegenen Gebirgsseen, oder geradezu aus Gletschern, deren unterirdisch abfließende Gewässer sie zu Tage fördern. Anders verhalten sich die Thermen, ihre höhere Temperatur zeigt auf einen tieferen Ursprung hin, weil die eigentlichen Wasservorräte aller warmen Quellen, deren Lage sich bestimmt nachweisen läßt, in größeren Tiefen angetroffen werden. Dies gilt zumal von den künstlich erbohrten Quellen oder Artesischen Brunnen, welche aus einer genau bekannten Tiefe sich erheben; immer ist ihre Temperatur größer, als die mittlere Temperatur ihres Ortes, und zwar um so bedeutender, je tiefer sie entspringen. Die vielfach besprochene, künstliche Quelle von Grenelle bei Paris, deren Wasser in 1800 Fuß [565m] Tiefe erbohrt wurde, hat eine Temperatur von 22° Reaum. [27,5°C], neben der mittleren Ortstemperatur von 8° Reaumur. [10°C]. Das erst kürzlich bei Neuffen in Schwaben bis zu 1186 Fuß [372m] niedergetriebene Bohrloch ergab die überraschende Höhe von 36° Reaum. [45°C], wiewohl die daselbst herrschende mittlere Temperatur jene von Paris schwerlich übertreffen wird. Auch bei Artern in Thüringen, wo man vor einigen Jahren das Steinsalzlager in einer Tiefe von 986 Fuß [310m] durch Bohrversuche auffand, besitzt die Sole eine Temperatur von 15° Reaum. [18,7°C], und bei Dürrenberge, wo die Bohrversuche noch fortgesetzt werden, obgleich man schon bis auf 1065 Fuß [334m] Tiefe hinabgedrungen ist, hat die aus 660' Tiefe hervorquellende Sole ebenfalls eine Temperatur von 15° Reaum. [18,7°C] gezeigt; während die mittlere Temperatur in hiesiger Gegend 6° Reaum. nur wenig überschreitet. Auf ähnliche vielfach wiederholte Erfahrungen gestützt, erklärt es Bischof für ein allgemeines und völlig außer Zweifel gestelltes Gesetz, daß die Quellen um so wärmer sind, je tiefer ihr Ursprung liegt, und umgekehrt um so kälter, je höher ihre Wasser im Erdboden anstehen. Hieraus folgt aber, daß der Erdkörper in einer gewissen Tiefe erwärmend auf die in ihm enthaltenen Wasser einwirke, selbst also eine gewisse höhere Temperatur haben müsse; wenn man nicht jene Wärme von lokalen zufälligen Umständen herleiten könnte, was freilich in manchen Fällen wohl möglich sein möchte.

Eine solche Annahme scheint nämlich für sehr warme oder heiße Quellen zulässig, und wird für sie auch, gern zugegeben. Denn betrachten wir die Ursprungsorte heißer Quellen [*5] genauer, so ergibt sich in den meisten Fällen sehr bald eine Beziehung derselben zu noch tätigen oder erloschenen Vulkanen, und da wir die Hohe Hitze derselben bereits kennen, so dürfen wir uns über die gesteigerte Temperatur des Wassers in ihrer Nähe nicht wundern. Wir können daher aus heißen Quellen nicht mehr über die Temperatur des Erdkörpers folgern, als was wir schon aus den Vulkanen ersahen; höchstens ließe sich aus der Anwesenheit der meisten heißen Quellen in der Nähe erloschener Vulkane beweisen, daß in der Tiefe dieser ausgebrannten Kegel noch ein hoher Hitzegrad herrschen müsse; mithin ein Vulkan, der keine Eruptionen mehr macht, noch nicht die gänzliche Abnahme der Temperatur auf seinem alten Herde oder in seiner Nähe bezeuge.

[*5]: Die beobachteten Temperaturen warmer Quellen sind sehr verschieden und schwanken selbst an nahe gelegenen Orten sehr stark. Von den Teplitzer Quellen haben einige 21°, andere 38°. Ziemlich ebenso warm sind die Quellen am Montd'or. Die Aachener Quellen haben 46°, die Burtscheider bis 62°, der Karlsbader Sprudel 89°; eine Quelle zu Trinchera bei Valencia in Süd-Amerika 72°, die Springquelle des Geiser sogar 80°.

Die Untersuchungen der Quellen führen also zu einem nur annäherungsmäßig befriedigenden Resultate über die eigene Temperatur des Erdkörpers, sie zeigen entweder eine Schwankung der Temperatur in den obersten Schichten der Erdrinde, je nach der Verschiedenheit des Orts, und eine Abhängigkeit derselben, ganz wie in der Atmosphäre, von der Einwirkung der Sonne; oder bei konstanter Temperatur einen Ursprung aus Tiefen, welche zwar erwärmend wirken, aber hohe Hitzegrade noch nicht zu besitzen scheinen. Wir müssen daher zu beträchtlicheren Tiefen uns wenden, wenn wir die dem Erdkörper eigentümliche hohe Temperatur erkennen wollen.

Man hat jetzt ziemlich genügende Erfahrungen über diesen Punkt, und ist besonders durch die vielfachen neueren Bohrversuche zu dem allgemeinen Resultate gekommen, daß die Temperatur im Innern der Erde um so mehr zunimmt, je tiefer man in dieselbe eindringt [*6]. Ein solches Resultat, wenn es als ein allgemeines angenommen werden darf, ist gerade für uns ein höchst wichtiges und willkommenes, daher wir bei seiner näheren Begründung noch einige Zeit verweilen wollen.

[*6]: Ausführliche Mitteilungen über diesen Gegenstand geben die bereits erwähnten (S. 122) Werke von Bischof.

Erst seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden die Physiker auf diesen Punkt aufmerksam; man überzeugte sich, daß unter einer Tiefe von 50—60' die mittlere Bodentemperatur der gemäßigten Zone nicht mehr konstant bleibe, sondern dafür nach und nach eine höhere sich einstelle, je tiefer man vordringt. Eine so merkwürdige Tatsache erregte die Wißbegierde vieler Naturforscher, und veranlaßt d'Aubuisson, Saussure, v. Trebra, For, Al. v. Humboldt, Cordier u. m. a., Beobachtungen anzustellen, um Resultate daraus abzuleiten. Bei allen war das Ergebnis dasselbe, wenn auch die Gradation dieser Zunahme an verschiedenen Orten als verschieden sich auswies und zwischen 73—110 Fuß für 1° [23-34m für 1, 25°C] Wärmesteigerung schwankte. Ja es scheint, nach den neuesten und höchst sorgfältigen Beobachtungen, welche an mehreren Orten der preußischen Monarchie angestellt wurden, die letztgenannte Zahl der Fuß für unsere Gegenden die wahrscheinlichste zu sein, und nach vielfach wiederholten Beobachtungen an verschiedenen Punkten gleicher Breite bald eine etwas größere, bald eine geringere Wärmezunahme Statt zu finden. Zugleich scheinen, in Folge dieser Beobachtungen, nicht alle Gesteine eine gleiche Steigerung oder gleiche Temperaturgrade überhaupt zu besitzen, sondern

die einen wärmer zu sein als die andern. Noch interessanter ist die von For beobachtete Erscheinung, daß die Metalle haltigen Gänge wärmer sein sollen, als die sie umgebenden Gesteine; sie bedarf indes einer erneuten Untersuchung, um für allgemeine Tatsache gelten zu können, so willkommen sie auch, bei der bekannten größeren Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle, Denen sein mag, die eine Zentralglut aus dieser Wärmezunahme nach innen herleiten.

Die Notwendigkeit einer solchen Annahme versteht sich wohl von selbst, wenn das auf den Beobachtungen der Erdrinde bis zu einer Tiefe von nahe an 2000 Fuß [627m] beruhende Gesetz einer stetigen Wärmezunahme nach unten ein allgemeines ist, und auch für größere Tiefen in ähnlicher Weise gilt. Denn nehmen wir bei einer Tiefe von 40 Fuß 8° Reaumur. als mittlere Bodentemperatur unserer Gegenden an, und lassen von da die Wärme mit je 110 Fuß um 1° wachsen, so erhalten wir schon bei 9000 Fuß [2824m] Tiefe die Siedehitze des Wassers. Hierbei ist nun bloß eine gleichmäßige arithmetische Zunahme vorausgesetzt, die nicht einmal wahrscheinlich ist, wenn die innere Wärme von einer Zentralglut herrührt; sie müßte vielmehr in diesem Fall nach unten schneller, nämlich in geometrischer Progression, steigen, mithin schon bei einer geringeren Tiefe bis auf den Siedepunkt des Wassers gekommen sein. Eine Tiefe von 9000 Fuß ist aber für die Masse des Erdkörpers eine sehr geringe; auch müßten, wenn die glühenden Massen, welche von den Vulkanen ausgeworfen werden, von einer Zentralglut herrühren sollen, dieselben begreiflicherweise noch viel tiefer liegen. Die Frage, eine wie große Tiefe zu ihrem Flusse erforderlich sei, ist übrigens nicht so schwierig, wenn man weiß, wie hoch der Hitzegrad ist, mit welchem die geschmolzenen glühenden Laven hervorbrechen. Sichere Angaben sind freilich darüber nicht vorhanden, denn Parrot setzt sie z. B. auf den Schmelzpunkt des Silbers (978° R. [1222°C.]), Hoffmann dagegen auf den des Eisens (1540° R. [1925°C.]); und Bischof fand geschmolzenen Basalt mit einer Temperatur, welche den Schmelzpunkt des Kupfers (1118° R. [1397°C.]) Übertraf [*7]. Wollen wir demnach diese direkte Beobachtung als Maßstab annehmen, und die Temperatur der vulkanischen Herde etwa auf 1200° Reaum. [1500°C] setzen, so würde bei gleichmäßiger Zunahme der Wärme in der oben angegebenen Weise eine Tiefe von 6 geogr. Meilen erforderlich sein, um jenen Hitzegrad hervorzubringen [*8].

[*7]: Die Zahlenwerte beruhen auf Messungen mit Daniell's Pyrometer; die mit dem Wedgwood'schen ergeben, namentlich für das Eisen, eine weit höhere Temperatur.

[*8]: Auch diese Angabe ist vielleicht noch zu groß; Mitscherlich glaubt annehmen zu dürfen, daß schon in einer Tiefe von 8 Meilen die Schmelzhitze des Granits herrsche, wenn letztere, wie Versuche ihm lehrten, auf 1300 Cels. (1040 Reaum.) gesetzt wird.

Selbst diese Tiefe, so bedeutend sie uns auch erscheinen mag, ist in der Tat gering gegen den Halbmesser unserer Erdkugel von 859 3/10 Meilen; sie würde uns, wenn wir sie als den mutmaßlichen Durchmesser der festen Rinde annehmen wollten, doch einen Kern von 140 mal größerem Durchmesser ergeben, mithin kaum tiefer in die Erdmasse hinein sich erstrecken, wie am Apfel etwa die lederartige Rinde sich verbreitet, welche wir behufs des Genusses von der ganzen Frucht abschälen.

Der Annahme eines stetigen Fortschrittes der Temperatur gegen den Mittelpunkt der Erde in derselben Weise, wie wir ihn bei geringen Tiefen nahe der Oberfläche entschieden wahrnehmen, kann aber kein in der Natur unseres Erdkörpers, soweit wir ihn kennen, begründeter Einwurf entgegengesetzt werden; vielmehr dürfte sich dazu aus den beobachteten Tatsachen eine hinreichende Veranlassung ergeben, und somit die vorgetragene Schlußfolge als eine gerechtfertigte erscheinen.

Dieses wichtige Resultat gibt uns, in Verbindung mit der fast allgemeinen Verbreitung tätiger Vulkane an den Rändern der großen Kontinentalmassen, gleichwie das Vorhandensein vulkanischer Eruptionsstoffe oder Kegelberge in der Nähe vieler, wenn nicht aller, größeren Gebirgssysteme, ein bedeutungsvolles Mittel an die Hand, von den früheren Zuständen unseres Erdkörpers eine Vorstellung zu gewinnen; es läßt zunächst der Annahme völlige Berechtigung, daß jene beiden Erscheinungen in einem innigen Zusammenhänge stehen, daß in bedeutenden Tiefen geschmolzene Materien überall im Erdkörper vorhanden sein werden, und daß diese geschmolzenen innersten Bestandteile der Erde, von sich entwickelnden Dämpfen und großen Druckkräften anderer Art getrieben, nach oben durchbrachen, wo sie den geringsten Widerstand gefunden haben.

Ehe wir aus einer so bedeutungsvollen und allem Anschein nach entschiedenen Tatsache von der Beschaffenheit des Erdkörpers in Tiefen, bis zu denen wir nicht mehr Vordringen können, Schlüsse über die frühere Beschaffenheit desselben und seine ersten jugendlichen Zustände herleiten, scheint es passend zu sein, von den Schichten unter jenen geschmolzenen Materien und ihrer wahrscheinlichen Qualität einige Ansichten zu entwickeln, die auf ähnlichen Grundlagen beruhen, wie die Behauptung eines feurig- flüssigen Stratum unter der festen Rinde.

Man hat nämlich, von demselben Interesse geleitet, welches uns anspornt, die frühere Geschichte des Erdkörpers aus seinen gegenwärtigen Erscheinungen zu erklären, auch mancherlei Ansichten über die innerste Beschaffenheit, über den Kern der Erde ausgestellt, und ihn bald für hohl erklärt, bald mit einem gasförmigen Stoffe als erfüllt betrachtet. Diese letztere Ansicht könnte sogar mit einiger Wahrscheinlichkeit aus der schnellen, in geometrischer Progression steigenden Wärmezunahme nach innen gefolgert werden; allein der Druck, den die peripherischen Massen auf die zentralen ausüben, und von jeher ausgeübt haben müssen, scheint ihre Annahme zu verbieten. — So unsicheren Mutmaßungen wollen wir indes keine weitere Folge geben, sondern lieber auf Tatsachen Hinweisen, die der unmittelbaren Beobachtung zugänglich und durch sie bereits ermittelt worden sind. Solcher Art ist die Lehre von der Dichtigkeit der Erde, welche uns den Erdkörper mit allen seinen Bestandteilen wiegen läßt, und darnach ihm die mehr als fünfmalige Schwere einer ebenso großen Wasserkugel beilegt. Man nennt das Gewichtsverhältnis, welches auf Vergleichung der Schwere eines anderen Körpers mit der Schwere einer ebenso großen Wassermasse beruht, bekanntlich sein spezifisches Gewicht, und findet dasselbe für die Erbmasse als Ganzes genau 5,44mal schwerer [*9] als das des Wassers allein.

[*9]: Die jetzige Angabe statt der früheren, ans 4,93 bestimmten, ist ans den genannten Untersuchungen von F. Reich gezogen; vergl. dessen Schrift: Versuche über die mittlere Dichtigkeit der Erde mittelst der Drehwaage. Freiberg, 1838. 8.

Dieses Resultat ist höchst überraschend, weil wir aus den spezifischen Gewichten aller festen Rindenbestandteile des Erdkörper? höchstens ein Mittelgewicht von 2,78 erhalten. Da nun das Meerwasser noch einen sehr großen Anteil an der Rinde hat, mithin durchaus in Anschlag gebracht werden muß, wenn es sich um das spezifische Gewicht der ganzen Rinde handelt, so würde nach Berücksichtigung seines Anteils das Gewicht der Rinde nur zu 1,52 angenommen werden können. Bestände also die Erde in der Tiefe aus denselben Materien, welche ihre Rinde bilden, so könnte auch ihr spezifisches Gewicht im Ganzen nicht größer sein, als das der Rinde; es müßte vielmehr noch geringer ausfallen, weil das Wasser keineswegs bloß auf der Oberfläche steht, sondern überall bis in beträchtliche Tiefen, ja, wie früher wahrscheinlich gemacht wurde, selbst bis zu den vulkanischen Herden hinabdringt. Ist also das spezifische Gewicht der Erde

wirklich 5,44, woran nach den ziemlich übereinstimmenden Untersuchungen der Astronomen und Physiker nicht gut gezweifelt werden kann, so müssen die Schichten der Erde unter der Rinde, welche wir kennen, eine beträchtlich größere Schwere besitzen, da sie mit ihr vereint als Masse abgewogen ein so bedeutendes spezifisches Gewicht des Erdganzen ergeben. Diese Betrachtungsreihe ist eine unbezweifelbare, durchaus in der Natur der beobachteten Tatsachen [*10] begründete, und führt uns unmittelbar zu dem neuen, wichtigen Resultate, daß Metalle im Innern der Erde an Masse zunehmen müssen, weil sie die einzigen Materien sind, welche an Schwere die Bestandteile der Erdrinde bedeutend übertreffen.

[*10]: Die Methode, wie man zu den angeführten Tatsachen gelangt, kann hier nicht weiter verfolgt werden, da ihr Verständnis genaue physikalische und mathematische Kenntnisse voraussetzt. Diejenigen Leser, welche sich beider im genügenden Umfange erfreuen, um den darauf beruhenden Untersuchungen folgen zu können, verweise ich noch auf E. Schmidt's Lehrbuch der mathematischen Geographie. I. 387. S. 418. und besonders II. 4KS—487. S. 337—332.

Eine solche Behauptung ist in jeder Beziehung zulässig und gerechtfertigt; gewagter aber würde die Angabe sein, wie und in welchem Zustande sich die Metalle hier finden, und welches von den verschiedenen Metallen das vorherrschende sei. Beide Fragen lassen sich nur mit Wahrscheinlichkeiten, oder geradezu mit Mutmaßungen beantworten, daher es nicht viel ausmachen kann, wenn wir solche Antworten zu geben suchen, oder sie ganz übergehen. Doch ist es vielleicht manchem Leser nicht uninteressant, auch bloße Mutmaßungen zu hören, weshalb wir der Hypothese beitreten, welche im Innern der Erde große Quantitäten von Eisen annimmt. Wir stützen diese Behauptung besonders darauf, daß Eisen von allen Metallen auch am häufigsten in der Rinde sich befindet, daß alle Vulkanlaven Eisen enthalten, und manche von ihnen in hinreichender Menge, um selbst auf den Magnet wirken zu können. Auch die Aerolithe oder Meteorsteine, welche von Zeit zu Zeit auf unsern Planeten herabfallen, und bei näherer Untersuchung, wenigstens häufig [*11], fast ganz aus Eisen bestehen, können dieser Ansicht als Stütze dienen; da man sie jetzt ziemlich allgemein für eigentümliche, im Weltraum entstandene Gebilde zu halten geneigt ist, welche auf ihren Bahnen um einen Zentralkörper, der von den meisten Astronomen für die Sonne, von einigen für die Erde selbst erklärt wird, in den Bereich der Attraktion unseres Planeten gelangten und von ihm völlig angezogen wurden.

[*11]: Man unterscheidet den chemischen Bestandteilen nach zwei Arten von Meteorsteinen; die eine viel häufigere Art besteht vorzugsweise aus Eisen (70—96 Proz.) und Nickel, die andere seltenere ist ein Gemenge von kristallinen Silikaten ohne Eisen, worunter Augit, Labrador, Mbit und Hornblende die Hauptmasse bilden. Bergt. Berzelius in Leonhard's und Bronn's neuem Jahrb. 1836. S. 599 und Rammelsberg, Wörterb. der chem. Mineral. I. 422 und I. Suppl. 98. Jene nennt man jetzt lieber Meteoreisen und nur diese noch Meteorsteine.

Die Art und Weise, wie das Eisen in den Meteorsteinen enthalten ist, kann ferner neue Fingerzeige über die Beschaffenheit desselben im Innern der Erde erteilen; und weil dies Metall im Ganzen eine sehr große Neigung äußert, mit anderen Stoffen chemische Verbindungen einzugehen, so wird sich sein Vorkommen wohl nicht auf den regulinischen Zustand beschränken, sondern wir werden es mannigfach gemischt in der Tiefe des Erzkörpers vermuten dürfen.

Durch diese Betrachtung, wie viel Wahrscheinlichkeit auch in ihr enthalten sein mag, kann indes immer nichts Sicheres bewiesen werden; dagegen möchte eine andere verwandte Untersuchung noch etwas mehr Licht über den fraglichen Gegenstand verbreiten. Die allermeisten und gerade die edelsten Metalle befinden sich ganz besonders in den untersten

Schichten der Erdrinde; teils in den kristallinen Skaten, deren feurig-flüssiger Ursprung keinem Zweifel mehr unterliegt, teils in den ältesten neptunischen Lagen. In diesen Gesteinen sind die Metalle aber nicht als gleichmäßige Gemengteile enthalten, sondern an besonderen eigentümlichen Ablagerungsorten niedergelegt, welche man je nach ihrer Form Gänge oder Lager nennt. Beide sind ganz entschieden Spalten, die Gänge meistens senkrecht oder geneigt aufsteigende, die Lager waagrecht fortgehende, in welche sich eine von dem gespaltenen Gestein verschiedene Masse später eingedrängt hat. Diese Masse ist entweder reines Metall oder ein kristallisierter erdiger Stoff, oder noch öfter ein Gemisch von beiden. Eine nähere Untersuchung dieser Spalten hat ferner gelehrt, daß sie sich nach oben verschmälern, zerlaufen und im Gestein enden, nach unten dagegen häufig weiter werden und immer tiefer und tiefer hinabreichen, indem ihr Ursprung oft unergründlich bleibt, oder wie der Bergmann sich ausdrückt, in die ewige Teufe hinabsteigt. Dabei zeigen die in ihnen enthaltenen Ausfüllungsmittel in vielen Fällen deutlich das Verhalten von unten emporgequollene Massen; in manchen lückenhaften Gängen scheinen die Stoffe sogar in Dunstform aufgestiegen zu sein, und hier langsam erkaltend als Kristalle an den Wänden sich abgesetzt zu haben; ja es ist oft ganz deutlich, daß die eine Gangmaterie schon da war, als die zweite später in ähnlicher Weise ihr nachfolgte, und dann ist die metallische gewöhnlich die spätere, auf die erdige aufgehäuften [*12].

[*12] Werner erklärte die Ausfüllung der Gänge, gemäß seiner neptunischen Ansicht, durch Absatz aus Gewässern, welche von oben her in die Spalten eingedrungen seien. G. Bischof sucht jetzt die Nichtigkeit dieser Ansicht in so weit darzutun, als er den wässerigen Ursprung der Erz- und Quarzgänge für durchaus nötig erklärt, und bloß den Gängen, die mit plutonischen und vulkanischen Massen erfüllt sind, eine feurig- flüssige Ausfüllung gestattet (Leonhards und Bronns neues Jahrbuch : 1844. S. 287). Indes räumt er ein, daß die Ausfüllungsmasse auch auf nassem Wege teils durch heiße Dämpfe, teils durch Infiltration des Wassers von unten herauf geführt oder aus den Muttergesteinen des Ganges ausgelaugt sei. Die Metalle erlitten dabei große Veränderungen und wurden aus kohlensauren, schwefelsauren und anderen im Wasser löslichen Verbindungen teils niedergeschlagen, teils als solche abgeschieden und durch Entfernung der Säuren oder des Sauerstoffs in Oxyde oder Schwefelmetalle umgesetzt. Vergl. dessen Chemische Geologie. I. u. II. Bonn, 1847—1849.

- Karl Gustav Bischof, 1792 – 1870, Deutscher Geologe [W.G-2020]

Alle diese Tatsachen lassen nur die eine Erklärung zu, daß jene ganghaltigen Gebirgsgesteine geraume Zeit nach ihrer Bildung durch neue Kräfte von unten her zerrissen wurden, daß in diese Lücken Materien in flüssiger oder gasförmiger Gestalt hineindrangen und hier kristallinisch oder derb sich absetzten, je nachdem der Ausscheidungsprozeß langsam oder schnell, ohne oder mit Störungen von außen verbunden vor sich ging. Dabei versteht es sich von selbst, daß Stoffe, welche von untenher in Lücken anderer eingedrungen sind, unter ihnen liegen müssen; weshalb es bloß einer sorgfältigen Betrachtung der metallischen Ablagerungsorte in der Erdrinde bedarf, um zu der Überzeugung zu gelangen, daß auch diese Metalle vormals unter den Stoffen lagen, in deren Spalten und Rissen oder Lücken sie nunmehr enthalten sind. Auf einem ganz andern, von dem frühem völlig Verschiedenen Wege sind wir also wieder zu demselben Resultat gelangt und haben die unter der erforschten Erdrinde gelagerten Schichten als metallische Stoffe erkannt, welche sich wahrscheinlich noch jetzt in einem feurigen Flusse befinden mögen.

Zugleich zeigt uns die nähere Untersuchung des Inhaltes der Gänge, daß der metallische Erdkern keineswegs bloß aus Eisen bestehen könne, denn nicht nur Eisen, auch alle anderen Metalle, werden in ihnen und in den verschiedensten Verbindungen angetroffen. Alle unsere edlen Metalle haben wir aus solchen Gängen, und diejenigen, welche wir nicht daher haben, welche

wie das Gold im Sande der Flüsse gefunden werden, stammen doch ohne Zweifel aus Gängen her, und sind von den im Gange emporsteigenden Wassern bloß mechanisch mit fortgeführt, oder durch Verwitterung des Muttergesteins über die Oberfläche zerstreut worden.

Wir fassen jetzt, zu so bedeutungsvollen Resultaten gelangt, dieselben übersichtlich zusammen, ehe wir neue Untersuchungen beginnen, und sprechen in Folge der früheren nachstehende allgemeine Gesetze aus.

1. Der Erdball besteht auf seiner festen Oberfläche aus zweierlei Arten von Bestandteilen; die Einen, welche geschichtet sind, in unabänderlicher Reihe auf einander folgen und Versteinerungen enthalten, sind Niederschläge aus dem Wasser; die Anderen von kristallinischem oder derbem Gefüge, stets ohne konstante Reihenfolge und ohne Versteinerungen, befanden sich ursprünglich in einem feurig - flüssigen Zustande.
2. Alle Gebilde der letzteren Art sind von unten emporgehoben, und lagen anfangs als feuriger Fluß, der erst später erkaltete, unter den geschichteten.
3. Unter ihnen finden sich noch jetzt geschmolzene Massen von ähnlicher Beschaffenheit.
4. Der Kern der Erde, und überhaupt das Innere in ihrer Tiefe, ist metallisch, wahrscheinlich sehr stark eisenhaltig.
5. Auch diese metallischen Bestandteile scheinen im geschmolzenen, vielleicht selbst an einzelnen Stellen im gasförmigen Zustande sich zu befinden.

Von den fünf hier aufgestellten Annahmen ist keine eine bloß hypothetische, die erste vielmehr ein reiner Erfahrungssatz, der lediglich auf Beobachtungen beruht. Läßt sich dies auch nicht von den vier anderen behaupten, so lassen sich doch die Erfahrungen nicht zurückweisen, aus denen wir die in ihnen ausgesprochenen Ansichten folgerten, und da in ihrer Schlußfolge keine Übereilung, kein vorschneller Ausspruch enthalten ist, so dürfen sie in Berücksichtigung dessen, daß ihnen eine Begründung durch unmittelbare Beobachtung nicht gegeben werden kann, wohl ebenfalls für Tatsachen gelten. Wir benutzen sie als solche, um aus ihnen unsere Theorie der Erdbildung abzuleiten.

[p.133]

9. Theorie der Erdbildung.

Die Hypothese, wodurch wir die Entstehung der Erde erklären wollen, muß, wenn sie auf Wahrheit Ansprüche macht, von einer Voraussetzung ausgehen, deren Zulässigkeit nicht bloß mit der erkennbaren Bildung des Erdkörpers im Einklänge steht, sondern auch die nachweisbaren Entwicklungsphasen als notwendige Resultate der gesetzten Ursache von selbst dartut. Diese Anforderung stützt sich auf Tatsachen der Weltordnung, so weit unsere Wahrnehmungen reichen; überall finden wir nur einen Anstoß in den Erscheinungen gegeben, und sobald derselbe erfolgt war, reihten sich an ihn alle weiteren Phänomene in unausbleiblicher Folge als Resultate der Grundursache an. Werfen wir in dieser Beziehung einen Blick auf den Weltraum mit seinen Millionen Sternen, so ist es das Gesetz der Gravitation, welches hier als Lenkerin der Bahnen aller von uns genau in ihren Bewegungen erkannten Himmelskörper auftritt, was den kleineren um den größeren gehen heißt und das geordnete Sonnensystem, dessen Teil wir bilden, in seinen Grenzen erhält. Aber nicht bloß am Firmament äußert die Gravitation ihre Wirkungen, auch auf dem einzelnen Planeten, den wir bewohnen, tritt sie überall an der Materie als erste Grundkraft auf und wirkt als Schwere anziehend, wie als Adhäsion verschiedene, oder als Kohäsion gleichartige Massen zu einem Ganzen verbindend. —

Suchen wir, von diesem Resultat geleitet, den Urzustand unseres Planeten aus seinen dermaligen Verhältnissen zu bestimmen, so dürfen wir ihn nur in der eben angedeuteten Weise voraussetzen; wir dürfen also unsere Erde nicht etwa als einen schon fertigen Weltkörper ansehen, der durch einen anderen wieder zertrümmert und in die chaotische Mischung seiner Bestandteile zurückgeführt wurde, daraus die nachweisbaren Revolutionen seiner Oberfläche erklärend. Denn bei einer solchen Annahme wäre der heutige Zustand nicht Resultat eines notwendig aus der ersten Anlage sich ergebenden Bildungsganges, sondern Folge eines zufällig eingetretenen Ereignisses, dessen Begebnis außerhalb des ursprünglichen Planes lag. Verhältnisse solcher Art gibt es aber in der Natur nicht; was wir Zufall nennen, ist sicher notwendiges Resultat unbekannter Ursachen, und ebenso gesetzmäßig, wie jede natürliche Erscheinung überhaupt. Jede Revolution ist daher ein durch die Anlage der Erde selbst bedingtes Ereignis, ein notwendiger Akt im fortschreitenden Schaffen und Gestalten, den keine äußere, zu ihm beziehungslose Bedingung, wie etwa eine allgemeine Verderblich des Menschengeschlechtes, herbeiführen konnte. Wer in natürlichen Ereignissen Strafen höherer Mächte am sterblichen Geschlecht erkennt, beurteilt die Weltordnung nach menschlichen Zwecken und schiebt ihr Motive unter, welchen sie nicht folgt. Denn die Strafe des Himmels am Menschen ist, so lange es Menschen gegeben hat, immer von ihnen selber vollzogen worden; das lehrt die Geschichte mit blutigen Zügen. Für jene teleologische Ansicht der Welt bleibt ihre Ordnung ein Geheimnis, das Niemand erraten kann, der sich durch Annahme kleinlicher menschlicher Motive alle höhere Einsicht im Voraus verbaut hat. Selbst der Mensch ist weit eher der Natur wegen da, als sie seinetwegen; ja nicht der kleinste Teil in ihr hat eine andere Beziehung zum Ganzen als die, welche sein Existenzbedürfnis fordert. Ein Jeder soll sich durch eigne Kraft erhalten, nicht seine Umgebung ihn; und er tut es, indem er rücksichtslos ergreift, was ihn umgibt, in der Voraussetzung, daß, was ihm erliegt, seinem Bedürfnis zu dienen

bestimmt sei. Und doch hat dieses Außending dieselbe Berechtigung der Existenz, wie er, daher es auch eben so oft die seinige vernichtet, wie es von ihm als Individuum vernichtet wird, bevor die Erfahrung beiden über das Statt findende Abhängigkeitsverhältnis die belehrenden Aufschlüsse erteilt hat.

Sprechen wir demnach diese erste Grundursache, diesen uranfänglichen Zustand, der alle späteren Phasen als notwendige Entwicklungsstufen nach sich zog, hypothetisch aus, so lautet sie wie folgt:

Der Erdkörper war im Anfange seines Daseins ein weit ausgedehnter Gasball, welcher bei allmählicher Verdichtung in Glut geriet und durch langsame Abkühlung in seine spätere Beschaffenheit überging.

Bevor wir die Resultate dieser Annahme erörtern und zeigen, daß die Verdichtung eines gasartigen Urzustandes Verhältnisse herbeiführte, wie diejenigen sind, welche wir in der Erdrinde antreffen, müssen wir die Gründe hervorheben, aus denen sich die Berechtigung unserer Hypothese barthun läßt.

Der erste und hauptsächlichste Grund liegt im Erdkörper selbst, dessen Temperatur, wie wir gesehen haben, noch jetzt im Innern sehr hoch steht, und dessen Rindenbestandteile alle der Art sind, daß sie durch hohe Temperaturgrade gasförmig werden könnten. Wir verfolgen diese Behauptungen hier nicht weiter, da von ihnen schon in den früheren Untersuchungen mannigfach gehandelt wurde.

Ein zweiter Grund für die ausgesprochene Annahme zeigt sich in den Himmelskörpern [*1], welche unser Sonnensystem zusammensetzen, insofern dieselben sich nachweislich in sehr verschiedenen Dichtigkeitsgraden befinden und neben einander alle die Phasen der Verdichtung darbieten, welche wir für den Erdkörper als seine aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen annehmen. Verweilen wir zunächst bei den Planeten, so übertrifft nur einer von ihnen, der Merkur, welcher der Sonne am nächsten steht, in dieser Beziehung unseren eignen Weltkörper; denn seine Masse verhält sich zur Erdmaterie, dem spezifischen Gewichte nach, wie 6 zu 5; — alle anderen Glieder unsers Systems sind aus weniger dichten Stoffen gebildet worden, wenngleich der Unterschied zwischen der nahen Venus und unserer ihr in so vielen Stücken ähnlichen Erde ein sehr unbedeutender ist.

[*1]: Ausführlichere Mitteilungen über die hier nur angedeuteten Tatsachen finden sich iß I. H. Mädler's astronomischen Briefen (Mitau, 1846. 8.), auf welche wir unsere Leser verweisen.

Schon der Mond, welcher die Erde noch viel näher umkreist, gehört unter die dünneren Weltkörper; das spezifische Gewicht seiner Bestandteile verhält sich zu dem der Erde, wie 5 zu 9. Endlich die Sonne, der Mittelpunkt des ganzen Systems, die doch alle anderen Planeten zusammen 700 mal an Größe übertrifft, und 1.500.000 mal räumlich größer ist, als die Erde, steht derselben, also auch der Venus und dem Merkur, in der Dichtigkeit ihrer Masse bei weitem nach; sie ist sogar aus einer noch dünneren Materie als der Mars gebildet, und gleicht darin mehr dem Jupiter, dessen Bestandteile, obgleich sie dem größten aller Planeten angehören, doch über viermal lockerer gefügt sind, als die der Erde, mithin sehr wenig mehr Konsistenz als das Wasser haben. Nur Uranus und Saturn bleiben hinter der Dichtigkeit der Sonne beträchtlicher zurück; letzterer am bedeutendsten, da er der lockerste aller Planeten ist. —

Eine genauere Vergleichung dieser verschiedenen Dichtigkeitsgrade ergibt also, daß der am nächsten an die Sonne herangerückte Planet der dichteste ist und daß sich an ihn zwei andere

Planeten von geringerer, unter sich fast gleicher Dichtigkeit anreihen, worauf abwärts von der Erde die Dichtigkeiten schneller und um so mehr abnehmen, je weiter der Planet sich von der Sonne entfernt; Uranus ausgenommen, welcher eine größere Dichtigkeit besitzt, als der ihm vorangehende Saturn, obgleich er demselben an Masse bedeutend nachsteht. Die Sonne aber, der Zentralkörper, hat keineswegs die größte Dichtigkeit, sondern eine so geringe, daß sie erst mit dem stofflichen Gehalte der entferntem größeren Planeten, besonders mit dem des Jupiters, übereinzustimmen scheint [*2].

[*2]: Weder von den vier kleinen Planeten, Ceres, Pallas, Juno, Vesta, zwischen Mars und Jupiter, zu denen, sich vier andere ähnliche seit den letzten 3 Jahren, Astraea, Hebe, Iris und Flora gesellt haben, noch von dem kürzlich durch Leverrier hinter der Uranusbahn theoretisch ermittelten, von Galle zuerst wirklich gesehenen, dreizehnten Planeten Neptun, sind die Dichtigkeiten erkannt worden.

Indem wir die eben entwickelte und gewiß nicht zufällige, wenn auch an kein mathematisches Gesetz gebundene Abnahme der Dichtigkeitsgrade in nähere Überlegung ziehen und auf ihre Ursachen prüfen, so scheint uns ein Vergleich mit den Eigenschaften der Sonne auf die Ansicht zu leiten, daß Temperaturunterschiede wohl als Bedingungen Mitwirken könnten und jenes früher (S. 58) erörterte Gesetz von der Ausdehnung der Materie durch die Wärme in Anwendung kommen möchte. Allgemein wird ja der Sonne eine höhere Temperatur zugeschrieben, welche man freilich nicht dem Sonnenkörper selbst beilegt, sondern einer ihn umgebenden feurigen Atmosphäre, deren Ausdehnung, wie Erscheinungen bei Finsternissen andeuten, über 30,000 Meilen betragen mag, während Spuren derselben selbst noch jenseits der Erdbahn im Zodiakallichte uns sichtbar werden dürften. Wie groß der Einfluß eines solchen glühenden Dunstkreises auf die Ausdehnung des Sonnenkörpers sein müsse, ist leicht zu erachten, selbst wenn man entnehmen wollte, daß der feste Kern der Sonne aus Materien, strengflüssiger als die tellurischen Stoffe, bestehe; ja wir werden einer solchen Annahme ohne Widerspruch beipflichten können, weil sie in der Tat annehmlicher erscheint als das Gegenteil, Immer aber müßte die hohe Temperatur des Sonnendunstkreises auch aus den Kern ausdehnend wirken und könnte eben dadurch einen Teil des geringeren spezifischen Gewichtes der Sonnenmasse Hervorrufen. Wie dem aber auch sein mag, für unsere gegenwärtige Betrachtung genügt die Tatsache, daß die Sonne aus zwei Bestandteilen, einem selbstleuchtenden Dunstkreise und einem lichtlosen Kerne, bestehe, mithin in zwei verschiedenen Graden der Massenverdichtung sich befinde; eine Eigenschaft, welche jedoch mit den ähnlichen Qualitäten der tellurischen Bestandteile nicht in unmittelbarer Übereinstimmung stehen dürfte, sondern aus anderen und eigentümlichen Bildungselementen der Sonne hervorzugehen scheint. —

Bei so schwachen Analogien wird uns die physische Beschaffenheit der Sonne nicht viel nützen, sie kann uns zwar eine Duplizität der Sonnensubstanz dartun, allein nicht mehr lehren, als was die Erde selbst zeigt; — daß nämlich sich ihre Bestandteile nicht in einem gleichen Grade der Verdünnung oder Verdichtung befinden. Aber die Möglichkeit eines Urzustandes gleichförmiger Verdünnung aus heutigen Tatsachen zu deduzieren ist hier unsere Aufgabe; — ihre Lösung liegt also noch vor, wenn wir nicht bei dem obigen Resultate stehen bleiben wollen, daß die Sonne und die Planeten gegenwärtig sehr verschiedene Grade der Verdichtung zeigen, freilich aber eine größere Konsistenz, als bloße Dunstmaterie, unfehlbar besitzen. Auf eine so wenig ausreichende Erfahrung sich allein zu stützen, ist nicht

statthaft, wenn noch Tatsachen von mehr Erfolg zu erlangen sind. Sie bieten sich bei näherer Betrachtung der Kometen dar, jener wandelbaren, schwach leuchtenden Gestirne von ungleicher Masse, welche von Zeit zu Zeit im Bereiche unseres Sonnensystems erscheinen, oder mit uns die Sonne in langgezogenen Ellipsen umkreisen. Ihre Substanz ist dunstförmig, das lehrt der Augenschein; sie leuchtet, gleich den Planeten, nur mit erborgtem Lichte, und ändert sich an jedem einzelnen Kometen je nach seiner Stellung im Weltraum und den Beziehungen, in welche der Komet zu benachbarten Gestirnen tritt; — aber auch ihre Form und ihre Ausdehnung ist großen Verschiedenheiten unterworfen. Enkes Komet, uns der nächste, dessen minder langgestreckte Bahn noch nicht bis zum Jupiter reicht, umkreist näher als Merkur die Sonne in nicht völlig $3 \frac{1}{3}$ Jahren, eine elliptische Dunstmasse bildend, worin nahe dem vorderen Ende ein minder durchsichtiger, sphärischer Kern sich befindet, von dem an die Materie allmählich nach dem Umfange hin dünner wird. Aber die meisten Kometen zeigen nicht einen solchen Umfang, sie bestehen vielmehr aus einem schärfer umgrenzten Kern von hellerem Lichte, hinter dem sich ein langer Dunstnebel herzieht, welcher den Kern in zwei konischen Schichten, einer inneren dünneren und einer äußeren dichteren, zu umgeben scheint. Dieser dem Kopfe oder Kerne folgende Schweif nimmt an Größe zu, je näher der Komet an die Sonne heranrückt, und befindet sich in der Regel hinter dem Kern, doch nicht auf der Bahnlinie, sondern von der Sonne abwärts nach außen zu und so gewendet, daß die Verlängerung seiner Achse durch den Mittelpunkt der Sonne geht. Nicht immer behält er die gleiche Stellung, er schwankt vielmehr, nach links und rechts abweichend, in bestimmten Pausen, was Bessel [Friedrich Wilhelm Bessel, 1784 – 1846; Deutscher Astronom, Mathematiker] einer polaren Aktion, der magnetischen Polarität unseres Erdkörpers vergleichbar, zuschreiben möchte. Welcher Art die Materie sei, woraus der Schweif sich bildet, und ob sie von den Stoffen des Kernes abweiche, ist schwerlich oder überhaupt gar nicht zu bestimmen; aber dunstförmig muß sie sein, selbst dünner als unsere zartesten Nebel, weil man Sterne mit völliger Klarheit durch sie wahrnimmt. Auch der Kern kann nicht viel dichter sein, denn er trübt ebenso wenig das Licht der Fixsterne, welche durch ihn zu uns herüberstrahlen. Die Qualität beider Stoffe muß ferner von bestimmten Graden der Temperatur und des Druckes abhängen, weil die Dunstmasse sich vergrößert, je näher der Komet an die Sonne heranrückt und gewöhnlich bald nach dem Durchgänge durch sein Perihel der Schweif des Kometen die größte Ausdehnung erlangt. Früher schrieb man die Verlängerung des Schweifes dem ausdehnenden Einflüsse zu, welchen die Sonne mittelst ihrer Wärme auf die Masse des Kometen ausübe; gegenwärtig ist man geneigter, seine Volums Vermehrung von der beschleunigten Bewegung des Kernes abzuleiten, worin ihn die mit der Annäherung immer stärker werdende Attraktion der Sonne versetzt. Indem nämlich ungleich dichte Bestandteile des Kometen teils ungleich von der Sonne angezogen, teils ungleich von dem Widerstande des Äthers [*3] zurückgehalten werden, müssen allerdings die zarteren Schichten mehr Zurückbleiben und als Folge davon den Schweif verlängern.

[*3]: Die Anwesenheit eines höchst zarten Fluidums im Welträume, des Äthers, ist schon von früheren Physikern gelehrt, in neuerer Zeit aber am überzeugendsten durch Encke dargetan worden, indem er zeigte, daß nur aus der Annahme eines solchen Widerstand leistenden Stoffes die stets kürzer werdende Umlaufzeit des nach ihm genannten Kometen erklärt werden könne. —

Es muß ferner der Kern, ohne Zweifel der dichteste Teil des Kometen, sich der Sonne zuwenden, weil er am stärksten von ihr angezogen wird, der Schweif aber wird um so weiter von ihr entfernt bleiben, je dünner er ist, d. h. je schwächer er angezogen wird; und aus diesem Grunde treffen wir ihn außerhalb der Kometenbahn abwärts von der Sonne in der früher erwähnten Richtung. Dergleichen Verhältnisse könnten aber nicht eintreten, wenn die Bestandteile des Kometen eine

gleiche Dichtigkeit besäßen oder überhaupt nicht so überaus dünn wären; ja es scheint, als wenn seine Stoffe, wegen der mangelnden größeren Differenz ihrer spezifischen Schwere, wohl nie zu einer besseren Konsolidierung gelangen werden, sondern für immer in dieser luftigen hauchartigen Beschaffenheit zu verweilen bestimmt sein dürften. Wenigstens sind die Unterschiede der mehrmals wiedergekehrten und genauer beobachteten Kometen zu unbedeutend, als daß sich ein allmählicher Fortschritt an ihnen, eine Art Entwicklung, erkennen ließe. Die Kometen stehen vielmehr in ihrer physischen Individualität noch weit mehr hinter dem materiellen Gehalte der entfernteren oberen Planeten zurück, und stellen mit ihrem dunstförmigen Wesen wahrscheinlich den Urzustand dar, von welchem der durch größere stoffliche Mannigfaltigkeit bevorzugte Erdkörper vor Millionen von Jahren ebenfalls ausging. — Und was sonach für die Erde zulässig erscheinen dürfte, das kann auch von den übrigen Planeten gelten, sie alle mögen einstmals dunstförmige, elastisch-flüssige Nebelmassen gewesen sein.

Diese Voraussetzung ist in der Tat keine neue und übertriebene, sondern eine sehr alte, zuerst von Kant vorgetragene Ansicht, die später Laplace unabhängig von seinem Vorgänger weiter verfolgt und als wahrscheinlich dargetan hat. Der große Astronom und Analytiker wurde durch die übereinstimmende Richtung aller Bewegungen [*4] in unserem Sonnensystem zunächst zu der Überzeugung gebracht, daß eine so gleichartige Wirkung nur von einer und derselben Ursache herrühren könne.

[*4]: Nur die Uranus-Trabanten bewegen sich entgegengesetzt, nämlich von Osten nach Westen ; den übrigen Körpern unseres Systems ist die gleiche Bewegung von Westen nach Osten eigen.

Er stellte demnach die Ansicht auf, daß man sich unser ganzes Sonnensystem sehr wohl in seinem uranfänglichen Zustande als einen einzigen ungeheuren Gasball denken könne, in, dem durch Konzentration der Substanzen sich irgendwo ein Mittelpunkt und später ein festerer Kern bildete. Erhielt derselbe durch irgend eine äußere Gewalt, vielleicht durch die Attraktion entfernter ähnlicher Kerne, eine Bewegung um seine Achse, so mußte an dieser Bewegung nach und nach die ganze ihn umgebende Gasmaterie Teil nehmen, mithin der Gasball ein in sich selbst rotierender werden. Anfangs sich langsam um seine Achse wälzend, wurde diese Bewegung, wegen der fortschreitenden Verdichtung der Masse und der damit harmonischen Verkleinerung des Volumens, bald schneller und schneller, die Gestalt des Gasballes aber mehr und mehr eine sphäroidische, der Linsenform genäherte, indem mit der schnellem Drehung auch die Schwungkraft (Zentrifugalkraft) sich vermehrte. Bei fortschreitender Verdichtung des Ganzen und gleichmäßig vermehrter Fliehkraft der peripherischen Teilchen konnte es nun nicht ausbleiben, daß zu irgend einer Zeit diese Fliehkraft über die Anziehung, welche der Kern im Mittelpunkt auf die peripherischen Schichten ausübte (Zentripetalkraft), die Oberhand gewann, und da dies an allen Orten unter dem Äquator des linsenförmigen Gasballes gleichzeitig erfolgen mußte, ein ringförmiger zumeist peripherischer Teil vom Ganzen sich ablöste. Dieser Gürtel oder Ring erhielt später durch Störungen, welche auf ihn ausgeübt wurden, Lücken, zerriß an einer oder an mehreren Stellen, und wickelte sich zu ebenso vielen Kugeln auf, welche so wie sie entstanden waren, ihr Dasein bleibend behaupteten. Es ergab sich also daraus entweder ein einziges neues größeres Sphäroid mit doppelter Bewegung: einer Achsendrehung, bedingt durch die ungleiche Schwungkraft, welche der Gasring an seiner äußeren und inneren Seite besitzen mußte; und einer zweiten, den übrig gebliebenen Gasball noch ferner umkreisenden peripherischen Umlaufsbewegung; — oder eine Anzahl kleinerer Sphäroide, die alle in ziemlich gleichem Abstände vom Zentrum mit denselben doppelten Bewegungen fortrollten [*5].

[*5]: Die acht kleinen Planeten unseres Systemes: Ceres, Pallas, Juno, Asträa, Vesta, Iris, Flora, beweisen, daß auch dieser zweite Fall ein wirklicher gewesen ist; während alle größeren Planeten auf die zuerst angegebene Weise durch Konzentration des Ringes in eine Masse sich gebildet haben.

Während dies an der Peripherie des großen Gasballes sich zutrug, verfolgte er selbst seine alte rotierende Bewegung und vergrößerte zugleich immer mehr seine Schnelligkeit in der Umdrehung, weil er fort und fort durch Zusammenziehung oder Verlust kleiner wurde. Da wiederholte sich an ihm nach einiger Zeit die alte Erscheinung; die Zentrifugalkraft der peripherischen Schicht überwand die Anziehungskraft des Kernes, und ein neuer Gürtel löste sich ab. Auch dieser gestaltete sich in der Weise des früheren, und indem er jetzt die Phasen durchlief, welche der ältere bereits zurückgelegt haben mochte, bereitete sich an der zentralen Masse schon ein dritter Gürtel zur Ablösung vor. Derselbe Hergang begab sich nach und nach so oft aufs neue, wie die peripherische Schwungkraft der stets beschleunigter bewegten Masse die Anziehungskraft der Mitte überwinden konnte; erst als ein solcher Fall vermöge des geringeren Umfanges, den der Zentralteil nach so viel erlittenen Verlusten angenommen haben mußte, nicht mehr eintreten konnte, war die Entstehung neuer peripherischer Weltkörper unmöglich geworden. Jetzt endlich hatte sich der Gegensatz zwischen der zentralen Sonne und den peripherischen Planeten für immer festgestellt, das Sonnensystem also nach dieser Seite hin sich vollendet. Allein die Planeten waren inzwischen durch neue Stadien der Entwicklung hindurchgegangen. In diesen peripherischen Gaskugeln kehrte nämlich, wenn sie groß genug an Umfang waren, um der Zentrifugalkraft ihrer Äquatorialteile das Übergewicht über die Anziehung ihres Kernes einräumen zu müssen, die Tendenz zur Gürtelbildung zurück; es entstanden selbständige Ringe, welche sich nach den früher mitgeteilten Gesetzen zu Kugeln formierten, und den Unterschied von Planeten und Trabanten bewirkten. Kleinere Planeten ließen es zu einer solchen Gürtelbildung nicht kommen, während größere mehrere Gürtel über einander absetzten, von denen vielleicht einige noch heute nicht zu Kugeln sich gestaltet haben; denn dafür scheint der mehrfache Ring am Saturn zu sprechen. —

Die vorgetragene Ansicht von Laplace und Kant harmoniert nun vollkommen mit den früher besprochenen Dichtigkeitsunterschieden der Planeten (S. 136), und hat in ihnen eine nicht minder sichere Stütze, als in der übereinstimmenden Richtung ihrer Bewegungen. Denn da im ganzen Gasball eine fortdauernde Verdichtung durch Massenanziehung Statt fand, so mußten natürlich die inneren Teile desselben aus dichteren Schichten bestehen, als die äußeren, die unteren Planeten also, welche aus diesen Gürteln dichter Materien entstanden, eine größere Dichtigkeit besitzen, als die oberen, welche sich aus den zuerst abgesonderten äußeren Gürteln leichter Stoffe gebildet hatten.

Wenn aus solche Weise die Entwicklung des Gasballes, dem unser Sonnensystem zur Grundlage diente, vorgegangen ist, so fragt es sich dagegen noch sehr, wie der Gasball selbst sich bildete, und was für ein Urzustand seiner Existenz in abgesonderter Form voranging. Über diese Frage ist Laplace mit Stillschweigen hinweggegangen, obwohl ihre Beantwortung eine nicht geringe Wichtigkeit hat. Sie geht übrigens aus seiner Theorie auch ziemlich ungezwungen hervor, wenn man annimmt, daß derselbe Anfang, welcher für unser Sonnensystem zulässig erschienen ist, auch für die übrigen Weltkörper und ihre Systeme Geltung haben könne, ja daß er selbst Geltung haben müsse, wenn wir die Einheit des Planes in der Weltordnung statuieren. Bei dieser Voraussetzung ist es kein Sprung in der Schlußreihe, anzunehmen, daß der ganze Weltraum ursprünglich homogen mit höchst fein zerteilten dunstförmigen Substanzen, den Substraten der gegenwärtig zu Weltkörpern verdichteten Materie, angefüllt war. Eben dieser feinen Zerteilung wegen reagierten die einzelnen Bestandteile noch nicht auf einander, alles

blieb in chaotischer Mischung regungslos stehen, bis irgendwo durch erste Massenanziehung die Anlage zu einer Differenz in der Materie und dadurch zu einer Wirkung der differenten Bestandteile auf einander Veranlassung gegeben worden war [*6].

[*6]: Man hat durch Rechnung wahrscheinlich gemacht, daß der achtzigtausend millionste Teil eines Grans fester tellurischer Substanz eine Kubik Meile anfüllen mußte, als die Bestandteile unseres Sonnensystems den Kugelraum gleichmäßig erfüllten, dessen Umfang etwa die Uranusbahn bezeichnet. In einem solchen Grade der Verdünnung waren aber noch keine chemischen Einwirkungen der Stoffe auf einander möglich.

Solche Konzentrationen geschahen wohl gleichzeitig an unendlich vielen Punkten des Weltraumes, und sie waren es, welche zu den festen Kernen, aus deren Anziehung Laplace die Bewegung der einzelnen Gasräume und ihre Verdichtung zu Sonnensystemen herleitet, Veranlassung gaben. Jede Konzentration der Materie erregte aber notwendiger Weise Temperaturunterschiede, denn mit der Verdichtung jedweden materiellen Stoffes ist eine Entbindung von Wärme verbunden. Vermöge dieser Wärme wurden die ersten sich konzentrierenden Massen nicht gleich fest, sondern sie blieben in einem erweichten breiartigen, vielleicht selbst glühenden Zustande, und aus solchen glühenden Massen bestanden ohne Zweifel die ersten Kerne des sich aus seiner dunstförmigen Zerteilung hervorbildenden Weltalls. Das Chaos mit seiner uranfänglichen Gleichheit der Form war auch der Materie nach ebenso indifferent, bis Dichtigkeitsunterschiede und die davon abhängenden Temperaturdifferenzen eintraten, welche ein Aufhören der Indifferenz und ein Agieren der entfesselten Substanzen auf einander nach den ihnen innewohnenden physikalischen wie chemischen Eigenschaften bedingten. Erst jetzt, wo der entstandene Kern einen höheren Hitzegrad behauptete, von der konzentrierten Materie Wärme und Licht, die unzertrennlichen Genossen hoher Temperaturen, ausstrahlten, zog er die zarter gefügten Stoffe an sich heran, erregte in ihnen durch beide Agenten chemische Affinitäten, und bildete fortan eine leuchtende Fackel [*7], die den leichteren lichtlosen Dünsten als Anziehungspunkt diente, indem sie durch die bis dahin finsternen Räume des Weltalls ihre ersten, wenn auch schwachen, Strahlen verbreitete.

[*7]: Mosis Genes. 1. Cap. 3. Vers: Und Gott sprach: es werde Licht!

Und wie weit sie mit ihren chemischen Wirkungen reichten, so weit reichte auch die Anziehungskraft des Kernes; durch beide ward der Gasraum dieses Systems von den Räumen der zunächst gelegenen Kerne gesondert, und die Grenze bestimmt, innerhalb welcher die vollendeten Weltkörper in weiten Abständen sich noch heute bewegen.

Wir überlassen es dem Gefühl jedes einzelnen Lesers, diesen Gedanken diejenige Wahrheit beizulegen, welche sie ihm zu verdienen scheinen, und kehlen, nach so überschwenglichen theoretischen Abschweifungen, zur Betrachtung des Jugendzustandes unseres Erdkörpers zurück.

Wenn derselbe also bei seinem ersten Entstehen als räumlich individualisierte Masse ein Gasball war, so hatte er notwendiger Weise auch eine Temperatur [*8], die hinreichte, alle gegenwärtig in fester Gestalt an ihm vorhandene Materie in Dunst zu verwandeln.

[*8]: Einen sehr hohen Grad brauchte sie nicht zu besitzen, weil wir wissen, daß alle flüssigen Materien, und selbst viele feste, bei jeder Temperatur verdunsten, also auch bei niedrigen Temperaturen dunstförmig bleiben können. Vergl. die zweite Note zu Seite 68.

In dieser Dunstmasse bildete sich jedoch sofort, sei es durch das zentripetale Streben der schwereren Stoffe, oder durch die Kompression der peripherischen auf die zentralen Schichten,

ein festerer Kern. Ein solcher konnte nicht wohl fehlen, wenn wir uns die Entstehung des ganzen Gasballes in der Art denken, wie die vorgetragene Theorie von Laplace es bestimmt; nämlich als Konzentration einer gewissen Schicht an der großen Gaskugel unseres ganzen Sonnensystems. Hier entsteht nun zunächst die Frage, was für Stoffe wohl diesen Kern gebildet haben mögen, und ob derselbe gleich anfangs seine spätere Beschaffenheit besitzen mußte. Den zweiten Teil dieser Frage dürfen wir mit einigem Rechte verneinen, wenn wir an die eiförmige Dunstmasse des Encke'schen Kometen uns erinnern, insofern dessen Kern nur sehr wenig dichter zu sein scheint, als der ihn umgebende Dunstkreis. Sehen wir dagegen die Meteorsteine als Bruchstücke kleiner im Weltraume gebildeter Planetmassen an, welche die Attraktion der Erde, als sie ihre Bahnen durchschallt, an sich zog; so haben wir freilich alle Ursache, den ersten Kern unsers Planeten auch als eine feste, und zwar metallische Substanz uns zu denken. Hierbei ist indes nicht zu übersehen, daß die kalten Räume, in welchen die Meteore sich bewegen, ihre anfängliche Temperatur bedeutend verringern und ihre materielle Qualität dadurch ändern mußten [*9]; letztere mithin nicht gut als Analogie für die ursprüngliche Beschaffenheit des Erdkernes angeführt werden kann.

[*9]: Daß die Meteorsteine in der Regel warm, ja selbst heiß und sogar mit Feuererscheinungen verbunden niederfallen, gibt keinen Grund ab gegen die obigen Annahmen; denn diese Temperatur scheinen sie erst in der Nähe unserer Erdatmosphäre durch Entzündung der sie begleitenden Dunstmassen, oder durch Reibung in der Luft selbst zu erlangen.

Dennoch dürfte seine Materie dieselbe oder eine ähnliche gewesen sein, da uns frühere Untersuchungen ja über die vorwiegende Metallität des Erdinnern belehrt haben. Wir gehen deshalb von dieser Meinung aus, und lassen es dahin gestellt sein, ob die ersten Verdichtungen der Materie, welche den Kern der Erde bildeten, bloß aus metallischen Dünsten, oder bereits aus festen Metallmassen bestanden, indem wir uns mit dem Resultat begnügen, daß sie in einer gewissen Periode sicher tropfbar-flüssig wurden und waren [*10 Vergl. die elfte Note auf der folgenden Seite]. Geraume Zeit mag dieser Kern zu seiner Vergrößerung gebraucht haben, ehe er eine Dimension erlangte, wie sie zur Attraktion aller irdischen Materie in seinen Dunstkreis erforderlich ist; bedenkt man indes, daß die Metalle die schwersten Substanzen der Erde sind, und daß alle Gradation in der Anziehung auf die spezifische Schwere sich gründet, so werden wir von selbst einsehen, warum der erstgebildete metallische Kern fort und fort neue Metallschichten an sich heranziehen und alle metallischen Bestandteile der tellurischen Kugelzone, die nicht durch chemische Affinitäten oder physikalische Kräfte zurückgehalten wurden, mit sich vereinigen mußte. Denn außer der größeren oder geringeren Schwere der Stoffe in jener Kugelzone konnten es bloß chemische Affinitäten der Materien sein, die in ihr wirksam waren: allein diese konnten bei sehr vielen Stoffen erst eintreten, als die größere Anziehung den zu ihrer chemischen Wirksamkeit nötigen Verdichtungsgrad herbeiführte. Denken wir uns also auch immer die zahlreichen elementaren Substanzen, aus denen der chemischen Analyse nach unsere Erde besteht, in den Verhältnissen, in welchen sie wirklich konstituierende Bestandteile des Erdkörpers sind, dunstförmig unter einander gemischt; — eine Annahme, die bei dem Durchdringungsvermögen der Gase unter einander keineswegs eine unmögliche ist; — so konnte sich die chemische Affinität dennoch nicht gleich anfangs an allen geltend machen und Verbindungen in der Weise bewirken, wie wir sie gegenwärtig sich gestalten sehen. Auch sind gerade die schwersten Stoffe, die edlen Metalle, zu solchen Verbindungen am allerwenigsten geneigt, und wenn sie auch unter einander im flüssigen Zustande sich mischen, so mußte doch die sehr verschiedene Flüssig- und Flüchtigkeit sie beim Beginn des allmählichen Festwerdens aus der Dunstform von Gemischen abhalten. Denn das Quecksilber ist z. B. noch dampfförmig, während das Eisen erst glüht, und das Platin

hat längst seine feste Form angenommen, wenn Gold und Silber noch tropfbar-flüssig sind. Nach diesen Gesetzen schieden sich also die schwersten Metalle um so eher aus der Mischung aus, je weniger sie zu Verbindungen mit anderen Materien geneigt sind; sie waren es ohne Zweifel, welche den ersten festen oder flüssigen Kern bildeten, der nach und nach durch Anziehung gleichartiger Teile sich vergrößerte, bis er einen Umfang gewonnen hatte, welcher hinreichend war, auch die leichteren flüchtigen Stoffe der Kugelzone an sich heranzuziehen und dieselbe in eine selbständige Kugel zu verwandeln. Von diesem Augenblick an stand der Erdball im Weltraum da, eine kometenartige Masse, gebildet aus flüssigem glühenden Metall [*11], dessen annoch geringe Peripherie von einer Ungeheuern, bis weit über den Mond hinausreichenden Gaszone umgeben war, in welcher die verschiedenen chemischen Affinitäten sich noch nicht, der feinen Suspension wegen, worin die Stoffe sich befanden, so ausgleichen konnten, wie es die relativen Mengen der vorhandenen Materien notwendig machten, selbst wenn der Druck des peripherischen Teiles gegen das Zentrum, im Gegensatz gegen die vom heißen Kern ausstrahlende Gluth, ihnen förderlich war, und manchen verstattete, die gasförmige Qualität bald aufzugeben, bald wieder zu behaupten.

[*11]: Die bekannte Tatsache, daß der Erddurchmesser zwischen den Polen um $5 \frac{3}{5}$ geogr. Meilen kürzer ist, als der Durchmesser des Äquators ($1718 \frac{3}{5}$ Meilen), macht es übrigens zur Gewißheit, daß die erste Qualität des Erdkörpers eine flüssige und keine feste war, weil nur bei solcher Beschaffenheit der Erdmasse jene Differenz der Diameter entstehen konnte.

Indem wir in unserer Betrachtung die Periode überspringen, welche den ganzen Gasball in die peripherische Mondsicht und die zentrale Erdkugel sonderte; weil sich nach unfern jetzigen Kenntnissen von ihrer Bildung nicht gut mehr sagen läßt, als was bereits früher im Allgemeinen über die Trennung der Gaskugeln in Gürtel erwähnt wurde; wollen wir nur noch daran erinnern, daß die geringere spezifische Schwere des Mondes wieder sehr gut mit dieser Ansicht harmoniert, und seine viel geringere Größe es erklärt, warum er sich in einem mehr abgekühlten Zustande befindet, als die Erde, auch eben deswegen, wie die Astronomen lehren, keine oder eine ganz auffallend dünne Atmosphäre besitze. Wir wenden daher sofort unsere Blicke auf den Erdkörper selbst und suchen zu erfahren, in welchen Entwicklungsphasen er seit dem Beginn der chemischen Aktionen in seiner peripherischen Gasschicht verweilt haben möge.

Da lehrt uns nun die Beobachtung des gegenwärtigen Auslandes, daß von allen Materien der Sauerstoff in größter Quantität vorhanden sein mußte, denn er bildet noch heute 23 Gewichtsprocente der atmosphärischen Luft, 89 Procente des Wassers, über die Hälfte der Kieselerde, überhaupt fast ein Drittel der ganzen festen Erdrinde, so weit wir ihre Bestandteile kennen [*12].

[*12]: Folgende Procente von Sauerstoff enthalten die am allgemeinsten verbreiteten Erden, Alkalien und Säuren: Kieselerde 52 Procente, Tonerde 46, Talkerde 38, Kalkerde 28, Natron 25, Kali 16; die Salpetersäure 74, die Kohlensäure 72, die Schwefelsäure 60.

Eben dieser Stoff hat zugleich die allergrößte Neigung, mit gewissen Metallen binäre Verbindungen [*13] einzugehen und dadurch neue Stoffe zu bilden, in denen der metallische Charakter — größere Schwere, besonderer Glanz, Undurchsichtigkeit verbunden mit eigentümlicher Färbung — verloren gegangen ist, während andere unterscheidende Eigenschaften — größere Härte, geringere Schwere, häufiges Auftreten der Durchsichtigkeit in verschiedenen Graden und mangelnde Färbung — die entstandenen Verbindungen auszeichnen. —

[*13]: Binäre Verbindungen sind alle chemischen Produkte, welche aus zwei in bestimmten numerischen Quantitäten sich vereinigenden Stoffen bestehen, oder auf zwei solche Bestandteile sich zurückführen lassen.

Man nennt dieselben Erden oder Alkalien, und die ihnen zum Grunde liegenden metallischen Körper, Halbmetalle. Das Bestreben des Sauerstoffs, sich mit ihnen zu vereinen, ist übrigens so entschieden und erfolgreich gewesen, daß beide Substanzen nirgends unverbunden Vorkommen, und überall die Verbindung derselben sich schnell wieder herstellt, wenn nach künstlicher Trennung, die den Chemikern gelungen ist, sie mit einander in Berührung geraten [*14].

[*14]: Man hat die Frage aufgeworfen, ob es wegen der großen Affinität, in welcher gewisse Elemente zu einander stehen, überhaupt zulässig sei, sie als einfache Stoffe neben einander zu denken, und ob nicht vielmehr anfangs gleich das zusammengesetzte Produkt sich als solches gebildet habe. Diese Frage scheint uns überflüssig zu sein. Es ist für die Erfolge ganz einerlei, ob man das Einfache vor dem Zusammengesetzten annimmt, oder letzteres sofort; die theoretische Betrachtung muß aber das Einfache vor das Zusammengesetzte stellen, weil nur so die Einsicht in den allmählichen Entwicklungsprozeß zu gewinnen ist. Ob ein wirklicher Zeitraum zwischen der Entstehung der einfachen und der zusammengesetzten Stoffe lag, darauf kommt es nicht an; Tatsache aber ist es, daß letztere aus ersteren bestehen. —

Aus solchen Verbindungen entstanden die Kieselerde, Tonerde, Talkerde, Kalkerde, das Natron, das Kali und einige andere erdige Materien, welche in geringerer Quantität, als die genannten, konstituierende Bestandteile des Erdkörpers ausmachen. Ihr Bildungsprozeß durch Verbindung von Metall mit Sauerstoff ist aber, nach Seite 66, eine wahre Verbrennung, und konnte daher nicht ohne heftige Wärmeerzeugung vor sich gehen; sie fand also dabei Statt und erklärt sowohl den fortdauernden geschmolzenen Zustand der Metalle im Erdkern, als auch die tropfbar-flüssige Qualität, in welcher die Erden selbst, trotz ihrer Strengflüssigkeit, sich anfangs befinden mochten. In dieser Gestalt senkten sie sich allmählich aus dem Dunstraume der Erde gegen den Kern zu Boden, bildeten eine flüssige Schlackenrinde über dem metallischen Mark der Erde, und erhielten durch ihre Gluth das letztere ebenso sehr flüssig, wie den Gasraum über sich in Dunstgestalt durch die Wärmestrahlung ihrer oberflächlichsten Schichten. Die dadurch eingeleitete Abkühlung derselben hatte aber eine sehr verschiedene Wirkung. Während sie nämlich an der Rinde langsam von außen nach innen vorschritt, und eine ungleiche Temperatur der Rinde in ihren verschiedenen Schichten bedingte, hatte sie im Gasraume eine ziemlich gleiche Temperatur zur Folge; weil die äußersten Schichten desselben, so wie sie sich abkühlten, sich auch mehr verdichteten, dadurch natürlich schwerer wurden, und in Folge dessen herabsanken, anderen wärmeren und leichteren ihre Stellung einräumend. Allein während diese sich abkühlten, schöpften jene neue Wärme aus der Rinde, hoben sich wieder, verdrängten die kälteren, und bewirkten im beständig fortdauernden Spiele des Aufsteigens und Sinkens, der Erwärmung und Abkühlung, eine ziemlich gleichmäßige Temperatur im ganzen Gasraume auf Kosten des weiter erkalteten peripherischen Theiles der bis dahin tropfbar-flüssigen Erdrinde.

Um die verschiedenen Prozesse, welche von nun an in diesen beiden Schichten des Erdkörpers, der tropfbar-flüssigen und der elastisch- flüssigen, gleichzeitig Statt fanden, in der Betrachtung übersehen zu können, ist es nötig, jede von beiden einzeln zu schildern, mithin die Erscheinungen, welche zu gleicher Zeit neben einander vor sich gingen, als nach einander erfolgte darzustellen. Wir werden uns dadurch die Einsicht in den Bildungsgang und die Erkenntnis! seiner Resultate nur erleichtern, freilich aber eine vom wirklichen Hergänge in ihrer Zeitfolge etwas abweichende Erzählung unfern Lesern mitteilen müssen.

Betrachten wir also zuvörderst die Schale tropfbar-flüssiger Erden, welche sich über den geschmolzenen metallischen Kern nach und nach verbreitete, so versteht es sich von selbst, daß auch dieser äußere Mantel, so lange er noch tropfbar flüssig war, den Rotationsgesetzen Folge leistete, und an der bereits eingeleiteten Abplattung der Erde an den Polen ihrer Umdrehungsachse Teil nahm. Die dadurch in der flüssigen Masse vom Pol zum Äquator hin bewirkte, wenn auch nur langsame, Strömung ist ein nicht zu übersehendes Moment der schnelleren Erkaltung gewesen; denn die oberflächlichen mehr abgekühlten Schichten wurden durch diese Strömung auf einen Raum, den des Äquators, zusammengeführt und eines Teils immer neue Schichten an den Polen der Abkühlung ausgesetzt, andern Teils aber wurde auch um den Äquator herum ein fester Gürtel gebildet, der vielleicht aus einzelnen kompakten Klumpen bestand, die ähnlich wie Eisberge im Meer so in der glühenden Flüssigkeit schwammen und zur Entstehung von Unebenheiten Veranlassung gaben. — Dies also mochte die älteste äußere Form des erkaltenden Erdenmantels sein; wie aber verhielt sich dabei seine Materie in ihrem Innern?

Die heutige Beschaffenheit der plutonischen und vulkanischen Produkte gibt uns die bündigste Antwort auf diese Frage; sie lehrt uns, daß in dem Erdenmantel die Kieselerde am reichlichsten vorhanden war, ja selbst 70 Prozente der Mischung, ihrer dermaligen Verbreitung zufolge, betragen mochte. Nach ihr war die Tonerde der Hauptbestandteil, sie bildete etwa 16 Prozente des Ganzen; außerdem fanden sich 5—6 Prozent Kali, halb so viel Natron, und die übrigen Mischungsanteile bestanden in Talkerde, Kalkerde, Eisenoxyd, Manganoxyd, und den anderen minder häufigen Erden oder Metalloxyden. Die so zusammengesetzte Masse konnte aber ohne chemische Aktionen ihrer verschiedenen Bestandteile nicht bestehen; die Affinität derselben unter einander trat alsbald hervor, und bewirkte neue chemische Produkte. Bei diesem Hergange spielten die Alkalien und die Kieselerde, als stärkste elektrochemische Gegensätze, schon deshalb die Hauptrolle, weil sie von allen in der Mischung gleichzeitig vorhandenen Stoffen die innigste Verwandtschaftsbeziehung zu einander besitzen, sich also zuerst verbinden mußten; und namentlich bildeten wohl die alkalischen Materien das leitende Prinzip, wonach sich die Verbindungen regelten, weil ihre Menge beschränkter war, als die der anderen zur Kieselerde in geringerer Affinität stehenden Stoffe. Die heutige Chemie nennt alle Verbindungen zweier bereits mit Sauerstoff oder einer ihm analogen Materie (z. B. Chlor, Schwefel u. a. m.) vereinigten Stoffe Salze, und den einen elektronegativen Stoff, worin gewöhnlich der größere Sauerstoffgehalt sich findet, die Säure, den andern elektropositiven mit dem geringeren Sauerstoffanteil die Base. Demnach waren die neuentstehenden Erdenverbindungen eigentlich Salze, in denen die Kieselerde als Säure zu betrachten ist, das Alkali oder eine zweite Erde als Basis. Aus diesem Grunde werden alle Kieselerde Verbindungen kieselsaure Salze, in lateinischer Form Silikate, genannt. Selbst das künstliche Glas, dessen Eigenschaften mit denen der Silikate übereinstimmen, ist in Wahrheit ein kieselsaures Salz, aber kein Erden- oder Irdsalz, sondern ein Alkalisalz, weil seine Basis vorzugsweise aus Kali oder Natron besteht, womit geringere Anteile von Kalkerde und Metalloxyden sich vereint haben. In den natürlichen Silikaten, wie sie damals im Mantel der tropfbar-flüssigen Erden entstanden, findet sich als vorwiegende Basis die Tonerde, und neben ihr entweder eine zweite Erde, z. B. Kalkerde, Talkerde, oder ein Alkali. Sie sind daher größtenteils Doppelsalze, d. h. Verbindungen von zwei Salzen, nach ähnlichen Gesetzen geregelt, wie die Verbindung der Säure und Base im einfachen Salz; Substanzen also, die in ihrer Zusammensetzung als natürliche Glasflüsse sich anstehen lassen, in denen nur umgekehrt, wie in den künstlichen, der Erdengehalt den Alkaligehalt überwiegt, und die äußere Form durch eine deutliche Kristallisation bestimmter geregelt ist. Trat ihnen noch ein Metalloxyd bei, so verhielt sich dies wieder als neue Base, und bedingte die Farbe der Mischung ganz ebenso

wie im künstlichen Glase, das bekanntlich ohne Zusatz von Metall farblos ist, durch letzteres aber grün (Eisenoxydul), rot (Kupferoxydul), blau (Kobaltoxydul), gelb (Silberoxyd), braun (Eisenoxyd), schwarz (mehr Eisenoxyd) u. s. w. gefärbt werden kann. — Diese Verbindungen der Erden zu Silikaten erfolgten aber nicht plötzlich und unmittelbar, sondern langsam und allmählich, so daß die einzelnen Bestandteile noch Zeit hatten, sich während der Verbindung, ihrer eigentümlichen Schwere gemäß, etwas zu sondern. Unter ihnen waltete jedoch nur das spezifische Gewicht der metallreichen Silikate entschieden vor, daher diese allein in die unterm Tiefen hinabsanken, während die Erden- und Alkali-Silikate gleichmäßiger gemischt blieben, weil ihre Gewichtsunterschiede zu gering sind, als baß in dem zähen Fluß der geschmolzenen Materien sich ihr Einfluß hätte geltend machen können. Aus dem letzteren Grunde dürfte auch die Abscheidung der Metallsilikate nach unten nur unvollständig gewesen sein; ein großer Teil blieb überall suspendiert in der ganzen Masse zurück. Es konnten daher die unteren Schichten nur im Allgemeinen mehr Metalloxyde, als die schwersten, die oberen mehr Alkalien, als die leichtesten Stoffe der Mischung in sich aufnehmen. Die zu oberst gelegene Hauptmasse besteht demnach vorzugsweise aus Alkalisilikaten, mit geringen Beimischungen von Metalloxyden, und erscheint uns hauptsächlich in zwei Formen, nämlich als Granit oder als Gneiß. Beide sind Gemische zweier Silikate, des Feldspates und Glimmers, zwischen denen als dritter Bestandteil reine Kieselerde oder Quarz sich ausgeschieden hat. Im Granit bildet von diesen drei Stoffen jeder für sich bedeutende Massen in räumlicher Absonderung; im Gneiß sind die einzelnen Bestandteile auf kleinere Räume beschränkt, der Glimmer waltet vor, und gibt dem Ganzen durch sein blättriges Gefüge ein schieferiges Ansehen. Der Quarz ist farblos; der Feldspat pflegt weiß oder fleischrot gefärbt zu sein, und am meisten in der Mischung des Granits zu überwiegen; der Glimmer hat eine gelblich-braune Farbe und auf seinen Teilungsflächen einen sehr lebhaften Glanz; beide letzteren bestehen aus kieselsaurer Tonerde und aus kieselsaurem Kali, aber der Glimmer enthält viermal so viel Tonerde und ein Drittel mehr Kieselerde als der Feldspat [*15].

[*15]: Neben dem eigentlichen Feldspat unterscheiden die Mineralogen noch eine bedeutende Anzahl von ähnlichen Mineralien, die alle kieselsaure Doppelsalze sind, d. h. aus kieselsaurer Tonerde einerseits und aus einem kieselsauren Alkali oder Kalke andererseits bestehen. Geologisch wichtig sind davon der eigentliche Feldspat (auch Orthoklas oder Adular genannt), welcher neben kieselsaurer Tonerde kieselsaures Kali enthält; der Albit, dessen zweiter Bestandteil kieselsaures Natron ist; und der Labrador, worin sich kieselsaure Kalkerde mit der kieselsauren Tonerde verbunden hat.

Ein anderes Gemisch, welches neben dem Granit oder statt seiner aufzutreten pflegt, ist der Syenit, bestehend aus Feldspat und Hornblende, teils allein, teils noch mit Quarz und Glimmer verbunden. Die Hornblende (Amphibol), an ihrer schwarzen Farbe leicht kenntlich, ist ein Doppelsilikat, das aus dreifach kieselsaurer Kalkerde [*16] mit doppelt kieselsaurer Talkerde entstand, und ihre schwarze Farbe beträchtlichen Anteilen von Eisenoxydul verdankt.

[*16]: Die Ausdrücke: einfach-, doppelt-, dreifach-kieselsaurer u. s. w. bedeuten, daß die Kieselerde eines gewissen Silikates eben so viel, doppelt so viel oder dreimal so viel u. s. w. Sauerstoff enthält, wie der andere Bestandteil oder die Basis.

Sie findet sich außerdem noch im Grünstein oder Diorit, aber nicht mit gewöhnlichem Feldspat, sondern mit dem reinweißen, natronhaltigen Albit verbunden. Auch dies Gestein tritt neben Granit oder Syenit auf, hat aber gewöhnlich ein kleines körniges Gefüge, und ist nie so massenhaft, wie jene beiden. Dagegen zeigt sich als Begleiter des Gneißes ein anderes schieferiges Gestein, der Chloritschiefer, welcher aus kieselsaurer Tonerde mit kieselsaurer Talkerde zusammengesetzt ist, und seine grünliche Farbe dem Eisenoxydul, wie sein fettiges Anfühlen der reichlichen Talkerde verdankt. Der Wassergehalt desselben ist für ein Gestein aus

dieser Periode besonders merkwürdig, und hat zu sehr verschiedenen Ansichten über seinen Ursprung Veranlassung gegeben. In ihn besonders sind mancherlei fremde Stoffe, die zu jener Zeit im Silikatmmantel zugleich mit entstanden, eingebettet, z. B. Magneteisen, Granat, Turmalin und Smaragd; während in den granitartigen Massen Granat, Epidot, Turmalin, Topas, Korund, Zirkon u. s. w. enthalten zu sein pflegen; alle schöner kristallisiert, als die Grundmasse, welche sie umschließt, und meistens in vollständigen Kristallen räumlich abgesondert. Auch sie sind größtenteils Silikate, in denen die seltener vorkommenden Erden, die Zirkon-, Beryll- oder Glycin-Erde, ihre geringen Quantitäten abgelagert haben. —

Was unter dem Granit liegt, hat die Erfahrung bis jetzt noch nicht sicher ermittelt; wir können also nur Mutmaßung äußern und annehmen, daß es die aus Metalloxyden reicher und deshalb schwereren Silikate sein werden, welche wir stellenweis auf der Oberfläche der Erde unter Verhältnissen gegenwärtig antreffen, die es wahrscheinlich machen, daß sie aus jäter Tiefe emporgestiegen seien. Es sind das die Augite oder Pyroxene und Olivin enthaltenden schwarzen Basalte, Melaphyre und Laven. Der Augit hat dieselben Bestandteile wie die Hornblende, aber statt dreifachkieselsaurer nur doppeltkieselsaure Kalkerde, und besonders eine andere Kristallisation; der Olivin ist einfach kieselsaure Talkerde mit kieselsaurem Eisenoxydul, ohne Kalkerde. Beide Stoffe zeigen eine schwarze, der letztere mehr eine schwärzlich-grüne Farbe und kommen in den erwähnten Gesteinen gern mit wasserhaltigen Silikaten (Zeolithen: [17: Man vergl. Seite 77 die Note 7.]) verbunden vor, was einen eigentümlichen Bildungsprozeß derselben andeutet. Die geringere räumliche Absonderung der einzelnen Bestandteile gibt übrigens den Augit Gesteinen eine homogene, graue oder schwarze Farbe; Eigenschaften, welche das abweichende Ansehen bedingen und einen schärferen Unterschied von dem grobkörnigen Granit, Syenit und Diorit, obwohl die chemische Beschaffenheit nicht immer so grell verschieden zu sein pflegt, wie die äußere Betrachtung glauben macht. Denn alle sind wenigstens auf dieselbe Weise gebildet, d. h. Gemische von kieselsauren Doppelsalzen, in denen ein Bestandteil, die kieselsaure Tonerde, nie fehlt, während der andere zwischen verschiedenen Alkali-, Erden- und Metalloxydsilikaten hin und her schwankt, ja oft aus mehreren zugleich bestehen kann. [*18]

[*18]: Über den Ursprung dieser Verschiedenheiten hat sich E. Mitscherlich in einem neuen, noch nicht herausgegebenen, aber bereits gedruckten Werke, das mir zur Einsicht verstattet wurde, folgendermaßen sehr bündig ausgedrückt: „Besteht eine geschmolzene Masse, bei überschüssiger Kieselsäure, aus Tonerde und Kali in dem Verhältnis, daß der Sauerstoff der Tonerde sich zu dem Kali wie 3 zu 1 verhält, so wird sie beim Erkalten Quarz und Feldspat liefern; enthält sie mehr Tonerde, so wird sie aus Quarz, Feldspat und Glimmer bestehen; enthält sie viermal mehr Tonerde, als zur Feldspat Bildung nötig ist, so besteht sie aus Quarz und Glimmer allein. Enthält sie noch Kalkerde und Eisenoxydul, so wird sie auch Hornblende liefern,“ (A. angef. D, S, 33,) Für die nähere Kenntnis der formellen Zustände dieser Stoffe ist besonders G. Bischofs Aufsatz in Leonhards und Bronns neuem Jahrb. 1843, S, 1 ff., von großer Wichtigkeit; weshalb wir die Leser auf ihn aufmerksam machen.

Die chemischen Verbindungen aller dieser Materien unter einander erfolgten übrigens im Erdenmantel nur so lange wie er noch flüssig oder wenigstens weich war; sobald er erstarrte, hatte die chemische Affinität ihre Wirksamkeit verloren, denn auch hier gilt die alte Lehre der Alchimisten, daß die Stoffe nur dann auf einander chemisch wirken können, wenn, sie flüssig sind“). Die Erstarrung trat mit zunehmender Abkühlung nach und nach ein, aber so langsam, daß die Kristallisation der gebildeten Silikate dabei nicht gehemmt wurde, weshalb gasförmige Materien in ihnen ganz fehlen [*20: Vergl. das S. 79 über die Form der Laven Gesagte.]. Ein wie

langer Zeitraum zur allmählichen Erstarrung nötig war, läßt sich freilich nicht mit Sicherheit bestimmen, aber kurz darf man ihn sich nicht verstellen, wenn man bedenkt, daß die Temperatur während desselben etwa von + 2000° Cels. (1600 Reaum.) bis auf + 200° Cels. (160 Reaum.) herabsinken mußte [*21].

[*21]: Bei 2000° Cels sind alle Silikate geschmolzen, bei 227° schmilzt das Zinn.

Welch ein enormer Zeitraum von Jahrtausenden mochte zu einer solchen Temperaturabnahme erforderlich sein; wir haben nach unseren heutigen Beobachtungen keinen sichern Maßstab dafür, und enthalten uns lieber aller positiven Angaben [*22]; aber gewiß bleibt es wohl, daß die Erkaltung nicht überall gleichmäßig auf der Oberfläche eintrat, sondern zuerst hie und da in der bereits angegebenen Weise, und daß dadurch unter dem Äquator ein unregelmäßig geformter Gürtel entstehen mochte, der sich erst nach und nach gegen die Pole hin weiter ausbreitete.

[*22]: Professor G. Bischof in Bonn hat (Wärmelehre S.479ff.) aus Untersuchungen über die Abkühlungszeit einer künstlich geschmolzenen Basaltkugel von 2' Durchmesser nicht zu übersehende Folgerungen gezogen und durch Rechnung gefunden, daß die Erkaltung des Erdkörpers von der Schmelzhitze seiner jetzt festen Rinde bis zur Stabilität der Temperatur 383 Millionen Jahre gedauert haben müsse. Durch eine andere Rechnung fand er den Zeitpunkt, wo in unseren Gegenden ein Tropenklima herrschte, was mit der Epoche vor Entstehung der Steinkohlen zusammenfallen würde, ziemlich 1,300,000 Jahre von der jetzigen Periode des Erdkörpers entfernt. Hiermit stimmt freilich eine ähnliche Berechnung von Arago (Gehler's Physik. Wörterb. IX. 1. S. 618 u. f.), die diesen Abstand bloß zu 313,600 Jahren annimmt, wenig überein, und zeigt mindestens, wie unsicher die numerischen Resultate überhaupt sind, die aus jetzigen Erfahrungen über frühere Zustände gefolgert werden können. Dagegen ergibt eine von anderen Voraussetzungen ausgehende Rechnung (ebendas. S. 622) ein mit Bischofs Annahme fast gleichlautendes Resultat, nämlich 1,306,800 Jahre für den Zeitraum von der Steinkohlenperiode bis zur Gegenwart; und so scheint in der Tat dieser Wert eine nicht zu verachtende Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Später hat indes Bischof wieder denselben Zeitraum zu 9,000,000 Jahren bestimmt, und zwar dies Resultat auf demselben Wege, wie die ganze Erkaltungszeit von 383,000,000 Jahren erhalten. Dieser Zeitraum würde also, wenn jene Berechnung von 1,300,000 Jahren die richtigere ist, eine entsprechende Reduktion erfahren müssen.

War er vollständig zur Kugelzone geschlossen, so verhinderte er die schnellere Abkühlung der übrigen Masse, weil die Silikate schlechtere Wärmeleiter sind, als die Metalle; mithin nur eine langsamere Fortpflanzung der Wärme, die von den in der Tiefe stehenden geschmolzenen Metallen ausging, durch sich hindurch verstatteten. Die entstandene kristallinische Rinde erkaltete darum in den äußeren Schichten viel schneller, als der ganze Silikatenmantel, weil zu ihr weniger und immer weniger Wärme von der Tiefe her hinaufdrang; und diese schnellere Erkaltung auf der Oberfläche eines Teils, dann aber auch die von der Achsendrehung' des Erdkörpers hervorgebrachte Strömung im Silikatenmantel, so lange er noch ganz flüssig war, scheint die Ursache gewesen zu sein, daß die äußersten Schichten der kristallinischen Silikate ein feinkörniges Gefüge besitzen, und wegen des vorwiegenden, kleinblättrigen Glimmers, der zum Schwimmen auf der Oberfläche besonders geeignet ist, auch wahrscheinlich zuerst erhärtete, eine schieferige Textur annahm. Die Bezeichnung kristallinische Schiefer ist ihnen deshalb zu Teil geworden. Gneiß, Glimmerschiefer, eine Mischung von Glimmer und Quarz ohne Feldspat, Chloritschiefer und Talkschiefer, ein einfaches kieselsaures Salz ohne Wassergehalt, gewöhnlich nur aus kieselsaurer Talkerde bestehend, gehören in diese Kategorie; sie scheinen mit ihrem lange Zeit so rätselhaften Gefüge ursprünglich überall die äußerste Rinde des festen Erdkernes gebildet zu haben, und stets eine sehr natürliche Grenze zwischen den unter ihnen liegenden großmassigen Graniten und den über ihnen befindlichen ältesten mechanischen

Niederschlägen zu ziehen, wenn sie auch mitunter, wie später sich zeigen wird, sehr sanft und allmählich in die letzteren übergeben. — Die fortdauernde und zugleich an Intensität fortschreitende Abkühlung des ganzen Mantels der Silikate bewirkte natürlich in ihm eine mit der Abkühlung gleichmäßige Verdichtung und Zusammenziehung [vergl. S. 67], welche ebenfalls von außen nach innen vorschritt, bald aber, da die anorganische feste Materie nur höchst geringe Elastizität besitzt, zu einer Zerreißung oder Spaltenbildung auf der Oberfläche führen mußte. Von diesen Spalten gelangten einzelne größere, nach und nach, wie die Abkühlung zunahm, tiefer eindringend, in die Nähe der noch flüssigen Schicht, und boten, indem die Zusammenziehung der kälteren Rinde gegen den Mittelpunkt an allen peripherischen Punkten fort dauerte, den dadurch gepreßten inneren flüssigen Massen einen Ausweg dar. Gewaltsam unter Donner gleichem Krachen und heftigen Erschütterungen die Spalten zerreißend, drang der zähe Fluß von unten her in die geöffneten, weit klaffenden Schlünde, schob ihre Ränder mit sich empor, und erstarrte hier, von den kälteren Umgebungen schnell seiner höheren Wärme beraubt, die dadurch entstandenen Fugen wieder schließend. Allein die Zusammenziehung hörte nicht auf, sie schritt vielmehr um so schneller und nachhaltiger vor, je mehr und mehr der Silikatenmantel fest ward, und je stärker er sich auf der Oberfläche abkühlte; weshalb der Druck von außen nach innen immer heftiger wurde. Als Folgen desselben hoben sich, von dem gepreßten glühenden Kerne getragen, einzelne von Spalten abgegrenzte Bruchstücke der Schale immer mehr über das mittlere Niveau der übrigen; ihre Hebung dauerte fort, so lange die Zusammenziehung dauerte, und bedingte stets stärker werdende Unebenheiten der festen Rinde. Diese Rindenstücke trugen die aus ihnen liegenden kristallinen Schiefer natürlich mit empor, selbst wenn sie bis tief in den großmassigen Granit hineinragten, und erkalteten schneller, weil sie isolierter dastanden; worauf eine neue oder wiederholte Spaltenbildung bei ihnen eintrat, und die früher (S. 58) besprochenen Erscheinungen der Zerklüftung oder Absonderung erzeugte. —

Dies war der Hergang, den der Silikatenmantel unseres Erdballes vom Anfänge seines Daseins in tropfbar-flüssiger Form bis zu seiner Vollendung in fester verfolgen mußte; untersuchen wir nun, was gleichzeitig mit diesen Erscheinungen im übrig gebliebenen Gasraume des werdenden Planeten geschah.

Auch hier ist es unsere erste und nächste Frage: Woraus bestand dieser Gasraum nach Ausscheidung der tropfbar gewordenen Silikate? — Die Antwort darauf muß wieder von der Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes und der Untersuchung dessen, was zwischen der heutigen Atmosphäre und den kristallinen Silikaten liegt, ihren Ausgang nehmen.

Als Bestandteile des Gasraumes über den Silikaten werden mir zunächst diejenigen Stoffe ansehen dürfen, welche noch heute die größte Neigung zur Gasform besitzen, und deshalb mit dem Namen der permanenten Gase bezeichnet werden [*24].

[*24]: Stoffe, die beim gewöhnlichen Luftdruck und den natürlichen Temperaturunterschieden luftförmig bleiben, nennt man Gase; permanente nennt man sie dann, wenn sie sich weder durch Druck, noch durch Kälte tropfbar darstellen lassen.

Es sind das der Sauerstoff, Wasserstoff und der Stickstoff. Aus Sauerstoff und Stickstoff, in dem Volumenverhältnis von 21 zu 79 gemischt, besteht unsere Atmosphäre; der Wasserstoff dagegen hat sich mit dem Doppelten seines Volumens oder dem Achtfachen seines Gewichtes Sauerstoff zu Wasser verbunden, und ist als solches beim gewöhnlichen Luftdruck und einer Temperatur unter 80° Reaum. tropfbar. Steigert sich aber die Wärme, so wird das Wasser dampfförmig, wenn nicht entsprechend erhöhte Druckkräfte seine Umwandlung hindern [*25].

[*25]: Ein doppelt so großer Luftdruck, wie der normale, erfordert z. B. 96° Reaum., um das Wasser dampfförmig zu erhalten. —

Zur Zeit der flüssigen Silikate war also die Atmosphäre der Erde stark mit Wasserdunst erfüllt, sie war ebendeshalb dichter und für die Strahlen der Sonne noch nicht so durchdringlich; aber sie hatte auch ein bei weitem größeres Gewicht, sie drückte vermöge desselben stärker auf ihre Unterlage, oder vielmehr die oberen Schichten drückten auf die unteren. Ein solcher Druck ist von entschiedenem Einfluß auf die Existenz gasförmiger Stoffe, er wirkt nicht bloß komprimierend auf sie, sondern zwingt auch manche von ihnen, aus der Gasform in die tropfbare Form überzugehen, ohne daß die Temperatur abzunehmen braucht. Nimmt nun die Temperatur im gedrückten Gasraume selbst mit ab, so mehrt sich in demselben Maße die Wirkung des Druckes; weshalb Gase, welche beiden Bedingungen gleichmäßig ausgesetzt werden, oft schnell in eine tropfbare Flüssigkeit sich verwandeln [*26].

[*26]: Man pflegt den Druck, welchen unsere heutige Atmosphäre ausübt, und der bekanntlich ebenso stark ist, wie der Druck einer Quecksilbersäule von 28 Zoll, oder einer Wassersäule von 32 Fuß Höhe, als Einheit bei Messungen der Druckkräfte anzunehmen, und also von Gasen zu reden, die unter 2, 3, 4 u. s. w. Atmosphären tropfbar komprimiert werden. Daß man diese schwierigen Untersuchungen durch Beobachtung von Druckkräften, welche Quecksilbersäulen von 2mal 28, oder 3mal 28 Zoll x. Höhe entsprechen, werde anstellen können, wird jeder Leser bei reiflichem Nachsinnen bald ergründen. —

Umstände ähnlicher Art fanden Statt, als der Silikatenmantel zu erkalten anfang; daher wir entnehmen dürfen, daß bald nach seiner Erstarrung auch schon das Wasser in den untersten Schichten des Gasraumes tropfbar wurde, und ein heißes, kochendes, dampfendes, zischendes Urmeer darstellte, welches sich anfangs nur hie und da in den Vertiefungen der ungleichen Oberfläche sammeln mochte, später aber in demselben Maße an Ausdehnung zunahm, als die festen Silikate sich abkühlten. Je mehr Wasser aber tropfbar wurde, um so mehr verminderte sich der Druck des Gasraumes, weshalb es einen sehr langen Zeitraum erfordert haben muß, ehe alles Wasser des Gasraumes tropfbar werden konnte. Wir dürfen mit Sicherheit annehmen, daß dies nicht eher geschah, als bis die Temperatur des ganzen Gasraumes unter 80° Reaum. gefallen war, und erst von diesem Zeitpunkte an die spätere Beschaffenheit der Atmosphäre datieren. —

In diese Periode ihrer Entwicklung gelangt, war für die Erde der feurige Prozeß in seinen Hauptsachen beendet, und der wässerige nahm seinen Anfang. Allein ehe das Meer und die Luft zu ihrer jetzigen Beschaffenheit gekommen sind, müssen noch manche Veränderungen oder chemische Konflikte im Gasraume Statt gefunden, und namentlich die Stoffe aus ihm sich abgeschieden haben, welche neben Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff darin ursprünglich sich befanden. Was das für Stoffe gewesen sind, können wir weniger aus der heutigen Atmosphäre, als aus der Beschaffenheit derjenigen Absätze kennenlernen, welche sich zunächst auf die kristallinen Silikate auflagerten, und natürlich die Bestandteile des Gasraumes nach Entstehung der Silikate verändert oder unverändert enthalten.

Unter den sedimentären Schichten, denn das sind diese Gebilde alle, nimmt die kohlen saure Kalkerde eine der bedeutendsten Stellen ein; sie mag darum auf ihre Entstehung zuerst geprüft werden. Gegenwärtig finden wir sie als mächtige Lager eines derben, strukturlosen, feinerdigen aber festen Kalksteins, der zwischen Tonschiefer und Grauwacke in der unmittelbaren Nähe der kristallinen Schiefer auftritt, und gewöhnlich schon Versteinerungen tierischer Körper enthält. Wir sehen daraus, daß die Temperatur des Gasraumes und Meeres unter 80° Reaum. [100°C] gefallen war, als dieser Kalkstein entstand; denn kein tierischer Organismus kann in einer

Temperatur von 80° R. leben, weil schon bei 60° R. das Eiweiß gerinnt, aus dem ein großer Teil aller tierischen Materie besteht, eine solche Gerinnung aber augenblicklich den Tod nach sich zieht. Als also die kohlensaure Kalkerde in Lagen sich absetzte, war das Meer bereits völlig tropfbar; und da diese Qualität nicht seine erste gewesen ist, so dürfen wir auch nicht den jetzigen Zustand der kohlensauren Kalkerde als den ursprünglichen ansehen; denn die kohlensaure Kalkerde ist nicht vom Meere gebildet, sondern aus ihm bloß abgesetzt. In welchem Zustande war sie aber früher vorhanden? — Diese Frage ist eine der wichtigsten, und ihre Beantwortung eins der schwierigsten Probleme der theoretischen Geologie. — War sie etwa als Gas im Gasraume des Erdkörpers enthalten? — Schwerlich, denn bei Einwirkung eben nicht sehr hoher Hitzegrade trennt sich ihre Verbindung, die Kohlensäure entweicht und die Kalkerde bleibt zurück; hindert aber ein heftiger Druck die Entweichung der Kohlensäure, so schmilzt der kohlensaure Kalk, wie die Silikate, und nimmt ein kristallinisch körniges Gefüge an. Solche Kalksteine gibt es wirklich und zum Teil schon in der Nähe der Silikate, sie werden salinischer oder körniger Kalk, auch Urkalkstein oder Marmor genannt, und scheinen ihr kristallinisches Gefüge besonderen, größtenteils wohl metamorphischen Einflüssen zu verdanken. Aber die meisten und namentlich die jüngeren Kalksteine sind nicht kristallisiert, sondern feinerdig abgesondert, wenn auch sehr fest und zähe gefügt; sie entstanden also weder durch einen wässerigen Kristallisationsprozeß, noch durch plutonische Massenbildung, sondern auf eine ganz andere, sekundäre Weise, aus großartigen Zerstörungen älterer kristallinischer Rindenbestandteile unseres Erdkörpers. Gesetzt nämlich, der heiße Dunstmantel und das aus ihm niederschlagende Urmeer umgaben die kristallinischen Silikate, so wirkten sie auch zersetzend auf dieselben ein; sei es, daß ihre hohe Temperatur den Verwitterungsprozeß begünstigte, oder die in beiden enthaltene, viel größere Quantität von Kohlensäure die auflösende Eigenschaft des Wassers unterstützte. Dadurch zerstörte es nicht bloß die Oberfläche der Gesteine, sondern es drang auch in alle Fugen, Klüfte oder Spalten bis zu beträchtlichen Tiefen mit derselben auflösenden Wirkung hinab; die Silikate wurden vielseitig angegriffen, ihre auflöslichen Bestandteile wurden vom Wasser chemisch ausgenommen und die unauflöslichen als erdiger Schlamm mechanisch mit fortgeführt. Nun sind diese Bestandteile, ihrer Hauptsache nach: Kieselsäure, Tonerde, Alkalien und Kalkerde. Die Kieselerde ist teilweise auflöslich, wenigstens die aus ihrer chemischen Verbindung herausgetriebene; teilweise erhielt sie sich unverändert, wenn sie als reiner Quarz vorhanden war; — die Tonerde ist unauflöslich, sie blieb also mechanisch suspendiert im Wasser und bildete mit den zertrümmerten Quarzkörnern einen schlammigen Bodensatz; — die Kalkerde endlich und die Alkalien, jene dem Labrador, Augit und der Hornblende entzogen, diese vom Orthoklas und Albit (vergl. Note 15) abstammend, gingen mit der vorrätigen Kohlensäure neue chemische Verbindungen ein, und wurden als kohlensaure Salze ausgelöst: die Alkalisalze, weil sie leicht löslich sind; der kohlensaure Kalk, weil die in großem Überschuß vorhandene Kohlensäure auch ihn auflöslich machte. Damit war denn der kohlensaure Kalk zwar vorhanden, aber er war noch nicht abgesetzt; er war nur in Auflösung vorrätig, und mußte in ihr so lange verbleiben, wie die Mutterlauge vorhanden war; denn an eine Abscheidung durch Verdunstung des Wassers ist diesmal um so weniger zu denken, als mit der fortdauernden Abnahme der Temperatur die Quantität des Wassers auf der Erde durch Niederschlag der wässerigen Dünste aus dem Luftkreise sich nur vermehren, nicht vermindern konnte. Dagegen mußte eine Abnahme der freien Kohlensäure im Wasser, wie in der Luft, eine teilweise Abscheidung des kohlensauren Kalkes bewirken, und diese Abnahme ist allerdings denkbar, ja sogar notwendig, zur Zeit, als die ältesten Organismen, besonders die ursprünglich wohl zuerst vorhandenen Meergewächse, die Fucoideen, entstanden. Daß die ältesten organischen Geschöpfe ihren materiellen Gehalt aus ihrer Umgebung entlehnten, kann nicht bezweifelt werden, und da die Kohlensäure noch jetzt

das wichtigste anorganische Substrat für das Pflanzenleben bildet, so muß sie es auch in jener Zeit gewesen sein. Also die ältesten Pflanzen verbrauchten einen Teil der Kohlensäure im Wasser, wie in der Luft, und begünstigten dadurch den Absatz des im Urmeer sehr reichlich gelösten kohlensauren Kalkes. Waren aber erst Pflanzen da, so konnten auch Tiere entstehen; und wenn sie austraten, wenn Muscheln, Schnecken und besonders Polypen das Weltmeer bevölkerten, so mußte auch kohlensaure Kalkerde ihm in Masse entzogen werden. Auf diese Weise ist die organische Welt ein kräftiger Hebel für die Entstehung der sedimentären Kalklager geworden, und ihr im Laufe der Zeiten mächtiger werdender Einfluß liefert uns die beste Erklärung des stets zunehmenden Kalkquantums auf der Erdoberfläche. Zugleich ergibt sich das lokale Auftreten des Kalkes aus Umständen, welche die Ansiedelung der Kalk abscheidenden Meertiere begünstigten, namentlich aus den Verschiedenheiten des Bodens und des Wassers. So lange der Tonschlamm in ihm suspendiert war, so lange Strömungen diesen Schlamm in Bewegung erhielten, wurde das Leben der Polypen beeinträchtigt, so lange bildeten sie noch keine Kalkbank; als aber Ruhe eintrat, der Schlamm zu Boden fiel, das Meer sich abklärte, da wurde es ein geeigneter Tummelplatz für die Polypen, und von nun an begannen sie ihr Kalk abscheidendes Geschäft. —

So scheinen denn nach der gegenwärtigen Lage unserer Forschungen, organische Prozesse auf der Erdoberfläche mit den anorganischen, chemischen wie physikalischen, wesentlich Hand in Hand zu gehen und namentlich die Abnahme der Kohlensäure in Luft und Wasser die Zunahme der Tier- und Pflanzenwelt zu bedingen, beide Umstände zugleich aber entscheidend für die Ausbreitung sedimentärer Kalkschichten zu sein, und das nach und nach immer mächtiger werdende Quantum am besten zu erklären; indem sie dartun, wie durch den anderweitigen Verbrauch der überschüssigen Kohlensäure das Wasser seine auflösende Kraft verliert, mithin immer größere Massen von kohlensaurer Kalkerde absetzt. Ein solcher anderweitiger Verbrauch der Kohlensäure bietet sich am natürlichsten in den Pflanzen dar, weil sie größtenteils aus Kohlenstoff bestehen, den sie als Kohlensäure in sich aufnehmen. Sobald sich also der Meeresgrund oder das bereits entstandene Land mit Pflanzen bekleidete, nahm die Kohlensäure ab, die dadurch abgeschiedene kohlensaure Kalkerde also zu, und da die Kalkerde in größter Mächtigkeit erst nach den Steinkohlen erscheint, deren Kohle aber von vernichteten Pflanzen herrührt, so hat die mitgeteilte Ansicht mehr als eine hypothetische Wahrheit für sich. Ganz ebenso verhält es sich mit der Tierwelt, auch sie steigt, je mehr die Kohlensäure abnimmt; und indem sie steigt, liefert sie den zweiten Faktor für die sedimentäre Kalkbildung. Wir bleiben demnach bei dieser Ansicht, als der allein richtigen, stehen, und glauben durch sie schon genugsam bewiesen zu haben, daß außer Wasserdämpfen und atmosphärischer Luft der Gasraum noch eine sehr bedeutende Quantität von Kohlensäure enthalten mußte.

Was übrigens vom kohlensaurere Kalk gilt, kann, soweit es seine Entstehung im Urmeere betrifft, auch vom schwefelsaurere oder Gips, vom phosphorsaurere oder Apatit, vom flußsauren oder Flußspat, und von der kohlensauren Talkerde, dem Talkspat, Magnesit oder Bitterkalk gelten; alle diese Verbindungen bildeten sich aus Säuren, die im Urmeere enthalten waren, und mit der frei gewordenen Kalk- und Talkerde chemische Verbindungen eingingen, welche das stark gesäuerte heiße Wasser in sich aufnahm und so lange behielt, bis veränderte Umstände es nötigten, diese Stoffe an geeigneten Stellen wieder abzusetzen. —

Wir sehen aus diesen Angaben, daß der Gasraum hauptsächlich ein Gemisch von Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Kohlenstoff gewesen ist, aus denen sehr bald Luft, Wasser, Kohlensäure, vielleicht auch Salpetersäure und einige andere verwandte Flüssigkeiten entstanden. Die Bildung dieser Stoffe in sehr früher Zeit läßt sich bei dem

Durchdringungsvermögen [*27] der Gase unter einander sehr wohl begreifen; aber da ihre Existenz in tropfbarer Form an eine niedere Temperatur gebunden ist, so konnten sie erst chemische Verbindungen eingehen, nachdem die Affinitäten solcher Materien sich ausgeglichen hatten, welche schon bei höherer Temperatur sich chemisch verbanden und dann tropfbar oder fest wurden.

[27]: Obwohl die verschiedenen Gase eine verschiedene spezifische Schwere besitzen, so ordnen sie sich in Mischungen doch nicht nach derselben über einander, wie tropfbare Flüssigkeiten, sondern erfüllen einen Raum vollständig gleichmäßig; verhalten sich also einzeln so, als ob die anderen im Raume gar nicht vorhanden wären. Diese Eigenschaft nennt man das Durchdringungsvermögen.

Ebendeshalb treffen wir Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, in den kristallinen Schichten des Erdkörpers nur selten und in geringen Quantitäten als Bestandteile chemischer Verbindungen an; alle wurden bei der Kondensation gewöhnlich von den schwereren metallischen und erdigen Stoffen verdrängt und als leichtere Substanzen auf die höheren Räume der Gaszone beschränkt. Nur vom Kohlenstoff, dem strengflüssigsten der genannten, sollte man erwarten, daß er trotz seiner großen Affinität zum Sauerstoff schon früh, d. h. bei sehr hoher Temperatur, habe fest werden können; und die Erfahrung scheint diese Annahme zu bestätigen. Zwar sind die Mengen nicht oxydierten Kohlenstoffs, welche man als Diamant oder Graphit im Silikatenmantel antrifft, nur geringe, aber doch vielleicht hinreichend, um jene Ansicht vom Kohlenstoff zu rechtfertigen, wenn gleich einige Forscher meinen, daß auch diese Formen des Kohlenstoffs sekundäre, durch Umwandlung entstandene Körper sind. Uns beweisen sie übrigens, so gut wie die überall fein verteilten Metalle, daß in dem Gedränge der mannigfach durch einander verteilten Stoffe zur Zeit, als die Silikate sich bildeten, nicht alle den Weg ihrer Schwere gemäß finden konnten, sondern mancher zurück blieb und in diesem oder jenem Zustande fest gehalten wurde. In ähnlicher Weise erging es anderen Stoffen, die vermöge ihrer größeren spezifischen Schwere, trotz ihrer leichten Schmelzbarkeit, in die Tiefe mit fortgerissen wurden, und hier erst spät erstarrten, oder auch noch jetzt flüssig sein mögen, wie z. B. das Quecksilber. Selbst Metalle blieben auf solche Art im Silikatengürtel zurück; denn obgleich ihr größeres spezifisches Gewicht sie nötigte, bald die Tiefe zu suchen, so war doch andererseits dieser Weg nicht frei, zahllose Massen bewegten sich in derselben Richtung und hinderten einander am Fortschritt. Es erhielt sich fast überall von jedem etwas, von dem Schwerem oben, von dem Leichtern unten; und diese allgemeine Verbreitung fand um so mehr Statt, je größer die Quantität jedes einzelnen Stoffes war. — Der Kohlenstoff muß aber eine sehr häufige und deshalb weit verbreitete Substanz gewesen sein, weil er, außer jenen Resten im Silikatenmantel, sowohl in den neptunischen Niederschlägen, als auch im organischen Reiche mit Sauerstoff verbunden eine so große Rolle spielt. Diese Verbindung erfolgte sehr früh — das lehrt die hohe Temperatur, welche erfordert wird, den Kohlenstoff zu verbrennen [*28] — war aber, so wie sie sich gebildet hatte, höchst flüchtig, denn die Kohlensäure ist bekanntlich beim gewöhnlichen Luftdruck noch jetzt gasförmig [*29: Siehe Seite 83]. Ihr Bestreben zu dieser Qualität konnte nur durch einen starken Druck [*30] oder eine sehr entschiedene chemische Affinität überwunden werden; allein letztere konnte sich in frühester Zeit um so weniger geltend machen, als die Kohlensäure eine der schwächsten Säuren ist, und in der Glühhitze noch von der Kieselerde ausgetrieben wird. Damals entstanden also keine kohlensauren Verbindungen; sie gehören alle einer späteren Epoche an.

[*28]: Diamanten, welche aus reinem Kohlenstoff bestehen, verbrennen nur im Focus der stärksten Hohlspiegel, oder im Knallgasgebläse, welches durch Entzündung von Sauerstoff und

Wasserstoff im Moment ihrer Verbindung hervorgebracht wird, und alle künstlichen Hitzgrade übertrifft.

[*30]: Unter dem Druck von 36 Atmosphären bei 0° Reaum. wird die Kohlensäure tropfbar.
(Siehe Seite 136 die 25. Note.)

Ebenso zeitig wie die Kohlensäure, ja vielleicht noch früher, ging die Oxydation des Wasserstoffes, oder die Bildung des Wassers vor sich; denn beide Stoffe verbinden sich alsbald chemisch, wenn ihr Gemisch entzündet wird. So lange der Erdball eine bloße Dunstmasse war, konnten Wasserstoff und Sauerstoff noch zu keiner chemischen Verbindung gelangen; als aber im Dunstball ein glühender fester Kern sich gebildet hatte, wurde das Gemisch des Wasserstoffs und Sauerstoffs durch ihn entzündet und zur chemischen Verbindung gestaltet. Wohl aus diesem Grunde fehlt freier Wasserstoff gänzlich auf der Erde; überall ist der chemisch gebunden, sei es an Sauerstoff, oder an Stickstoff, Chlor und Fluor, den Elementen, mit welchen er neben dem Sauerstoff noch die am meisten verbreiteten Verbindungen eingegangen ist. Das Wasser war also ein sehr früher Bestandteil unserer Erde; es existierte schon vor den Silikaten in Dunstgestalt, und bildete mit den Bestandteilen der Atmosphäre das Medium, in dem alle anderen Dunstmassen enthalten waren. Auch als es später zur tropfbaren Qualität sich verdichtet hatte, blieb ihm seine frühere Rolle; es ward die allgemeine Mutterlauge, welche die auflöslichen Stoffe und Flüssigkeiten, besonders die noch nicht an Basen stritten ursprünglichen, oder im Laufe der Zeit sekundär gebildeten Säuren, in sich aufnahm, und ihnen passende Verhältnisse zu ihren chemischen Aktionen darbot. —

Die Gründe für diese Annahmen lassen sich empirisch aus dem Umstände dartun, daß Verbindungen von Säuren mit Basen so häufige Bestandteile derjenigen Erdschichten ausmachen, welche über den Silikaten als wässerige Absätze die stratifizierten Sedimente der Erdrinde zusammensetzen. Wir müssen diese Schichten entweder als Niederschläge im Urmeere aufgelöst gewesener Salze mischen, oder als Produkte der Zerstörungen, welche das heiße Urmeer auf die festgewordenen kristallinischen Silikate ausübte. Die erstere Annahme ist nicht sehr wahrscheinlich, die zweite dagegen um so statthafter. Wir leiten daher nicht bloß die kohlensaure Kalkerde, wie oben gezeigt wurde, sondern auch alle anderen Sedimente, von den Verwitterungen her, welche das heiße Urmeer und die Atmosphäre auf ihre Umgebungen ausübten und glauben, daß bei diesen Zersetzungen auch die Schwefelsäure, Salzsäure, Flußsäure etc. sich beteiligten, welche wir in chemischer Verbindung mit Alkalien und Erden als Bestandteile der Sedimente auf der Erdoberfläche antreffen. Der Stoff dieser Sedimente beglaubigt durchaus unsere Annahme, er beweist sogar ihre Richtigkeit. Denn die äußersten Lagen der Silikate bestehen aus Quarz, Feldspat, Hornblende und Glimmer, von denen der Feldspat unter dem Einfluß der Kohlensäure des Urmeeres, oder noch früher durch Einwirkung der mit ihr geschwängerten heißen Wasserdämpfe, zersetzbar ist. Bei seiner Zerstörung gingen Kali und Natron ins Wasser über, und bildeten lösliche salzsaure (z. B. Kochsalz), schwefelsaure (z. B. Glaubersalz) oder andere Verbindungen, während die unlösliche Tonerde abgesetzt wurde, die Kieselerde des Feldspats aber im Wasser aufgelöst blieb, und der unaufgelöste Quarz oder der unlösliche Glimmer in kleinen Partikelchen zu Sand zerfiel. Wir haben also mechanische Beimengungen von Tonerde und Glimmerblättchen, aus denen der Tonschiefer entstand, wenn die Tonerde allein oder mit Glimmer gemischt niederfiel, während Grauwacke sich bildete, wenn Tonerde mit Sandkörnern vermengt wurde. Schied sich mit der Tonerde auch aufgelöst gewesene Kieselerde aus, so entstanden Kieselschiefer und Jaspis, oder wenn Talkerde mit abgesetzt wurde, der Talkschiefer. War ein Teil der frei gewordenen Talkerde mit der Kohlensäure eine chemische Verbindung eingegangen, die als solche unlöslich ist, so bildete ihr Niederschlag mit der gleichzeitig abgeschiedenen kohlensauren Kalkerde das Material des

Dolomits, und wo die kohlensaure Kalkerde allein durch organische Tätigkeiten niedergeschlagen wurde, den Kalkstein. Wir können also aus einer solchen Zersetzung der Silikate die Materien fast aller neptunischen Niederschläge erklären; selbst die in ihnen enthaltenen Erzlager, wenn wir nur annehmen, was völlig erlaubt ist, daß die verwitterten Silikate Erze enthielten, besonders Eisen- oder Kupferoxyde. Wurden dieselben durch die Verwitterung der Silikate den Einwirkungen der Schwefelsäure, die aus sublimiertem Schwefel sich bildete, ausgesetzt, so entstanden schwefelsaure Salze (Vitriole), welche in Wasser löslich sind. Aus ihm schied sich das schwefelsaure Salz besonders durch die Einwirkung der absterbenden Organismen wieder ab, und verwandelte sich dabei mittelst Entfernung des Sauerstoffs [*31] in Schwefelmetall, in welcher Gestalt es in den neptunischen Erdschichten gewöhnlich enthalten ist. Manches Eisenoxyd mochte auch als kohlensaures Salz im Wasser verweilen, wenn keine Schwefelsäure mehr für dasselbe übrigblieb, und später wieder in reines Oxyd sich umwandeln, als die Straten [Schichten], worin es mit ausgenommen worden war, durch Verdunstung ihr Wasser und ihre Kohlensäure abgaben. So entstanden die Toneisensteine und Eisennieren, welche in mittleren Flözgebirgen häufig gefunden werden; in tertiären Epochen bildete sich auf dieselbe Weise der Eisenerock und der fast immer eisenschüssige Ton oder Lehm. —

[*31]: Die Zersetzung der organischen Körper bot dazu Veranlassung, daher dieselben so oft in Schwefelkies verwandelt sich finden. Vergl. S.46. und die Note 16 zum elften Kap.

Demnach rühren die ältesten neptunischen Schichten des Erdkörpers von den Verwitterungen der obersten plutonischen Stoffe, der Silikate, her, und ihre frühzeitige Entstehung lehrt uns, daß schon lange vor dem Tropfbarwerden des Wassers durch die im Gasraume enthaltenen heißen Wasserdämpfe und die Kohlensäure diese Verwitterungen begannen. Das später tropfbar gewordene Wasser fand also seine mechanischen Beimengungen bereits im zersetzten Zustande, und es bereitete aus ihnen durch bloßen Niederschlag den Glimmerschiefer oder Urtonschiefer, zwei der ältesten neptunischen Schichten, deren erste Existenz ohne Zweifel über das Sinken der Temperatur unter 80° Reaum. hinausreicht. Als aber diese bedeutende Temperaturabnahme eintrat und das älteste organische Leben in Pflanzen- und Tiergestalt entstand, verlor das Wasser mit der Hitze und der Kohlensäure sein kräftiges Einwirkungsvermögen auf die Silikate, es übte von nun an eine schwächere chemische, aber desto mehr eine mechanische Gewalt über sie aus, und schuf dadurch vielleicht die sandreichen Grauwackenschichten, welche dem Tonschiefer zu folgen pflegen, wie er bereits Versteinerungen enthaltend. Zugleich mußte aus denselben Gründen auch die kohlensaure Kalkerde vom Wasser sich trennen und den Übergangskalkstein bilden, welcher mit Tonschiefer und Grauwacke wechsellagernd die Übergangsformation der älteren Geognosten ausmacht. Diese Absätze und die Verwitterungen, denen sie ihr Dasein verdanken, ließen aber nach, als die der Atmosphäre und dem Wasser zugänglichen Oberflächen der kristallinen Gesteine zerstört, oder von neu gebildeten Niederschlägen bedeckt worden waren; womit die Entwicklung des Erdkörpers in dieser Periode ihr Ziel gefunden hatte. Ein langer Zeitraum der Ruhe und des Gleichgewichtes herrschte schon damals, als das Meer durch seine Ausscheidungen sich abgeklärt, und gleich der Atmosphäre von allen fremden Beimischungen sich gereinigt hatte, auf der Erde; während welcher Ruhe der Ozean in seinem Schoße die ältesten Organismen gebär, und alsbald der unendliche Raum mit wenigen, merkwürdigen Formen in zahlreichen Individuen sich bevölkerte. Indessen nicht für immer war diese erste Pause im unaufhaltbaren Fortschritt der Entwicklung gegeben, — Revolutionen, die dem Leben der Organismen gefährlich wurden, traten ein und bewirkten ihren Untergang, so daß nur die härteren Teile ihrer Leiber, welche in die annoch weichen Schichten des Meeresbodens sich

eingebettet hatten, ihre Formen für uns als redende Zeugen einer fernen Vergangenheit aufbewahrten [*32]. —

[*32]: Hiermit soll indessen nicht gesagt werden, daß alle Versteinerungen von plötzlich getöteten oder vernichteten Geschöpfen herrühren; sehr viele, ja die meisten Tierreste sind wohl Überbleibsel von Individuen, welche eines natürlichen Todes starben und bei dem schnellen Fortschritt der Schichtenbildung gleich nach ihrem Tode eingehüllt und vor Zerstörung gesichert wurden. Die Verteilung zahlreicher Individuen derselben Tierart in verschiedene Schichten einer Formation spricht zu deutlich für deren langdauerndes Dasein und allmähliches von Generation zu Generation eingetretenes Absterben, als daß sich eine andere Ansicht von ihrem Tode füglich aufstellen ließe. Nichtsdestoweniger sind plötzliche und gewaltsame Tötungen in einzelnen Fällen sicher vorgekommen und ebenso bestimmt nachgewiesen. —

Über die Ursachen solcher Umwälzungen walten, nach den vorangegangenen Mitteilungen, keine Zweifel mehr ob; aus der Tiefe emporgekommene Massen waren es, welche Teile der festen Erdrinde verwarfen, und die vormals horizontalen Schichten durch weiteres Öffnen der Spalten, aus denen sie hervortraten, in eine geneigte Stellung versetzten. Erschütterungen des Bodens beim Durchbruch, ausgegangen entweder von den Kontraktionen der erstarrenden, stellenweis zusammenstürzenden Rinde (S. 134), oder von eingepreßten Wasserdämpfen, welche als tropfbare Flüssigkeit, mittelst der feineren Klüfte bis in die Nähe des geschmolzenen Teiles der Silikate einen Weg gefunden hatten; — heftige Bewegungen des Meeres während solcher Erschütterungen, und noch mehr während des Emporsteigens der von jenen Kräften getriebenen Massen; — eine Änderung seines Niveaus nach ihrem Durchbruch; — das waren die gewöhnlichen Phänomene, womit eine neue Periode der Schöpfung ihren Anfang nahm; denn sie sind die notwendigen Folgen der Ursachen, welche mit dem Ausströmen der erhitzten Dämpfe oder Gase sich wieder verloren. Nicht selten waren die letztem zugleich giftige, den Organismen schädliche Stoffe, welche der Ozean in sich aufnahm, und dadurch mehr, als durch die bloße Bewegung, seinen gerade dort anwesenden Bewohnern verderblich werden mußte. Große Massen toter Fische, deren früher als Begleiter von submarinen vulkanischen Ausbrüchen gedacht wurde, scheinen für ähnliche Verhältnisse in der Vorzeit zu sprechen. Gewiß aber wirkte die bis zum Siedepunkte örtlich gesteigerte Hitze des Wassers, veranlaßt durch heiße hervorquellende Dämpfe und Flüssigkeiten, tötend auf die organischen Geschöpfe in der Nähe der Eruptionspunkte, da keins derselben eine solche Temperatur auch nur auf wenige Minuten zu ertragen fähig ist.

Was hier im Kurzen von den Ursachen und Produkten der ältesten Erdumwälzungen gesagt wurde, scheint nicht bloß für sie richtig zu sein, sondern auch bei allen folgenden sich wiederholt zu haben. Wir betrachten daher alle erdigen geschichteten Lagen als Reste der Verwitterungen kristallinischer Gesteine, an deren Bildung chemische Affinitäten der vom Meere absorbierten Säuren wesentlichen Anteil hatten. Die dadurch neu gebildeten, im Wasser unauflöslichen Stoffe wurden in fein zerteilter Form vom Meere ausgenommen und schichtweise wieder abgesetzt, bis alle kristallinen Massen, mit denen das Wasser und die Atmosphäre in Berührung kommen konnte, diesem Verwitterungsprozeß unterworfen waren. Da führten Zerreißen der Schichten, von eingengten Wasserdämpfen bedingt und von dem Emporsteigen kristallinischer Substanzen begleitet, neue Unebenheiten des festen Bodens herbei; Berge stiegen allmählich aus dem Meere herauf und hoben die geschichteten Lagen in ihrer Nähe mit sich, anfangs inselartig das weite Weltmeer durchbrechend. Ihre Entstehung gefährdete das Leben der Organismen; sie kamen um, sei es durch Hitze allein, oder durch ausgehauchte, ihnen schädliche Stoffe, und räumten anderen jüngeren und edleren Gestalten

das Feld. Zugleich bot das Vorhandensein neuer kristallinischer Gesteine dem durch frischen Zusatz von heißen Dämpfen und Kohlensäure aus der Tiefe her stärker angefachten Verwitterungsvermögen der Luft und des Wassers neue Nahrung dar; beide nagten in gewohnter Weise an den Gebirgszügen, den Ufern, selbst am Meeresgründe, und schufen das Material zu neuen Schichten. Als aber jene verderblichen Beimischungen zum Teil verbraucht worden waren, zum Teil selbst in die Organismen, zumal die Kohlensäure in die Pflanzensubstanz, eingingen; da bevölkerte sich das entstandene Land mit neuen organischen Wesen, das Meer erzeugte seine alten Bewohner, wenn auch oft in veränderter Weise [*33], wieder, und der Friede herrschte neben der Ruhe so lange fort, bis eine neue Eruption eine neue Umwälzungsperiode veranlaßt. Sie tötete und begrub das Vorhandene, so weit ihre Wirkungen sich erstreckten, und bereitete zugleich anderen, vollkommeneren Wesen einen besseren, wenigstens ausgedehnteren Boden. Dies ist der einfache Gang, den in mannigfachen Wiederholungen die Entwicklungsgeschichte des Erdkörpers bis auf unsere Tage hinab genommen hat. —

[*33]: Die Entstehung der Organismen Wirt später (im 17. Abschnitt) im Allgemeinen besprochen werden, hier scheint nur die Bemerkung am Orte zu sein, daß sich über die spezifische Differenz derselben in den verschiedenen Epochen der Erdbildung zwei voneinander abweichende Ansichten geltend machen. Nach der einen Annahme gingen die Geschöpfe der älteren Periode, welche der nächstfolgenden jüngerer fehlen, beim Abschluß der ersteren unter, und statt ihrer entstanden mit den neugegebenen Örtlichkeiten eigentümliche, durch sie bedingte Arten unmittelbar. Die andere Ansicht läßt nur diejenigen Formen untergehen oder aussterben, welche der folgenden Periode fehlen, d. h. auch nicht einmal durch analoge Arten in ihr vertreten werden; sie erklärt dagegen die teilweise abweichenden analogen Arten dieser späteren Periode für Nachkommen der früheren, deren Eigentümlichkeiten durch die veränderten Einflüsse der Umgebungen modifiziert wurden. Beide Ansichten haben nach meinem Dafürhalten gleiche Berechtigung, insofern sich Weber für die eine, noch für die andere, bestimmte Facta aus der historischen Zeit beibringen lassen; ich glaube indes der ersteren Meinung eine größere Wahrscheinlichkeit zusprechen zu müssen; — eines Teils, weil auch die zweite wirklicher Nachschöpfungen beim Auftreten ganz neuer Formen nicht entbehren kann, anderen Teils, weil sie kein beweisendes Factum aus historischer Zeit für ihre Lehre von der Umbildung einer Spezies in eine andere bei veränderter Örtlichkeit beizubringen im Stande ist. Nur für die aus einer Periode in die andere hinübergehenden, identischen Arten ist eine wiederholte Schöpfung unwahrscheinlich; ihre Existenz scheint mir zu beweisen, daß wirklich einzelne Individuen sich in den Stürmen einer Erdumwälzungskatastrophe erhielten und ihr Geschlecht in der folgenden Periode weiter fortpflanzten; aber alle Arten von solchen versprengten Resten einer früheren Epoche herleiten zu wollen, halte ich nicht für zulässig. —

[p. 168]

10. Folgen aus dieser Theorie. — Neigung der Schichten. — Relatives Alter der Gebirge.

Die Wahrscheinlichkeit einer Hypothese bewährt sich dadurch am besten, daß sie mit allen aus ihr ableitbaren Erscheinungen im Einklange sich befindet und zu Schlüssen und Konsequenzen anderer Art führt, welche den durch Erfahrung gewonnenen Tatsachen entsprechen. Wir werden daher nicht anstehen, diese Anforderung auch an unsere Hypothese zu machen, und deshalb zunächst die Lagerungsweise der sedimentären Schichten für sich allein, wie in ihrem Verhältnis; zu den kristallinen Gesteinen, untersuchen. Das Tatsächliche darüber wird uns zeigen, wie weit beide mit den vorgetragenen Ansichten übereinstimmen. —

An jedem geschichteten Erdlager bemerkt man bei genauerer Untersuchung seiner formellen Beschaffenheit entweder eine waagerechte Lage der Schichtungsebenen, oder eine geneigte, selbst bis zur senkrechten aufgerichtete. Die erste Lage ergibt sich uns von selbst als notwendig, da alle Absätze aus dem Wasser immer gleichmäßig in der Richtung des Erdhalbmessers, wie es die Wirkung der Schwere fordert, geschehen; für die zweite aber liegt die Ursache nicht sogleich am Tage. Nur wenn der Boden, auf den die Schichten niederfielen, ein unebener war, konnte die Oberfläche der Schichtungsebene dieselbe unebene, teilweise ansteigende Form erhalten, nie aber konnte durch eine solche Beschaffenheit der Unterlage auch eine senkrechte Stellung der Schichten bewirkt werden. Um letztere zu erklären, gibt es gar keine andere Annahme, als die einer Aufrichtung aus der horizontalen oder geneigten Stellung, und da eine solche Annahme zugleich viele mit der geneigten Lage verbundene Verhältnisse in den meisten Fällen bei weitem besser erklärt, als der Absatz über unebene Grundlagen, so werden wir schon deshalb der Aufrichtungstheorie den Vorzug erteilen müssen. Gesetzt nämlich, eine horizontal abgelagerte geschichtete Masse wird durch von unten treibende Kräfte nach einer gewissen Richtung gespalten, und bleibt dann nicht mehr genau in ihrem alten Lagerungsverhältnis, so müssen sich die beiden Ränder der Spalte neben einander verschieben. Die Art dieser Verschiebung kann sehr verschieden sein, besonders wenn man sie nicht bloß graduell betrachtet; für die Richtung, nach welcher sie erfolgt, gibt es aber nur folgende drei Verhältnisse.

- 1) Beide Ränder der Spalte werden gehoben.
- 2) Beide Ränder der Spalte senken sich.
- 3) Der eine Rand bleibt liegen, der andere hebt oder senkt sich.

Bei genauerer Untersuchung jedes dieser drei Fälle erkennt man bald, daß im ersten die gehobene Stelle einen in der Richtung der Spalte fortlaufenden Höhenzug bilden muß, dessen

Gipfel, so lange er noch aus den frischen Bruchflächen besteht, mit der Richtung des Zuges parallel gestreift sein wird, während die Seiten geneigt gegen die Ebene hin abfallen und mit der Horizontalen einen bestimmten Winkel bilden. Diesen Winkel nennt man den Fallwinkel einer Schicht, oder geradezu nach bergmännischer Weise das Fallen; die Richtung indessen, in welcher die Schichten fortgehen, parallel dem Höhenzuge, den sie bilden, ihre Streichungslinie, oder in derselben Weise ihr Streichen. Beide Verhältnisse sind für die genauere Bestimmung aller Schichten von großer Wichtigkeit, insofern nämlich aus dem Fallwinkel sich sogleich die Stärke der Hebung ergibt, und aus der Streichungslinie die Richtung, nach welcher sie sich ausdehnt. Letztere ist übrigens auch leicht durch den Fallwinkel zu bestimmen, da es aus dem Verhältnis beider zu einander einleuchten muß, daß die Ebene des Fallwinkels senkrecht gegen die Schichtungsebene liegt, letztere aber in der Richtung, in welcher sie gehoben ist, streicht, mithin auch die Streichungsrichtung auf der Fallebene senkrecht steht. Hat man also den Fallwinkel einer Schicht erkannt, so braucht man nur in einer senkrecht darauf gestellten Ebene fortzugehen, um ihre Streichungsrichtung zu verfolgen, wo sich dann bald zeigen wird, ob dieselbe eine gerade oder einfach gebogene oder mehrmals in sich gekrümmte ist; Fälle, die alle sehr gut Vorkommen können. Die Möglichkeit einer solchen Differenz der Streichungsrichtung ergibt sich nämlich sofort aus der Form der Masse, welche die Erhebung der gehobenen Schicht bewirkte. Denn war die hebende Substanz ein gleichmäßig fortsetzender dachförmiger Gebirgszug, so wird die Streichungslinie ziemlich gerade sein müssen; war sie ein isolierter Kegel, so wird sie um ihn einen Kreis beschreiben; war dagegen der hebende Stoff eine Reihe bald dickerer, bald dünnerer, kammartig fortsetzender Zacken, so muß die Streichungslinie je nach der Dicke dieser Zacken, bald nach außen, bald nach innen sich krümmen, also eine Wellenform darstellen. —

Betrachten wir, nach diesen Erörterungen des ersten Falles, den zweiten Fall der geneigten Schichtung, wo beide Ränder neben der Spalte sich senkten, so wird derselbe sich vom vorigen nur dadurch unterscheiden, daß die Neigungen des Fallens einander zugekehrt sind, während sie bei gehobenen

Rändern von einander abstehen. Übrigens werden sich alle Verhältnisse des Fallens und Streichens hier wiederfinden, und demgemäß dieselben Bezeichnungen sich anwenden lassen. Auch der dritte Fall wird in diesen Benennungen keine Änderung Hervorbringen; denn an der einen gehobenen oder gesenkten Schicht werden Fallwinkel und Streichungslinien Vorkommen müssen, während der horizontalen beide fehlen.

Die drei angenommenen Fälle beruhen übrigens auf der Voraussetzung, daß die Schichten wirklich durchbrochen wurden; diese Voraussetzung ist aber keineswegs für alle Fälle richtig, vielmehr gibt es viele geschichtete Massen, die in der Tat gehoben, aber nicht durchbrochen sind. Es läßt sich nämlich sehr wohl denken, daß eine Hebung oder Senkung des Bodens eintrat, auf welcher die Schicht liegt, ohne daß dadurch die Schicht zertrümmert wurde; besonders wenn sie noch nicht ganz fest war und eine gewisse Zähigkeit besaß, die sie als Niederschlag aus dem flüssigen Element in den ersten Epochen ihrer Bildung sehr wohl haben konnte. Wir werden daher auf gehobene und gesenkte Schichten stoßen können, deren Zusammenhang nirgends durchbrochen ist, und dabei immer dieselben Ausdrücke zur Bezeichnung ihrer Neigung und Streichung anwenden dürfen. Endlich werden wir aber in einem solchen Falle nicht immer Hebungen oder Senkungen voraussetzen, da ein schichtweiser Absatz über schon gehobenen oder mit Einsenkungen versehenen Unterlagen ziemlich dasselbe Resultat ergeben dürfte. Schichten von solcher Form fordern eine sehr aufmerksame Untersuchung, bevor man ihren wahren Bildungsgang bestimmen kann. —

In allen bisherigen Schilderungen ist die stillschweigende Voraussetzung gemacht worden, daß die einzelnen Schichten eines Gesteins, wie es der allmähliche Absatz bei ruhigem Gewässer fordert, regelmäßig auf einander folgen und in ebenen oder leichtgekrümmten Flächen an einander liegen. So verhalten sich in der Tat die meisten Schichten, aber freilich nicht alle. Manche sind in sich vielfach hin und her gewunden oder beschreiben sogar Zickzacklinien, die oft in den schärfsten Winkeln an einander stoßen und einzelne Stellen der Schichtungsebene in eine vollkommen schwebende Lage bringen. Ein solches Verhältnis streitet durchaus gegen den allmählichen Niederschlag, und weist auf spätere Verwerfungen und Verrückungen hin. Namentlich läßt sich die Zickzackbiegung und die unregelmäßige Krümmung der Schichten sehr gut durch gleichzeitige Wirkung zweier verschiedenen Kräfte erklären, von denen die eine senkrecht nach unten drückte, während die andere mächtigere einen Druck von zwei gegenüberstehenden Seiten ausübte. Werden weiche, eben nicht sehr elastische Lagen auf solche Weise gedrückt, so krümmen sie sich in sich selbst und heben dadurch die von oben herabdrückende Masse. Letztere brauchte nicht gerade fest zu sein, oft war gewiß der Druck desselben Wassers, aus dem die Schichten sich abgesetzt hatten, hinreichend, solche Verschiebungen hervorzubringen, wenn gleichzeitig Erhebungen in parallelen Streichungslinien durch die Schichten hindurch statt fanden, und die emporsteigenden Eruptionstoffe sie nicht bloß hoben, sondern von den Rändern der Bruchspalten her auch gegen einander schoben. Wie mannigfaltig die Krümmungen auf solche Weise gebogener und verdrückter Schichten sein können, davon gibt die eingeschaltete Zeichnung der gewundenen Kalkschichten am Wege zur dritten Gipshütte des Sevekenberges bei Quedlinburg eine sehr lehrreiche Ansicht. —

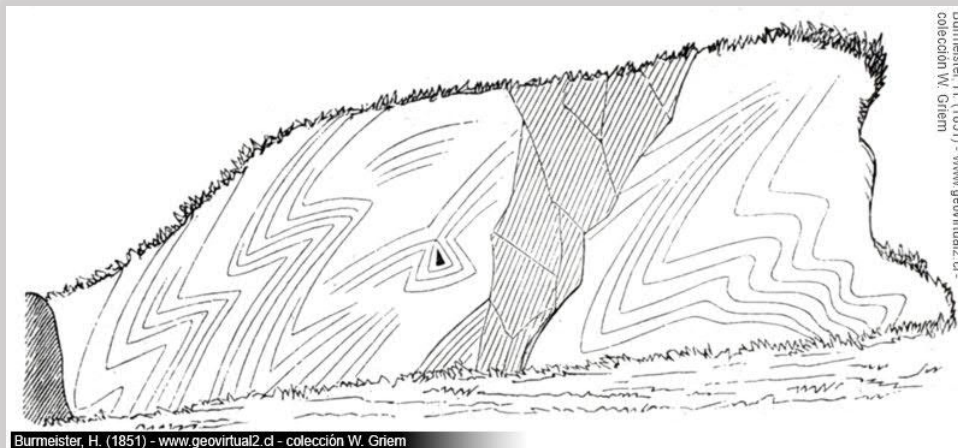


Abb. 8; p. 171: Gebogene Kalkschichten

Wenn nun durch diese vollkommen genügende Erklärung die steile und in sich gekrümmte Schichtung als das Produkt hebender Kräfte außer allen Zweifel gesetzt wird, so erscheint auch die einfach geneigte dadurch vollständig erläutert, wenn es gelingt, die aufgerichteten Ränder der Bruchspalte zu entdecken. In der Tat sind sie in sehr vielen Fällen nicht bloß leicht nachweisbar, sondern auch in allen, wo wir sie finden, der hebenden Masse zugekehrt, wie es sein muß, wenn die Neigung der ganzen Schicht durch Hebung entstand. Kommt nun hinzu, daß stellenweis große Schichtenstücke umgekehrt auf den übrigen liegen, in ihnen also die Reihenfolge der Schichten sich umgekehrt wie in der Hauptschicht verhält, so dürfen wir wohl nicht daran zweifeln, daß auch dies Phänomen von einer Hebung bewirkt wurde, indem sich ein Stück der Schicht neben dem Bruchrande ablöste und nicht bloß steil sich aufrichtete, sondern

selbst nach außen überbog, wo es denn notwendig durch seine eigne Schwere mit umgekehrter Folge seiner Bestandteile auf die übrigen Schichten niederfallen mußte. —

Die Untersuchung der Schichtungsverhältnisse weist uns durch alle mitgeteilten Tatsachen auf wirkliche Erhebungen von unten in früheren Perioden der Erdbildung eben so sehr hin, wie die vulkanischen Phänomene der Gegenwart sie für die jetzige Periode bestätigen; beide rechtfertigen die Annahme analoger Erscheinungen in allen Zeiträumen. Noch mehr aber bewährt sich diese Behauptung durch die Betrachtung des Zusammenhanges, in dem die kristallinen Massen zu den verworfenen Schichten stehen. Hat der forschende Geognost die hebende kristallinische Felsart, welche selbst aus der Tiefe emporstieg, neben den geschichteten Sedimenten wirklich aufgefunden, so trifft er sie unter den Schichten im Fallwinkel des Lagers und zwischen seinen Schenkeln an. Er beobachtet weiter, daß wenn die hebende Substanz über die gehobene hinausragt, die letztere mit einem scharfen Absturz gegen die ersten abfällt und sehr deutlich eine Bruchstriche darstellt, auf welcher die parallelen, konzentrischen oder wellenförmigen Linien der Schichtungsflächen neben einander verlaufen. Er nennt diesen je nach der Dicke der gehobenen Schicht bald höheren bald niedrigem steilen Absturz den widersinnigen, zum Unterschiede von dem in der Richtung des Fallens verlaufenden geneigteren, gleichsinnigen Abhang. Immer ist der widersinnige dem Innern des Gebirges, dem Kamm desselben zugewendet, der gleichsinnige der Ebene und den äußeren Umgebungen. Wie lassen sich solche Verhältnisse anders als durch Erhebungen erklären, und wer kann sie bei solchen Tatsachen noch bezweifeln? — Niemand, dem es um die Erforschung der Wahrheit mehr zu tun ist, als am Festhalten an altertümlichen Ansichten und vorgefaßten Meinungen. —

Nicht zufrieden mit dem Resultate, daß alle aus der waagerechten Lage in eine geneigte versetzten Schichten als gehoben oder verworfen anzusehen sind, verfolgen wir vielmehr die aus der Neigung verschiedenartiger Schichten gegen einander zu ziehenden Schlüsse weiter, da sie uns zu noch bedeutenderen Resultaten führen werden. Ehe wir aber dazu schreiten können, müssen einige Erklärungen über die Beziehungen verschiedenartiger Schichten zu einander hier ihre Stelle finden. Es sind das Ausdrücke, welche der Leichtigkeit wegen eingeführt häufig in Anwendung kommen, an sich aber die Schichtungsverhältnisse nicht weiter erläutern.

Man nennt in der Geognosie die über einer gewissen Schicht befindlichen Lagen das Hangende, die unter ihr befindlichen das Liegende. Die Art und Weise, wie eine Schicht räumlich gestaltet und ausgedehnt ist, bezeichnet man als ihre Lagerung, und unterscheidet folgende sechs auf den beigefügten Durchschnitten erläuterte Hauptarten. —

1. Söhlig heißt jede horizontale, nach allen Himmelsgegenden gleichmäßig ausgedehnte Lagerung. —
2. Sattelförmig ist die Lagerung, deren Schichten von beiden Seiten her zu einer geradlinigen Kante dachartig aufsteigen; diese Kante, gleichsam die Firste des Dachs, nennt man die antiklinische oder Sattellinie. —
3. Muldenförmig werden Schichten genannt, die in konzentrischen Krümmungen eine flache Vertiefung ausfüllen. —

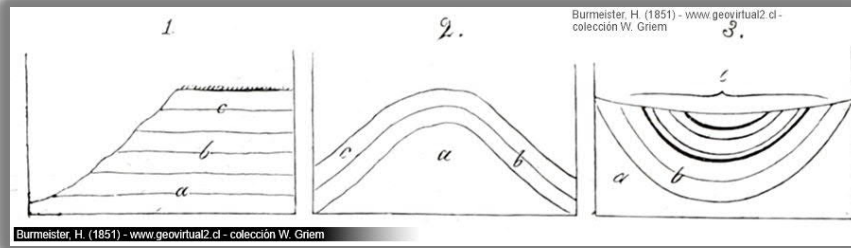


Abb. 9, 10, 11; p. 173: Lagerungsverhältnisse

4. Mantelförmig heißen um den Fuß eines Berges von Kegelform herum gelegte, durch ihn in der Regel gehobene Schichten. — ö. schildförmig dagegen Schichten, die nur auf die eine Seite eines Kegelberges wie aufgelegt, bloß hier von ihm emporgehoben oder an ihm herabgeflossen sind. — 6. Buckelförmig heißt jede Hügel- oder kegelartig aufsteigende Masse, welche sich gleichmäßig nach allen Seiten über die Unterlage ausbreitet. Sie ist Eigentümlichkeit vulkanischer Emportreibungen, und besteht fast nur aus Basalt oder Trachyt.

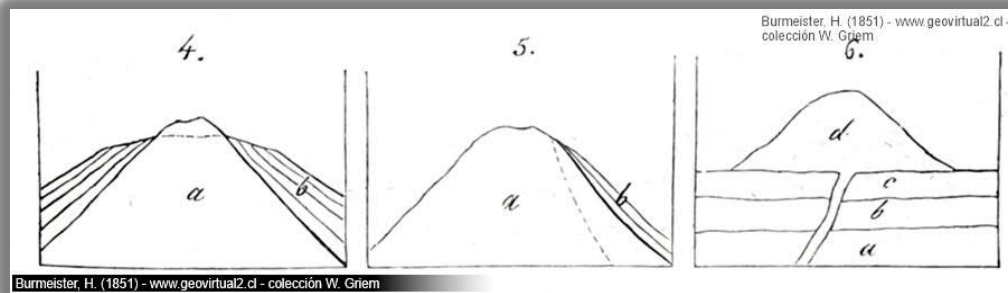


Abb. 12, 13, 14; p. 173: Lagerungsverhältnisse

Liegen die Schichtungsebenen verschiedenartiger Massen, z. B. von Kalksteinen und Sandsteinen, mit einander parallel, so heißen sie gleichförmig gelagert; schneiden sich ihre Schichtungsflächen unter irgend einem Winkel, so nennt man sie ungleichförmig oder abweichend gelagert; das Ende jeder Schicht, sei es am Bruchrande oder sonst wo, heißt das Ausgehende, oder im ersten Falle auch wohl ihr Kopf. Von zwei oder mehr Schichten mit ungleicher Lagerung wird die oberste, welche über das Ausgehende oder die gehobenen Köpfe der unteren sich ausbreitete, die übergreifende genannt. Zur Veranschaulichung dieser Unterschiede dient der nachstehende Holzschnitt.

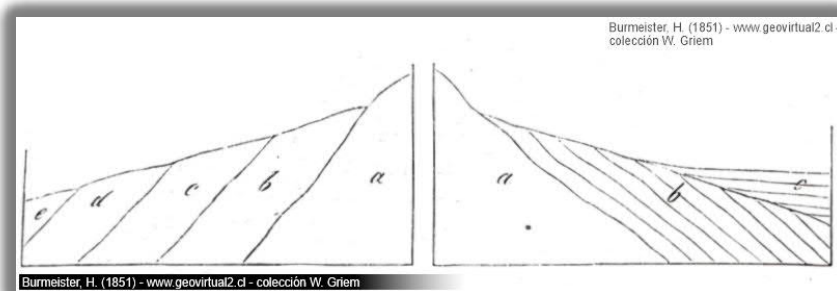


Abb. 15, 16; p. 174: Lagerungsformen in Sedimentgesteinen

Das eben angedeutete Verhältnis ist, wie jede ungleichförmige Lagerung, von großer Bedeutung für die Bestimmung der Umstände, unter denen die Schichten gebildet wurden; es gibt zu folgenden wichtigen Schlüssen Veranlassung. — Schichten mit ungleichförmiger Lagerung können nicht zu derselben Zeit und auf dieselbe Weise entstanden sein; denn wären sie gleichzeitige Gebilde, so müßten ihre Schichtungsebenen, als Niederschläge aus demselben Wasser und auf denselben Boden, einander parallel liegen. Jede ungleichförmige Lagerung zeigt daher an, daß zwischen der Bildung ihrer Schichten eine Periode eintrat, wo keine Schichtenmasse mehr niederstet, und daß während dieser Periode die Lage der unteren Schicht geändert wurde, ehe die obere sich absetzte. Wahrscheinlich gab dieselbe Ursache, welche die untere Schicht emporhob, auch Veranlassung zu einer neuen Epoche im Entwicklungsgange des Erdkörpers, deren Resultat die obere Schicht selbst sein dürfte. Liegt diese obere Schicht noch horizontal, so dürfen wir annehmen, daß sie keine neue Hebung erlitt; liegt sie ebenfalls geneigt, so ist auch sie später gehoben worden; und greift endlich über die gehobenen Köpfe beider eine dritte Schicht fort, so wird sie jünger sein müssen als die vorigen. Auch zwischen ihrer Entstehung und dem Zeitraum, in welchem die zunächst vorhergehende entstand, liegt eine Periode der Unruhe, wo die Schichtenbildung unterbrochen wurde, nachdem die Bestandteile der älteren aus dem Wasser abgeschieden waren; erst später, als die neue Schichtenmasse abweichend von der früheren sich aufzulagern begann, war anderes Material zur Sedimentbildung durch die inzwischen veränderten Zustände der Erdoberfläche erzeugt worden. Enthalten diese Schichten, die älteren wie die neueren, Reste von abgestorbenen Organismen eingebettet, wenn auch nicht überall, doch in einzelnen Giraaten, so zeigen sie uns an, daß die Erde in jenen Perioden mit Geschöpfen bevölkert war; und wenn die Reste der Organismen mit den verschiedenen gelagerten, oder überhaupt nur mit den verschiedenen Schichten sich in ihrer spezifischen Eigentümlichkeit ändern, so erkennen wir daraus, daß mit dem Eintritt einer neuen Katastrophe die Organisation wenigstens an der Stelle, wo die Umwälzung erfolgte, vernichtet wurde, und eine andere, jüngere, an ihre Stelle trat [*1]. Zugleich begreifen wir, wie selbst in verschiedenartigen Schichten sich dieselben Organismen finden können, wenn wir annehmen, daß einzelne Geschöpfe den Stürmen einer Erdumwälzung entgingen und ihr Geschlecht nach denselben in den darauf folgenden Zeiträumen vermehrten.

[*1]: Die Ansicht, daß die Organismen nicht eigentlich untergingen, sondern durch die sukzessiven Änderungen der Oberflächenverhältnisse unseres Erdkörpers nur in ihren Charakteren identifiziert wurden, ist in der letzten Note zum vorigen Abschnitt besprochen worden; ich wiederhole, daß sie mir nach den bestehenden Gesetzen der Organisation unerklärlich zu sein scheint und keine geringeren Schwierigkeiten darbietet, als die Annahme wirklicher Neuschöpfungen. —

Während die eben erörterten Unterschiede in der Lagerung auf verschiedene Bildungsepochen und namentlich auf mehrfache Hebungen Hinweisen, sprechen also die in jeder einzelnen Schicht enthaltenen Versteinerungen nur dann für eine wirklich neue Epoche der Erdschöpfung, wenn sie sämtlich oder größtenteils spezifisch verschiedenen Tieren und Pflanzen angehören. Dies ist aber keineswegs immer der Fall, vielmehr erstrecken sich die organischen Reste bisweilen aus einer Schicht in die nächstfolgende, ja selbst bis in eine dritte hinüber. Wir dürfen daraus schließen, daß die eingetretene Revolution von untergeordneter Bedeutung war, oder einen beschränkten örtlichen Charakter besaß, also nicht weit genug um sich griff, um alle Organismen ihres Gebietes zu vernichten. Diese Ansicht ist durch die Erwägung anderer Fälle, wo keine organische Form aus der vorhergehenden in die folgende Schicht hinübergreift, sehr wohl verstatet [= akzeptiert]; sie rechtfertigt wenigstens die Annahme, daß die Ursachen zwar

für alle Revolutionen dieselben sein konnten, nämlich in Erhebungen bestanden, daß aber die Wirkungen je nach der Größe und Ausdehnung der gehobenen Massen sehr verschieden ausfielen.

Auf die angeführten doppelten Charaktere der Lagerung und der in ihren Schichten enthaltenen Organismen gründet sich der Begriff eines Lagerungsganzen, dessen Feststellung, gleich wie die Bezeichnungen der früher erörterten Schichtungsverhältnisse, die Geognosie ihrem eigentlichen Schöpfer und ersten Lehrer: Abrah. Gottf. Werner verdankt. Er verstand unter jenem Ausdruck eine Reihe von unmittelbar auf einander folgenden Schichten, die unter gleichen Verhältnissen gebildet wurden, und, wie wir hinzusetzen müssen, gleichartige Versteinerungen enthalten. In der neueren Zeit ist zwar dieser Begriff geblieben, für seine Bezeichnung wird indes jetzt gewöhnlich wieder das Wort Formation oder Gruppe in Anwendung gebracht, obwohl sich immer mehr und mehr herauszustellen scheint, daß es gar keine streng abgeschlossenen Perioden der Erdschöpfung, also auch keine scharf gesonderten Formationen gibt, sondern daß vielmehr ein stetiger Fortgang der Ursachen auch fortdauernd ähnliche Wirkungen hervorbrachte, und daß beide bloß dem Grade nach verschieden waren, ihre Unterschiede aber teils hiervon, teils von den längeren oder kürzeren Zeitabschnitten abhängen, in denen sie auf einander folgten. Dabei scheint es im Allgemeinen richtig zu sein, daß nach einer längeren Ruhe auch eine um so tiefer eingreifende größere Umwälzung eintrat, mithin sehr durchgreifende Unterschiede zwischen den auf einander folgenden Schichten auf längere Pausen und sehr gewaltsame Erhebungen hinweisen.

Wenn es nach diesen Tatsachen feststeht, daß in oft bedeutenden Zwischenräumen auf einander folgende Hebungen vormals unterirdischer geschmolzener vulkanischer Massen das Erscheinen der Gebirgszüge auf der Erdoberfläche bewirkt haben, und daß durch diese Hebungen auch der Unterschied von Land und Meer wenn nicht allein, doch größtenteils bedingt ist, so scheint es zunächst eine der interessantesten und wichtigsten Aufgaben der geologischen Untersuchung zu sein, die Zeitpunkte genauer zu bestimmen, in welchen die verschiedenen Hebungen auf einander folgten. Denn daß nicht alle gleichzeitig hervorgetreten sind, davon überzeugen uns eines Teils die vielfachen Sukzessionen differenter Schichten und die in ihnen begrabenen, mehrfach verschiedenen organischen Reste, andern Teils die Betrachtungen der noch in historischer Zeit in sehr verschiedenen Jahren und Jahrhunderten Statt gefundenen Erhebungen von Vulkanen und Inseln. Es wurde deshalb sehr bald das Streben der Beobachter, die verschiedenen Erhebungen nach Perioden zu ordnen. Deutschlands größter Geognost, L.V. Buch, welcher die ganze Lehre von den Erhebungen begründete und wissenschaftlich zuerst darsat, gelangte zu diesem zweiten, eben so wichtigen Resultate noch nicht, sondern blieb bei dem Beweise für die Richtigkeit seiner Ansichten von den Erhebungen stehen, welcher in dem übereinstimmenden Streichen verschiedener Gebirgszüge liegt. Er verfolgte die Darstellung dieses Factums besonders an den deutschen oder mitteleuropäischen Bergketten, und zeigte, daß sich dieselben auf vier Hauptrichtungen zurückführen lassen. Die Richtung von Westen nach Osten wurde besonders deutlich durch die Alpenkette dargestellt, der sich als parallele Reihe das Jura Gebirge anschließt. Höher hinauf im Norden von Deutschland streicht der Harz von Nordwest nach Südost, und ihm reihen sich in gleicher Richtung das Riesengebirge, die Sudeten und Karpaten an, mit welchen der Teutoburger Wald, der Thüringer Wald und der Böhmer Wald in ziemlich gleicher Neigung gegen die Himmelsstriche parallel laufen. Als einen dritten Hauptzug betrachtete er die Richtung von Norden nach Süden, die wieder zwei Parallelketten bildet, welche der Rhein teils trennt, teils durchbricht; auf der einen Seite die Vogesen, der Hunsrück, Taunus und der Vogelsberg, auf der anderen der Schwarzwald, Odenwald, Spessart und die Rhön; zwei Reihen, die an ihren oberen Enden in basaltische Kegel auslaufen, wie bereits

früher (S. 117) gezeigt wurde, und mit ihnen die Richtung von Nordwest nach Südost zwischen dem Teutoburger und Thüringer Walde durchbrechen. Endlich die vierte Richtung von Südwest nach Nordost ist weniger deutlich ausgesprochen, und wird durch die Ardennen, Eifel, das Siebengebirge und Rheinische Schiefergebirge dargestellt. Mit ihnen parallel streicht im Innern Deutschlands das Erzgebirge und Fichtelgebirge, wie jenseits Böhmens das Mährische Gebirge und die Karpaten. — Vergleicht man mit diesen Richtungen die Streichungslinien der übrigen Gebirge Europas, so findet man allerdings eine ganz überraschende Gleichförmigkeit zwischen ihnen und den genannten; denn die Pyrenäen, Apenninen, die Bosnische Bergkette, die Bergzüge Griechenlands und der Kaukasus folgen dem Zuge des Harzes, Riesengebirges und der Karpaten; die Bergreihen Englands, Skandinaviens, Finnlands, des südlichen Frankreichs, Korsikas, Sardinien haben die Richtung der Vogesen und des Schwarzwaldes; die Balkankette folgt der Alpenkette und dem Atlas. Allein wie interessant diese Beobachtungen auch sein mögen, und wie sehr sie die Ansicht, daß alle Gebirge aus Spalten hervortraten, auch unterstützen, immer würde es eine rein hypothetische Annahme sein, gleichartig streichende Gebirgszüge für gleich alte zu halten. Auch liegen die vier angenommenen Hauptrichtungen, wenn man dabei das Mehr oder Minder ihrer Neigung gegen die vier Himmelsgegenden nicht so genau berücksichtigt, zu sehr in der Zahl der möglichen Richtungen überhaupt begründet, als daß man sich über die Übereinstimmung aller Hauptgebirgszüge mit der einen oder der andern jener vier Richtungen wundern könnte; denn eigentlich sind ja keine andern möglich, als die rechtwinkeligen oder schiefwinkeligen Verbindungslinien der Himmelsgegenden. Eine solche Betrachtung überzeugte auch diejenigen Forscher, welche von der Annahme eines verschiedenen Alters der Gebirgszüge ausgingen, wohl bald, daß die Richtung ihres Streichens allein darauf einen bestimmenden Einfluß nicht haben könne, und daß andere Tatsachen ermittelt werden müßten, das relative Alter der einzelnen Systeme festzustellen. Und da war es dem glücklichen Genius des französischen Geognosten Elie de Beaumont vorbehalten, den Gedanken zuerst auszusprechen, dessen Verfolgung für die Bestimmung der Reihe, in welcher die einzelnen Gebirgszüge sich nach einander gehoben haben, so wichtig geworden ist, und der wie alle großartigen Wahrheiten, wie die Lehre von den Erhebungen selbst, so nahe liegt, wenn man weiß, worauf es bei Ergründung der Phänomene ankommt. Von der Tatsache ausgehend, daß die geschichteten Niederschläge des Wassers in unabänderlicher Reihe auf einander folgen, aber stellenweis von unten her durch vulkanische Eruptionen zerbrochen und gehoben sind, versteht es sich wohl von selbst, daß nur solche Schichten gehoben werden konnten, die bereits da waren, als der sie hebende Durchbruch erfolgte, diejenigen aber horizontal abgelagert angetroffen werden müssen, welche erst nach dem Durchbruch sich wieder absetzten. Dieser einfache naturgemäße Gedanke wurde von Elie de Beaumont mit großem Erfolg auf die wirklichen Verhältnisse der Gebirge angewendet, und sehr bald in seinem größten Umfang als richtig erkannt. Es ergab sich, daß wahrhaft horizontale Schichten innerhalb der Gebirgszüge entweder gar nicht oder nur höchst selten in kleinen Erstreckungen als vielleicht abgerissene Bruchstücke und spätere Auflagerungen Vorkommen, sondern vorzugsweise die Eigenheiten großer ausgedehnter Ebenen sind. In ihnen findet durchaus nie anders eine Störung dieser regelrechten Gesetzmäßigkeit statt, als wenn isolierte Durchbrüche von vulkanischen Kegeln auch die Ebene stellenweis zertrümmert haben. Nähert man sich dagegen den Gebirgszügen, so beginnen die Schichten aus ihrer horizontalen Lage sich in die geneigte zu versehen und nach und nach um so mehr aufzusteigen, je mehr sie an das hohe Gebirgsplateau oder den Kamm des Gebirges heranreichen. In solcher Umgebung, unmittelbar an die massigen ungeschichteten Plutonischen oder vulkanischen [*2] Gesteine sich anschließend, stehen sie nicht selten steil und lotrecht, oder hängen gar nach außen gewendet über in einer Stellung, die dem Umstürze nahe kommt, wenigstens ihn in Aussicht zu stellen scheint.

[*2]: Man hat neuerdings diejenigen kristallinen auf feurigem Wege gebildeten Gesteine plutonische genannt, welche nicht an noch jetzt tätigen Vulkanen als Bestandteile angetroffen werden, sondern, wie Granit, Syenit, Diorit, Gabbro, Pyroxene und Porphyre, bloß als Massengesteine ganzer Gebirgszüge bekannt sind; vulkanische dagegen die Basalte, Trachyte, Dolerite, Phonolithe, Obsidiane, Bimssteine und alle Laven, welche Vulkane bilden oder von ihnen ausgeworfen werden.

Vielfach in ihren Neigungen verworfen, in ihren Streichungs-Richtungen verändert, bieten sie überall im Gebirge die gewaltsamsten Zerrüttungen dar, und gehen nicht selten in eine so vollständige Zertrümmerung über, daß die Einsicht in den wahren Zusammenhang der Gebirgsbestandteile außerordentlich erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht wird. So viel aber scheint festzustehen, daß die hohen Gipfel, die weit ausgedehnten Kämme, selbst manche Plateaus von Plutonischen oder vulkanischen Massen herrühren, woran die emporgehobenen, mit einzelnen Punkten sogar noch höher [*3] aufgerichteten neptunischen Schichten, wie untergeordnete, parallele Nebenkämme, sich anschließen; ihre abgerissenen offenen Schichtungsköpfe jenen kristallinen Centren zuwendend, während ihre geneigten Flächen sanfter gegen die umherliegende Ebene abfallen.

[*3] Fälle beider Art kommen so häufig vor, daß kaum einer von ihnen als Regel, der andere als Ausnahme angesprochen werden darf. Im Harzgebirge sind die höchsten Punkte, der Brocken mit seinen Umgebungen und der Ramberg, allerdings Granitkuppen (plutonisches Gestein); im Riesengebirge ist zwar der Kern plutonisch, aber die höchste Stütze desselben, die Schneekoppe, besteht aus kristallinen Schiefern (metamorphischem Gestein). Anders verhalten sich die Hauptalpen; nur der Montblanc und St. Gotthart sind plutonisch, die Gipfel des Berner Oberlandes metamorphisch. In der Andenkette bilden zum Teil rauchende Vulkane die höchsten Punkte der Cordillere von Quito, während nahe ebenso hohe Gipfel derselben Bergkette (vergl. Note 5. S. 119) die Nevada de Sorata und der Ilimani, aus Grauwackenschiefern bestehen, welche durch eingeschlossene Trümmer zu beweisen scheinen, daß sie von plutonischem Syenit und Porphyr emporgehoben wurden. Es wird also in jeden, Falle von besonderen Umständen abhängen, ob die aufrichtenden pyroxenen Substanzen, oder die aufgerichteten sedimentären Schichten die größte Höhe des Gebirges erreichen. —

Durch tiefe, beim Emporheben entstandene Querspalten sind die Nebenkämme aufs Neue zerrissen und selbst in ihren untersten Lagen bis auf den Grund hinab dem forschenden Auge des Beobachters bloß gelegt. Oben weiter klaffend als unten, bilden die Querspalten offene Pforten, wodurch das an den Kämmen und Gipfeln niedergeschlagene Wasser seinen Weg nimmt, die Trümmernmassen der Hochlande mit sich führt, und die Spalten in der Tiefe ausfüllt, bis sie mehr verflacht und mit den Verwitterungsprodukten ihrer eignen Felswände bedeckt, zu Quertälern sich gestalten. Schmale, wenn auch reiße Gießbäche verfolgen fortan in ihnen ihren Lauf, und erreichen durch sie das große, der Streichungslinie des Gebirges parallele Längental, welches die vielen gleichartigen Genossen, zum breiteren Flußbette vereint, in die Ebene hinableitet. Auch die Längental er sind Spalten, in ähnlicher Weise mit Geröll und Schutt aller Art angefüllt und bis zu einer gewissen Höhe geebnet; aber sie durchsetzen nicht einzelne Schichten gegen ihre Streichungs-Richtung, sondern sie laufen ihnen parallel, sie bezeichnen die Lücken oder Einsenkungen zwischen den emporgehobenen Massen, und folgen dem Streichen des ganzen Gebirges, weil sie ursprünglich von den Spalten herrühren, wodurch die plutonischen Stoffe aus der Tiefe emporstiegen. Gewöhnlich in ihnen, oft aber auch in den Quertälern, sammelt sich an gewissen Stellen das Wasser zu Seen an, wenn gerade eine sehr weite Lücke seinem Laufe begegnet und weder die Verwitterungsprodukte, noch die Gerölle hinreichen, sie

zu füllen. Die bedeutende Tiefe solcher Gebirgsseen erklärt sich von selbst aus ihrem Ursprünge; es sind weit abwärts klaffende offene Brüche zwischen den emporgehobenen Substanzen, die anfangs selbst zu unergründlicher Tiefe hinabreichen konnten, bis ihre untersten Fugen von den angesammelten Sedimenten verschlossen wurden. — In wenigen, allgemeinen Zügen haben wir dies Bild der Gebirge zu entwerfen gesucht, der mannigfachen lokalen Unterschiede aber nicht weiter gedenken mögen. Gleichmäßig auf die größten, wie auf die kleinsten, auf die Alpen wie Kordilleren passend, zeigt sich freilich bei näherer Betrachtung eine fast überall wiederkehrende Abweichung, die aber ihrer Allgemeinheit wegen nicht Zufall, sondern Regel zu sein scheint. Fast alle größeren Gebirge haben einen ungleichen Abfall nach beiden Seiten; einen ungemein steilen, stellenweis. sogar senkrechten, und einen sanfter geneigten, terrassenartig in die Ebene übergehenden. Dort stehen ihre Schichten im Loth, oder hängen über, und breiten sich fächerförmig an ihren Gipfeln aus; hier liegen sie unter spitzeren Winkeln in mehr gleichförmiger, einander paralleler Neigung. Die Erklärung so sonderbarer Phänomene hat nicht lange auf sich warten lassen, nachdem die Erhebung der Gebirge aus Spalten erkannt war; sie hat nachgewiesen, daß an der Seite des steilen Abfalles die Schichten vielleicht weniger emporgehoben als verdrückt wurden, mit ihrer Sohle einsanken, und indem sie aus diese Weise gleichsam festgeklemt waren, unter dem Druck der empordrängenden plutonischen Stoffe an ihren freien Rändern nach außen sich überbogen; während an der Seite des geneigteren Abhanges nicht bloß eine Hauptspalte, sondern mehrere unter sich parallele Spalten entstanden, aus denen die hebenden Stoffe mit geringeren Störungen zu Tage hervortraten, oder, wenn sie nicht sichtbar sind, was häufig der Fall ist, keine wirklichen Spalten an dieser Seite sich öffneten, sondern nur Hebungen entstanden, wobei die aufgelagerten sedimentären Schichten zerrissen und ungleich mit der einen Seite ihrer abgebrochenen Köpfe emporstiegen, mit der anderen liegen blieben, oder selbst etwas herabsanken. Bei den Alpen neigt sich der steilere Abfall nach Süden, der sanftere nach Norden; die Kordilleren richten jenen nach Westen, diesen nach Osten. Ursachen der angegebenen Art, mit der ungleichen Zahl und Neigung der Gebirgsterrassen zusammenfallend, ziehen auch die Lage der Hauptkette, welche gewöhnlich die Wasserscheide der Flußgebiete zu bilden pflegt, nach sich, und rücken sie dem Fuße des steilen Abhanges näher als dem des geneigten. Sind nun die höchsten Gipfel, wie gewöhnlich, Teile der Hauptkette unmittelbar, oder liegen sie ihr auch nur nahe, so folgen sie ihr an den Rand des steilen Abfalles und entfernen sich um so mehr von dem geneigten. Daher finden wir die Spitzen der Alpen, den Montblanc, großen Bernhard, Mont Rosa, Simplon, St. Gotthart, Splügen, Ortler u. a. m. näher an den südlichen Rand des Gebirges, bis an die Grenzen von Italien hinangeschoben, während auf der Nordseite die Nebenketten des Berner Oberlandes und der Glarner Alp sich als erste, über einer dem Hauptzuge parallelen Spalte emporgehobenen Gebirgsterrasse darstellen, hinter welcher nach und nach ähnliche niedrigere Stufen bis in das Tal der Aar abfallen. Rhone und Rhein durchströmen das große Langental zwischen dem parallelen Haupt- und Nebenzuge, dieser nach Nordosten, jene nach Südwesten die entgegengesetzten Richtungen einer gleichen großartigen Vertiefung bezeichnend. Beide füllen, bevor sie die Ebene erreichen, ein bedeutendes Becken mit ihren Wassern, und durchbrechen, aus ihren Seen wieder hervortretend, den Gebirgszug des Jura auf einem gewaltsam gebahnten oder erweiterten Wege. —

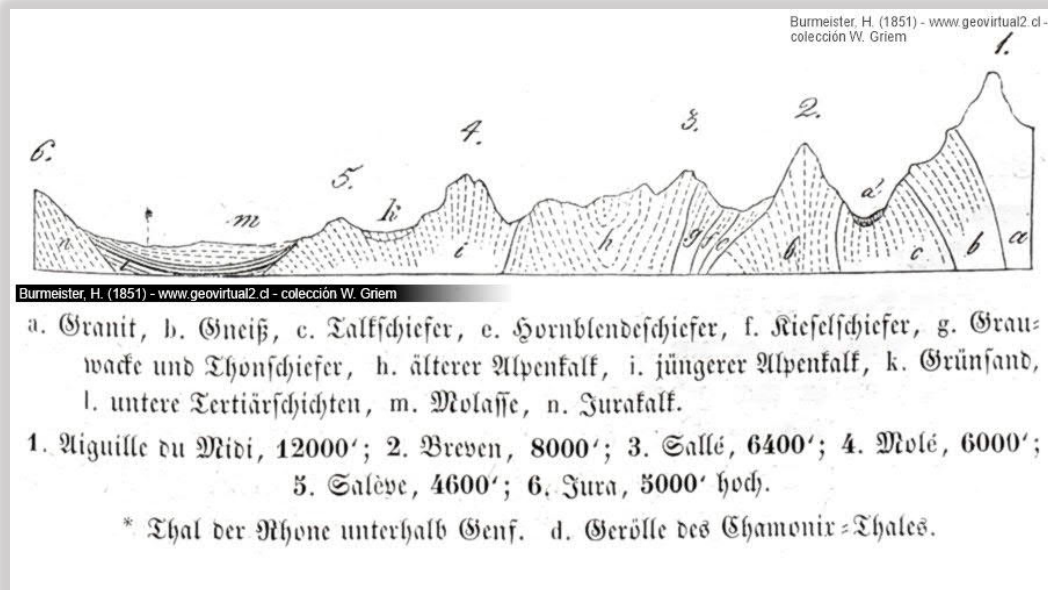


Abb. 17, p. 181: Alpendurchschnitt

Diese Betrachtungen, denen zur besseren Verständigung ein Querschnitt durch die Alpen von der Aiguille du Midi im Norden des Montblanc bis hinüber zur Kette des Jura durch das Tal der Rhone unterhalb Genf beigegeben ist, mögen es versuchen, meinen Lesern ein schnell übersichtliches Bild der Verhältnisse zu gewähren, welche die vorgetragenen Ansichten von der Erhebung der Gebirge aus großen Spalten herbeiführen mußten; es reiht sich daran eine nähere Erörterung der Frage, wie es möglich sei, aus den Erhebungen auch die Zeitpunkte, in welchen sie erfolgten, bestimmen zu können. Dazu trägt eine genaue Kenntnis; der neptunischen Schichten das Meiste bei. Gesetzt nämlich, wir steigen auf den geneigten Abhängen eines Gebirges in die Ebene hinunter und stoßen gleich am Fuße desselben auf eine Schicht, die in den Abhängen selbst fehlt, so werden wir annehmen dürfen, daß diese horizontale Schicht der Ebene aus dem Wasser erst niederfiel, als der benachbarte Gebirgszug schon in seiner aufgerichteten Stellung sich befand, mit seinen Ketten und Abhängen über das ihn umgebende Wasser hervorragte und eben deshalb nicht mehr von den neu entstehenden Niederschlägen bedeckt oder überzogen werden konnte. Findet sich dann unter der obersten horizontalen Schicht der Ebene eine zweite, von ihr verschiedene, die ebenfalls in den gehobenen Abhängen des Gebirges fehlt, so folgt auf dieselbe Weise, daß das Gebirge älter ist als beide Schichten, und seine Entstehung ihrem Absatz vorausging. Ist aber die dritte horizontale Schicht der Ebene einerlei mit der äußersten gehobenen an den Abhängen des Gebirges, so erkennen wir daraus die Erhebung des Gebirges aus der Ebene zu einer Zeit, als diese dritte Schicht schon auf ihr lag und aus dem sie damals bedeckenden Wasser bereits abgesetzt war, mithin ein Alter des Bergzuges, welches in den Zeitraum zwischen die zweite und dritte Schicht der Ebene fällt. Es ist demnach das ganze Gebirge, so weit diese dritte Schicht in ihm gehoben erscheint, jünger als sie selbst, aber älter als die zweite und erste Schicht, mithin auch älter als jedes andere Gebirge, in dem die zweite und erste Schicht gehoben oder aus ihrer horizontalen Lage verrückt sind. Man braucht also zur Bestimmung des relativen Alters der Gebirge eines Teiles die vollständige Kenntnis aller geschichteten Lagen der Ebene in ihrer sukzessiven Reihenfolge auf einander, andern Teils eine genaue Untersuchung derjenigen Schichten eines jeden Gebirges, die in ihm gehoben sind. Theoretisch werden wir aber schon jetzt diejenigen Gebirge für die ältesten

erklären, in denen gar keine neptunische Schichten aufgerichtet sind; dagegen für die allerjüngsten gerade solche Gebirgszüge halten, in denen sämtliche geschichtete Lagen der Ebenen steil stehen oder in ihrer Lagerung verändert wurden. Demnach wird sich das Alter der Gebirge nach der Zahl ihrer verworfenen geschichteten Bestandteile richten; Gebirge ohne alle Hebung derselben werden älter sein als die neptunischen Produkte, ja älter als die Wasserbedeckung überhaupt, und der Zeitpunkt der Entstehung eines Gebirges wird der Jetztwelt um so näher liegen, je größer die Anzahl seiner gehobenen Schichten ist. —

Die Nichtigkeit dieser Behauptungen erhellt zu sehr aus ihnen selber, als daß es nötig wäre, bei ihrer Erörterung noch länger zu verweilen; wir wenden uns daher zur Altersbestimmung der hauptsächlichsten Gebirge, nachdem wir zuvor die vorzüglichsten hebenden und gehobenen Bestandteile des Erdkörpers in ihrer Sukzession auf einander kennen gelernt haben.

[p.183]

11. Abnorme und normale Gesteine. — Wirkungen der abnormen auf die normalen. - Metamorphismus.

Gehen wir in dieser neuen Betrachtung wieder von den auf feurigem Wege entstandenen Gesteinen aus, so findet sich zwar eine gewisse Altersfolge auch unter ihnen, wenn man die einzelnen Glieder eines Gebirges mit einander vergleicht, aber durchaus keine so bestimmte Sukzession aller auf einander, wie bei den verschiedenen neptunischen Schichten. Während die letzteren in unabänderlicher, stets gleicher Reihe von unten nach oben auf einander folgen, höchstens stellenweis durch spätere Umkehrungen und Verwerfungen in eine abweichende Lage gebracht; zeigt sich dagegen das vormals feurig-flüssige Gestein an keine bestimmte Altersfolge gebunden, mithin auch in keiner überall wiederkehrenden, gleichartigen Beziehung zu den geschichteten Lagen. So wichtige Unterschiede erregten schon früh die Aufmerksamkeit der Beobachter und führten zu Benennungen, welche noch jetzt, da sie gewisse allgemeine Eigenschaften richtig andeuten, im Gebrauch sind, und zunächst einer Erklärung bedürfen. Wegen der überall gleichartigen Wiederkehr in der Schichtenfolge nennt man die neptunischen Sedimente normale Gesteine; — gleich als ob in ihrer Sukzession eine bestimmte Absicht, eine Regel befolgt wäre, während sie doch ganz von zufälligen Verhältnissen, von den zur Verwitterung sich anbietenden Plutonischen Gesteinen abhängig zu sein scheint; — die ihnen entgegengesetzten, im feurigen Fluß gewesenen, pyrogenen Massen dagegen abnorme Gesteine [*1].

[*1]: In Ansehung der Tatsache, daß die abnormen Felsarten ursprünglich in der Tiefe unter den normalen lagen, und von da nach oben durchbrachen, hat man sie auch endogene genannt; die normalen dagegen, welche sich auf der Oberfläche selbst als Niederschlag bildeten, exogene.

Sieht man aber nicht auf die Reihenfolge, sondern vielmehr auf die Beschaffenheit, so bezeichnet man die abnormen Gesteine mit dem Namen der massigen, die normalen als geschichtete oder stratifizierte; Ausdrücke, die in den früher umständlicher abgehandelten Eigenschaften der einen wie der anderen ihre fernere Erklärung finden, zunächst aber andeuten, daß die abnormen Gesteine umfangreicher sind und in den mannigfaltigsten, großartigsten, zu isolierten Massen vereinten Formen auftreten; während die geschichteten allermeist minder mächtige Lager oder Straten [Schichten] bilden, und sich mehr in die Länge und Breite, als in die Tiefe [*2] auszudehnen pflegen.

[*2]: Nach den Berechnungen glaubhafter Naturforscher beträgt die ganze Dicke der selten Erdrinde durchschnittlich nicht über 50,000 Fuß oder 2 1/2 geogr. Meilen. Davon kommen etwa 34.000 Fuß auf die kristallinen Massengesteine; 10,000' auf die Übergangsformation: 5000' auf die sekundären Schichten und 1000' auf die tertiären jüngsten Lagen. —

Nie bilden also geschichtete oder normale Gesteine ursprünglich isolierte Kegelberge, oder zu Gruppen vereinte Kegelsysteme, sondern vorzugsweise langgestreckte, wenn auch

scharfkantige, Bergrücken oder Züge, deren eine Seile dann immer einen steilen Abfall zu haben pflegt, während die andere geneigter in die Ebene sich senkt. Auf dem steilen Abhänge sieht man die Köpfe der über einander gelagerten Schichten und Schichtungsebenen deutlich, und erkennt Zahl und Folge derselben im Hangenden und Liegenden; auf dem sanfteren Gehänge bleibt man, so lange nicht tiefe Taleinschnitte dasselbe durchbrechen, immer in derselben obersten Schicht, und gelangt auf ihr zur Ebene, Teils, wenn die Hebung älter ist als sie, in eine andere Schicht hier übergehend, teils, wenn sie vor der Hebung des Höhenzuges schon da war, auch dann noch in ihr verbleibend. Auf solche Weise sind in der Regel die niedrigen Höhen des flachen Landes gebildet, entstanden aus einseitigen Hebungen von Spaltenrändern, deren hebende Ursache, das abnorme Gestein, nicht zu Tage kam, sondern mit der Ausweitung sich begnügte, welche durch die bloße Verwerfung der Straten [Schichten] über ihm bewirkt worden war. Ein treffliches Beispiel solcher einseitigen Hebung ohne Hervortreten von abnormen Gesteinen liefert in unserm Vaterlande der auch historisch so denkwürdige Teutoburger Wald, ein schmaler in seiner Hauptrichtung von SSO nach NNW streichender dreifacher Bergrücken von mehr als 1000 Fuß [314m] Meereshöhe, dessen nördliche niedrigste Kette aus dem meist sattelförmig gehobenen Muschelkalk besteht, woran sich südwärts schmale Keuper- und Juraschichten lehnen, über welche der hoch aufgerichtete Quadersandstein als zweite und die Kreide als dritte südliche Kette sich erheben.

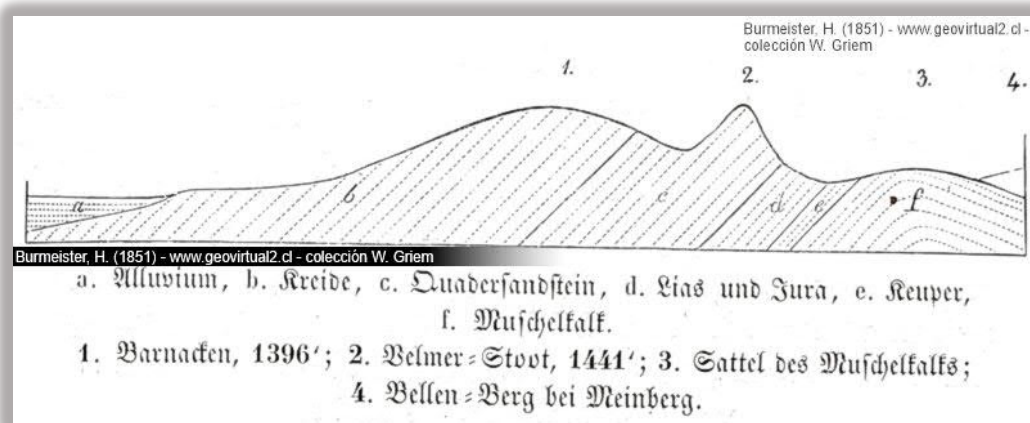


Abb. 18, p. 185: Durschnitt durch den Teutoburger Wald

Im hier verzeichneten Querschnitt, nach dem Verhältnis der Höhe zur Länge von 5 zu 1 entworfen, sehen wir den Quadersandstein (c) des Velmer-Stoots (2) südlich von Horn, des höchsten Berges im ganzen Teutoburger Walde, mit ungestörter Schichtung dem Jura (d), Keuper (e) und Muschelkalk (f) aufliegen; aber weiter nach Nordwest, bei Oerlinghausen und Bielefeld, kehrt sich die Reihenfolge um, so daß deutlich Muschelkalk auf Keuper und dieser auf Quadersand ruht; wahrscheinlich, wie Fr. Hoffmann meint, weil das ganze Gebirge aus einer Spalte emporgehoben und dabei nach Südwest überstürzend in seine jetzige widernatürliche Stellung versetzt wurde. —

Wir wollen indes dem Stufengange der neptunischen Schichten hier noch nicht unsere Aufmerksamkeit schenken, sondern zuvörderst bei einer nähern Untersuchung derjenigen Verhältnisse stehen bleiben, die den Ramm abnorme Gesteine für die massigen besonders Hervorrufen. Schon früher (S. 178) haben wir beiläufig eines Unterschiedes derselben gedacht,

den die Bezeichnungen von plutonisch und vulkanisch angeben. Er war bedingt in dem Auftreten gewisser abnormer Gesteine an noch jetzt tätigen Vulkanen (weshalb sie eben vulkanische heißen), und in dem Mangel von anderen massigen Felsarten an tätigen wie erloschenen Vulkanen, bei übrigens entschieden feurig-flüssigem Ursprünge; ein Charakter, der zu ihrer Bezeichnung als platonische Veranlassung gab. Hier drängt sich nun die Frage auf, ob nicht diese Unterschiede auch zugleich Altersverschiedenheiten andeuten, und von einer ähnlichen Reihenfolge der abnormen Gesteine, wenn auch nicht unter den normalen oder stratifizieren, doch wenigstens unter sich Zeugnis ablegen. Allerdings scheinen Beziehungen solcher Art zwischen den abnormen Gesteinen statt zu finden; schon deshalb, weil alle tätigen Vulkane jünger sind, als die Hebungen der Gebirgszüge, die letzteren aber allein oder vorzugsweise von plutonischem, seltener und gewöhnlich nur bei kleineren Gebirgen von vulkanischem Massengestein ausgeführt wurden. Wir werden aus diesen und anderen Gründen die vulkanischen Gesteine für jünger halten als die plutonischen, zunächst aber ihre Unterschiede ausführlicher besprechen. —

Im neunten Abschnitt (S. 149) haben wir die Bestandteile derselben kennen gelernt, als wir die chemischen Verbindungen im Silikatenmantel untersuchten; wir haben damals erfahren, daß Quarz, Feldspat in drei Formen als Orthoklas, Albit und Labrador, demnächst Glimmer, Hornblende, Augit und Olivin in mannigfacher Mischung unter einander die Mineralien sind, aus denen die vulkanischen und Plutonischen Gesteine bestehen. Wir brauchen daher bei Erörterung dieser Stoffe nicht weiter zu verweilen [*3], sondern können unsere Aufmerksamkeit sofort anderen Eigenschaften zuwenden. Unsere nächste Aufgabe mag es daher sein, die Unterschiede der Plutonischen und vulkanischen Felsarten schärfer hervorzuheben. —

3) Der leichteren Übersicht wegen sollen die Unterschiede jener Mineralien hier noch einmal zusammengestellt werden. Sie sind nämlich:

A. Reine Kieselerde oder Quarz.

B. Kieselsäure Doppelsalze, bestehend:

a) Vorzugsweise aus kieselsaurer Tonerde, welche verbunden ist:

1. Mit kieselsaurem Kali; woraus entstehen:

Orthoklas und Glimmer, letzterer wenn viermal mehr Tonerde und $\frac{1}{3}$ mehr Kieselerde in der Mischung enthalten ist, als bei ersterem.

2. Mit kieselsaurem Natron zu Albit.

3. Mit kieselsaurem Kalk und etwas Natron zu Labrador.

b) Vorzugsweise aus kieselsaurer Talkerde, die sich verbindet

1. Mit kieselsaurer Kalkerde und Eisenoxydul.

Es entsteht Hornblende, wenn Kieselsäure überschüssig vorhanden ist; Augit und Olivin, wenn der Überschuß fehlt: im ersteren (Augit) enthalten die Basen halb soviel Sauerstoff, als die Kieselsäure, im letzteren (Olivin) ebensoviel.

2. Mit kieselsaurer Tonerde und Eisenoxydul, als Chlorit, dessen Mischung noch Wasser enthält.

3. Bloß mit kieselsaurem Eisenoxydul zu Talk, welcher gleich dem vorigen meistens als schieferiges Gestein aufzutreten pflegt.

Mit den ersteren beginnend merken wir uns als äußeren Hauptcharakter derselben die Eigenschaft, daß stets ihre einzelnen Bestandteile ein größer massiges Gefüge besitzen, mithin

sich leicht von einander unterscheiden lassen. Früheren Mitteilungen (S. 69) zufolge wissen wir uns diese Beschaffenheit schon zu erklären, wir schließen aus ihr, daß die Gesteine sehr langsam erkalteten, weil die einzelnen Materien Zeit genug hatten, sich in größeren Quantitäten zu einander zu finden und kristallinisch sich auszubilden. Allein eine nähere Betrachtung ergibt doch für die räumliche Isolation der Mischungsglieder sehr wesentliche Unterschiede; denn bald sind sie sämtlich gleich vollständig kristallisiert, bald ist die Grundmasse sehr feinkörnig, fast erdig, und in ihr treten nur einzelne größere Kristalle auf. Danach unterscheiden wir zwei Hauptarten von platonischen Gesteinen, welche wir granitische und porphyrige nennen werden. Auch diese Benennungen müssen uns bekannt klingen; wir haben sie schon früher bei den Laven (S. 62) in ähnlicher Bedeutung angewendet, als wir nach der Größe des Korns der kristallisierten Bestandteile Granitlaven, Porphyrlaven, Basaltlaven und erdige Laven unterschieden. So wie es damals bloße Formunterschiede, keine Massenverschiedenheiten waren, welche uns zur Feststellung der Differenzen veranlaßten, so ist es auch hier bloß die Art der räumlichen Isolation, wovon wir die Unterschiede der Plutonischen Massengesteine herleiten. —

Auf die granitischen Felsarten zuvörderst näher eingehend, finden wir, daß bei schärferer Prüfung ihrer Bestandteile sich bald wieder zwei Hauptarten Herausstellen, je nachdem neben Alkalifeldspat (Orthoklas oder Albit) Quarz, Glimmer und Hornblende austreten, oder neben Kalkfeldspat (Labrador), Augit, Diallag [= Diopsid] und Hypersthen; erstere wollen wir Quarzgesteine, letztere Augitgesteine nennen. —

Die gewöhnlichste Art der granitischen Quarzgesteine ist der eigentliche Granit, ein Gemisch von hellrotem oder weißlichem Orthoklas, bräunlichem Glimmer und wasserklarem Quarz, von denen der Feldspat entschieden vorwaltet, mithin dem Ganzen seine Helle rötliche oder weißliche Farbe erteilt, wodurch sich der Granit leicht von den schwarz- gefleckten Augitgesteinen unterscheidet. Er ist Hauptbestandteil der meisten und größeren Gebirgszüge, gleichsam das Gerüst, woran die übrigen Felsarten sich anlegen, und bildet großmassige Berge mit abgerundeten aber unebenen Oberflächen, die zertrümmert und mit scharfkantigen Blöcken bedeckt zu sein pflegen. Häufig passen die Blöcke mit ihren Ecken und Kanten noch an einander, und liegen so gleichförmig gelagert da, daß sie weniger einen unordentlichen Trümmerhaufen, als den Bruchstücken einer schalenförmigen äußersten Schicht gleichen, die durch Berstung in viele einzelne Brocken zerfiel. In dieser Form bilden sie die Felsenmeere oder Teufelsmühlen unserer deutschen Hochgebirge, und scheinen nichts als die Bruchstücke der äußeren, durch Zusammenziehung bei fortschreitender Erkaltung entstandenen, konzentrischen Absonderungsschichten zu sein, worin die kuppelförmig aus der Tiefe emporgehobene Granitmasse nach und nach sich spaltete. Reibungen, selbst Schleifungen, welche mau an den Oberflächen der sich berührenden Schalen wahrnimmt, scheinen anzudeuten, daß noch lange nach ihrer Ablösung Verschiebungen der Schalen gegen einander Statt fanden, und die Politur ihrer Berührungsflächen bewirkten. Bis tief ins Innere des Granits gehen die Schalenabsonderungen hinab, und zeigen auch dort noch deutlich ihre Reibungsflächen. Nicht leicht gedeiht die höhere Pflanzenwelt üppig auf dem Rücken dieser Granitdome, so lange noch keine Verwitterung eingetreten ist; vielmehr bekleiden dürre Flechten und Moose sparsam ihre Wände, nur hie und da in Vertiefungen und an Quellenrändern zu einem bessern Wachstum gelangend. Ihr Inneres ist in der Regel neben den vielen parallelen oder konzentrisch gebogenen Ablösungsflächen auch senkrecht zerklüftet, und dann treten scharfe Felswände, spitze Säulen oder Zacken am Granit hervor, und geben seinen Gebirgen ein malerisches Ansehen.



Abb. 19, p. 188: Roßtrappe im Harz – der Wasserfall,

Die Roßtrappe des Harzes, in deren Kessel wir auf dem Bilde hier hinabblicken, zeigt uns eine solche wilde Bergschlucht von besonderer weit bekannter Schönheit. Scharf und eckig steigen ihre Felsengrate, abwechselnd in einander greifend, aus dem düstern Grunde empor, und spalten sich auf den Kanten in zahlreiche einzelne Spitzen; während die durch Querklüfte geformten Abschnitte, von der Verwitterung überall angenagt, nur noch teilweise Unterstützung finden, und den schwankenden Steinen (S. 49) ähnlich, jeden Augenblick herunterzustürzen drohen. Weiter oben auf den Höhen, da wo sich die Kämme in Flächen ausbreiten, wuchert frei die emsige, üppig grüne Pflanzenwelt, zumal die schlankstämmige Buche; aber unten im kühlen Schlunde braust die schäumende Bode dahin, mit ihren ewig wechselnden Wasserstürzen, obgleich laut rauschend, doch nur sanft zu uns heraufmurmelnd. — In der Tiefe, durch Bergbau aufgeschlossen, pflegen die Spalten des Granits zu klaffen, und mit ähnlichen Gesteinen oder Gangtrümmern erfüllt zu sein; aber als geflossene Masse über ältere Formationen weggreifend kommt der Granit kaum vor; dagegen beobachtet man öfters ein gangförmiges Eindringen in seine Umgebungen, das größtenteils in den älteren neptunischen Schichten wahrgenommen wird, in jüngeren Gliedern der Flözperiode der Regel nach fehlt. Hieraus ist mit Bestimmtheit zu ersehen, daß die ältesten stratifizierten Niederschläge schon abgesetzt waren, als der Granit unter ihnen, wenn auch nicht völlig doch teilweise, noch im flüssigen Zustande sich befand, und als weiche Masse emporgetrieben, in die Spalten der auf ihm liegenden durchbrochenen Schichten eindrang. Aber isoliert stehende Kegelberge mit vertieftem Gipfel, nach Art der Vulkane, bildet er nie; denn zur Zeit der vulkanischen Eruptionen war der Granit wohl vollständig starr geworden. —

Alles was soeben vom Granit gesagt wurde, gilt auch vom Syenit [*4], der sich überhaupt nur dadurch von jenem unterscheidet, daß er statt Glimmer und Quarz Hornblende enthält.

[*4]: Die Benennungen Granit und Syenit bezeichnen durchaus keine Bildungseigenschaften der Gesteine, welche sie führen ; denn Granit kommt von dem lateinischen Worte granum (Korn), und zeigt die kristallinisch körnige Beschaffenheit an; Syenit ist von der Stadt Syene in Oberägypten hergeleitet, woselbst die Alten dies Gestein vorzugsweise brachen.

Wegen der schwarzbraunen Farbe dieses Minerals pflegt er dunkler zu sein, meist rotbraun; allein homogen wird auch er nie, da seine Bestandteile nicht minder großmassig abgesondert neben einander auftreten, als die des Granits. Nicht selten mischt

sich noch Quarz den anderen beiden Bestandteilen zu, und wenn nun in demselben Maße die Hornblende abnimmt, zugleich aber noch Glimmer mit auftritt, was keineswegs selten ist, so schwindet der Unterschied zwischen Granit und Syenit völlig; aus beiden wird einerlei Substanz, wofür man sie übrigens, ihrem geologischen Verhalten nach, durchaus zu nehmen hat.

Selbständiger steht als dritte Art der granitischen Quarzgesteine der Grünstein oder Diorit da, ein Gemisch von weißem oder hellgrünem Albit mit dunkelbrauner oder schwarzgrüner Hornblende, welches dieser beiden Bestandteile halber aus der Ferne hellgrau oder grünlichgrau zu erscheinen pflegt, übrigens aber noch deutlich die zwei verschiedenen, räumlich abgesonderten Bestandteile verrät. Auch in ihm finden sich bisweilen Quarz und Glimmer, wie im Syenit, allein minder häufig. Mitunter werden seine Bestandteile feinkörniger, und dann bedarf es schon der näheren Untersuchung, um sie einzeln zu unterscheiden. Diese dunkleren Diorite nennt man vorzugsweise Grünstein. In der Art seines Vorkommens schließt sich der Diorit mehr an den Syenit an; beide sind nicht so allgemein verbreitet, wie der Granit, und brechen selbst an ihren Lagerstätten nie so mächtig hervor, wie dieses häufigste aller Plutonischen Gesteine.

Durch den Diorit gehen dem äußern Ansehen nach die granitischen Quarzgesteine in die granitischen Augitgesteine oder Pyroxene über; beide haben ein gleiches Gefüge und lassen sich nur bei scharfer mineralogischer Untersuchung daran unterscheiden, daß der Feldspat der Pyroxene stets Labrador ist. Sie werden von manchen Geognosten unter dem allgemeinen Namen Trapp um so eher in eine Kategorie gestellt, als neben dem äußern Ansehen auch die Art ihres Vorkommens dieselbe zu sein pflegt. In dieser Beziehung sind die Pyroxene an geringerer Mächtigkeit, an isolierterem, gang- oder stockartigem Auftreten, überhaupt an ihren kleineren Räumlichkeiten alsbald von den massenhaften Graniten und selbst vom Syenit, der auch mächtiger angetroffen wird, gut zu unterscheiden. Sie bilden nicht leicht weder ganze Gebirgszüge, noch große Gebirgskämme; sondern erscheinen in der Regel nur als einzelne Kuppen, kleinere Kämme, aufsteigende Wälle oder Zackenreihen im Gebirge, die in der Tiefe Zusammenhängen mögen, an der Oberfläche aber getrennt zu sein pflegen. Für ihre Mischung ist es charakteristisch, daß neben Labrador stets sehr metallreiche Talksilikate von dunkelbrauner, schwarzer, oder grünlicher Farbe auftreten, die bald Augit sind, bald Diallag [= Diopsid] oder Hypersthen: zwei durch den fast völligen Mangel der Kalkerde vom Augit abweichende Talksilikate, von denen das erstere Wasser in seine Mischung ausgenommen hat, das andere etwas Tonerde. Aus einem Gemenge von Diallag und Labrador entsteht der Gabbro oder Euphotid, ein Gemisch von Hypersten und Labrador bildet den Diabas oder Hypersthenfels, worin gewöhnlich noch Chlorit enthalten zu sein pflegt. Eine feinkörnige Vereinigung dieser Stoffe nennen manche Geognosten Serpentin, während andere darunter eine ähnliche Mischung des Euphotids verstehen [*5].

[*5]: Von diesen gemengten, als Gebirgsmasse austretenden Serpentin sind die Serpentin kristalle zu unterscheiden, welche man besonders in Schweden findet und edlen

Serpentin genannt hat. Sie scheinen als ein eigentümliches Mineral, als eine Verbindung von kieselaurer Talkerde mit gewässerter Talkerde, angesehen werden zu müssen.

Das weiche milde Gefüge, das fettige Anfühlen, die graugrüne Farbe, bedingen seine Benutzung zu allerhand Gerätschaften, und machen den Serpentin zu einem allgemein bekannten Gestein.

Dies wären die wichtigsten granitischen Felsarten; wir reihen daran eine ähnliche Schilderung der porphyrtigen. Porphyre nennt man jedes massige Gestein, welches in einer dichten, fast homogenen, matten, derben Grundmasse isolierte, vollständig entwickelte Kristalle derselben Stoffe, aus denen das Bindemittel besteht, umschließt. Die Grundmasse ist stets feldspathaltig, und dabei entweder mit Quarz, oder mit Augit vermengt, wonach man, wie unter den granitischen Gesteinen, Quarz- und Augit- Porphyre unterscheidet. Bei den Quarzporphyren bildet ein inniges, gewöhnlich rotbraun gefärbtes Gemenge von Kieselerde mit etwas Eisenoxyd und feinkörnigem derben Feldspat, welches in diesem Zustande den Namen Feldstein führt, die Grundmasse [*6].

[*6]: Ich beziehe mich bei diesen Angaben auf die genaue chemische Analyse des Halleschen Porphyrs von E. Wolfs in Erdmann's und Marchand's Journal für prakt. Chemie. Bd. 34. S. 193 u. 412.

Die darin liegenden Kristalle sind teils reine, schön ausgebildete Feldspate (Orthoklas oder Oligoklas) und Quarz, wenn die Grundmasse ebenfalls aus diesen Feldspatarten besteht (Feldsteinporphyre); teils Albit- und Hornblendekristalle, wenn auch die Grundmasse Albit statt Orthoklas und Oligoklas enthält (Grünstein oder Dioritporphyre). In anderen Fällen sind die Feldspat- und Quarzmassen gar nicht gesondert, vielmehr in eine homogene grauliche Felsart mit splittigem Bruch vereinigt, worin nur sehr einzelne Feldspatkristalle auftreten. Ein solches inniges Gemenge von vielem Quarz und wenig Feldspat nennt man Hornstein, weil es die grauliche Farbe angeschnittenen Horns besitzt, den Porphyre also Hornstein- Porphyre. Verschieden davon ist der Hornfels, eine dunkler gefärbte braungraue Mischung von Feldspat, Quarz und Schörl oder Turmalin, deren Entstehung man dem später besprochenen Metamorphismus zuschreibt. In den Augitporphyren findet sich als Grundmasse ein inniges Gemenge von Labrador und Augit, dunkel schwarzgrau gefärbt, wie die Basalte, aber in der Regel feiner gefügt und noch schwärzer. Darin liegen isolierte Kristalle derselben Mineralien. Das dunkle Ansehen dieses Porphyrs hat zu dem passenden Namen Melaphyre Veranlassung gegeben. Beide Felsarten, die lichten rotbraune Quarzporphyre und die schwarzen Augitporphyre, verhalten sich also zu einander, wie Granit, Syenit und Diorit zu den Pyroxenen, und dieser augenfällige Parallelismus der Gemengteile scheint eben so sicheren geologischen Beziehungen zu entsprechen. Denn auch unter den Porphyren sind die hellrosten quarzreichen Feldsteinporphyre die mächtigeren, die schwarzen Augitporphyre die weniger massenhaften. Jene bilden nach Art des Granits abgerundete kuppige Berge oder Züge, deren Oberfläche eine nur dürrtliche Vegetation trägt, und deren Inneres zwar mannigfaltig, aber nie so regelmäßig und deutlich von Klüften zerrissen ist; daher Porphyre keine so malerischen Formen gewähren. — Bald treten sie isoliert auf, wie die Porphyre der Halleschen Gegend, deren buckelige Formen aus der beigefügten Abbildung [*7] ersehen werden können; bald stehen sie in naher Beziehung zum Granit, wie am Thüringer Walde, im sächsischen Voigtlande, in Tirol und in der Auvergne.



Abb. 20, p. 192: Der Saale-Durchbruch

[*7]: Sie stellt den Durchbruch der Saale durch die Porphyrfelsen nordwestlich von Halle vor. Im Vordergrund sieht man den Giebichensteiner Felsen mit den Fundamenten der alten Veste auf seiner Spitze; gegenüber liegt ein Teil des Dorfes Cröllwitz, hinter dem sich Porphyrkuppen erheben. In der Mitte drängen sich die Trotaer Felsen vor, an deren Fuße die Saale unmittelbar hinfließt. Alle 3 Gruppen gehören dem sogenannten jüngeren Porphyry über den Steinkohlen an; die Schlucht vor dem Giebichensteiner Felsen trennt ihn von dem südlich gelegenen älteren Porphyry. Unter ihr sieht sich die Steinkohlenformation hin und steht weiter aufwärts im Tale wenige Fuß tief schon an.

Die Melaphyre erscheinen dagegen in kleinerem Umfange, meistens als Begleiter der rochen Porphyre, allein gewöhnlich nur neben ihnen, sie durchsetzend oder durchbrechend. Mit Grund hält man sie deshalb für spätere Gebilde, die den Quarzporphyren nachfolgten, sie zum Teil zertrümmerten und vielleicht früher vor sich hertrieben. Indes stammen auch die rochen Porphyre, gleich den Graniten, nicht alle aus derselben Zeitepoche; manche sind schon Begleiter der Steinkohlenformation, andere entschieden jünger [*8]. Diese Periode scheint jedoch der eigentliche Zeitraum ihrer Erhebung gewesen zu sein; sie finden sich daher gern in der Nähe der Steinkohlenschichten, die z. Th. auf ihnen ruhen, z. Th. von ihnen überflutet wurden, wie sich dies namentlich in der Nähe von Halle Nachweisen läßt.

[*8]: Nach den Untersuchungen von H. Credner (Über d. geogn. Verhältn. Thüringens u. -d. Harzes. Gotha 1843. 8.) gehören die mächtigen Quarzporphyre des Thüringer Waldes sechs verschiedenen Hauptformen an, deren Erhebungsepoche in den Zeitraum von der Steinkohlenformation bis zur Ablagerung des bunten Sandsteins reicht. Die Melaphyre derselben Gegend sind größtenteils in die Periode des Rotliegenden zu versetzen und jedenfalls älter als der Zechstein; sie durchbrechen die älteren Porphyre zwar an mehreren Stellen, allein werden andererseits vom jüngsten Porphyry, der dem Zeitraum des bunten Sandsteins anzugehören scheint, gangförmig durchtrümmert.

Auch die Melaphyre sind von verschiedenem Alter, aber ein konstanter Zeitraum lag zwischen ihrem Emportreten und der Hebung des rochen Porphyrs wohl nicht. —

Kommen wir nun zu den vulkanischen Gesteinen, so bestimmen wir uns zunächst ihren Begriff nicht bloß darnach, daß nur sie tätige oder erloschene Vulkane zu bilden pflegen, sondern wieder nach ihrem Gefüge, dessen Wesenheit meinem gleichmäßig feinen Korn, meist ohne Einlagerung größerer isolierter Kristalle besteht. Man kann daher sagen, daß der Charakter vulkanischer Felsarten mit den Eigenschaften des Bindemittels der Porphyre harmoniert, während die granitischen Felsarten das Gefüge der im Porphyr ausgeschiedenen Kristalle an sich tragen. Der Porphyr steht dadurch zwischen den Plutonischen Granitgesteinen und den vulkanischen Materien in der Mitte; eine Stellung, die er in der Tat nicht bloß dem Gefüge nach, sondern auch dem relativen Alter zufolge einnehmen dürfte. Die Feinheit des Kornes läßt sich übrigens an den vulkanischen Produkten eben so leicht erklären, wie die großmassige Absonderung der plutonischen; sie ist ebenfalls Folge der Erkaltung, und zwar der schnelleren, bedingt eines Teils durch die größere Abkühlung der Atmosphäre zur Zeit, als sie hervorbrachen, andern Teils durch die geringere räumliche Ausdehnung der Massen, mit denen sie auftreten. Der Porphyr hält selbst in dieser Hinsicht die Mitte, und hat ebendeshalb eine doppelte Struktur seiner Bestandteile; einzelne Stellen in ihm fanden zur vollständigen Kristallisation bei langsamer Erstarrung Gelegenheit, aber die größere Masse blieb in feinkörnig kristallinischer Ausbildung stehen, als das Ganze fest ward und dadurch den ungehinderten Zutritt der Stoffe zu einander aufhob. Es erklärt sich daher die Form nicht sowohl aus der Mischung, welche überall nach gleichen Gesetzen bestimmt ähnlich Wiederkehr!, sondern aus gewissen äußeren Verhältnissen desjenigen Zeitpunktes in der allgemeinen Entwicklungsgeschichte, mit dem ihre Erscheinung zusammenfällt. Denn das materielle Substrat der vulkanischen Felsarten ist durchaus kein anderes, als das der platonischen; auch hier sind es verschiedene Feldspate, welche mit Hornblende, Augit und Olivin, seltener mit Glimmer und Quarz [*9], besonders aber mit Magneteisen (S. 63) sich mannigfach mischen und die verschiedene Form bedingen. Zur Unterscheidung derselben dient uns wieder die materielle Differenz des Feldspates und seiner Beimischungen; indes kommt bei den vulkanischen Produkten ein neues Mischungselement hinzu, nämlich chemisch gebundenes Wasser, welches den granitischen und porphyrartigen Gesteinen fehlt.

[*9]: Die Anwesenheit des Quarzes in vulkanischen Gesteinen ist allerdings eine Seltenheit, allein als notwendige oder entscheidende Eigenschaft für vulkanische Produkte läßt sich sein Mangel nicht ansehen. Vergl. S. 57.

Dieses Wasser geht mit den verschiedenen Feldspaten Verbindungen ein, und bewirkt dadurch eine eigene Reihe von gewässerten kieselsauren Doppelsalzen, die Zeolithe (S. 68). Das Auftreten derselben in der Mischung vulkanischer Produkte bildet den Charakter des Basalts und Phonoliths, ihr Mangel unterscheidet den Trachyt und Dolerit von beiden. Trachyt besteht aus feinkörnigem, gelbgrauem Kali- oder Natronfeldspat, worin kleine, wenig bemerkbare Kristalle von Orthoklas, Albit, glasigem Feldspat [*10], Glimmer und Hornblende mehr oder weniger häufig verteilt sind; in seltenen Fällen stellt sich auch Quarz ein.

[*10]: Glasiger Feldspat ist eine Verbindung von Orthoklas und Albit, ein Kali-Natronfeldspat. —

Dolerit ist ein etwas grobkörniges, schwarzes Gemisch von Labrador und Augit; Basalt eine feiner körnige Mischung, worin statt des wasserfreien Labradors ein wasserhaltiger Kalkzeolith (Mesotyp oder Mesolith) den einen, Olivin und Augit den anderen Hauptbestandteil bilden. Phonolith dagegen besteht aus glasigem, durch Eisenoxyd gefärbtem Feldspat und einem Alkali-Zeolith, verhält sich also zum Trachyt, wie Basalt zum Dolerit [*11].

[*11]: Fein zerteilte, erdige, zusammengepreßte vulkanische Massen, aus vorhistorischer vulkanischer Ascheentstanden, nennt man Wacke; auch vulkanischen Tuff oder Traß. wenn sie durch Wasser oder Druck mechanisch zusammengebacken sind.

Auch harmoniert seine gewöhnlich hellgraue Farbe mehr mit der des Trachyts, während räumlich abgegrenzte größere Feldspatkristalle, womit die Grundmasse stellenweis erfüllt ist, ihm ein porphyrtartiges Ansehen geben. Den Namen hat er von klangreichen Tönen, welche seine gern plattenförmig zerklüftete Masse beim Anschlagen erschallen läßt; die Basalte dagegen zerklüften mehr säulenförmig oder kugelig-schalig, und sind an ihrer beinahe regelmäßigen Absonderung leicht kenntlich. Wir haben davon und von ihren Vorkommnissen schon früher (S. 65—72) gesprochen, als wir die formelle Übereinstimmung derselben mit den Laven nachwiesen, und können den Leser auf jene Angaben verweisen; hier mag nur kurz wiederholt werden, daß zwischen den vorhistorischen vulkanischen Gesteinen und den Laven aus historischer Zeit sich keine andere Grenze den Grundstoffen nach ziehen läßt, als daß die letzteren gewöhnliche [*12] des chemisch gebundenen Wassers entbehren; entweder weil jene ältesten wasserhaltigen vulkanischen Gesteine submarinen Eruptionen angehören, d. h. zu einer Zeit durchbrachen, als das Meer den Ort ihres Zutagegehens noch bedeckte, oder weil der gegenwärtig aus offenen Schlünden die Eruptivstoffe hervortreibende Wasserdampf unter einem zu geringen Drucke steht, um chemische Verbindungen mit den Silikaten eingehen zu können.

[*12]: Der Lavaerguß bei der Bildung des Monte nuovo enthält nach Abich's Analyse chemisch gebundenes Wasser; vielleicht weil hier die Eruptivmündung erst gebildet werden mußte, die vulkanischen Stoffe und Wasserdämpfe in der Tiefe also unter einem größeren Druck standen, als in den tätigen Vulkanen mit offenen Schlünden.

Dafür sprechen auch die vielen leeren Blasenräume, welche von den Wasserdämpfen herrühren, und für die Laven als äußeres Erkennungszeichen angesehen werden, obgleich sie den älteren Basalten nur der Regel nach, aber nicht immer, fehlen. Solche Basalte werden Mandelsteine genannt, zumal wenn die meistens mandelförmigen (S. 63) Blasenräume nicht leer sind, sondern wie gewöhnlich sich mit eigentümlichen, aus der Grundmasse herausgeschossenen Mineralien erfüllt haben, in denen die genauere Untersuchung Zeolithe zu erkennen pfllegt. —

Hinsichtlich des Zeitraumes, in dem die vulkanischen Produkte an die Oberfläche traten, haben wir schon im Allgemeinen angegeben, daß sie jünger sind als die granitischen platonischen Felsarten, selbst jünger als die Porphyre. Allein der nähere Zeitpunkt ihres Erscheinens ist damit noch nicht festgestellt. Wenn wir nun aus jenen früheren Angaben (S. 67) schon wissen, daß sie nicht alle aus derselben Zeit stammen, vielmehr Basalt und Phonolith jünger zu sein scheinen, als Dolerit und Trachyt; so wollen wir diesmal nur noch die Bemerkung hinzufügen, daß ihr Emportreten nicht früher als nach Absatz der Kreide erfolgt sein dürfte, mithin ihre verschiedenen Eruptionen mit dem Bildungsgänge der tertiären Schichten in naher Beziehung stehen mögen. Wir wollen später, bei Betrachtung der genannten neptunischen Niederschläge und dem sukzessiven Auftreten der Gebirgszüge, diese Verhältnisse schärfer festzustellen suchen, diesmal aber nicht weiter in dieselben eindringen, da noch andere Gegenstände für jetzt unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Zuvor überblicken wir noch einmal im Kurzen die vom materiellen Inhalt der massigen Gesteine gewonnenen Resultate, und verweilen besonders bei dem Umstande, daß in allen vier Hauptarten der Form, den Graniten, Porphyren, Trachyten und Basalten, zweierlei verschiedene Mischungsweisen wiederkehren, von denen die eine durch Quarz, Glimmer und

Hornblendegehalt bei alkalischer Grundlage des Feldspats, die andere durch Augit, Diallag [Diopsid] und Olivin bei kalkiger Grundlage des Feldspats charakterisiert wird; ferner, daß die meisten vulkanischen Produkte sich durch Wassergehalt auszeichnen, während das chemisch gebundene Wasser in den Plutonischen Verbindungen gänzlich fehlt. Beide Eigenschaften sind sicher keine zufälligen, sondern ohne Zweifel eben so gesetzmäßig, wie das granitische, porphyrtartige und basaltische Gefüge. Auch scheint das Gesetz sich bald zu ergeben, wenn man nicht bloß aus die qualitativen Unterschiede der Mischungen, sondern auch auf ihre Gewichtsunterschiede achtet. Da findet sich denn, daß der kalkhaltige Labrador eine größere spezifische Schwere (2,71) besitzt, als der Orthoklas (2,55) oder Albit (2,61); und daß in ähnlicher Beziehung die schwarzen metallreichen Augite (3,2—3,8) mit der Hornblende (2,9-3,1) zum Quarz (2,5-2,8) und Glimmer (2,8—3,0) stehen. Waren also alle sieben Stoffe in derselben Mischung enthalten, und konnten sie sich ihrem Gewichte nach darin verteilen, so mußten Labrador und Augit zumeist nach unten sinken, in den mittleren Regionen Albit und Hornblende, in den obersten Orthoklas, Glimmer und Quarz sich ansammeln. Deshalb also schloß sich der Labrador an den Augit, der Orthoklas an den Glimmer und Quarz; aber vollständig rein konnte bei so geringen Gewichtsunterschieden die Ausscheidung doch nicht werden, am wenigsten in den mittleren Regionen, woselbst die Verbindungen leichter in einander übergangen. —

Es wäre ein bedeutendes Resultat, wenn sich diese auf theoretischem Wege gefundenen Schlüsse dadurch als richtige Nachweisen ließen, daß mit ihnen die erfahrungsgemäßen Tatsachen über die relative Lagerung der massigen Gesteine Harmoniken. Für die Porphyre scheint es am sichersten behauptet werden zu dürfen, daß die schwarzen Melaphyre später durchbrachen, als die roten Porphyre, mithin unter ihnen lagen. Auch Trachyt und Dolerit verhalten sich eben so, stets wird der ältere Trachyt von dem jüngeren Dolerit durchbrochen und überlagert; aber jünger als beide scheinen Phonolith und Basalt zu sein, und nicht immer in jener geregelten Beziehung zu einander zu stehen. Ihr Wassergehalt ist sicher daraus zu erklären, daß die Wasserdämpfe, welche in der Tiefe sich befanden, unter dem heftigen Druck der überliegenden Schichten zurückgehalten und genötigt wurden, im Bestreben sich zu verdichten mit den wasserfreien Silikaten ihrer Umgebungen chemische Verbindungen einzugehen. Sie verwandelten daselbst den Trachyt in Phonolith, den Dolerit in Basalt, und trieben die geschmolzenen Massen vor sich her, bis sie einen Ausweg gefunden hatten. Es ist daraus begreiflich, wie Phonolith den Dolerit und selbst den Basalt durchbrechen könne, weil er aus höher hinaufgetriebenem Trachyt gebildet, erst später durch die von unten heraufbringenden glühenden Wasserdämpfe erreicht werden konnte, als der Basalt, welcher aus dem tiefer liegenden Dolerit entstand. Auch erklärt dies Verhältnis genugsam den Mangel einer allgemein feststehenden Regel für die Bildungs- und Hebungsepoche sowohl des Phonoliths, als auch des Basalts; denn beide sind keine ursprünglichen Produkte des Silikatenmantels, sondern spätere, durch heiße Wasserdämpfe bewirkte. Umwandlungen einzelner Schichten in ihm. Aber zur Zeit als die granitischen und porphyrigen Felsarten emporgehoben wurden, waren noch keine Wasserdämpfe die Ursachen der Hebungen; damals war es die fortschreitende Kontraktion der ganzen Rinde eines Teils, andern Teils der Druck, den die oberen Schichten auf die noch weichen unteren ausübten. Hier mußte nun eine natürliche, durch das spezifische Gewicht bedingte Reihenfolge überall wiederkehren. So lange der Granit unten noch flüssig war, mußte, er emporgetrieben werden, und nur da, wo flüssiger Granit fehlte, brachen Diorit- und Augitsteine durch. Später, als alle Granite erstarrt waren, folgten die Pyroxene allein dem Druck der treibenden Kräfte, konnten aber, weil sie in größerer Tiefe steckten, nie so kräftig auftreten wie der Granit, vielleicht weil teils der Weg, den sie zu machen hatten, ein längerer war, teils die Wirkungen des Druckes um so mehr abnehmen mußten, je

weiter der Erkaltungs-Prozeß vorschritt. Einzelne hie und da noch flüssig gebliebene Granitmassen bildeten, neueren Ursprungs, die schneller erkalteten roten Porphyre, und eben solche Pyroxenstöcke die Melaphyre. So denken wir uns den Hergang der Gebirgserhebungen und die Sukzession ihrer Bestandteile; wir glauben, daß es ursprüngliche Verschiedenheiten in der Lagerung waren, welche die Reihenfolge der heraufgestiegenen Massen bewirkten; aber wir verkennen nicht, daß diese Lagerungsunterschiede der Stoffe nicht überall genau dieselben sein konnten, und daß aus diesem Grunde bald hier mehr Quarzgesteine, bald dort mehr Augitsubstanzen hervortreten mochten, ja daß diese stellenweis älter sein können, als jene an anderen Orten. Denn das Gesetz, welches diese Verhältnisse regelte, ist, wie alle Naturgesetze, den Störungen anderer unterworfen; und wenn es auch nie durch dieselben ganz aufgehoben werden kann, so ist doch eine Oszillation innerhalb gewisser Grenzen bei ihm und allen anderen Naturgesetzen erlaubt und vorhanden gewesen. —

Zur näheren Erklärung des eben Vorgetragenen mögen hier einige spezielle Angaben über das besondere Vorkommen von Quarz und Augitgesteinen ihre Stelle finden. Zuerst erwähnen wir vom Granit die wichtigen Beobachtungen in den Umgebungen von Heidelberg [*13] und Karlsbad [*14], aus denen dargetan werden kann, daß nicht aller Granit gleichzeitig fest ward, weil sich in ihm Spalten und Risse mit anderen gangartig eingedrungenen Granitmassen ausgefüllt befinden, wie das lehrreiche Profil im Heidelberger Schloßgarten, welches wir mitteilen, angibt.

[*13]: Man vergleiche die hübsche Zusammenstellung von G. Leonhard, Beitrag zur Geologie der Gegend um Heidelberg. 1844. 8.

[*14]: Die Mitteilungen von Reuß stellten die gangartige Bildung dieser Granite wenigstens bei Marienbad in Abrede, und suchten die dortigen Phänomene auf verschiedene Absonderung gleichzeitiger Massen zu gründen. Vergl. Neues Jahrb. für Mineralogie c. 1844. S. 129, und die Entgegnung von Cotta, ebendasselbst S. 883. — Seitdem ist wieder eine Untersuchung derselben Granite in Karlsbad von Hrn. v. Warnsdorfs ausgeführt und darin das verschiedene Alter eines grobkörnigen (älteren) und feinkörnigen (jüngeren) Granits überzeugend ausgesprochen worden. Die bekannten Quellen Karlsbads entspringen aus der Kontaktgrenze dieser beiden Granite, und sind um so wärmer, je senkrechter die bezeichnete Grenze hinabzusteigen scheint. Ebendasselbst 1846. S. 388 ff.

Eine solche Bildung beweist unzweifelhaft einen flüssigen Zustand für die später eingedrungene Substanz; sie beweist aber auch eben so bestimmt, daß die ältere Masse schon erstarrt war und Spalten reißen mußte, bevor die tiefer gelagerte, damals noch flüssige in sie eindringen konnte. Deshalb nennt man die später erstarrten Stoffe jüngere, die bereits früher erkalteten dagegen ältere; wobei nun freilich nicht an ein wirkliches späteres Entstehen, sondern nur an den früheren oder späteren Moment ihrer Abkühlung bis zum Erstarren gedacht werden darf. Es folgt also aus Granitgängen im Granit weiter nichts mit Bestimmtheit, als daß die unteren Schichten desselben Gesteins noch flüssig waren, während die oberen schon eine größere Festigkeit, wenn auch nicht den jetzigen Grad der Abkühlung, besaßen, und durch äußere Gewalten jene zerklüfteten älteren Massen herabgedrückt wurden, während die noch flüssigen tieferen zwischen sie hineindrang; woraus wir denn ohne Zweifel eine sehr bedeutende Dicke oder Mächtigkeit der granitischen Materien folgern dürfen.

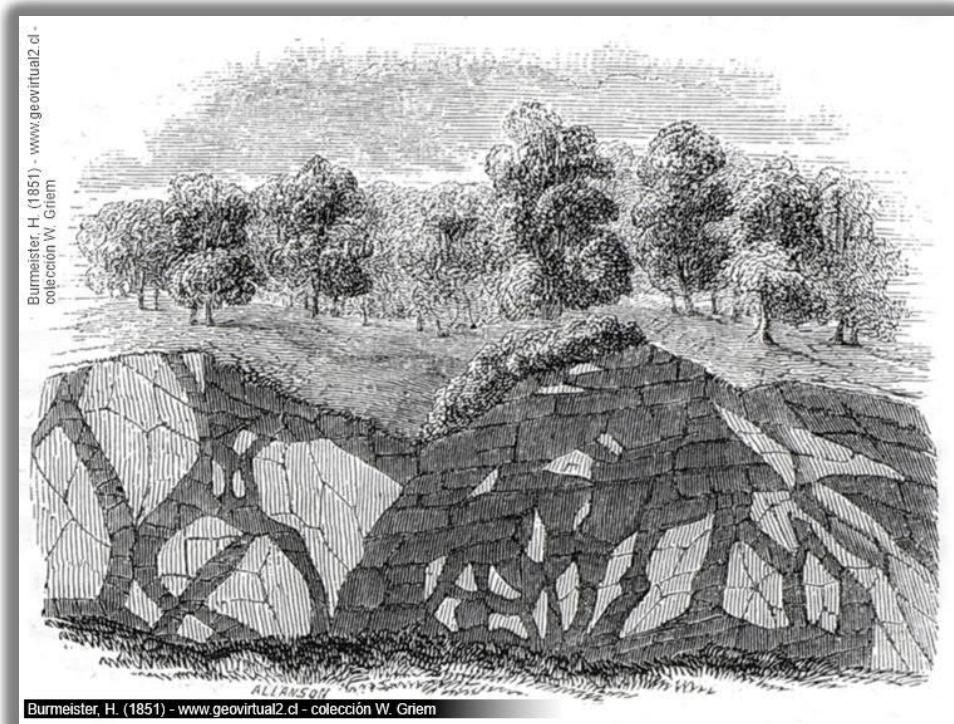


Abb. 21, p. 199: Gänge

Auf ähnliche Weise läßt sich die ebenfalls sichere Beobachtung vom Eindringen jüngerer Granitmassen in die kristallinen Schiefer oder selbst in neptunische Streiten erklären; es folgt aus ihnen zweierlei: einmal die schon vollendete Bildung dieser Schichten zur Zeit, als die Katastrophe eintrat, welche den unter ihnen liegenden Granit hob, und ihn in die bereits

festen Gesteine hineintrieb; dann die bestimmte Erkenntnis, daß dieser Granit nach nicht völlig erkaltet war, mithin die Erstarrung desselben nicht überall zu gleicher Zeit und in jeder Tiefe eintrat, sondern sehr allmählich und langsam erfolgte. Gewöhnlich aber sind diese jüngeren Plutonischen Felsarten nicht mehr Granit, sondern Syenit, Diorit oder Pyroxengesteine, deren späteres Hervorbrechen mit den früheren Angaben über die relative Lagerung zum Granit im Einklange steht.

Schwieriger ist bei dieser Ansicht eine andere Tatsache, das Eindringen des Granits als Gangmasse in die Pyroxengesteine, zu deuten. Aus ihr folgt auf dieselbe Weise, daß die Pyroxene älter sind als der Granit; daß sie schon fest waren, als er noch seinen feurigen Fluß besaß, und daß sie ebendeshalb nicht gut unter ihm, sondern nur über ihm abgelagert angenommen werden können. Ich weiß freilich nicht, wie häufig Fälle der Art Vorkommen mögen, aber sehr allgemein verbreitet scheinen sie nicht zu sein [*15] dürften daher auch nur auf eine lokale Würdigung Ansprüche haben und zur Begründung oder Bekämpfung allgemeiner Gesetze nicht sich eignen.

[*15]: Vergl. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges. Gött. 1842. S. 9K.

Es wäre wohl denkbar, daß der Granit, welcher z. B. in die Pyroxengesteine des Harzes eindringt, nur ein kleiner später emporgehobener jüngerer Rest war, und daß er nicht mit den eigentlichen Hauptgraniten des Harzes aus gleicher Zeit stammte. So kann selbst an einzelnen Punkten der Granit auch Pyroxengesteine durchbrechen, gleich wie er an anderen, z. B. bei Heidelberg, den

Syenit durchbricht; während der Syenit nach unseren Annahmen unter dem Granit lag, mithin ihn gangartig durchsetzen müßte. Dieses Vorkommen ist allerdings das häufigere, z. B. im Schwarzwalde, allein nicht das einzig mögliche, weil die Erkaltung der Schichten nicht überall gleich schnell vorschritt, oder auch weil die verschiedenen Schichten nicht an allen Stellen dieselbe Stärke hatten; endlich weil alle diese Verhältnisse, bei der Mannigfaltigkeit der Wechselbeziehungen, demselben Gesetze, welches sie beherrschte, nicht gleich vollständig gehorchten. Einzelne Ausnahmen können daher das Gesetz nicht umstoßen, sondern nur vor der unbedingten Anwendung desselben in allen Fällen uns warnen.

Die eben untersuchten Beziehungen, in denen die verschiedenen plutonischen und vulkanischen Felsarten zu einander stehen, nötigen uns noch einige Bemerkungen ab über die Folgen, welche von der Berührung derselben theils mit einander, theils mit neptunischen Gebilden herrühren; Beziehungen, die in neuerer Zeit eine sehr bedeutende Stellung bei geologischen Untersuchungen einzunehmen pflegen, und daher nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Wir können dieselben nach zwei Gesichtspunkten betrachten, nämlich nach ihren mechanischen Wirkungen, oder nach ihren physikalischen und chemischen.

Mechanische Einwirkungen sind nicht sehr mannigfacher Art und überhaupt leichter zu ergründen; sie beschränken sich auf die Berührungs-Oberflächen, und erscheinen größtenteils in Zertrümmerung und Abreibung derselben an einander. Je nach dem Grade der Erstarrung, worin die sich berührenden Schichten bereits verfallen waren, wird diese Zertrümmerung und Abreibung verschieden sein müssen; sie wird mit der Erstarrung zunehmen, und bei ebenen Berührungsflächen nur eine politurartige Glättung oder Streifung bewirken, wie etwa wenn eine Schicht auf der anderen herabgeglitten sei. Man nennt daher solche glatte oder gestreifte, rissige Berührungsebenen Reibungs- oder Rutschflächen, und unterscheidet davon als zweite Form der mechanischen Kontaktwirkungen das Reibungskonglomerat, welches durch Ablösung zahlreicher Bruchstücke der sich berührenden Flächen gebildet wurde. Waren beide Berührungsflächen gleich hart, so werden die abgelösten Bruchstücke zwischen ihnen mit fortgeführt, dabei abgerieben und in ein feinkörniges, fast erdiges Bindemittel, welches von dem abgeriebenen Pulver herrührt, eingelagert sein müssen. War dagegen die eine Masse flüssig oder wenigstens weich, die andere hart, so werden die abgelösten Bruchstücke ihre eckige Form behalten und so eckig, wie sie sind, der damals weichen, später erstarrten zweiten Masse einliegen. Beide Formen der Reibungskonglomerate kommen vor, und geben durch ihre Beschaffenheit alsbald näheren Aufschluß über die Phänomene, von denen ihre Bildungen begleitet waren. So finden sich Rutschflächen gewöhnlich zwischen geschieferten Schichten, oder an den Wänden scharf aufsteigender Gänge; ebendort finden sich sehr häufig Reibungskonglomerate mit eckigen Trümmern, welche in der Gangmasse liegen; die Reibungskonglomerate mit abgerundeten Trümmern kommen in der Regel auf weiteren Strecken vor, und pflegen die Grenze anzugeben, welche zwischen früher oder später hervorgebrochenen Plutonischen Massen besteht. Sie sind namentlich an den Begrenzungsflächen verschiedener Porphyre der Halleschen Gegend sehr vollständig entwickelt.

Allgemein größeres Interesse haben die physikalischen wie chemischen Einwirkungen, welche von den plutonischen oder vulkanischen Felsarten auf andere Gesteine derselben Art, oder auf neptunische ausgeübt wurden; sie beziehen sich im ersteren Falle bloß auf eine durch den Kontakt bewirkte Änderung der Form ihres Gefüges, im zweiten auch auf materielle Veränderung, welche die eine Schicht von der anderen erdulden mußte. Nicht selten sind beide Einwirkungen mit einander verbunden, häufiger kommt die erste allein vor, aber nie scheint die letztere allein, ohne die erstere, stattgefunden zu haben. Beide, sei es einzeln oder in ihrer

Verbindung, bewirkten den Metamorphismus, d. h. die wirkliche Umwandlung einer Felsart durch eine andere.

Die genaue Erörterung des metamorphischen Prozesses ist gegenwärtig noch eins der wichtigsten geologischen Probleme; wir können daher nicht alle auf seine Rechnung geschriebenen Wirkungen mit gleicher Sicherheit vertreten, wir müssen vielmehr die verschiedenen und oft einander sehr widersprechenden Ansichten im Einzelnen auf sich beruhen lassen und uns für die nach vorurteilsfreier Prüfung alles Tatsächlichen wahrscheinlichste Meinung entscheiden. Wir wollen dabei von den älteren metamorphisierten Materien zu den jüngeren vorschreiten. —

Für die ältesten metamorphisierten Gesteine halten viele Geognosten alle kristallinen Schiefer, von denen ihrem Gefüge nach früher (S. 154) die Rede war. Wir haben damals einige der wichtigsten Arten namhaft gemacht, und wollen jetzt ihre Unterschiede schärfer festzustellen suchen. Wir werden dabei von der Materie ausgehen müssen, da die Form bei allen ziemlich dieselbe ist. Nach ihrem materiellen Gehalte lassen sie sich aber in drei Hauptgruppen bringen, in so fern sie vorzugsweise 1. Feldspat, 2. Glimmer, 3. Talk enthalten. —

Der gemeinste und häufigste kristallinische Feldspatschiefer ist der Gneiß, eine Felsart, die wir schon früher (S. 130) beim Granit besprachen, indem sie sich vom letzteren nur durch ihre schieferige Struktur unterscheidet, und zu den allverbreitetsten Gebirgsgesteinen unserer Erdoberfläche gehört. Sie hat gewöhnlich ein sein blättriges Gefüge, seltener ein mehr körniges, und geht durch Schwinden des Glimmers manche Abänderungen ein, von denen wir den Protogyn, worin statt Glimmer Talk oder Chlorit enthalten ist, als die häufigste erwähnen. Fehlen beide, besteht das schieferige Gestein bloß aus Feldspat und Quarz, so entsteht der Eurit, und wenn dann statt des Quarzes sich die Hornblende einstellt, der Hornblendegneiß. Weiße schieferige Feldspate mit wenig Quarz, heißen Weißstein, grauliche Hornschiefer. —

Der Glimmerschiefer ist ein schieferiges Gemenge von Glimmer und Quarz, das häufig mit dem Gneiß zugleich austritt, und nächst ihm die gewöhnlichste Form der kristallinen Schiefer darstellt. Nimmt in ihm der Glimmer ab, oder wird der Quarz fast rein, so erhält man den Aventurin; ganz reiner schieferig-körniger Quarz ist der Quarzfels oder Quarzschiefer, je nachdem die schieferige Textur minder oder mehr steh verrätst. Ein Gemisch von Glimmer mit schieferiger Hornblende nennt man Hornblendeschiefer.

Die Talkschiefer bestehen vorzugsweise aus schieferigem Talksilikat (S. 134), womit Quarz, kohlsaurer Kalk, Chlorit, Diallag [= Diopsid] und viele andere Mineralien sich vereinigt haben. Ziemlich reiner blättriger Talkschiefer von weißlicher Farbe und grünlicher Chloritschiefer (S. 151) kommen am häufigsten vor; mit ihm steht der Serpentin-schiefer (S. 191) in nächster Verbindung. Als ein Gemisch von grünem oder grauem Talk mit kohlsaurem Kalk und Quarz tritt in der Schweiz der dort häufige schieferige Flysch und Flysch schiefer auf. Ein stark quarzhaltiger Talk- oder Chloritschiefer ohne Kalk ist der Itakolumit, welcher bisweilen, des lockeren Gefüges wegen, eine gewisse Biegsamkeit zeigt (daher Gelenkquarz), und neuerdings als primitive Lagerstätte der Diamanten zumal Brasiliens, wo er sich weit verbleitet, erkannt worden ist [*16].

[*16]: Die Einlagerung der Diamanten in eine metamorphische Felsart beweist, daß auch sie keine ursprünglichen Gebilde, sondern metamorphische Produkte sind. Manche Umstände deuten darauf hin, daß der Diamant aus der Zersetzung organischer Materien, namentlich faulender Pflanzenstoffe entstand, denen durch chemische Tätigkeiten allmählich ihr Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt entzogen wurde. Der zurückbleibende Kohlenstoff mußte

sich rein ausscheiden und dabei seine natürliche Kristallform annehmen, weil seine Bildung langsam und ruhig in den Lücken eines festen Gesteines von Statten ging. Diese Lücken waren vielleicht die Lagerstätten der faulenden Organismen selbst. — Jede Fäulnis eines organischen Körpers beginnt mit der Ausnahme von Sauerstoff aus der Luft, und endet damit, daß die zusammengesetzte organische Substanz in binäre oder einfache anorganische Stoffe, besonders in Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoff, Phosphorwasserstoff, Wasser, Ammoniak und Stickstoff zerlegt wird. Ist keine atmosphärische Luft vorhanden, so zersetzt der faulende Körper ihm benachbarte Sauerstoffverbindungen, am liebsten Metalloxyde oder Salze, und reduziert sie entweder zu Oxydulen [Oxide in niedrigen Oxidationsstufen W.G.], oder selbst zu Metallen und Schwefelmetallen. Auf diese Weise entstanden aus schwefelsauren Salzen die in Schwefelkies veränderten Versteinerungen. (S. 154. Note ZI.). Die Bildung der Diamanten scheint indessen nicht durch Zersetzung schwefelsaurer Salze, sondern durch Reduktion von Eisenoxyd zu Eisenoxydul bewirkt worden zu sein, weil nicht bloß der Itacolumit diesen Stoff enthält, sondern auch in dem Schuttlande an anderen Orten, wo Diamanten gefunden werden, Eisenerze, selbst Stücke gediegenen Eisens, in ihrer Begleitung Vorkommen. — Vergl. Bischof chemische Geolog. II. Bd.

In innige Beziehung treten zu diesen kristallinen Schiefern der Urtonschiefer und Urkalkstein, obwohl letzterer keine schieferige Struktur zeigt, sondern nur als kristallinisch - körnige Substanz in der unmittelbaren Nähe der kristallinen Schiefer, sogar mit ihnen wechsellagernd, angetroffen wird. Aus der gleichartigen Form und Lagerung dieser Gesteine schloß man auf eine gleiche Ursache für beide, und kam, als man die kristallinen Schiefer immer nur in der Nähe platonischer Massengesteine wiederfand, zu der Annahme, daß sie ihre Form den letzteren verdanken möchten. Gewöhnlich lagert sich nämlich der Gneiß unmittelbar auf Granit, während im Hangenden des Gneißes andere kristallinische Schiefer auftreten, die je höher hinauf um so bestimmter ihre kristallinische Struktur verlieren, mit einzelnen wahren Sedimentschichten abwechseln und endlich wohl gar in Tonschiefer und Kalkstein übergehen. Nicht bloß diese unmittelbare Nähe des Gneißes neben Granit, sondern auch die Gleichartigkeit der Bestandteile beider, die Fortsetzung von Gängen aus dem Granit in den Gneiß, hatten von jeher zu der Ansicht geführt, daß letzterer ein durch Vorherrschen des Glimmers schieferig gewordener Granit sei, welcher mit ihm auf gleiche Weise entstand, und mehr für eine örtliche Abänderung, als für ein selbständiges Gebilde angesehen werden müsse. Dazu schien auch die gewaltige Ausdehnung des Gneißes in einigen Gebirgen, z. B. in den Alpen, deren meiste Gipfel mit Ausnahme des granitischen Montblanc und Gotthards, von Gneißketten dargestellt werden, eine ganz natürliche Veranlassung zu bieten, und eine Ansicht zu rechtfertigen, mit welcher der Mangel des Gneißes in anderen Gebirgen, die nicht arm sind an Granit, z. B. dem Harz, sehr wohl sich vereinigen ließ. Denn war der Gneiß nur lokale Modifikation vom Granit, so brauchte er nicht überall vorhanden zu sein, wo Granit sich findet. In ähnlicher Weise wurde der Glimmerschiefer für eine örtliche Abänderung des Gneißes gehalten, welche durch den Mangel des Feldspates bedingt sei, die Ursache dieses Mangels aber nicht weiter berücksichtigt. Häufig folgt auch dem Gneiß der Glimmerschiefer, wie diesem nicht selten der Urtonschiefer. Der Übergang beider in einander ist stellenweis so sanft und allmählich, daß sich eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht ziehen läßt; woraus folgt, daß sie entschieden gleichförmig und auf dieselbe Weise entstanden sein müssen. Die Überraschung der Beobachter war groß, als sie zu diesem Resultate gelangten; denn der Urtonschiefer geht wieder in den gemeinen Tonschiefer über, und letzterer ist sicher eine neptunische, Versteinerungen umschließende Schicht. Dadurch wäre also der Übergang von kristallisierten, angeblich plutonischen Gesteinen in neptunische, mechanisch abgesetzte bewiesen. Das ist aber nach der ursprünglichen Bildung beider Felsarten unmöglich; eine Grenze zwischen ihnen muß sein, so will es die Theorie und die Erfahrung. Geht also wirklich der Glimmerschiefer in den Urtonschiefer und dieser ohne

Unterschied im Fallen seiner Schichten in den neptunischen Tonschiefer über, so muß entweder die natürliche Grenze beider durch spätere Einflüsse verwischt worden sein, der eine von beiden muß sich als eine Modifikation des anderen darstellen lassen; oder beide Gesteine müssen einen gleichförmigen Ursprung haben und gar nicht so wesentlich verschieden sein, als man glaubt. Nun wissen wir, daß hohe Hitzegrade erdige Materien erweichen, selbst schmelzen können, und langsame Erkaltung eine Kristallisation der geschmolzenen Massen bewirkt; es könnte daher der Glimmerschiefer wohl ein durch Hitze erweichter, langsam wieder erkalteter Tonschiefer sein, dessen Bestandteile durch jenen neuen feurigen Umwandlungsprozeß in Quarz und Glimmer verändert wurden.

Durch diesen hypothetischen Vorgang hat man neuerdings alle kristallinen Schiefergebilde zu erklären gesucht, und sie deshalb metamorphische oder metamorphosierte Gesteine genannt.

Eine solche Ansicht darf sicher eine großartige genannt werden; auch erregte sie schon durch ihre Kühnheit anfangs allgemeine Bewunderung, und fand um so eher einen fast ungeteilten Beifall. Allein die Bewunderung legte sich, als die kühnen Ideen alltägliche geworden waren, der Rausch ließ nach, und eine ruhigere Prüfung, welche bald bei einem großen Teile der Forscher in Abneigung gegen die neue Lehre und entschiedenen Widerspruch überging, trat an seine Stelle. Unter diesen Umständen wird es dem gleichzeitigen Geschichtschreiber schwer, die richtige Mitte zwischen den streitenden Parteien zu halten; er wird sich des Einflusses bedeutender Persönlichkeiten, welche für oder wider die Ansicht des Tages ausgetreten sind, nicht erwehren können, und wird ihrem Urteile um so mehr zu folgen geneigt sein, je weniger dasselbe durch entgegenstehende Erfahrungen eigentlich widerlegt, wenn auch oft durch Angriffe verdächtigt worden ist.

Um die Anwendbarkeit der Lehre vom Metamorphismus auf die Beschaffenheit der kristallinen Schiefer darzutun, muß man zuerst ihren früheren Zustand angeben, und demnächst die Möglichkeit der Statt gefundenen Umänderung durch primitive Felsarten Nachweisen. Was den ersten Teil dieser Aufgabe betrifft, so können die kristallinen Schiefer vor ihrer Metamorphose nur wässerige Sedimente gewesen sein, welche nach allen heutigen Erfahrungen aus Tonerde, Kieselerde, kohlsaurem Kalk und Alkalisalzen nebst einigen Metallsalzen bestehen mochten. Hierüber sind' alle Forscher, welche den Metamorphismus annehmen, wohl einverstanden. Zugegeben also, daß darin die Materien der kristallinen Schiefer enthalten waren, was übrigens in Bezug auf die in den Silikaten anwesenden Alkalien nicht der Fall zu sein scheint; so ist es die Aufgabe der Plutoniker, zu zeigen, daß diese Stoffe bis zum Erweichen geglüht wurden, dabei neue chemische Verbindungen eingingen und nun wieder kristallinisch erstarrten. Der dazu nötige Hitzegrad kann aber nur von den tiefer liegenden Plutonischen Felsarten herrühren, er kann nur durch Aufnahme von Wärme aus ihnen bewirkt werden. Sollte diese Wärme hinreichen, neptunische Skaten zu schmelzen, so mußte sie dem Schmelzpunkte des Granits mindestens gleichkommen; es konnte also der Granit selbst noch nicht fest sein, als der Metamorphismus begann; denn wie könnte wohl eine bereits bis zum Erstarren abgekühlte Masse eine andere über ihr liegende feste Substanz schmelzen, wenn der Schmelzpunkt der letzteren eben so hoch ist, als der Schmelzpunkt der ersteren. Allein so lange der Granit selbst flüssig war, konnte er nicht wohl verwittern; damals konnte er zu wässerigen Sedimenten noch kein Material liefern, und aus diesem Grunde konnten auch keine, zu metamorphosierenden Niederschläge entstehen. Entstanden dieselben also erst nach dem Festwerden des Granits, so hatte derselbe wenigstens in seinen obersten Lagen bereits eine zu geringe Temperatur, um erdige Massen wieder in einen feurigen Fluß zu setzen; er konnte sie

zwar erwärmen, aber nicht bis zum Erweichen, denn dann müßte er selbst wieder weich geworden sein. — Dies sind die Einwürfe, welche ein Teil der Geognosten gegen den Metamorphismus der kristallinen Schiefer erhebt. Andere gehen nicht so weit zurück, sie behaupten vielmehr, daß selbst flüssiger Granit eine Umwandlung von solcher Mächtigkeit nicht bewirken können. Denn die kristallinen Schiefer sind keineswegs dünne Lagen; sie haben eine bedeutende Dicke, erreichen in den Alpen z. B. eine Mächtigkeit von mehreren tausend Fuß und dehnen sich horizontal über den größten Teil von Skandinavien und Finnland aus. Welch eine Hitze war erforderlich, um so bedeutende Massen zu erweichen! — wie konnte der Granit, der selbst nicht viel mächtiger zu sein scheint, sie hervorbringen? — wie konnte er sie während eines Zeitraumes von Jahrtausenden, der zur Verwitterung so vieler Felsarten nötig war, behaupten und fortdauernd ausstrahlen? — In der Tat, ich muß gestehen, daß diese Einwürfe nicht von der Hand zu weisen sind, und daß sie die Annahme des plutonischen Metamorphismus für die kristallinen Schiefer sehr bedenklich machen; — ja daß die Berücksichtigung der großen Verschiedenheiten zwischen einzelnen unmittelbar neben einander liegenden Schichten der kristallinen Schiefer diese Bedenken noch vergrößert, in so fern doch alle ursprünglich aus denselben Materialien, den plutonischen Felsarten, und durch denselben Prozeß, die Verwitterung, entstanden sein sollen. — Von der Bedeutsamkeit so vieler Gründe überführt, haben allerdings manche gleichzeitige Geognosten den Metamorphismus als einen plutonischen durch Hitze bewirkten Prozeß fallen lassen, und die metamorphische Wirkung in einer anderen Ursache gesucht; namentlich in dem langdauernden Kontakt, welchen die tiefer gelagerten Stoffe auf die ursprünglich sedimentären Schiefergebilde ausübten. Eben diese Forscher, unter denen der norwegische Geognost Keilhau [*17: Vergl. dessen *Gaea norwegica*. 2. Heft. Christiana 1846. 4.] als Stimmführer angesehen werden kann, sind von der ursprünglich neptunischen Bildung der kristallinen Schiefer völlig überzeugt; sie glauben durch die Anwesenheit einzelner Versteinerungen, welche metamorphische Schiefer in der Nähe von Granat und Grammatit mitten zwischen Tremolithnadeln enthalten, den sicheren Beweis liefern zu können, daß diese Schiefer weder jemals geschmolzen, noch auch nur einem bedeutenden Hitzegrade ausgesetzt waren, sondern ursprünglich auf wässerigem Wege, wie alle Schiefer, entstanden. Daß die Einwirkung, welche die Sedimente in kristallisierte Substanzen verwandelte, von benachbarten massigen oder abnormen Gesteinen ausging, ist ihnen ebenfalls eine entschiedene Tatsache. Sie berufen sich zumal auf die kristallinische Beschaffenheit der Schiefer in der Nähe jener anderen meist plutonischen Massen, während eben dieselbe Schieferschicht, in weiterer Entfernung davon, ein einfach sedimentäres Gebilde bleibt; wobei sie besonders als entscheidend aufführen, daß gerade die Enden eines sedimentären Stratum, welche mit abnormen Gesteinen in Berührung treten, kristallinisch geworden sind, die mittleren Gegenden zwischen ihnen unverändert blieben. Sie sehen ferner als Beweis gegen die Plutonische Entstehung der kristallinen Schiefer die häufige Erfahrung an, nach welcher kristallinische und rein sedimentäre Schichten mit einander abwechseln und jene oft über diesen liegen; was nicht der Fall sein könnte, wenn von unten heraufdringende Hitze den kristallinen Zustand herbeigeführt hätte. — Allerdings sind solche Tatsachen von hoher Bedeutung und kaum geeignet, den Plutonischen Metamorphismus zu gestatten; allein wie der bloße Kontakt metamorphische Wirkungen in solcher Ausdehnung hervorbringen könne, und welche Prozesse eigentlich die Umwandlung während des Kontaktes bedingten, — das Alles bleibt eben so rätselhaft, wie bei der plutonischen Annahme. — Besonders scheint die erwähnte Wechsellagerung kristallinischer und sedimentärer Schichten der Kontaktwirkung nicht sehr das Wort zu reden, wenn gleich dieselbe für die Richtigkeit unserer ersten, oben (S. 184) vorgetragenen Ansicht von dem rein plutonischen Ursprünge der kristallinen Schiefer eben so wenig günstig ist; weil sich neben wirklichen Sedimenten der Fortbestand an noch flüssiger

Teile der glühenden Rinde nicht gut begreifen läßt. In Ansehung dieser Schwierigkeiten, möchte es jetzt kaum noch geraten sein, die sämtlichen kristallinen Schiefer für ursprünglich Plutonische Gebilde zu nehmen; vielmehr zwingt uns ihr Übergang in neptunische Schiefer zur Annahme eines metamorphischen Prozesses ziemlich bestimmt. Welche Kraft aber diesen Metamorphismus ausübte, das wissen wir zur Zeit noch nicht, und verzichten daher auf eine ganz genügende Erklärung. Gern wollen wir indes zugeben, daß neptunische Agenten Anteil an manchen kristallinen Schiefen gehabt haben, namentlich wohl an dem wasserhaltigen Chloritschiefer; gleich wie an allen denen, welche Spuren von Versteinerungen, oder gar unversehrte fossile Organismen enthalten. Ebenso wollen wir nicht vergessen, daß mancher Glimmerschiefer und wahrscheinlich aller Tonschiefer neptunischen Ursprungs ist, daß der Glimmer durch die Verwitterung nicht immer zersetzt wurde, sondern oft nur der Feldspat, und daß aus diesem Grunde kristallinischer Glimmer in erdigen Sedimenten enthalten sein kann. War z. B. das Sediment in Wasser aufgelöst gewesene Kieselerde - mit vielem Glimmer, so entstand Glimmerschiefer; war die Kieselerde fast rein, so bildete sich Quarzfels; war sie mit Ton gemischt, so entstand Kieselschiefer und Jaspis; schied sich viele Tonerde mit etwas Glimmer gemengt aus, so gab es den Urtonschiefer; und fehlte der Glimmer, den gemeinen Ton schiefer. Für die Erklärung dieser wenigstens zum Teil kristallinen Schiefer ist also kein metamorphischer Prozeß erforderlich, vielmehr reicht der älteste neptunische allein für sie aus; womit wir freilich nicht behaupten wollen, daß er für alle hinreiche. Will man aber, wie es die streng wissenschaftliche Methode allerdings mit Recht fordert, jede Erklärung für unstatthaft halten, welcher die direkte Beobachtung und Erfahrung als Grundlage noch abgeht, so bleibt die Bildungsgeschichte der meisten kristallinen Schiefer vor der Hand ein Rätsel, dessen Lösung wir der Zukunft überlassen müssen [*18]. —

[*18]: Die Zukunft hat nicht so lange auf sich warten lassen, als es bei Abfassung der vorigen Auflage wahrscheinlich schien; denn die besonnene und allseitig prüfende Darstellung, welche G. Bischof in seinem vortrefflichen Lehrbuch der chemischen Geologie (2. Bd. S. 246 und 329) gegeben hat, läßt kaum noch zweifeln, daß alle metamorphischen Prozesse auf nassem Wege durch Infiltrationen im Wasser aufgelöster Materien und Wegführung anderer, vormals vorhandener, durch dasselbe Medium bewirkt worden sind. Damit wäre denn die Anwesenheit von Versteinerungen mitten in metamorphischen Schiefen ebenso wohl vereinbar, wie der allmähliche Übergang der reinen Sedimente in metamorphosierte an der Kontaktgrenze mit plutonischen Gesteinen, weil gerade hier die meisten und für das Wasser gangbarsten Spalten und Klüfte sich befanden. — Die ebenso unklare wie willkürliche Annahme von bloßen Kontaktwirkungen im festen Gestein fände, gleich der Plutonischen Umwandlungstheorie, ihre endliche sachgemäße Erledigung in dem Metamorphismus auf nassem Wege. Diesen wird man, in Folge der sich mehr und mehr häufenden Beobachtungen über Pseudomorphosen, wohl bald als den allein möglichen allgemein annehmen müssen.

Am sichersten wird uns übrigens eine genaue Beobachtung der Einflüsse, welche die vulkanischen, entschieden als feuriger Fluß emporgedrungenen Materien auf ihre neptunischen Umgebungen ausgeübt haben, über den plutonischen Metamorphismus und seine Zulässigkeit belehren können. Eine solche Untersuchung hat bereits nachgewiesen, daß besonders die Basalte umwandelnd auf Kalk-, Ton und Sandsteine einwirkten, welche sie durchbrachen; daß letztere nicht selten durch jene glühenden Stoffe in einen kristallinen Zustand versetzt wurden, und daß selbst neue materielle Bestandteile aus ihnen in die neptunischen Schichten übergingen; allein immer beschränkt sich eine solche Umwandlung nur auf gewisse Strecken, welche mit der Mächtigkeit des feurigen Gesteins in Harmonie stehen, nirgends aber eine Dicke von 100—150' überschreiten, vielmehr bei gangartig aufgestiegenen Basalten gewöhnlich nur 3—10' betragen [*19].

[*19]: Wie schwach im Ganzen die Einwirkung flüssiger vulkanischer Gesteine sich in die Ferne wenigstens abwärts erstreckt, geht daraus hervor, daß am Ätna große Massen Eis unter einem über sie geflossenen Lavastrom fest blieben, obgleich er nur durch eine dünne Lage lockerer Gesteins-Trümmer davon getrennt war. Bronn, Geschichte der Natur. I. S. 328.

Demnach würde also auch der Granit wohl einen Metamorphismus haben bewirken können, wenn derselbe noch heiß war oder gar in Gluth sich befand, als die ersten neptunischen Niederschläge auf ihn sich absetzten, oder er sie durchbrach; ja die größere Mächtigkeit des Granits würde ihm allerdings eine länger und nachhaltiger wirkende metamorphische Fähigkeit beilegen müssen; allein ob sie zur Umwandlung von mehreren tausend Fuß mächtigen Schichten ausreichte, muß nach den früheren Angaben doch sehr in Zweifel gezogen werden.

Die gewöhnlichste Art des durch Beobachtung ermittelten plutonischen Metamorphismus ist lediglich durch die Hitze hervorgebracht, tritt aber dennoch unter sehr verschiedenen Formen auf. Es gehört dahin eine eigentümliche Absonderung der geschichteten Substanzen in bestimmter Richtung gegen die Schichtungsebenen, welche durch ihre auffallende Übereinstimmung mit den früher erwähnten Absonderungen der Basalte höchst merkwürdig ist, und ganz besonders bei Mergel- oder Tonschiefern angetroffen wird. Ja gerade die ausgebildete Schieferung dieser Substanz, wie sie im Tafel- oder Dachschiefer als sogenannte falsche Schichtung [*20] auftritt, wollen einige Geognosten den Einwirkungen der Wärme, welche von benachbarten heißen Massen ausstrahlte, zuschreiben.

[*20]: Eine falsche Schichtung wird diejenige genannt, deren Schieferungsstächen nicht mit den eigentlichen wahren Schichtungsflächen parallel laufen, sondern sie unter konstanten Winkeln schneiden, was beim Da eh schiefer immer der Fall zu sein scheint.

Erscheinungen dieser Art sind indes minder allgemein, als eine durch Anschmelzen bewirkte Erhärtung und Festigkeit in sich, welche die Gesteine in der Gluth erlangten. Man pflegt sie dann gefrittete zu nennen. Sandsteine sollen auf diese Weise in eine kompakte Quarzmasse, in Quarzfels, verwandelt worden sein, und die homogenen derben Kalksteine ein körniges kristallinisches Gefüge erhalten haben. Namentlich die meisten und schönsten körnigen Kalke, unter dem Namen Marmor wegen ihrer vielfachen Benutzung allgemein bekannt, hielt man für Produkte eines Plutonischen Metamorphismus; wenn man sie nicht, wie Keilhau [Baltazar Mathias Keilhau, 1797 – 1858; norwegischer Geologe und Geograph (W.G.)] behauptet, für langsame, durch den bloßen Kontakt fremder Materien angeregte, unvollständige Kristallisationen in einer noch weichen Grundmasse nehmen will, weil sie stellenweis in so großen Räumlichkeiten auftreten, daß eine bloße Erhitzung durch benachbarte plutonische Gesteine kaum glaublich erscheint. Die berühmten Steinbrüche von Paros und Carrara [*21], aus denen seit Jahrhunderten das gebildete Europa den schönsten Stoff zu seinen vollendetsten Kunstdenkmalen genommen hat, zeugen durch ihren unversiegbaren Gehalt für den Umfang, den diese körnigen Kalke besitzen. —

[*21]: Nach den Untersuchungen von Fr. Hoffmann ist der Carrarische Marmor nichts Anderes, als ein metamorphosierter Jurakalk, welcher dem oberen Jura angehört und den Schichten unmittelbar unter dem lithographischen Schiefer parallel gestellt werden muß. — Vergl. dessen Geognostische Beobachtungen auf einer Reise durch Italien und Sizilien, heraus gegeben von v. Dechen, Berlin 1839. 8.

Noch bedeutender aber wird die Umwandlung neptunischer Materien, wenn nicht bloß Hitze allein, sondern zugleich mit ihr ein neuer Stoff sie durchdringt. Am häufigsten traten in solcher Form metamorphosierend Augitgesteine auf, indem sie die an ihren Rändern befindlichen neptunischen Schichten erweichten und in granat- oder augitartige Massen, namentlich in

Hornfels, verwandelten. Doch hängt dabei viel von der Mächtigkeit des Plutonischen oder vulkanischen Gesteins ab. Sind es Gänge oder Spalten, die ihm als Weg dienten, so verwandelt sich nur die zunächst an der Gangmasse befindliche Gegend des Muttergesteins in eine augithaltige Felsart, und bekommt dadurch ein dunkleres, oft schwarzes Ansehen: es verbindet in dieser Gestalt die Gangmasse mit dem Muttergestein, beide so allmählich in einander überführend, daß die Grenze zwischen ihnen kaum noch festgestellt werden kann. Ist dagegen die Quelle der Eindringlinge in umfangsreicheren Massen zu suchen, so haben dieselben wohl ganze Schichten verändert und in ein anderes Mineral verwandelt. Dies scheint der Fall mit vielen massenhaft aufsteigenden, aber doch isoliert zwischen anderen Kalkgesteinen hervorbrechenden Gipsen gewesen zu sein, deren eigentümliche, den Gesetzen der Stratifizierung widersprechende Lagerung auch auf eine eigentümliche Entstehung hinweist. Man meint, daß es heiße, mit Schwefelwasserstoff beladene Wasserdämpfe waren, welche in den kohlensaurer: Kalk eindringen, ihn erweichen, die Kohlensäure daraus vertrieben und nach der Oxydation des Schwefels zu Schwefelsäure die Verbindung letzterer mit dem Kalk bewirkten, wodurch Anhydrit gebildet wurde, während die Teilnahme der Wasserdämpfe an dieser Verbindung den Gips ergab.

Es sind damit aber nur die mauerförmig aussteigenden, verworrenen Gipsmassen gemeint, wie solche gern in der Nähe platonischer Felsarten (z. B. am Südrande des Harzes neben Porphyry) Vorkommen; keineswegs die Gipslager, welche zwischen neptunischen Schichten liegen, und ursprünglich wässerige Niederschläge sein müssen. Auf ähnliche Weise suchte man auch den Dolomit oder Braunspat zu erklären, ein inniges Gemenge von kohlensaurer Talkerde mit kohlensaurer Talkerde, welches in allen neptunischen Kalken austritt, teils deutlich stratifiziert, teils zu kuppenförmigen zerrissenen Massen aufgetürmt, gleich den Gipsmauern ihre Lager durchbrechend. Daher stellt L. v. Buch, mit genialer Auffassung dieser Lagerungsverhältnisse, den Dolomit als einen metamorphosierten Kalkstein dar, welcher durch aufsteigende Massen dampfförmiger Talkerde, die von benachbarten Augitgesteinen, namentlich den Melaphyren, herrühren sollte, verändert worden sei; während andere Beobachter, durch die Versteinerungen, welche man in manchen Dolomiten findet, bestimmt, ihn für rein neptunisch erklärten; noch andere gar für ein ursprünglich plutonisches, ganz selbständiges, von unten emporgestiegenes Gestein. Der Streit über die Richtigkeit dieser drei Ansichten hat lange gedauert, scheint indes gegenwärtig zu Gunsten der neptunischen Ansicht vom Ursprünge der kohlensaurer! Talkerde geschlichtet zu sein. Besonders haben die Chemiker der Annahme, daß reine Talkerde in Dampfform durch den kohlensauren Kalk emporgestiegen sei, als einer Unmöglichkeit mit großem Nachdruck widersprochen, sie haben vielmehr zu zeigen sich bemüht, daß alle marinen Niederschläge von kohlensaurer Talkerde auch kohlensaure Talkerde enthalten, und daß nur die Menge der letzteren bei verschiedenen Kalken sehr verschieden sei. Der Dolomit beruhe daher auf einer ursprünglichen Mischung, welche höchstens formell durch Einwirkung von Hitze geändert, nicht aber durch dieselbe erst erzeugt werden können [*22].

[*22]: Die kohlensaure Magnesia ist im reinen Wasser unlöslich, konnte also schwerlich aus einer Auslösung von Gewässern, welche mit dem heutigen Weltmeer übereinstimmten, niedergeschlagen werden; und eine Auflösung im Meere muß man doch annehmen, weit der Dolomit kristallinisch abgesondert ist, wenn man seinen neptunischen Ursprung behauptet. Jedenfalls waren also noch andere Bedingungen, als einfach neptunische, bei seiner Bildung tätig. Auch läßt sich bei der rein neptunischen Ansicht nicht wohl begreifen, warum der Kalk geschichtet ist, während der Dolomit, welcher über ihm liegt, sich massenhaft und kristallinisch abgesondert hat; dazu müssen ihn besondere Umstände bestimmt haben. Ein langsamerer Absatz und die dadurch möglicher Weise bewirkte kristallinische Absonderung dürften zur Erklärung der massenhaften Form nicht ausreichen.

Eine solche Einwirkung scheint aber bei den säulenförmig zerrissenen, porösen, domartig aufgetürmten, und aus den Lagen der Kalksteine hervorgetretenen Dolomitmassen durchaus notwendig zu sein, um die merkwürdige Abweichung ihren Gefüges zu erklären; sie scheint ebenfalls von Wassern oder Dämpfen herzurühren, welche sich durch die neptunischen Schichten einen Weg bahnten und sie in massenhaft ansteckende, aufgetriebene Formen umänderten [*23].

[*23]: Die kristallinische Beschaffenheit des Dolomits rührt dann von der Metamorphose her und spricht für sie, weil dadurch am besten das poröse Gefüge als ein Schwinden der Substanz beim Übergange aus den derben in den kristallisierten Zustand erklärt wird. Größere Lücken könnten von Weggeführten anderweitigen Bestandteilen herrühren.

Wäre nach dieser Ansicht der massige Dolomit auch kein Produkt des Melaphyrs, so bliebe er doch immer eine metamorphosierte Felsart, und in dieser Hinsicht scheint also die Buch'sche Vorstellung durchaus naturgemäß gewesen zu sein.

Nicht minder mißlich, als die Annahme dampfförmiger Talkerde zur Zeit, wie der Dolomit entstand, ist übrigens jede andere Annahme von dampfförmigen Erden, die einen Metamorphismus bewirkt haben sollen; und wenn wir daher auf entschieden metamorphische Produkte stoßen, so dürfen wir höchstens an eine Umschmelzung durch glühende Materien, oder an heiße Wasserdämpfe denken, die mit leichter flüchtigen Stoffen, z. B. Säuren, geschwängert sein mochten. Selbst die Ausfüllungsmassen der Gangspalten mögen, wenn sie nicht gleichzeitige Produkte, sondern spätere Eindringlinge gewesen sind, eher auf nassem Wege, als auf feurigem hineingetragen sein; wie dies namentlich von allen quarzhaltigen Gängen, nach Prof. Bischof's Darstellung (S. 131), unzweifelhaft zu sein scheint. Denn die Kieselerde wird von heißen oder säurehaltigen Wassern viel leichter aufgelöst, als geschmolzen; sie erfordert zum feurigen Fluß eine noch höhere Temperatur, als der Granit; drang sie also im geschmolzenen Zustande empor, so mußte sie sehr bald erstarren, die Spalten verstopfen und dadurch das fernere Emporsteigen hindern. Dagegen ist es weit eher denkbar, daß, wenn glühende, mit Säuren und flüchtigen Salzen geschwängerte Wasserdämpfe durch solche Spalten empordrangen, ja selbst, wenn nur die kalten Kohlensäure haltigen Tagewasser durch Spalten langsam hinabrieselten, selbige Kieselerde aus dem Muttergestein auflösten und zugleich mit seinen anderen Bestandteilen Verbindungen eingingen, mittelst welcher die Beimischungen der Wasser zersetzt und in neue Mineralien umgewandelt wurden. Demnach würden auch viele, wenn nicht alle Gangmassen sich als metamorphische Produkte betrachten lassen.

Endlich darf es aber nicht unerwähnt bleiben, daß in manchen Fällen durch Metamorphismus Ausscheidungen ursprünglicher Mischungsanteile bewirkt und auf solche Weise Stoffe durch die Hitze verflüchtigt wurden, welche sich in der Mischung anfangs befanden. Die allgemeinste Umwandlung dieser Art besteht im Austreiben von Wasser, wodurch Zusammenziehungen der Masse erfolgen, und Härte und Festigkeit derselben vermehrt werden. Dann veranlaßt außer anderen Umgestaltungen dieser Metamorphismus wenigstens eine Änderung in der Farbe, indem er das organische Pigment aus den erdigen Schichten ganz oder teilweise verjagt. Mau hat namentlich an den schwarzen Tonschiefern in der Nähe von vulkanischen oder plutonischen Gängen eine hellere Farbe wahrgenommen, weil ein Teil ihres bituminösen oder kohligen Farbestoffs durch die Hitze entfernt worden war. Stellenweise, besonders in jüngeren Formationen, sind die Tonlager sogar roch gebrannt, wie unsere künstlichen Ziegel. —

[p.214]

12. Lagerungsfolge und Zahl der neptunischen Schichten. —

Versuche sie in größere Gruppen oder Formationen einzuteilen, — Primäre Flözgebilde.

Untersuchen wir nun die Reihe der neptunischen oder normalen Schichten zunächst im Allgemeinen, unsere Betrachtung an die früher bereits erwähnten Eigenschaften (S. 4) derselben anreihend, so müssen wir bald die große Übereinstimmung aller in ihren Formen und Bestandteilen erkennen, welche zu den mannigfachen Verschiedenheiten der abnormen Gesteine einen sehr auffallenden Gegensatz bildet. Frühere Mitteilungen haben uns schon die hauptsächlichsten Formunterschiede, die Beziehungen der Schichten zur Ebene, zu Gebirgszügen und zu einander, kurz alle diejenigen allgemeinen Verhältnisse kennen gelehrt, welche durch die Ausdrücke Streichen und Fallen, und die verschiedenen Benennungen der Lagerung angegeben werden (S. 169 ff.); wir haben uns damals schon überzeugt, daß später gebildete Schichten stets über den älteren sich befinden müssen, und bei verworfenen gehobenen Skaten die im Hangenden jünger sind, als die im Liegenden. Allein wir betrachteten noch nicht die Bestandteile der Schichten selbst, und da gerade in ihnen die wesentlichsten Unterschiede auf einander folgender Straten bedingt zu sein pflegen, so wird eine allgemeine Erörterung dieser Bestandteile und ihrer Abweichungen uns zunächst beschäftigen müssen.

Dreierlei Stoffe sind es vorzugsweise, welche die Schichten ihrer Materie nach bilden, Tonerde, kohlensaurer Kalk und Quarzkörnchen oder Sand. Aber nur selten treten diese Bestandteile rein und isoliert hervor, in der Regel sind sie gar innig unter einander oder mit einigen minder häufigen Stoffen gemischt, die ihnen sowohl materielle als auch formelle Verschiedenheiten beilegen. Zu den letzteren Stoffen gehören besonders die Färbemittel, am häufigsten Metalloxyde und vor allen Eisen; aber auch Kohle und Bitumen treten als Färbungen auf. Selbst reine Kohle wird angetroffen, an verschiedenen Stellen schichtweise Lagen bildend und zwischen den ältesten wie jüngsten Schichten als untergeordnetes Flöz eingeschoben. Nicht selten finden sich Erzlager, aus mannigfachen Metallgemischen zusammengesetzt, die in größerer oder geringerer Ausdehnung zwischen die neptunischen Schichten sich eindrängen. — Im Ganzen spielen jedoch diese untergeordneten Lager in der Zusammensetzung normaler Gesteine keine wesentliche Rolle; viel wichtiger werden für die Differenzierungen der Materie Verbindungen, welche die drei Hauptgrundstoffe mit einander eingehen. Am gewöhnlichsten mischt sich der Quarzsand mit den beiden anderen Stoffen, teils mit der Kalkerde, teils mit der Tonerde; sie sind in der Regel das Bindemittel, welches die Quarzkörnchen vereint und zu einer festen soliden Materie erst macht. In ihnen findet sich auch die färbende Substanz des Sandsteins, wodurch regelmäßig abgegrenzte, sehr bestimmt verschiedene, rote, weiße, bläuliche, grünliche und gelbliche Bänke entstehen, die gleich Bandstreifen über einander liegen und in mannigfachem Wechsel auftreten. Die Mischung der Sandkörner mit Tonerde kommt am häufigsten vor, zumal in älteren und in sehr jungen Formationen; in den mittleren Straten [Schichten] ist die Kalkerde bisweilen das Bindemittel. Zu jenen ältesten Sandsteinen gehört auch die Grauwacke, eine schwärzliche, grünliche, graue oder braune Mischung von Tonerde und Quarzsand, die nach der einen Seite in Tonschiefer, nach der andern in reineren Sandstein übergeht, und immer durch ihre große Härte und Festigkeit sich auszeichnet. In den jüngsten

Formationen bilden Gemische von Tonerde mit Kalk und Sand den Lehm, eine in ebenen Gegenden häufige, deutlich angeschwemmte Erdschicht, deren Benutzung als Baumaterial sie ebenso bekannt wie wichtig gemacht hat für das Menschengeschlecht; denn unter allen Zonen und zu allen Zeiten diente der Lehm als erster und hauptsächlichster Baustoff zu unseren Wohnungen. Am häufigsten und allgemeinsten ist die kohlen saure Kalkerde selbst und allein in den neptunischen Schichten verbreitet; zwar stets ihren chemischen Grundlagen nach dieselbe Substanz, aber doch durch fremde Beimischungen, Farbenunterschiede, Grade der Festigkeit, deutlichere oder geringere Schichtung so mannigfach abweichend, daß man kaum noch an eine wirkliche Identität glauben möchte. Eine der häufigsten Abänderungen liefert die schon früher als Dolomit erwähnte Vermischung mit der kohlen sauren Talkerde oder Magnesia; sie scheint besonders in den älteren Flözperioden vorzukommen; — später mischte sich die kohlen saure Kalkerde lieber mit der Tonerde und bildete den Mergel, eine ebenfalls weit verbreitete, ihrer äußeren Erscheinung nach höchst veränderliche, buntfarbige Masse, die mehr in mittleren und jüngeren Perioden der Schichtenbildung entstanden zu sein scheint, und überhaupt nicht so mächtig auftritt, wie die Sandsteine, und Kalksteine, sondern etwa den Tonschichten an Ausdehnung gleichkommen möchte. — Dies sind die wenigen Grundgebilde, aus denen die mannigfache Reihe der wässerigen Niederschläge entstand. In stetem Wechsel des einen mit dem andern wiederkehrend zeigen sie durch die Gleichartigkeit ihres materiellen Inhaltes auf einen und denselben Bildungsgang, auf eine ebenso häufige Wiederkehr der Ursachen hin, aus denen sie im Laufe des Mittelalters unserer Erde hervorgingen, und liefern uns in ganz ähnlichen Absätzen aus der allerneuesten Zeit die besten Beweise, daß auch jene früheren Schichten unter entsprechenden Verhältnissen sich formten. Wir haben deren Bildungsgeschichte schon früher (S.47 und 164) besprochen und in den ersten Kapiteln die Gesetze ihrer formellen Gestaltung kennen gelernt. Die Verwitterung des kristallinischen Massengesteins war es, welche zu den erdigen neptunischen Sedimenten das vom Wasser nicht eigentlich gebildete, sondern nur weiter transportierte Material bereitete; sein Absatz scheint zu einer Zeit, als die kristallinische Rinde noch heiß und nur auf der äußersten Oberfläche etwas mehr abgekühlt war, schneller von Statten gegangen zu sein und die mächtigen Schichten des Glimmerschiefers und Urtonschiefers veranlaßt zu haben, auf welche später die bis dahin im Meere aufgelöst oder suspendiert gewesene kohlen saure Kalkerde des Übergangskalkes, mit den gleichzeitigen Tonschiefen und Grauwacken mehrmals wechselnd, abgelagert wurde. Nicht bloß Jahrtausende, nein Millionen von Jahren [*1], mögen über die Bildung dieser mächtigen Schichten vergangen sein; denn nur langsam schreitet die Verwitterung vor, sie mahnt uns schon durch ihren Wortlaut an einen unmerklichen Fortgang, und kann erst nach großen Zeiträumen sichtbare Erfolge liefern.

[*1]: Eine leichte Berechnung kann beweisen, daß so große Zahlen durchaus nicht übertrieben sind. Nehmen wir z. B. die Tätigkeit des Niles, welcher 4 Zoll Bodendicke im Jahrhundert produzierte, als maßgebend an, so erhalten wir 40 Zoll oder 3 1/2 Fuß im Jahrtausend. Verdreifachen wir beide Zahlen, so ergeben sich 10 Fuß in 3000 Jahren, also 100 Fuß in 30,000, 1000 Fuß in 300,000, 10.000 Fuß in 3,000,000 Jahren. So stark ist aber, nach früherer Angabe (S. 184), nur die durchschnittliche Mächtigkeit der Übergangsformation, keineswegs die Dicke der ganzen sedimentären Erdrinde.— Übrigens soll damit nicht gesagt werden, daß jene Zahl irgend ein anderes positives Resultat ergebe, als die Unmöglichkeit beweisen helfe, das Alter der ganzen Erde nach Jahrtausenden bemessen zu wollen; Jahrtausende sind Maße für historische oder mythische Erinnerungen, in den Zeiträumen der Weltschöpfung bedeuten sie gar nichts. Wie der Weltraum nur mit Millionen von Meilen durchmessen werden kann, so zählt man im Weltalter auch nur nach Millionen von Jahren. Bergt, die 21. Note zum 9. Abschnitt.

Damit stehen auch die Formen dieser ältesten Sedimente in völliger Harmonie. Eine sehr vollständige Schieferung, ein höchst feines Korn der Bestandteile und Mangel an Geröllen jeder Art scheinen für einen ruhigen, von Stürmen nicht unterbrochenen Fortgang der Absätze zu sprechen; sie können durch ihre Form den unwillkürlichen Gedanken nur unterstützen, daß wir in ihnen die ältesten Schlammbildungen der Gewässer unseres Erdballs anzuerkennen haben. Endlich aber störten gewaltsame Durchbrüche aus der Tiefe und die neu hervorquellenden Massen kristallinischer Materien den ruhigen, bisher nie so heftig erregten Ozean; aufgetürmte Wogen rissen die oberen noch weichen Schichten mit sich fort und führten ihre Bestandteile nach entlegenen Fernen, sie mischend und zu einem neuen Ganzen vermengend. Allmählich beruhigten sich diese Stürme, und wie das Wasser in seinen untersten Räumen sich gesetzt hatte, schied es auch die Materien wieder ab, welche es vormals losspülte; bald lagen die schwersten Stücke der Durchbruchstrümmen auf dem Boden, Konglomerate oder Breccien (S. 48) bildend; ihnen folgten die leichteren Sandkörnchen, sich zu Sandsteinen aufhäufend, und später senkten sich dann die allerleichtesten erdigen Bestandteile, Ton- oder Kalklager absetzend. Lang dauerte die Ruhe, welche einer solchen Katastrophe folgte; dafür zeugen die späteren, durch die fortschreitende Verwitterung aus neuen Materialien bereiteten Schichten; bis ein neuer Durchbruch von unten ihren fortgehenden Absatz hemmte, und durch Aufführung jüngerer, höher ansteigender Massengebilde zu neuen Verwitterungen, zu immer mannigfaltiger, weil örtlich beschränkter, werdenden neptunischen Schichten die unveränderliche Grundlage darbot. Beider Ursachen wegen nimmt die Zahl und Menge der Schichten mit dem Alter der Erde zwar zu, ihre Mächtigkeit aber und ihre Festigkeit nimmt ab, weil nicht mehr so lange Pausen zwischen den Durchbrüchen bestanden, so schnelle Verwitterung erfolgte und so große Massen auf die älteren Schichten sich legten, die sie zusammenpressen und zu einer innig an einander hängenden Materie gestalten konnten. Auch mag die Zunahme der Organismen mit jeder Periode und die Einbettung ihrer Bestandteile in die neu entstehenden Schichten wesentlich zur eigentümlichen Abänderung ihrer Materie und ihrer geringeren Kohärenz beigetragen haben. —

Hiernach sind es also die Durchbrüche plutonischer und vulkanischer Stoffe, welche die Hauptumwälzungen bewirkten und um so größere Störungen in der ruhigen Bevölkerung des Erdballes hervorbrachten, je mächtiger sie selbst und die Erschütterungen waren, denen sie ihre Entstehung verdankten. Den Zeitraum zwischen zwei solchen Eruptionen werden wir als einen in Ruhe vergangenen Act der Schöpfungsgeschichte ansehen, und die durch gleichförmige Lagerung (S. 173) mit einander übereinstimmenden neptunischen Gebilde während desselben als ein zusammengehöriges Ganze mit dem Namen einer Formation bezeichnen dürfen. Das wäre die richtigste und natürlichste Bestimmung des Begriffes, zu dessen räumlicher Feststellung wir die großen Durchbrüche in ihrer sukzessiven Altersfolge betrachten und demnächst untersuchen müssen, wie tief eingreifend die Resultate waren, die jeder Durchbruch herbeiführte. Schon hierin liegt die Möglichkeit einer um so beschränkteren Wirkung, je kleiner die Ursache der Umwälzung war, weshalb wir auch nicht überall auf der ganzen Erdoberfläche gleiche Resultate erwarten dürfen und oft an einzelnen Orten Schichten antreffen können, die wir an anderen vermissen; namentlich werden wir auf Differenzen des Schichtenmaterials schon in geringen Entfernungen stoßen können, und uns über diese Verschiedenheit nicht wundern dürfen, weil ja seine Qualität von sehr verschiedenen Stoffen, von den gerade hier oder dort anstehenden älteren Gesteinen, die zur Verwitterung sich darboten, abhängig ist; wir werden eben aus diesem Grunde auch gewisse Schichten hier mächtig, dort schwach finden, und an manchen Stellen die Reste von Organismen in ihnen entdecken können, die an anderen fehlen, oder in einer materiell von ihnen abweichenden Schicht uns begegnen.

Solche in der Natur selbst begründete Verschiedenheiten haben die frühere Lehre von bestimmt abgeschlossenen großen Perioden der Erdentwicklung und damit im Zusammenhänge stehenden Formationsunterschieden immer unsicherer und unhaltbarer gemacht; sie haben vielmehr die Forscher überzeugt, daß zwar ein fortdauernder Wechsel von Ruhe und Unruhe, Bildung und Zertrümmerung, Leben und Untergang des Lebendigen angenommen werden müsse, allein die Unterschiede der Perioden in ihren Produkten nur teilweise grell erscheinen, an anderen Orten sehr allmählich in einander übergehen. Hauptabschnitte im Bildungs- und Entwicklungsgange, die man als Ruhe- und Anhaltepunkte der fortschreitenden Ausbildung des Planeten ansehen könnte, gibt es daher wahrscheinlich nicht, sondern einen überall gleichartigen, bis zur Gegenwart herab in seinen Ursachen ungeänderten, in seinen Wirkungen aber immer mehr abnehmenden, sich gleichsam erschöpfenden Fortgang, dessen Unterbrechungen nur stellenweis großartiger gewesen sein dürften als an andern Orten, aber wahrscheinlich in erster ältester Zeit gleichzeitig für alle eintraten, in späterer mehr und mehr einen lokalen Charakter annahmen. —

Sehr wichtig und fast allein entscheidend sind übrigens für die Bestimmung der Zeit, wann die Formationen gebildet wurden und wie sie einander entsprechen, alle organischen Reste, welche in ihnen angetroffen werden; und daher ist das Studium der Versteinerungen allmählich der wichtigste Teil der Geognosie geworden. Es unterliegt nach allen bisherigen Erfahrungen keinem Zweifel mehr, daß nur sie über die Gleichartigkeit und Ungleichartigkeit der Schichten entscheiden können, mithin ihre Kenntnis eben für die Kenntnis der Schicht selbst eine sehr wesentliche Bedingung enthalte. Während nämlich die Schichten in ihrem Material oft sehr abweichen, bleiben die gleichzeitigen Organismen durchaus dieselben, sie mögen im reinen Kalke oder im Mergel liegen, und zeigen daher an, daß diejenigen Schichten, welche dieselben Versteinerungen enthalten, zu gleicher Zeit und durch dieselbe Katastrophe gebildet wurden. Freilich ist das mehr oder mindere Eingreifen der Katastrophe an verschiedenen Orten wohl zu beachten; denn dadurch wird sie ein sehr verschiedenes Resultat herbeiführen. Wo sie am heftigsten wirkte, mochte sie ohne Ausnahme alle Organisation vernichten; wo ihr Eingreifen weniger fühlbar wurde, konnten sich manche Organismen ihren nachteiligen Folgen entziehen. Im letztem Falle ergibt sich uns die Möglichkeit eines teilweisen Fortbestehens der Organisation trotz der Umwälzungen; wodurch ihr Übergang aus einer Periode in die andere, welcher die Unterscheidung derselben als verschiedene Perioden bedenklich machen würde, erklärt wäre. Seitdem man in neuerer Zeit auf die organischen Einschlüsse der Schichten mit viel mehr Fleiß geachtet, mit größerer Sorgfalt sie untersucht hat, um so mehr ist die Richtigkeit und Allgemeinheit der berührten Tatsache hervorgetreten, und um so unsicherer die frühere Annahme von bestimmt abgeschlossenen Formationen geworden. Auch von der Gegenwart und der zunächst vorhergegangenen, durch eine große Umwälzung von ihr getrennten Zeit gilt dies. Zwar scheinen die größeren Landtiere während der Katastrophe vernichtet worden zu sein, und nur der Mensch, wenn er anders wirklich schon zu jener Zeit gelebt hat, was sehr zu bezweifeln ist, sich gerettet zu haben; allein unter den niederen Tieren, und besonders unter den Wasserbewohnern, treffen wir auf eine Menge von Arten, welche die Gegenwart mit jener jüngsten Vorzeit gemein hat. Es ist daher kaum noch erlaubt, die großen Perioden der Schöpfung fernerhin bei wissenschaftlicher Betrachtung festzuhalten, und von ihnen wie von Abschnitten zu reden, in denen etwa der Herr von seiner Arbeit einmal wieder ausruhte und sich eine neue Idee der Organisation entwarf, nachdem er die alte als unbrauchbar verworfen und vernichtet hatte; es scheint vielmehr die Entwicklung unseres Planeten stets in gleicher Weise fortgeschritten zu sein, und ohne andere als heutige Ursachen anfangs heftigere, im Laufe der Zeiten schwächer und schwächer gewordene Eruptionen die mit jeder späteren Umwälzung

mehr veränderte Beschaffenheit des Erdballes, welche wir als Hauptursache für die Umänderungen an der Gestalt der Organismen betrachten müssen, herbeigeführt zu haben; denn die Grundidee derselben war von vorn herein gefaßt, und ist durch alle Zeiten in ihrer wesentlichsten Eigentümlichkeit beibehalten worden. Das wird sich uns bei übersichtlicher Betrachtung der Organisation weiter am Schluß ergeben. Bevor wir uns dazu wenden können, scheint es aber nötig zu sein, die Sukzession der Schichten, so weit es ohne näheres Eindringen in die organischen Eigentümlichkeiten derselben möglich ist, anzugeben und die einzelnen ihrem relativen Alter nach zu bestimmen.

A. G. Werner, dessen schon früher als eines ersten Begründers der heutigen geologischen Kenntnisse gedacht wurde, nahm drei Hauptbestandteile der Erdrinde an, welche er als Urgebirge, Flözgebirge und aufgeschwemmtes Land bezeichnete. Die Periode der Urgebirge umfaßte alle älteren massigen und abnormen Gesteine; die Flöz- Periode alle geschichteten normalen, und das aufgeschwemmte Land die jüngsten Schichten vor der Gegenwart. Von diesen drei Abschnitten zerfiel der Mittlere, die Flözformationen umfassend, wieder in mehrere Unterabteilungen; namentlich wurden die untersten Schichten von den kristallinen Schiefern aufwärts bis zur Grauwacke, die letztere mit eingerechnet, Übergangsformation genannt, und zwischen den darauf folgenden Gliedern der Flözgebilde eine dreifache Verschiedenheit durch die Namen ältere, mittlere und jüngere Flözformationen festgesetzt. Im Auslande fanden jedoch diese deutschen Benennungen Widerspruch; man verlangte nach allgemein verständlichen Ausdrücken, und nannte die Gebilde der Übergangsformation, mit Hinzufügung alles dessen, was unter den Steinkohlen liegt, primäre Schichten, die sämtlichen Glieder der Flözformationen sekundäre, und die jüngsten Sedimente aus den Zeiträumen vor der Gegenwart tertiäre. Allein diese Einteilungen genügen bei weiterer Untersuchung nicht, weil in jedem Gliede der drei Hauptabschnitte vielfach verschiedene Straten auftreten, deren Unterschiede sowohl von den Materien, aus denen sie bestehen, als auch von den organischen Resten, die sie enthalten, herrühren; im Allgemeinen jedoch früher mehr nach den materiellen Unterschieden, als nach den Versteinerungen, bestimmt zu werden pflegten. Neuerdings indessen haben die beiden Bestimmungsgründe ihre Bedeutung gegenseitig vertauscht, besonders seitdem man sich immer mehr überzeugt (vgl. S. 219), daß die materielle Grundlage minder wichtig ist für die Erkennung einer Formation, als die Übereinstimmung ihrer Versteinerungen, und daß sie mit größerem Rechte den Hauptanhaltepunkt hergeben müssen. Den Wert, welchen ein Petrefakt unter solchen Umständen erlangen kann, fassen wir zusammen im Begriff der Leitmuschel, d. h. einer versteinerten Tierhülle, die, wo sie auch angetroffen wird, das entschiedenste Zeugnis über die Formation ablegt, zu welcher ihr neptunisches Muttergestein gehört. Leitmuscheln zu bestimmen und in ihre richtigen räumlichen wie zeitlichen Grenzen einzuschließen, ist eine der wichtigsten Bestrebungen bei den gegenwärtigen geologischen Untersuchungen. Wir werden daher auf das Material der Formationen kein großes Gewicht legen, wir werden in allen Kalksteine, Sandsteine, Mergel, Tonlager und Gemische mehrfacher Art im bunten Wechsel mit einander antreffen, und uns immer durch ihre organischen Anschlüsse erst recht überzeugen, in welche Zeit die Periode ihrer Entstehung fallen müsse. Wenn wir demnach, ohne auf diesen Gehalt schon jetzt zu sehen, eine kurze Übersicht der sedimentären Schichten mitteilen, so geschieht dies nur, um unsere Leser mit ihrer Reihenfolge, wie sie genauere Untersuchungen festgestellt haben, bekannt zu machen; zu einer näheren Begründung und Schilderung ihrer Eigenheiten, wie der Perioden überhaupt, denen sie angehören, können wir uns erst dann wenden, wenn wir die Organismen, welche den Erdkörper bewohnen und vormals bewohnten, in ihren wichtigsten allgemeinen Eigenschaften kennengelernt haben. —

1. Paläozoische Gruppe.

Als das älteste und unterste Glied der neptunischen Schichten erscheint überall, wo solche Niederschläge entwickelt sind, eine Reihe stark toniger, feinkörniger und sehr harter Gesteine, welche mit ähnlichen Kalken, oder tonigen Sandsteinen wechseln, und durch die Feinheit ihres Kornes ebenso sehr, wie durch die Regelmäßigkeit ihres Schichtenabsatzes auf einen weiten, gleichmäßiger tiefen, nicht sehr bewegten Ozean Hinweisen, aus dem sie sich langsam absetzten. Sie werden, wenigstens in Deutschland, gewöhnlich unter dem Namen der Grauwackenformation zusammengefaßt oder führen noch den alten Werner'schen Namen Übergangsformation, obgleich die Engländer und Franzosen den Ausdruck primäre Schichten lieber in Anwendung bringen, diesen aber kürzlich wieder gegen die Bezeichnung: Paläozoische Gebilde, nach Murchison's Vorgänge, vertauscht haben. Man rechnet dahin alle entschieden neptunischen Produkte unter der Steinkohlenformation, als deren tiefste Schicht wir später den Berg kalk betrachten werden, seitdem der alte rote Sandstein (nick rock der Engländer) als oberstes Glied zur Grauwackenformation hinübergenommen ist. Neuere sorgfältige Untersuchungen von Sedgwick und Murchison in England haben nämlich gelehrt, daß die überaus mächtigen, daselbst angeblich 12 bis 20,000 Fuß [3800m – 6300m] starken paläozoischen Schichten in mehrere Unterabteilungen gebracht werden müssen, von denen die unterste (Cambrisch es System) Gruppe noch keine Versteinerungen enthält, während die mittlere (Silurisch es System) an ihnen sehr reich ist, und die obere (Devonisches System), minder reiche, sich besonders durch ihre organischen Einschlüsse und die hellere, oft rotbraune Farbe von den meist schwarzbraunen oder schwarzgrauen tieferen Gesteinen unterscheidet. Wir wollen auf die weiteren Unterschiede dieser Abteilungen später eingehen, nachdem wir zuvor die gewöhnlichsten Glieder der Grauwackengruppe in ihren materiellen Eigenschaften betrachtet haben. —

Das älteste Glied der ganzen Formation scheint in der Regel der Tonschiefer zu sein, eine sehr feste, harte, homogene Tonmasse von brauner, schwarzer, grünlicher oder grauer Farbe, die einstimmig als ein Verwitterungsprodukt, „als der erste Wasserschlamm des anfangs noch heißen, später temperierten Weltmeers“ betrachtet wird. Er ist ein mächtiges und sehr allgemein verbreitetes Gestein, das in seinen untersten, zum Teil schwach kristallinischen Straten [Schichten], dem Urtonschiefer, noch keine Versteinerungen enthält, und sich durch die Grade der Schieferung mehrfach unterscheidet. Schichten von rein schwarzer Farbe und sehr deutlicher aber falscher (S. 210) Schieferbildung geben den Tafel- oder Dachschiefer; fein erdige, aber doch in sich fest zusammenhängende Straten werden als Wetzschiefer aufgeführt, und wie jene zu Schreibtafeln und Dächern, so diese zu Schleifsteinen benutzt. Der schwarze verdankt seine Färbung fein zerteilter, mit der Tonerde gemischter Kohle, die auf organische Substanzen hinweist; der braune ist eisenhaltig und der häufigste; stellenweis wird der Tonschiefer auch grünlich. Öfters ist er innig mit Schwefelkies gemischt, und eignet sich dadurch zur künstlichen Darstellung des Alauns, einer Verbindung von schwefelsaurer Tonerde mit schwefelsaurem Kali. Auf diesen deshalb Alaunschiefer genannten Tonschiefer wird mit Erfolg Bergbau getrieben. Erzgänge und Lager kommen ebenfalls im Tonschiefer vor, und manche sind von besonderer Mächtigkeit, wie das große Lager des Rammelsbergs bei Goslar. —

Nächst dem Tonschiefer ist das allgemeinste Gestein dieser Gruppe die Grauwacke, ein inniges Gemisch feiner Quarzkörner und Tonerde von nicht geringerer Festigkeit. Sie hat eine mehr lichte, grauliche, braune, selbst rötliche Farbe, ist rauher, zäher als der Tonschiefer, minder deutlich geschichtet, und im Ganzen reicher an Versteinerungen. Je nach den Anteilen von Sand und Ton in ihr hat sie bald mehr das Ansehen eines " sandigen Tonschiefers, oder das eines tonigen Sandsteines, und geht stellenweis in fast reinen Quarzsand über. Bei deutlicherer Schieferung wird sie Grauwackenschiefer genannt, oder, wenn die einzelnen Quarzkörper ihre Begrenzung verlieren und als Kieselmasse von Ton durchdrungen austreten, Kieselschiefer; an einzelnen Stellen bildet sie Konglomerate, indem sie Bruchstücke kristallinischer plutonischer Gesteine umschließt. Die Anwesenheit solcher Bruchstücke in ihr beweist, daß zur Zeit der Grauwackebildung schon Eruptionen statt gefunden hatten, und Züge massiger Gesteine über das geschichtete Niveau hervorragten.

Das dritte Hauptgestein der Grauwackengruppe ist ein sehr fester, harter, derber Kalkstein, welcher zum Unterschiede von späteren Gebilden ähnlicher Art mit dem Namen Grauwackenkalkstein oder Übergangskalk belegt wird. Im Ganzen hat er eine mindere Mächtigkeit, als Tonschiefer und Grauwacke, aber erreicht dennoch stellenweis bedeutende Ausdehnung. Seine Farbe wechselt sehr, bald ist sie tief schwarz von beigemengter Kohle, wie der Tafelschiefer, bald gelblichgrau, bald bläulich-grau. Namentlich in ihm liegen die meisten Versteinerungen der Grauwackengruppe. Er scheint darnach allerdings, was einige Geognosten von allen Kalklagern behaupten, eine vorzugsweise aus organischen Resten bestehende Schicht zu sein, deren heutige Form zwar nicht das unmittelbare Produkt der Organismen sein kann, deren Material aber von ihnen aus dem Meere abgesondert und durch spätere Zerstörung der organischen Materie aufs neue in eine sedimentäre Masse verwandelt wurde. Denn daß die Kalkerde im Vergleich mit den übrigen Materien der Schichten um so mehr zunimmt, je jünger die Formationen sind, ist eine allgemein anerkannte und für ihren organischen Ursprung sehr günstige Tatsache; obgleich anderer Seite die Mischung mit Talkerde zeigt, daß der Übergangskalk nicht ein organisches Produkt ist, weil die Tiere nur kohlensaure Kalkerde, aber keine kohlensaure Talkerde fixieren. Der Grauwackenkalkstein pflegt übrigens stellenweise viel mächtiger zu sein, als an anderen Orten, und während er hier mit Grauwackenschichten wechsellagert, dort fast allein aufzutreten. Die Ursachen dieser Verhältnisse sind noch nicht sicher ermittelt, sie zeigen aber auf lokale Unterschiede hin, und deuten an, daß die Grauwacke nicht etwa früher entstand als der Kalkstein, sondern daß beide gleichzeitige Gebilde sind. Vielleicht waren verschiedene, in entgegengesetzten Richtungen mit einander wechselnde Strömungen die Ursache des Wechsels der Schichten; während Orte, wo kein solcher Wechsel sich findet, und Kalk oder Grauwacke rein auftreten, als die Herde dieser Bildungen und als diejenigen Punkte angesehen werden könnten, wo die Kalk absondernde Tätigkeit der Meertiere sich besonders konzentriert habe. Solcher Strömungen und Bildungen verschiedenartiger Niederschläge hinter einander werden wohl mehrere in konstanter Folge angenommen werden müssen, da sich die Versteinerungen derselben nicht etwa in bunter Mischung durch einander finden, sondern jede Schicht ihre eigentümlichen Organismen besitzt. Hierauf, und stellenweis auf einer abweichenden Lagerung der unteren Schichten gegen die oberen, beruhen die Unterschiede, welche englische Geognosten in der Grauwackengruppe festgestellt haben. —

Das unterste oder Kambrische System umfaßt die tiefsten Grauwackenglieder, welche noch gar keine Versteinerungen enthalten (daher azoische Gruppe), mit einem allermeist roten Tonschiefer, dem Kalkstein folgt, beginnen und mit Sandsteinen von hellerer Farbe schließen. In England, wo Kambrische Schichten am Nordwestende von Wales, dem Wohnsitze der alten

Cambrier, deren Namen man auf sie übertragen hat, deutlich zu Tage gehen, den hohen Schiefergipfel des Snowdon bildend, sind sie abweichend gegen die über ihnen liegenden Schichten gelagert, und in ähnlicher Beziehung stehen die Kambrischen Schichten der Bretagne zu den Silurischen; aber im mittleren und östlichen Europa scheinen ihnen korrespondierende Grauwackenglieder zu fehlen, wenn nicht der blaue Ton ohne organische Reste, welcher als das tiefste Gebilde der Übergangsformation in Rußland auftritt, für ein Äquivalent derselben angesehen werden muß. —

Die darauf folgenden versteinerungsreichen Schichten bilden das Silurische System der Engländer, und verbreiten sich auf der britischen Insel über Westmoreland nebst dem größten Teile von Wales bis zur Südspitze hinunter, ihren Namen von den Siluriern, den alten Bewohnern dieser Gegenden, entlehnend. Unter sanfterer Neigung zum Teil den Köpfen der Kambrischen Gesteine aufgelagert, fallen sie gewöhnlich nach Südosten und streichen von SSW nach NNO, sich westwärts immer mehr zum Westen wendend. Die mächtige Entwicklung dieser Gebilde, besonders aber ihre große Mannigfaltigkeit, welche sowohl aus den Versteinerungen, als auch aus dem Schichtenmateriale hervorgeht, haben eine fernere Sonderung in untergeordnete Gruppen notwendig gemacht, und zuvörderst in England die Trennung einer unteren von der oberen Abteilung veranlaßt. Jene beginnt als dunkelfarbiger, bisweilen stark sandiger und glimmerreicher Tonschiefer (Llandeilo-flags), womit bald hellere, bald dunklere Kalksteine wechseln, und geht später in eine hellere, oft sehr sandige Grauwacke (Caradoc sandstone) über, der gleichfalls kalkige Lagen untergeordnet sind. In der oberen Abteilung bilden die Schiefer und Kalke aus den Umgebungen von Wenlock, zu denen auch der isoliert in weiter Entfernung von ihnen anstehende plattenförmige Dudley-Kalk gehört, das unterste Glied; worauf die Schieferschichten von Ludlow, mit dem mächtigen Aymestry-Kalk als oberstes Glied den Schluß der Silurischen Formation machen. Sandige glimmerführende Grauwacken in den Umgebungen des genannten Städtchens sind als das Ausgehende derselben zu betrachten. — Auf dem europäischen Festlande lassen sich zwar im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse nachweisen, allein eine sichere Reduktion der verschiedenen Schichten auf einander ist zur Zeit noch nicht ausführbar. Im Ganzen scheinen wenigstens in den Ardennen, dem großen rheinischen Schiefergebirge von Bingen bis Bonn, dem Harze, fränkischen Schiefergebirge und Riesengebirge; lauter Gegenden, deren Gesteine zum Teil aus gleichartig streichenden und entfallenden Grauwackengliedern bestehen; die unteren Abteilungen der Silurischen Formation zu fehlen, und erst die jüngeren, vom Dudley-Kalke aufwärtssteigenden entwickelt zu sein. Überraschender noch als diese Tatsache klingt aber die Annahme, daß nicht, wie in England, die nördlichen Glieder der Schichtenfolge älter sind, als die südlichen, ihnen aufgelagerten; sondern gerade umgekehrt die südlichen für älter gehalten werden müssen, als die nördlichen. Dafür scheinen wenigstens im Harze und rheinischen Schiefergebirge entschiedene Tatsachen zu sprechen. Anders dagegen verhalten sich die weiter östlichen und nördlichen Grauwackensysteme, zunächst das böhmische, welches über das ganze Flußgebiet der Beraun sich verbreitet, und an der Moldau die unmittelbaren Umgebungen Prags bildet, — eine langgezogene von SSW nach NNO streichende Mulde darstellend, deren Schichtenfolge durch tiefe Flußeinschnitte mannigfach bloß- gelegt ist. Hier lassen sich die Äquivalente der Llandeilo-flags in dichten schwarzgrauen Grauwackenschiefern und die Caradoc-Sandsteine als gelbbraune, sehr sandige Grauwacke nicht verkennen; analoge Versteinerungen, den sämtlichen Transitionsschichten des übrigen Deutschlands in dieser Form fehlend, beweisen ihre Identität aufs Entschiedenste. Eben so wenig vermißt man die Wenlock - und Ludlow - Formationen; mächtige schwarzgraue Kalke, welche nach ihren organischen Beischlüssen in zwei Etagen zerfallen, und in der oberen immer mehr kieselige Bestandteile auf- nehmen, je

jünger sie sind, vertreten ihre Stelle. Noch deutlicher wird der Parallelismus mit den englischen Schichten in Rußland, wo am Südrande des Finnischen Meerbusens, weit über Petersburg hinaus bis zum Onega-See, die Grauwackenformation unmittelbar unter Diluvialgebilden mit fast horizontaler Stellung ihrer Schichten daliegt; in gleicher Weise über die Inseln Oesel und Gottland durch einen Teil des südlichen Schwedens, an den isoliert dastehenden Bergen der Kinnekulle, des Billingen, Mössebergs u. s. w., und in Norwegen am Christiania-Fjord sich hinziehend. Überall folgt, hier dem blauen, selbst plastischen Ton, welchen wir früher zum Kambrischen System rechneten, ein hellfarbiger lockerer Sand mit zahllosen Brachiopoden (Unguliten) und ein schwarzer Alaunschiefer, dessen Versteinerungen denen der Llandeilo-flags entsprechen. Mächtige grünlichgraue, bei Christiania sogar schwarze Kalksteine, ruhen aus dem Alaunschiefer und vertreten die Stelle des Caradoc-Sandstein, erscheinen also in einem von dem seinigen sehr verschiedenen Materiale. Ihnen folgt ein sandiger Ton- oder Mergelschiefer von gelbgrauer Farbe mit den Versteinerungen der Wenlock-Schichten, den man bisher nur in Schweden aber nicht in Rußland beobachtete, und weiter als bis zu ihm reichen die Grauwackenglieder Skandinaviens nicht; nur auf Gottland ist noch ein jüngerer, sehr versteinungsreicher Kalkstein vorhanden, der den Ludlow-Gebilden zu entsprechen scheint. — Während also das nordöstliche Europa in nicht gar großer Entfernung von England, ganz andere Verhältnisse, als letzteres, uns darbietet, zeigt sich jenseits des atlantischen Ozeans, westlich von den Alleghanys im Gebiete des Ohio und Mississippi, eine sehr ähnliche, größtenteils auf die nordeuropäischen Schichten reduzierbare Reihenfolge von Übergangsgebilden; freilich aber keine ganz genaue Gleichheit des Schichtenmaterials, sondern nur eine gewisse allgemeine, durch Identität oder Analogie der Versteinerungen wie der horizontalen Ablagerung unterstützte Ähnlichkeit. Auch in Südamerika, am Kap und in Neu - Holland haben sich Silurische Transitionsschichten an ihren charakteristischen Versteinerungen, besonders den ihnen eigentümlichen Trilobiten [*2], zu erkennen gegeben, und gerade in der Ähnlichkeit die große Übereinstimmung nachgewiesen, welche während ihrer Bildung in den äußeren Verhältnissen des gesummten Erdballes stattfand. —

[*2]: Die organischen Gestalten werden im 24., 28. und 26. Abschnitt ausführlicher geschildert und sind deshalb hier bloß namhaft gemacht. —

Die obersten, jüngsten Glieder der Grauwackenformation bilden das dritte oder Devonische System, eine Reihe von Kalk-, Mergel- und Sandstein-Schichten begreifend, welche durch ihre dunkel rotbraune Farbe zu der englischen Benennung Old Red geführt haben. Sie verbreiten sich in England, am südlichen Rande von Wales durch Devonshire, das ihnen den Namen gab, bis zum Tale des Severn, umfassen besonders das Wassergebiet des Weye, und werden fast an ihrer ganzen östlichen und südlichen Grenze von der Steinkohlenformation überlagert. In Deutschland sind die roten Sandsteine gar nicht entwickelt, vielmehr vertritt eine wahre Grauwacke mit hellfarbigen Kalksteinen ihre Stelle; beide folgen auch in ihrer Lagerung genau den Silurischen Schichten, und sind von ihnen nirgends sehr scharf gesondert. In England dagegen schließen die roten Sandsteine ähnliche gefärbte Kalke ein, und mit ihnen wechseln nach unten bunte Mergel oder grünliche Schiefer. Zugleich lagern die Devonischen Schichten an einigen Orten (in Cumberland) sogar abweichend aus den Silurischen, mit grobkörnigen Konglomeraten über ihre Köpfe weggreifend, und kommen in der Schichtung dem Streichen und Fallen der Kohlengebilde nach. Man sieht daraus aufs Entschiedenste, wie örtlich die Störungen der Eruptionen schon damals waren, und wie wenig sich ihre Wirkungen oft in die Ferne erstreckten. Während in England das Devonische System eine Mächtigkeit von 10,000 Fuß erreichen soll, war seine Anwesenheit auf dem Kontinent, wegen der ganz abweichenden Bildung, bis vor Kurzem noch unbekannt; ja während dort die Kalke eine untergeordnete Rolle

spielen und weit durch die roten Sandsteine vom Bergkalk getrennt werden, erreichen sie in Belgien und Westphalen eine bedeutende Ausdehnung, und schließen sich so innig an den Kohlenkalk, daß die Feststellung einer Grenze zwischen beiden große Schwierigkeiten darbietet und lange Zeit völlig übersehen war. Erst durch Sedgwick's und Murchison's Besuch in Deutschland [*3] wurden wir auf die Verschiedenheit beider Kalklager aufmerksam gemacht, und seitdem haben einheimische Forscher erkannt, daß nicht bloß die westphälischen Kalke, welche vom Rhein her über Elberfeld, Limburg, Iserlohn, Balve, bis nach Brilon sich hinziehen, dem Devonischen System angehören, sondern auch die muldenförmig den Silurischen Schichten eingelagerten Eifeler Kalksteine, deren nördlichsten von Soetenich an der Rör nach NO bis zur Erft sich erstreckenden Zug das eingeschaltete Profil im Querschnitt aus der Gegend von Münstereifel darstellt; ferner die Nassauer Kalksteine bei Dillenburg, Weilburg und Limburg a. d. Lahn, welche mit schieferiger Grauwacke in mehrfache Wechsellagerung treten; daß alle diese Kalke ebenso gut, wie die mit ihnen verbundenen mächtigen Grauwacken, als Äquivalente des Devonischen Systems zu betrachten seien.

[*3]: Man vergleiche: Über die älteren oder Paläozoischen Gebilde im Norden von Deutschland und Belgien u. s. w., von Sedgwick und Murchison. Aus dem Englischen von G. Leonhard. Stuttgart, 1844. 8. Wir haben dieser Schrift unsere meisten Angaben und das beigegebene Profil entnommen.

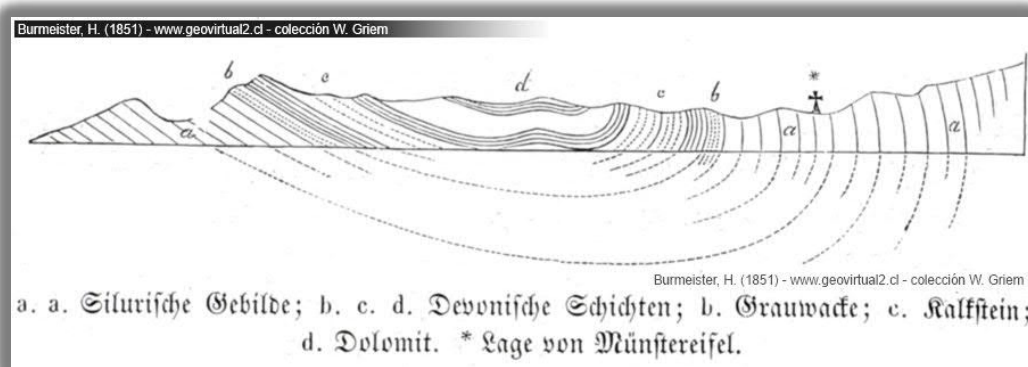


Abbildung 22, p.228: Silurische Gebilde

Ob es am Harz Devonische Kalkschichten gebe, scheint noch nicht ermittelt zu sein, aber die versteinerungsreichen Grauwacken des Oberharzes und die Tonschiefer von Goslar werden für Devonische gehalten. Im fränkischen Schiefergebirge gehören die durch den Grafen v. Münster berühmt gewordenen Kalke von Elbersreuth in dieselbe Zeit, und in Böhmen darf man vielleicht die obersten Kalke der dortigen Grauwackenglieder eben dahin rechnen. Sehr weit ist das Devonische System in Rußland verbreitet; die waldaischen Hügel, die Höhen an denen Düna und Wolga entspringen, und wahrscheinlich ganz Liefeland werden von Schichten desselben gebildet. Skandinavien scheint ihrer zu ermangeln, während Nordamerika sie in weiter Erstreckung rund um die großen Kohlengebiete, welche am Ohio vom Susquehanna bis zum Tennessee, in Illinois und Michigan mit erstaunenswerter Mächtigkeit sich ausbreiten, sehr vollständig entwickelt

hat. Reste gewisser höchst eigentümlich gestalteter Fische mit teils hohlknochigem robustem Körperbau, teils großen schalenartigen Panzern und flachgedrückten, Rumpfe, die Coclacanthineu und Cephalaspiden genannt wurden, sind für das Devonische System höchst charakteristische, seine Anwesenheit augenblicklich verratende Versteinerungen; sie

offenbaren uns zugleich die höchste und allerdings sonderbare Entwicklung des Rückgrattiertypus in damaliger Zeit. —

2. Kohlen-Gruppe.

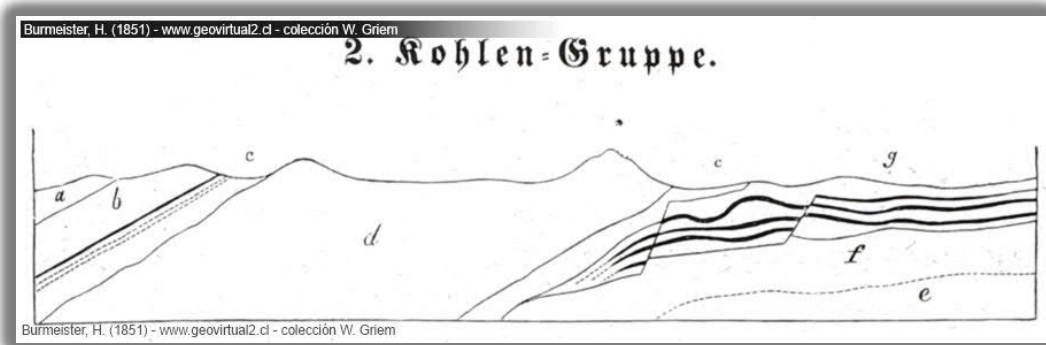


Abb. 23, p. 229: Profil durch ein Kohlenlager

Ausgebreiteter, als bisher, war das organische Leben, wenigstens das vegetabilische, während der Epoche, die der Grauwackenformation folgte und die ältesten Glieder der Flözperiode, nach Werners Auffassung, absetzte. Zahlreiche oft mehrere Fuß mächtige Lagen verkohlter Pflanzensubstanz, welche im Bereich derselben auftreten, haben zu der üblichen Benennung des ganzen Schichtenverbandes geführt, und die Härte dieser Kohle hat sie uns als Steinkohle bezeichnen lassen. Die Formation, in ihrem richtigen Umfange genommen, besteht gleich der vorigen aus Kalksteinen, Tonschichten und Sandsteinen, welche die Kohlenlager zwischen sich nehmen, mit ihnen in mehrfacher, selbst hundertmaliger Abwechselung wiederkehren, und nach unten wie nach oben von den Massen des einen oder des anderen Sedimentes begrenzt werden. Indes findet darin keine allgemeine Übereinstimmung Statt; bald sind mächtige, meist weiße Kalksteine das Liegende, während hellfarbige Sandsteine und dunkle Schiefer mit den Kohlenflözen abwechseln, wie es im südlichen England Regel ist; bald treten dieselben Kalksteine schon mit den Kohlenschichten in unmittelbare Wechsellagerung, wie im nördlichen England, auf Spitzbergen, der Bären- Insel und Nowa Zembla: Orte, an denen neuere Forschungen die weite Verbreitung einer gleichzeitig entstandenen mächtigen, die südlichem Kohlenbecken an Alter übertreffenden Kohlenmulde nachgewiesen haben. Gewöhnlich scheidet ein grobkörniger Sandstein, den die Engländer Mill- stone - zeit nennen, die Kohlenflöze vom Kalke unmittelbar, oder mittelst eines schwarzen Alaunschiefers, wie in Belgien und Westphalen, wo der untergelagerte Sandstein nach seinem Mangel an Kohle als flözleerer Sandstein bezeichnet wird. Eigentümlicher sind die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlen in Mitteldeutschland, besonders in Thüringen und bei Halle; obgleich die sonderbarste Anomalie derselben, ihre sogenannte Einlagerung in das Rotliegende, durch spätere Forschungen als eine irrthümliche Annahme sich ergeben hat. Bei wechselnder Mächtigkeit von 200—500 Fuß besteht die Formation hier, wie an anderen Orten, aus weißlichen Sandsteinen, schwarzen Schiefertönen und Kohlenflözen; aber nur aus 3—4 bauwürdigen, zwischen 8 Zoll und 6 Fuß Stärke schwankenden. Unter ihnen liegt kein Kalkstein, sondern eine rotbraune glimmerige Grauwacke, welche dem Devonischen System angehört, und für Rotliegendes gehalten wurde;

oben pflegt ein schwacher, oft konglomeratartiger Kalkstein die Formation abzuschließen und vom Rotliegenden, das ihm folgt, zu trennen [*4].

[*4]: Der nebenstehende Holzschnitt gibt eine Ansicht dieses Kohlengebirges ans den, Wettiner Revier bei Halle, a. Bunter Sandstein; b. Kupferschiefergebirge; c. Porphyrrümmer und Rotliegendes; 6. der (jüngere) Porphyry über den Kohlen mit dem Schweizerling*; e. mutmaßlicher (älterer) Porphyry unter den Kohlen; g. Steinkohlengebirge mit 3 verworfenen und am Ende verdrückten Flözen, 200- mächtig; k. Liegendes der Steinkohle (Devonische Schichten?).

Hier fehlt also der mächtige Bergkalk, den seine zahlreichen Conchylien [Muscheln] als eine Meeresbildung ausweisen, gänzlich; dagegen zeugen die feinen Sandsteine zwischen den Kohlen sowohl dadurch, als auch durch ihre organischen Beischlüsse, mehr für einen Absatz aus süßen Gewässern. — Bei so großer Mannigfaltigkeit wird eine weitere allgemeinere Schilderung der Gruppe schwierig, wo nicht gar unmöglich; ein Umstand, der sich leichterklärt, wenn man bedenkt, daß keine andere so sehr auf lokale Verhältnisse sich gründen mußte; in so fern die Entstehung der Kohlen an eine reiche Vegetation gebunden war ' und diese wieder von günstigen Bedingungen des damaligen Festlandes, namentlich vom Wassergehalt des Bodens und der Luft, abhing. Wir können daher nur noch einige ganz allgemeine Angaben über die gewöhnliche Reihenfolge der Kohlenglieder hinzufügen.

Das unterste Glied der Steinkohlenformation ist also häufig ein ziemlich hellfarbiges Kalksteinlager von durchschnittlich 900 Fuß Mächtigkeit, welches zuerst genauer im nördlichen England studiert wurde, und wegen seiner hügeligen Oberfläche daselbst den Namen Berg kalk (mountain limestone) erhalten, hat. Es ist reich an Meeresversteinerungen, besonders Korallen und Muscheln (Brachiopoden), die stellenweis den Kalk ganz und gar bilden; Eigenschaften, welche sehr an die Verhältnisse des Übergangkalksteins erinnern, und eben deshalb an Orten, wo die zwischen- gelagerten roten Devonischen Sandsteine fehlen, die Unterscheidung beider schwierig machen. Der Mangel Luft atmender Rückgrattiere und die gleichzeitige Anwesenheit der in allen späteren Perioden eben so gut, wie in der gegenwärtigen Schöpfung, nicht mehr vorhandenen Trilobiten; Krebse, welche sich nach Art einiger Süßwasserbewohner der Gegenwart nur schwimmend bewegen konnten, macht den hauptsächlichsten zoologischen Charakter des Übergangs- und Bergkalkes aus.

Die eigentlichen Steinkohlenschichten finden sich über dem Bergkalke, mit Straten [Schichten] abwechselnd, die vom Bergkalke wesentlich verschieden sind. Sie bilden im Ganzen nicht sehr mächtige, in der Regel einige (gewöhnlich 4—6, sehr selten 10—20) Fuß dicke Lagen, die mehrmals (50-, 60-, selbst bis 120mal [*5] in verschiedener Stärke über einander auftreten und dann durch Tonschichten, seltener durch Sandsteinschichten getrennt werden.

[*5]: Das Saarbrücker Kohlenrevier, das mächtigste und größte auf dem europäischen Festlande, zeigt so viele Schichten, wobei die unter einem Fuß starken noch nicht einmal mitgezählt sind. Seine Grenze nach unten zu ist gar nicht bekannt, weshalb es fraglich bleibt, ob es auf Bergkalk ruht; nach oben schließen schon rote Sandsteine die Kohlen- schichten ein.

Die Tonschichten führen den Namen Kohlschiefer oder Schieferton, sind grau von Farbe, und zeichnen sich durch den außerordentlichen Reichtum von Pflanzenabdrücken aus, den man in ihnen findet; daran sind sie immer leicht zu erkennen. Die Kohlsandsteine sind ebenfalls grau, meist feinkörnig, und enthalten, wie die früheren Sandsteine, hie und da Bruchstücke älterer Gesteine. Durch einen Reichtum von Pflanzenabdrücken, die auch in ihnen, wenn gleich weniger allgemein, Vorkommen, sind sie ebenso kenntlich, wie der Kohlschiefer. Alle drei Schichten

wechseln in unbestimmter Ausdehnung mit einander und bilden mächtige Flöze, die besonders in muldenförmige Vertiefungen zwischen parallelen Bergzügen oder in die Winkel sich treffender eingelagert sind, und an vielen Stellen die auffallendsten Zerknickungen ihrer Schichten untereinander darstellen; Verhältnisse, die auf große Veränderungen ihrer ursprünglichen Lagerung Hinweisen. Sie entstanden ohne Zweifel aus verweltlichen Pflanzen, welche an flachen Küsten neben Strommündungen wuchsen und zum Teil, wie gegenwärtig an den Mündungen vieler kleinen Flüsse der Tropenzone, auf dem Brackwasser schwimmen mochten. Diese vegetabilischen Schichten sanken unter, sei es durch das eigene Gewicht, sei es durch die Gewalt andrängender Fluten begraben, und wurden vom angeschwemmten Sande oder Ton bedeckt, den das über sie wegfließende Meer herbeiführte. Inzwischen bildete sich vom Ufer aus eine ähnliche Pflanzendecke, die denselben Bedingungen, wie die vorige, erlag; das Wasser begrub auch sie unter seinen mechanischen Beimengungen, und der alte Hergang nahm aufs Neue seinen Anfang [*6].

[*6]: Darwin's Ansicht von Hebungs- und Senkungsfeldern in der Südsee, zur Erklärung der Koralleninseln, hat man auf die Steinkohlenflöze übertragen und angenommen, daß die Kohlschichten nicht bloß durch Untersinken der Vegetation, sondern durch Sinken, des ganzen Bodens mit der Pflanzendecke, welche auf ihm wuchs, entstanden seien. Der häufige, selbst hundertmalige Wechsel dieser Senkung und die oft regelmäßige Folge der Kohlschichten in bestimmten Abständen über einander scheint mir jedoch weniger für eine so gewaltsame Ursache zu sprechen, und das Untersinken schwimmender Waldgebiete die Phänomene ungezwungener zu erklären. —

Sicher trugen die vom Festlande herkommenden Ströme, welche entwurzelte Vegetabilien mit sich führten, zur Bildung der Kohlenlager bei, wenigstens scheint diese Annahme in den Fällen die natürlichste zu sein, wo wir Süßwasser-Muschelschalen, angeblich Unionen, in den zwischengelagerten Sandsteinen antreffen; beide Ursachen bewirkten vereint den so oft wiederkehrenden Wechsel von Kohle und Erdreich, der sich an den Flözen wahrnehmen läßt. Im Ganzen muß aber die Bildung der Kohlen führenden Schichten ruhig von Statten gegangen und ohne große Versetzungen der Vegetabilien erfolgt sein; denn allem Anschein nach wuchsen die Pflanzen eben da, wo sie noch jetzt als Kohle liegen; dies bezeugen namentlich die senkrecht stehenden Stämme, welche man in mehreren Flözen gefunden hat. Eben deshalb finden wir die zwischengelagerten Schiefer, und besonders die Sandsteinschichten, mächtiger, als die Kohlschichten; letztere erreichen dagegen in ihrem verschiedenen Niveau eine sehr ungleiche Dicke und erscheinen bald in den unteren, bald in den oberen Teilen des ganzen Flözes schwächer; auch pflegen, in Flözen, wo die Schichten vielmals wechseln, dieselben dünner zu sein als da, wo nur wenige, aber dafür desto stärkere Schichten auftreten. Alles dies zeigt auf einen durch mehrmaliges An- schwemmen bedingten Ursprung hin, und weist nach, daß im ersteren Falle viele kleinere Abschnitte der Katastrophe, welche die Pflanzenwelt vernichtete, hinter einander erfolgten, im zweiten Falle wenige großartige Erschütterungen die Phänomene bewirkten. Wiewohl die Pflanzenstruktur in den Steinkohlen selbst fast ganz verloren gegangen ist, oder nur stellenweis sich erhalten hat, so beweisen doch diese einzelnen Punkte ganz entschieden die Abkunft derselben aus dem Pflanzenreiche [7].

[*7]: Über den chemischen Teil der Steinkohlen - und Braunkohlenbildung hat sich Liebig in seiner Schrift: Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur etc. S. 293 (1841. 8.), genügend ausgesprochen, daher wir auf ihn verweisen.

Nicht minder zeugen dafür die zahlreichen Abdrücke von Blättern und Stämmen, welche in den Ton- und Sandschichten zwischen ihnen Vorkommen, und zum Teil in den Sandsteinen über den Kohlen noch angetroffen werden. Der Charakter dieser Vegetabilien ist entschieden tropisch,

und soll weiterhin im Zusammenhänge mit den gesamten Vegetationseigentümlichkeiten näher erörtert werden; hier scheint nur noch nötig zu bemerken, daß die ungeheure Menge der auf beiden Nordseiten der Erdkugel bisher aufgefundenen Kohlenlager einen ganz überraschenden Reichtum an Pflanzen in jener Zeit und eine Walddecke verrät, welche an Dichtigkeit nur den Urwäldern der Tropenzone in der Gegenwart verglichen werden kann. Auch rühren die wohl erhaltenen Abdrücke von Blättern und Stämmen im Kohlenschiefer größtenteils von Gewächsen her, deren jetzige nächste Verwandte in den wärmeren Klimaten einheimisch sind. Palmen, baumartige Farnkräuter, riesenmäßige Gestalten, die den heutigen Schachtelhalmen (*Equisetum*) gleichen, und einige Nadelhölzer scheinen die Hauptgebilde dieser reichen Flora gewesen zu sein; höher entwickelte Pflanzenformen fehlen also eben so vollständig, wie höhere tierische Organismen in dieser ältesten jugendlichen Zeit des Erdballes.

3. Permische System.

Mit dem Aufhören der Kohlenflöze und ihrer unmittelbaren Begleiter wollte man neuerdings die Kohlengruppe abschließen, und die nachfolgenden durch einen zwar abweichenden, wenn auch sehr ähnlichen organischen Inhalt als ein besonderer Abschnitt dieser ganzen Epoche anzusehenden Sedimente zwar davon trennen, aber vielleicht weniger glücklich mit den unmittelbar folgenden jüngeren Gliedern zu einer Formation verbinden. Es sind das der jüngere rote Sandstein oder das Rotliegende, der Kupferschiefer und der Zechstein, drei Gebilde, welche von den Englischen Geognosten, nach der starken Verbreitung analoger Gesteine am westlichen Fuße des Ural bis gegen die Wolga hin, unter dem Ramm des Permischen Systems zusammengefaßt werden.

Wir lassen es dahingestellt sein, ob diese Analogie als eine sicher begründete anzusehen ist, und behandeln hier die Glieder der Zechsteingruppe, wie sie in Deutschland auftreten, mit dem Rotliegenden nur deshalb unter einer Rubrik, weil dieses dem Steinkohlengebirge und jene der Trias gleichmäßig fern stehen. Das Roth- oder „Todtliegende“, eine Benennung, womit der jüngere rote Sandstein über den Kohlen und unter dem Kupferschiefer, des letztem wegen, als dessen liegende erzeleere Schicht, von mansfeldischen Bergleuten zuerst bezeichnet wurde, findet sich in Deutschland an manchen Stellen, z. B. am südlichen Harzrande, in der nicht geringen Mächtigkeit von 2600 Fuß entwickelt, und besteht aus einem grobkörnigen Sandstein, dessen Bindemittel ein rötlicher Ton ist. Von ihm bekommt der Sandstein seine Farbe und seine Härte. In den untersten Teufen wechseln grobe, abgerundete Hornquarzknoten, die von einigen Forschern für chemische Ausscheidungen, von anderen als Gerölltrümmer angesehen werden, mit reineren Kalkmassen; dann folgen eckig-körnige, später rundlich-körnige Sandsteine, und ziemlich im obersten Niveau liegt ein 3—6, selbst 30 Fuß mächtiges Porphyreonglomerat, zum deutlichen Beweise, daß die Porphyre, welche an manchen Orten, z. B. bei Wettin, am Harze und Thüringer Walde, die Kohlenflöze begleiten, und sowohl unter (älterer Porphyr) als auch über (jüngerer Porphyr) ihnen Vorkommen, Noch in die Bildungsperiode des Rotliegenden hineinreichten und fortfahren sich zu erheben, als dieses schon größtenteils abgelagert worden war [*8: Man vergleiche hierzu den Holzschnitt auf Seite 229.]. Weiterhin scheint die Porphyrerhebung seltener stattgefunden zu haben, denn die meisten Gruppenporphyre in Norddeutschland sind älter als die Schichten über dem jungen roten Sandstein, daher letztere von ihnen nicht, mehr gehoben werden. Überhaupt scheint das Rotliegende zu den Porphyren in einer sehr innigen Beziehung zu stehen, und vielleicht aus ihnen selbst durch schnelle

Verwitterung unmittelbar während und nach ihrer Emporhebung gebildet zu sein. An Orten übrigens, wo Porphyre in der Nähe fehlen, enthält das Rotliegende Bruchstücke anderer benachbarter Gesteine, namentlich große Blöcke, die vom Kohlenkalkstein herzurühren scheinen, oder Quarzfels-Geschiebe. Doch auch in seinem Innern zeigt es manche Verschiedenheiten, indem stellenweis der rote Ton, sein Bindemittel, reiner in Schieferform hervortritt, und mit kristallinisch eckigen Sandstein- schiefer wechselt. Ganz oben wird der rote Sandstein Heller, weißlich, und heißt dann Weißliegendes. Versteinert finden sich in ihm besonders große Stücke von Baumstämmen, die Palmen, Farnkräutern, kurz ähnlichen Gewächsen angehörten, als diejenigen sind, welche in den Kohlenschichten begraben liegen. Eine spezifische Übereinstimmung zwischen beiden Vegetationsperioden scheint aber nicht mehr statt zu finden, und dieser Umstand ist ein Hauptgrund geworden, warum man das Rotliegende als selbständiges Glied von der Steinkohlenperiode trennen konnte, obgleich der Gesamtcharakter der Organismen des Rotliegenden denen der Steinkohlenperiode vielleicht noch näher steht, als denen der Zechstein- gruppe. Unmittelbar über dem Rotliegenden und mit ihm stets gleichförmig gelagert, tritt Kalkstein auf, welcher in seinen verschiedenen Skaten ein sehr abweichendes Ansehen erhält, und darum mit vielen verschiedenen Namen bezeichnet wird. Das unterste, selten über 1—1 1/2 Fuß mächtige Stratum desselben pflegt ein Gemisch von Ton und Kalk, also ein Mergel zu sein, der schieferige Textur besitzt, und wegen seines Reichtums an Kupfererzen Kupferschiefer heißt. Noch merkwürdiger fast, wenigstens in solcher Nähe, sind aber die zahlreichen Abdrücke von Fischen, welche einer eigentümlichen, bis auf wenige Stellvertreter untergegangenen Familie (Ganoides) mit rhombisch viereckigen,- sehr harten Schuppen angehören, und weiterhin nur noch im Muschelkalk sich finden; doch hier viel seltener sind als im Kupferschiefer. Es ist dieselbe Schicht, welche auch Spuren von Luft atmenden Rückgrattieren enthält; eine Eidechsenform, der man des hohen Alters wegen den Namen Proterosaurus gab, hat darin ihre seltenen Gebeine hinterlassen. — Über dem Kupferschiefer, der an allen Stellen, wo die Erze fehlen, den Namen bituminöser Mergelschiefer führt, fängt der Kalkstein an herrschender zu werden, und von da an heißt das ganze, an 250 Fuß mächtige Lager Zechstein, ohne darum durch größere Gleichförmigkeit sich auszuzeichnen. Gewöhnlich von hellgrauer, selten so schwarzer Farbe, wie der Kupfer- und Mergelschiefer, wird der Kalkstein durch den Mangel der Schieferung, seine dichte Beschaffenheit und seinen geringem Gehalt an Bitumen von jenen leicht unterschieden, wechselt aber doch in seinen untersten Teilen mehrmals mit dünnen Skaten derselben ab. Ein Glied dieser Reihe ist der durch seinen widerlichen, beim Reiben entstehenden Geruch ausgezeichnete Stinkstein. — Neben den genannten und nie fehlenden Hauptbestandteilen der Formation erscheinen zwei weniger allgemeine, aber wo sie Vorkommen wichtige Begleiter, nämlich Dolomit und Gips. Der Dolomit, das schon viel besprochene, durch seine eigentümlichen, kühn emporstrebenden Formen höchst merkwürdige Mineral, welches zuerst im jüngeren Übergangskalk und sogar mächtig auftritt, begleitet den Zechstein am gewöhnlichsten. Er kommt in allen Straten [Schichten] vom Kupferschiefer bis zum Stinkstein hm vor, und hat durch sein körniges Gefüge, sein poröses, wie zerfressen erscheinendes Ansehen, im Mansfeldschen zu der Benennung Rauhwacke Veranlassung gegeben. Daran läßt er sich leicht in dieser Formation erkennen. Nicht so allgemein, aber nie ohne den meist über ihnen befindlichen Dolomit, treten Gipsmassen und in einer Mächtigkeit auf, wie sie sonst nirgends wieder bei uns angetroffen werden. Auch sie nehmen schroffe, mauerförmig aufsteigende Formen an und enthalten in ihrem Innern, hier zu Anhydrit (wasserfreier schwefelsaurer Talkerde) umgewandelt, große Höhlungen, sogenannte Schlotten, welche wahrscheinlich mit dem metamorphischen, durch die Einwirkung von Schwefel-Gewässern auf die Kalksubstanz des Zechstein bewirkten Ursprünge des Gipses in Zusammenhang stehen. Vielleicht sind sie durch

Auswaschung von Steinsalz entstanden, eine Annahme,, die wenigstens früher die allgemeinere war und insofern auch gerechtfertigt ist, als die reichen Solquellen mancher Gegenden, namentlich in Thüringen und Sachsen, aus der Gipsregion des Zechsteins ihren Ursprung zu nehmen scheinen, wenn nicht gar, wie z. B. bei Ariern, das Steinsalz durch Bohrversuche in derselben nachgewiesen werden konnte. Der Zechstein ist übrigens mit dem Kupferschiefer eine nicht sehr weit verbreitete Gebirgsart; er erreicht in Norddeutschland zu beiden Seiten des Harzes und am Thüringer Walde seine größte Mächtigkeit, ohne jedoch 300 Fuß irgendwo zu überschreiten; fehlt aber im südlichen Deutschland und im eigentlichen Frankreich völlig. Er zieht sich ferner in der Richtung von Süden nach Norden durch den größten Teil von England als Dolomit hindurch, hier deshalb Magnesian limestone genannt, tritt am Süden der Vogesen auf, begleitet den östlichen Teil der Eder in ihrem Laufe, und findet sich am nördlichen Rande des Riesengebirges. Hier scheint in dieser Gestalt seine östliche Grenze zu sein. Überall bildet er schmale bandförmige Säume von geringer Mächtigkeit, welche die Kohlschichten von den sekundären Straten trennen, und sehr richtig als die Küstenländer der ältesten Landstriche betrachtet worden sind, deren gehobene Rücken inselartig aus dem Weltmeere hervorragten.

Mit dem Zechstein schloß Werner seine älteren Flözgebilde, und so wollen wir ebenfalls mit ihm einen Abschnitt schließen, ohne darum die Periode, welche zwischen der Bildung des Zechsteins und des bunten Sandsteins liegt, als eine besonders große oder eigentümliche zu bezeichnen; denn einige neuere Forscher meinen sogar, daß man richtiger noch die untersten Schichten des bunten Sandsteins (den petrefaktenleeren roten Vogesensandstein) zur Gruppe ihres Permischen Systems rechnen und erst mit dem oberen bunten Sandsteine die nächstfolgende Abteilung beginnen müsse. Allerdings läßt sich in den Organismen, wie in den Schichten, auswärts vom Zechstein an, ein beträchtlicher Unterschied im Vergleich mit den älteren nicht wohl verkennen, allein andererseits gibt es auch Ähnlichkeiten, die nicht unbedeutend sind. Es gehört zu den merkwürdigsten Eigenheiten der Tierwelt, daß gleich über den Kohlen, oder vielleicht schon in der letzten Zeit ihrer Periode, die ältesten Landbewohner unter den Amphibien (Archegosaurus) sich einstellen und Formen angehören, die erst viel später, im System der Trias, eine allgemeinere Verbreitung erreichen ; während die Schichten des Zechsteins zwar Luftatmer (Proterosaurus) behalten, aber sie auf ganz andere Typen übertragen. Auch ist, was die Schichten selbst betrifft, das Überwiegen der Kalkerde gegen die bisher mächtigere oder ebenso mächtige Tonerde gewiß ein beachtenswerter Charakter. Ob derselbe ganz auf Rechnung des mehr und mehr sich entfaltenden tierischen Lehens zu schieben sei, wie viele Geognosten annehmen, wollen wir nicht entscheiden, indes doch daran erinnern, daß die Kalkerde, welche die Tiere in sich darstellen, von außen in sie ausgenommen wird, mithin von Tieren die Kalkerde nicht produziert, sondern nur in eine feste Form gebracht werden konnte. Sie wäre demnach doch immer als aufgelöst im Meere anzunehmen, und den zahlreicheren Tieren vorzüglich die größere Menge des von nun an abgeschiedenen Kalkes zuzuschreiben. —

[p.237]

13. Fortsetzung der vorigen Betrachtungen. — Sekundäre Flözgebilde.

Die Schichten, welche das mittlere und jüngere Flözgebirge Werner's zusammensetzen, werden gewöhnlich unter drei Hauptgruppen gebracht, von denen die erste wieder aus drei untergeordneten Lagern, dem bunten Sandstein, Muschelkalk und Keuper besteht, die zweite mit dem Namen der Jura- oder Oolithformation belegt wird, und die dritte als Gruppe der Kreide vorzugsweise durch dieses bekannte Kalkgestein repräsentiert ist. In allen dreien wechseln Sand- oder Kalkgesteine in mannigfacher Weise, stellenweis von beträchtlichen Mergel- lagern begleitet, aber nur selten finden sich mächtige Tonschichten, dagegen vorzugsweise Kalkablagerungen von oft ungeheurer Ausdehnung, in denen die Reste untergegangener Tiere eine sehr große Rolle spielen. Charakteristische Merkmale für die eine oder die andere Schicht sind nur in ihnen aufzufinden; weshalb an Orten, wo Versteinerungen fehlen, lediglich die Beziehungen zu den über- oder den unterliegenden Straten Gewißheit über das Alter des fraglichen Stratoms erteilen können. —

4. Trias - Gruppe.

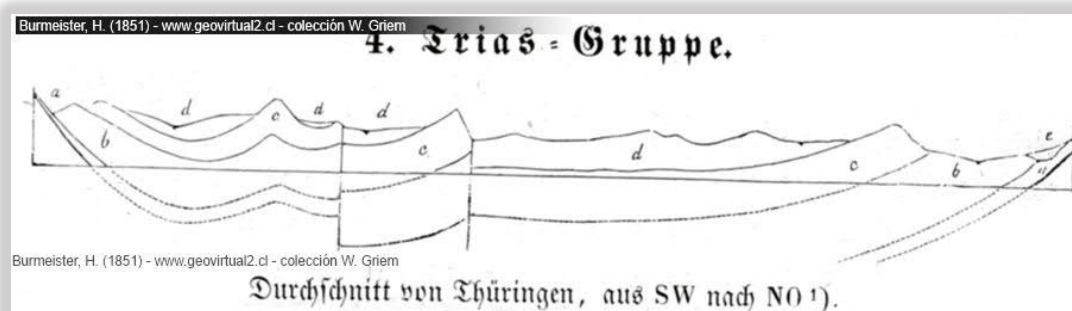


Abbildung 24, p. 238: Profil durch Thüringen

1) Der Durchschnitt beginnt am Thüringer Walde bei Friedrichsrode und endet am Kyffhäuser in der Nähe von Frankenhäusen; der Höhenmaßstab, bis auf das Niveau der Ostsee hinabgeführt, ist 1:100 000 größer, als der Längenmaßstab, die ganze Ausdehnung des Durchschnittes beträgt 8 Meilen, Er reicht daher nur zur Veranschaulichung der allgemeinsten Verhältnisse hin und zeigt die Zechsteinformation (a) als unterstes Glied, woran sich bunter Sandstein (b), Muschelkalk (c) und Keuper (d) in gleichförmiger Lagerung anschließen. Am Rande erscheint noch der Durchschnitt des kleinen Braunkohlenfeldes so), welches den Fuß des Kyffhäusers nach

Südosten umgibt. Besonderes Interesse erregen die beiden Verwerfungslinien, von denen die südliche nördlich von Gotha, zwischen dem Tale der Leine und Nesse streicht, der Hauptrichtung des Thüringer Waldes folgend, die nördliche den Fuß des Fahner Berges, der sich nach Erfurt in gleicher Richtung hinzieht, bezeichnet. Diese Verwerfungen und die ihnen gleichförmig oder parallel angereihten Erhebungen, von denen eine, den Krähnberg westlich von Gotha darstellend, im Holzschnitt angedeutet ist, haben die Unebenheiten der anfangs gleichförmigen thüringischen Mulde veranlaßt und sie in eine von breiten Flußtälern durchzogene hügelige, mittelst Hochflächen begrenzte Ebene verwandelt. Man vergl. hierüber die schon (S. 193) erwähnte lehrreiche Schrift von H. Credner.

Die Formation des bunten Sandsteins mit dem Muschelkalk und Keuper ist durch das häufige, schon erwähnte Auftreten von Steinsalzlagerstätten gewissermaßen als eine mehr abgeschlossene Gruppe zu betrachten; sie wird darnach von einigen Geologen mit dem Namen der Salzgruppe belegt, von anderen als Trias bezeichnet. Die am weitesten verbreitete und gleichförmigste Abteilung derselben ist die unterste, der 600—1000 Fuß [188-313 m] mächtige bunte Sandstein, ein inniges Gemisch feiner allermeist kristallinischer Quarzkörner, die sich mitunter auf Klufträumen zu Drusen größerer Kristalle ausbilden, und überall, wo die rote Farbe auftritt, durch eisenhaltigen Ton als spärliches Bindemittel zusammengefügt werden. Die gewöhnliche Abstufung des Kolorits ist ziemlich hellrot oder sehr dicht Heller und dunkler gestreift; nicht selten wird die ganze Masse dunkler braunrot, viel seltener gelblich und am häufigsten rein weiß. Dann fehlt das tonige Bindemittel gänzlich, denn die Quarzkörnchen sind stets rein, wasserklar und ungefärbt. — Während diese bunteren Schichten in den oberen Teufen vorherrschen, nimmt die unterste in größerer Gleichförmigkeit und Mächtigkeit verbreitete Abteilung im Ganzen eine sehr dunkle Farbe an und zeigt neben Schichten eisenroten schieferigen Tones und grober Quarzgeschiebe, welche den sedimentären Ursprung des Gesteins unzweifelhaft verkünden, dichtere kristallinische Quarzmassen, deren gesichtetes Ansehen leicht zur Annahme feuriger Einwirkungen verleiten könnte. Sehr merkwürdig sind darin schwarze Kugeln von Erbsengröße und weichem Gefüge, welche beim Herausnehmen leicht zerfallen, Manganoxyd enthalten, und bei größerem Umfange aus mehreren konzentrischen Schichten bestehen. Sie bilden die meist in dünnen Lagen verbreiteten Tigersandsteine. Der Mangel aller und jeder Versteinerung in dieser unteren Abteilung ist wohl zu beachten, noch mehr aber die abweichende Lagerung, in welcher sie örtlich, z. B. in den Vogesen, auftritt; und daher als Vogesensandstein unterschieden wird. Ihn rechnen Murchison und de Verneuil zum Permischen System. — In der oberen, mannigfaltiger gefügten, aber minder mächtigen Abteilung steigert sich der Tongehalt, Mergel stellen sich ein und Glimmer erscheint, dessen Überhandnehmen bisweilen eine schieferige Struktur des Sandsteins nach sich zieht. Nock allgemeiner sondern sich reine rote oder grünliche Tonschichten aus, die teils in deutlich geschichteten Bänken als sogenannte Schieferletten auftreten, teils in plattgedrückten Kugeln oder in nierenförmigen, unregelmäßigen Knollen als Tongallensich durch die Sandsteine verbreiten, und gern mit Gipsdrusen sich vergesellschaften. Endlich greifen, als oberstes Glied, braun-rote, grünliche oder graue Mergel Platz und erreichen eine Mächtigkeit von 100—200 Fuß. Ihr gewöhnlicher Begleiter ist wieder Gips, der bald in dünnen faserigen Schnüren, bald in feinkörnigen oder dichten Lagen mit jenen Mergeln vielfältig abwechselnd auftritt und die Farben seiner Begleiter durch fleischrot, gelb und grauweis nachahmt. Fehlt er, so pflegen dolomitische, mergelreiche Sandsteine seine Stelle zu vertreten, oder deutliche fleischrote Rogensteine, deren allgemeine Verbreitung am südlichen Umfange des Harzes zu den charakteristischen Verhältnissen der dortigen Formationsglieder gehört, während in der Nähe des Thüringer Waldes sie vielleicht ganz fehlen. Eben so örtlich ist die vorherrschend weiße Farbe des Gesteins an der Saale von Weißenfels, das ihm seinen Namen verdankt, bis Bern bürg,

wo in hiesiger Gegend die nördliche Grenze seines Verbreitungsbezirks liegt. Besonders in den Sandsteinen der oberen Abteilung finden sich Versteinerungen oder andere Zeugen von Organismen, namentlich die merkwürdigen Fußspuren bei Hildburghausen, Eidechsenknochen und Pflanzenreste; aber häufig sind sie darin nirgends. —

Die Steinsalzlager der Triasgruppe kommen in verschiedenen Teufen vor, doch in der Regel über dem bunten Sandstein, in der unteren Region des Muschelkalks, wo sie sich bisweilen in mehrfachen Schichten wiederholen. Ein grauer, selbst schwärzlicher Ton, der außer vielem Salz auch Kohle und Bitumen enthält, pflegt sie zu begleiten und darnach den Namen Salzton zu führen. Außerdem sind Gips und Anhydrit die gewöhnlichsten Genossen des Steinsalzes, mächtige Lager unter und über den Salzschichten bildend, die mit Tonschichten, Kalkschichten, bituminösen Schiefern und Dolomiten abwechseln, und in der geringen Mächtigkeit von höchstens 200 Fuß [63m] eine große Mannigfaltigkeit der Bestandteile offenbaren. Dieselben Salzlager treten übrigens unter ganz ähnlichen Verhältnissen nicht bloß im Muschelkalk und Keuper auf, sondern auch in jüngeren wie älteren Formationen, namentlich in der Zechsteingruppe und im Tertiärgebirge, dem z. B. die berühmten Salzgruben von Wiliczka angehören, und scheinen nach allgemeiner Annahme aus salzhaltigen Wasserbecken herzurühren, deren Inhalt allmählich verdunstete.

Der Muschelkalk steht dem bunten Sandstein in der Regel an Mächtigkeit (600 — 800 Fuß [188-251m]) und Ausdehnung etwas nach, oder fehlt außerhalb Deutschland, wie namentlich in England, gänzlich. Durch Einfachheit in Farbe und Beschaffenheit, gewöhnlich hellgrau, mit feinsplittrigem Bruch und ziemlich deutlicher Schichtung, zeichnet sich diese im Ganzen sehr gleichförmige Masse aus. Sie beginnt mit dünn geschichteten, wellenförmig unebenen Kalken, die hiernach den Namen Wellenkalk erhalten haben, und auf ähnlich geformten Dolomiten ruhen. Beide Glieder nehmen wenigstens in Thüringen ziemlich die Hälfte der ganzen Schichtenfolge weg. Auf den Wellenkalk pflegen sich von Gips oder Anhydrit begleitete Salzflöze zu lagern, während reinere rauchgraue Kalke, nach ihrer Hauptbruchstätte in Württemberg als Kalksteine von Friedrichshall bekannt, den Schluß machen. Der Reichtum an Versteinerungen, dem die Formation ihren Namen verdankt, steht mit der auffallenden Armut an anderen untergeordneten Beimengungen im grellen Kontrast; denn außer dünnen Lagen feinfaserigen Gipses, welche jedoch nur den unteren Schichten, dem Wellenkalk, angehören, und Skaten grauer kieselerdiger Knollen, die sich schichtweise in ihr verbreiten, fehlt es an fremden Mineralien fast ganz. Nur die beschriebenen Steinsalzlager bringen da, wo sie auftreten, eine etwas größere Mannigfaltigkeit im Gestein hervor. Die Versteinerungen des Muschelkalks gehören Seetieren, namentlich Muscheln und Schnecken an; unter letzteren sind gewisse Ammoniten (die Ceratiten) besonders charakteristisch. Dagegen fehlen Polypen und Radialen, einige Crinoideen abgerechnet, fast ganz. Eben nicht häufiger sind Fischreste; die meisten stammen von haifischartigen Formen her, deren Zähne neben den ersten höheren Crustaceen (Dekapoden) stellenweis in ziemlicher Menge sich finden. Relativ zahlreicher werden unter den Rückgrattieren die Amphibien und erscheinen in abenteuerlichen, von den Gestalten der Jetztwelt völlig verschiedenen Formen. Auch die schon erwähnten Fußspuren, welche man jüngst auf Schichten des bunten Sandsteins entdeckt hat, und für Abdrücke von handartigen Säugetiertatzen hielt, scheinen nur den Amphibien zugeschrieben werden zu können. —

Der Keuper, die dritte Schicht dieser in Deutschland weitverbreiteten Formation, ist im Ganzen mächtiger (gegen 900 — 1000 Fuß [282 – 313m]) als der Muschelkalk, und fehlt wohl nirgends so vollständig, wie jener in England. Er besteht aus Schichten von Mergeln und Sandsteinen, welche einzeln nie eine sehr große Stärke erreichen, vielmehr dünn geschichtet in bunter

Abwechselung so oft über einander sich legen, daß keine andere Schichtengruppe ein so vielfarbiges Ansehen erhält, wie diese. Im Allgemeinen lassen sich nach jener wiederkehrenden Reihenfolge, besonders nach den vorherrschenden Sandsteinen, drei Abteilungen im Keuper unterscheiden. Die unterste Gruppe beginnt mit lichtgrauen Schieferletten, die bald sandig werden und demnächst in einen stark tonigen Sandstein übergehen, worin Tongallen und selbst Schichten feiner Glimmerblättchen sich ausscheiden. Die graue Farbe rührt von beigemengter Kohle her, welche nicht bloß als Farbstoff, sondern selbständig als Lager, begleitet von zahlreichen Pflanzen-Versteinerungen, hier auftritt. Sie ruht auf Schieferletten, und heißt darnach Lettenkohle. Über ihr liegen Sandsteine mit grünlich-grauen oder braun-grauen Mergelschichten, denen sich nach oben hellere bunte Mergel beigesellen. Mit ihnen schließt die im Ganzen nur 150 Fuß [47m] mächtige Abteilung der Lettenkohle, und der gipsreiche, wahrscheinlich auch Steinsalz führende mittlere Keuper von durchschnittlich 550 Fuß [173m] Mächtigkeit beginnt. Ein harter dolomitischer Mergel deutet diesen Übergang an, er bildet in Thüringen wie in Lothringen die Grenze, und ist hier leicht an helleren gelblichen Flammenstreifen in bräunlich - grauer Grundfarbe zu erkennen. In graue Kalksteinbänke übergehend, treten bald darauf Gips- und Mergelschichten an deren Stelle; beide wechseln in dünnen Lagen, jener senkrecht gefasert, diese bröckelig zerklüftet, in so zahlreicher oft wiederholter Folge, daß eine weitere Schilderung nicht mehr möglich ist. Nur die netzförmige Verbreitung des Gipses zwischen die Kluft Räume der Mergel bedarf als ein Phänomen, welches für spätere, zum Teil wohl auf meta- morphischen Prozessen beruhende Einsickerung spricht, noch der Erwähnung. In manchen Gegenden, z. B. in Württemberg, scheidet sich nach oben eine mehr als 60 Fuß [19m] starke sandige Schicht aus, welche von ihrem Reichtum an Schachtelhalmgewächsen (Calamiten) den Namen Schilfsandstein erhalten hat, und noch einige Kohlenreste umschließt; sie ist zugleich die Fundstätte merkwürdiger Eidechsengebeine und kann als obere Grenze der mittleren Keuperschichten betrachtet werden. — Gewisse sehr sonderbare kieselige Sandsteine, die sogenannten kristallisierten Sandsteine, welche beinahe ein gefrittetes Ansehen haben, bilden die Begleiter des oberen oder bunten Keupers, der hauptsächlich aus zahlreichen, weichen aber bröckeligen, hellfarbigen, roten, gelben, grünlichen, bläulichen Mergeln besteht, die sich in dünnen Schichten verschiedener Färbung bis 100 mal wiederholen und mit anderen festeren ungeklüfteten Bänken, den Steinmergeln, wechseln. Hernach wird der Sandstein etwas grobkörnig, ja stellenweis ein wahres Konglomerat mit Feuerstein- und Achatknollen, bleibt aber weiß, weil das Bindemittel selbst, verwitterte Feldspat Substanz, farblos ist. Nichts desto weniger kehren noch grellfarbige, besonders rote Tone oder bläulich violette Schichten wieder; sie trennen den weißen Sandstein von dem obersten gelben, welcher feinkörniger ist, nur sparsame braune Lettenschichten enthält und daneben einzelne verkohlte Pflanzenversteinerungen führt. Noch weiter hinauf werden Conchylien [Muscheln] und Wirbeltierknochen angetroffen; Fisch- zähne nebst Sauriergebeinen, die in der ganzen Triasgruppe eine so wichtige Rolle spielen, und immer in Analogien die älteren Formen des bunten Sandsteins und Muschelkalks wiederholen. —

Was die Ausbreitung dieser großen, durch gleichförmige regelmäßige Lagerung ausgezeichneten Formation betrifft, so erstreckt sich dieselbe hauptsächlich über das mittlere Deutschland, und bildet in unserem Vaterlande einen sehr bedeutenden Teil seiner gesumnten Oberfläche. Namentlich ist es der bunte Sandstein, welcher in den Gegenden zwischen dem Harze und Thüringer Walde, in Hessen und Baden sich ausdehnt, ostwärts noch in Polen und Rußland, westwärts über Frankreich und einen großen Teil von England sich verbreitet. In Deutschland und dessen nächsten Umgebungen schließt sich der Muschelkalk ihm innig an, in England fehlt er. Der Keuper ist besonders in den westlichen Gegenden des Verbreitungsbezirkes mächtig; er

bildet in Thüringen die von Flußtälern durchfurchten zentralen Teile der weiten Hochfläche, erstreckt sich in gleicher Art durch Franken nach Schwaben und durch den östlichen Teil Frankreichs, hier an den von einander abgewendeten Seiten der Vogesen und des Schwarzwaldes sich lagernd. Englands Boden ist in seinen mittleren Grafschaften zwischen Liverpool und Gloucester, und von da bis zur Mündung des Tees hinauf aus buntem Sandstein und Keuper Schichten gebildet.

5. Jura - Gruppe.



Abb. 25, p. 243: Jura Profil durch die Porta-Westphalica

Die Formation des Jurakalkes wird von den Engländern als Oolithgruppe bezeichnet, weil in ihrer Heimat mächtige Kalklager aus diesem, seiner kugelig-schaligen Absonderung wegen merkwürdigen Gestein bestehen. Sie tritt mit ganz ähnlichen Schichten auf, wie die vorige, ist indessen bei weitem ärmer an Sandsteinen. Nach L. v. Buchs neuerer vortrefflicher Darstellung des Jura in Deutschland [*2: Abhandl. der Berliner Akademie aus dem Jahre 1837. Berl. 1839. S. 49 ff.] bildet derselbe hier so gut, wie in England, wo er besonders vollständig ist, drei sicher unterschiedene Abschnitte, welche von ihm unterer, mittlerer und oberer Jura genannt werden. Der erste führt jetzt allgemein den englischen Namen Lias, wogegen in Deutschland die Bezeichnung schwarzer Jura, von der dunklen Farbe seiner Gesteine hergenommen, in Vorschlag gebracht wird. Er besteht vorzugsweise aus einem schwarzgrauen Kalkstein oder Mergel, dessen obere Schichten schieferige Struktur annehmen und darnach Liasschiefer heißen. Die auffallend bituminöse Beschaffenheit, welche mit der dunklen Farbe in Harmonie steht, ist für den untern Jura charakteristisch; beide beweisen im Verein mit den ganz eigentümlichen organischen Beischnitten, den Belemniten, den Ammoniten mit am Rande vielfach gefalteten Querscheidewänden, und den Ichthyosauriern, daß die Erdoberfläche beim Beginn der Jurabildung einen ganz veränderten Charakter erhielt und kaum irgendwo wieder eine so scharfe Differenz der Verhältnisse eintrat, als dies Mal. Die so wesentliche Gesteinsbeschaffenheit des Lias dauert indes nicht lange, denn seine Gesamt-Mächtigkeit beträgt höchstens 300 Fuß. Gewöhnlich liegt ganz unten eine sehr dunkle Kalkbank, woraus die

durch Verwitterung des Bindemittels hellfarbig gewordenen Liassandsteine mit den ersten Belemniten folgen. Stengelförmige, verzweigte Abdrücke, welche an die Netzform mancher Konserven erinnern (daher *Fucoidensandstein*), oder sogar förmliche, selbst bauwürdige Kohlenflöze (z. B. bei Helmstedt), zeichnen diese Schichten besonders aus; sie werden vom blauschwarzen Liaskalk mit Gryphäen überlagert, die auch ihre Namen zur Bezeichnung des Kalkes (*Gryphitenkalk*) hergeben mußten. Daran reiht sich ein mächtiger Petrefakten-Armer Ton, den der reichhaltige, grauscheckige, harte Steinmergel als Hauptschicht des Lias mit zahlreichen organischen Resten überlagert. Dann kommen wieder ärmere Tone und endlich zuletzt die schieferigen Mergel (*Liasschiefer*) mit den Gebeinen der wunderbaren Amphibien. Der Lias ist also eine sehr eigentümliche, mehr abgeschlossene Schicht, welche an den charakteristischen Versteinerungen leicht erkannt wird, und darum früher auch für eine besondere Formation gehalten wurde. Er bildet gleichsam „einen Teppich am Fuß der Juragebirge“, welcher sich nach beiden Seiten hin über die ihm folgenden Juraschichten ausbreitet, und selbst da noch deutlich als flache Hügelungen, als Stufen vor den Höhen erkannt wird, wo der mittlere und obere Jura keine Unterschiede in Fall und Form mehr darbietet. Seine Versteinerungen sind ihm fast ausschließlich eigen; nur wenige teilt er mit den folgenden Abschnitten. Besonders häufig findet sich in seiner untersten sandigen Schicht ein großer Ammonit, nach dem Namen des ausgezeichneten englischen Geognosten *Ammonites Bucklandi* genannt, vom Umfange eines Wagenrades. Sowohl in den untersten, als auch besonders in den oberen Schichten, zumal im Liasschiefer, treten die sogenannten Donnerkeile (*Belemnites*) in mehrfacher Zahl auf, und ausschließlich hier die überraschenden, völlig untergegangenen Amphibienformen, welche mannigfach an Fische und Säugetiere zugleich in ihren Bildungen erinnern, und durch ihre großen flossenförmigen Gliedmaßen als beständige Wasserbewohner sich anzeigen. Deshalb hat man sie Meereidechsen (*Enaliosaurii*) genannt und zwei Gattungen derselben mit den Namen *Ichthyosaurus* (Fischeidechse) und *Plesiosaurus* (Nachbareidechse, wegen des geselligen Vorkommens beider) bezeichnet. Wir werden später [*3: Im 25. Abschnitt sind die *Gnathiosaurier* ausführlich besprochen.] ihre sonderbare Bildung und die einer verwandten dritten Gattung: *Pterodactylus*, welche im oberen Jura sich findet, näher kennen lernen; hier will ich nur noch erwähnen, daß man auch die ausgeleerten Kotklumpen (*Koprolithen*) dieser Tiere in Menge versteinert zwischen denselben, ja an manchen Stellen Englands sogar eine ganze, mehrere Zoll starke Schicht, welche nur aus *Koprolithen* besteht, entdeckt hat, und sie wegen ihrer bunten, aus Muschelstücken, Fischknochen und Gebeinen kleinerer *Ichthyosaurer* bestehenden Mischung, sogar als Tischplatten und Schmucksachen aller Art zu verarbeiten pflegt. Andere Strecken sind so durchweg mit tierischem Fett erfüllt, daß sie anbrennen und zur Darstellung von Erdöl sich benutzen lassen. Welch ein überaus reiches und dabei eigentümliches tierisches Leben verraten nicht Umstände, wie die genannten; wie lebhaft erwecken sie nicht in dem Beschauer so wunderbarer Friedhöfe die Luft nach einem Blick in jene ferne, über alle Bestimmungen hinaus liegende Zeit, wo Ungeheuer der seltsamsten Art mit den Merkmalen fabelhafter Gestalten, wie sie nur eine geniale Einbildungskraft ausdenken konnte, in den Wogen des unabsehbaren Weltmeeres spielten und im Wettstreit der Bedürfnisse, von vielen tausend dienstbaren Geschöpfen umgeben, dennoch ihre eigenen Genossen nicht schonten. Und sie alle in ihrer gräuelhaften, nur dem wissenschaftlichen Auge anziehend erscheinenden Bildung vernichtete eine Katastrophe, welche dem heutigen Geschlechte seinen Boden zubereiten half und damit zugleich Gelegenheit gab, daß aus den scheinbar unklaren organischen Gemischen der Vorzeit, durch immer neuere und bessere Darstellungen geläutert, jene innere Harmonie einer völlig geregelten Ausführung entstehen konnte, welche die Gegenwart in der Form des Menschen hervorgebracht hat. Doch nicht deshalb waren sie da, um

als mißratene Muster der Folgezeit zu dienen; ihre Natur war dem Charakter ihrer Zeit und ihres Bodens gemäß, jugendlich roh wie jene, unvollständig gestaltet wie dieser.

Erst als Festland und Weltmeer sich die Waage hielten, konnte der vollendete Organismus entstehen. —

Zwei mächtige Schichten von blauem Ton, sagt L. v. Buch in seiner oberwähnten Abhandlung, eine untere reinere stärkere und eine obere, in welche auch einzelne dünne Schichten von Kalkstein eintreten, umschließen den mittleren oder braunen Jura in Deutschland. Alles was zwischen diesen beiden Bändern vorkommt, ist von den andern Jurateilen durch seine Zusammensetzung und seine organischen Reste ohne Mühe zu sondern. Schieferige Mergel mit Ton und einzelnen Kalkbänken sind die vorherrschenden Bestandteile, aber schärfer bezeichnen den mittleren Jura jene braunen eisenschüssigen Sandsteine, welche frühere Geognosten noch zur Lias rechneten und als obere Liassandsteine unterschieden; ganze Schichten von körnigem Toneisenstein (Bohnenerz) pflegen darin aufzutreten. Reine Lager von Kalkstein kommen in dieser Abteilung höchst selten vor und finden sich nur da, wo die Masse der Versteinerungen besonders häufig wird; herrschender sind graublaue Mergel und Tone mit eben so zahlreichen organischen Beischlüssen. Allein nur für Süddeutschland gilt die mitgeteilte Charakteristik; schon in der Schweiz nimmt der mittlere Jura einen ganz anderen Charakter an. Hier erreichen kalkige gelbe Rogensteine, wegen ihrer feinkörnigen, konzentrisch schaligen Absonderung so genannt [*4], das Übergewicht, und im mittleren England werden die deutschen Sandsteine einigermaßen durch Tonschichten ersetzt, welche die oolithischen Kalke in mehrere Straten sondern, während im nördlichen England die Sandsteine noch mächtiger sind, und die Oolithe als untergeordnete Lager in ihnen austreten.

[*4]: Sie entstanden in dem Falle, wo sie konzentrische Schichtung zeigen, wahrscheinlich aus feinen Körnchen, die in kalkhaltige Gewässer fielen, von diesen mehrmals mit dünnen Kalkschichten bekleidet und nach und nach zu einen. Ganzen verbunden wurden. In vielen Fällen sind die ersten Kerne feiner Sand. Andere, namentlich die echten Rogensteine, zeigen keine Schichtung an den körnigen Bestandteilen, sie bestehen vielmehr aus. homogenen, meist mechanisch abgerundeten Stückchen von Kalk, selbst von Muschelschalen und Korallenstengeln, die durch Rollen der Wogen gebildet und mittelst spärlicher kristallinischer Kalksubstanz verkittet wurden.

Mit dieser Bildung harmoniert im Gegenteil der Jura des nördlichen Deutschlands in der Weserkette und am Harze; daselbst (s. das Profil, S. 243) liegen schwärzliche unvollkommen schieferige Tonmergel (b) unter dem grobkörnigen eisenreichen Sandsteine (e), worin Schieferton mit einigen nicht sehr deutlichen, in Kohle verwandelten Pflanzenresten austreten, und die wieder von schwarzgrauen Mergeln (d) überlagert werden. So läßt sich denn eine große örtliche Mannigfaltigkeit nicht verkennen. — Der mittlere Jura ist übrigens ärmer an Versteinerungen als der Lias, schon deshalb, weil er mehr aus Sandsteinen und Tonlagern besteht! namentlich fehlen ihm ganz eigentümliche Gestalten, die sich einigermaßen mit den Meereidechsen vergleichen könnten, durchaus. Nur in England erregen die Stonesfelder Schiefer, eine 6 Fuß mächtige Kalkbank unter dem untern Oolith mit vielen organischen Resten, Belemniten, Trigonien und anderen Meergeschöpfen, unser gerechtes Erstaunen durch das erste Auftreten von Säugetierknochen, welche man daselbst wiederholt (bis jetzt 6 Unterkiefer) entdeckt hat. Nach den meisten Beobachtern gehören diese Knochen Mitgliedern der Beuteltiergruppe an; Agassiz glaubt aber, mit vielleicht größerem Rechte, robben artige Seegeschöpfe darin zu erkennen. Charakteristisch sind also für den mittleren Jura nur einige Muscheln und Schnecken, deren nähere Erörterung uns hier zu weit in zoologische Details

führen müßte, daher wir dieselben für eine spätere zusammenhängende Schilderung aufsparen. — Unmittelbar über der oberen Tonschicht, welche in England unter dem Namen des Oxfordtones (Oxford - clay) sehr bekannt ist, folgt der obere oder weiße Jura, vorherrschend ein Kalkstein von gelblicher oder selbst weißer Farbe, der in seinen untersten Lagen mit mehreren dünnen Mergelschichten wechselt, und dadurch sich von jenem Ton nach und nach losreißt. Eine in diesen Mergeln häufige kleine Muschel, die *Terebratula impressa*, bezeichnet sie als selbständige Abteilung. Über den Mergellagern wird der Kalkstein reiner, und enthält nun eine so überraschende Menge von Polypengehäusen, daß man ihn in England darnach Korallen - Trümmergestein (Coral - rag) zu nennen pflegt. Aber nicht bloß die Menge dieser organischen Reste, auch das Auftreten neuer, sonderbarer Formen rechtfertigen die allgemeine Beachtung, welche der Kalkstein des oberen Jura besonders in neuerer Zeit gefunden hat. Seine obersten Schichten werden nämlich sehr deutlich schieferig, und liefern dadurch das Material zu den lithographischen Darstellungen, welche so allgemeines Interesse bei ihrem ersten Auftreten erregten, und mit Recht noch jetzt durch die hohe Vollendung, welche man ihnen gegeben hat, erwecken. Die Gegenden von Pappenheim und Solnhofen bei Eichstädt an der Altmühl und die Ufer der Wernitz bei Nördlingen und Donauwert sind die Hauptbruchorte dieses wichtigen auf Deutschland beschränkten Gesteins; sie gewähren uns nicht bloß das für die technische Benutzung brauchbare Material, sondern auch einen Reichtum an charakteristischen Versteinerungen, welcher seines Gleichen nicht findet, weshalb der lithographische Kalkstein zu den interessantesten Fundorten fossiler Organismen überhaupt gehört. In ihm ruhen die Reste einer fliegenden Eidechse, *Pterodactylus* genannt, deren Fittiche den Fledermausflügeln gleichen, aber bloß von dem fünften Finger der Vordergliedmaßen ausgespannt wurden. Dieser Finger, bei allen anderen Tieren der kleinste, erreicht beim *Pterodactylus* die doppelte Länge des Rumpfes und ragt weit vorwärts geschoben über die vier anderen Zehen eben so viel hervor. Minder merkwürdig, als dieses sonderbare Geschöpf, welches durch das Rätselhafte seines Baues den Naturforschern viel zu schaffen gemacht hat, sind zahlreiche Krebse, abweichend in mehreren Punkten von den heutigen, und Insekten, besonders Wasserjungfern, die den jetzigen schon mehr gleichen. Fische und Schildkröten kommen zu diesen Tieren noch hinzu und zeigen, gleich den vorigen, einen stets gleichmäßigen Fortschritt der Organisation mit dem Boden, der sie trug oder ihnen als Tummelplatz diente.

Den Schluß des oberen Jura macht übrigens in England kein Schiefer, sondern es folgt dem Coral-rag ein bis 600 Fuß mächtiges bituminöses Mergel- und Tonlager, welches nach seiner Hauptstelle Kimmeridger Ton genannt wird, und analog auch auf dem Festlande in Frankreich, wie in der Weserkette (Profil, f.) beobachtet wurde, aber dem bayerischen oder schwäbischen Jura nicht eigen ist. Darüber liegt als oberstes Glied eine mehr homogene Kalkschicht von hellweißer Farbe, welche nach ihrem Hauptbruchplatze den Namen des Portlandsteines (Portland- stone) führt und das wichtigste Material für alle Prachtbauten der riesen- mäßigen Hauptstadt des Inselreiches liefert. Die majestätische Paulskirche, das stolzeste Denkmal britischer Größe und Herrlichkeit, wurde daraus aufgeführt, und nicht minder die Denksäulen, welche an die Tage von Trafalgar und Waterloo, wie an die unheilschweren des großen Brandes vom 2. bis 7. September 1666 erinnern; Monumente, an deren Anblick ich mich selbst erfreuen und dabei ihren Gründern meine stille Bewunderung darbringen konnte. Eine merkwürdige Steckmuschel (*Pinna granulata*), wegen ihrer Ähnlichkeit im Umriß auch Schinkenmuschel genannt, bezeichnet diese Schicht im nördlichen Deutschland, und findet sich hier in Gesellschaft von *Pholadomyen*, *Trigonien*, *Erogyren*, *Nerinen* und *Dicerasarten* (Muscheln, deren Eigenheiten später erklärt werden sollen), welche in England den Portlandstein charakterisieren. —

Werfen wir nun noch einen Blick auf die Örtlichkeiten dieser großen Formation, so treffen wir sie zwar in bei weitem größerer Ausdehnung, als die vorigen, durch den mittleren Teil Europas verbreitet, aber dagegen gar nicht in anderen bisher untersuchten Erdteilen, wie namentlich in Amerika. Auf dem europäischen Festland? hat sie ihr Hauptzentrum in dem bekannten Gebirgszuge am Westrande der Schweiz, dessen Namen sie erhielt, und zieht sich von da in ganz gleicher Richtung von WSW nach ONO durch Württemberg und Bayern bis nach Regensburg hin, wo die Streichungslinie rechtwinklig absetzt und dem Böhmerwalde parallel bis zum Main sich wendet, also Thüringen fast erreicht. Zwischen Kaiserstuhl und Eglisau wird der Jura vom Rhein, der ihn bei Schaffhausen berührt und bis zum letztgenannten Orte seinem Fuße folgt, durchbrochen, und hier hat er seine schmalste Stelle. Er zieht sich dann als die Hauptmasse der schwäbischen Alp am nördlichen Ufer der Donau fort, oder diese folgt richtiger seinem Zuge, und hat nach NW seinen steilen, nach SO seinen geneigten Abhang. Überall ist derselbe nach dieser Seite hin sehr sanft, und die oberste Schicht, der Korallenkalkstein, durch eine blendende Weiße ausgezeichnet. Von Regensburg an wird der Charakter nordwärts durch das Auftreten mächtiger Dolomitmassen im Jura sehr geändert, und da dieselben bis zum Main hin überall den mittleren Hauptteil der Juraschichten ausmachen, so hat diese Strecke des deutschen Jura einen sehr abweichenden eigentümlichen Charakter. Die Streichungslinie derselben parallel mit dem Böhmerwalde und Fichtelgebirge unterstützt gar sehr die Ansicht L. v. Buchs, welche den Dolomit für ein späteres, durch Metamorphismus entstandenes Gebilde erklärt; denn nur so lange als die neptunischen Niederschläge den aus offenen Spalten hervorgetretenen Plutonischen Gesteinen parallel laufen, sind sie an geeigneten Punkten in massigen Dolomit verwandelt worden. Dem deutschen Jura entspricht übrigens ein ganz ähnlicher französischer Jura, welcher mit dem Schweizer Jura in der Mitte zusammenhängt, sich von der Westküste bei la Rochelle unter einer leichten Krümmung nach Poitiers, Chateauroux, Bourges, Chaumont, Verdun bis zu den Quellen der Oise hinzieht und hier am Fuße der Ardennen endet. Dieser Jura hat seinen steilen Abhang nach SO, seinen geneigten nach NW, also umgekehrt wie der deutsche Jura; beide fallen wie von einem Centrum nach entgegengesetzten Seiten ab und umschließen mit dem Schweizer Jura im großen Halbkreise ein Becken, welches nach Norden durch Hunsrück, Taunus, Vogelsberg, Rhön und Thüringer Wald geschlossen wird. Der französische Jura entwickelt nach Süden einen anderen Zug, welcher von la Rochelle nach Montpellier sich wendet und die granitischen Massen, aus deren Centrum die Vulkane der Auvergne und des Vivarais hervortreten, umfaßt, seinen steilen Abfall gegen dieselben, den geneigten nach außen wendend. Ein dritter französischer Jura zieht sich am Fuße älterer Formationen quer durch die Bretagne, Normandie und Maine, von la Rochelle, Poitiers über Saumur, Angers, Mans nach Caen; er bildet mit den beiden andern Zügen in Frankreich zwei 8förmig neben einander liegende Becken, wodurch dieses Land in vier große Gebirgssysteme eingeteilt wird, zwei ältere, die nach NW und SO zwischen den Schenkeln liegen, und zwei jüngere nach SW und NO zu beiden Seiten der Jura-ketten. Zu letzteren wenden sie ihre geneigten, zu ersteren ihre steilen Abhänge. England hat nur einen, aber sehr breiten bogenförmigen Jurastreifen, welcher fast der Längenrichtung des eigentlichen Englands folgt, und gegen SO seinen geneigten, gegen NW seinen steilen Abfall wendet. Er beginnt südlich an den Küsten von Dorset und geht in der Richtung nach Oxford über Northampton, Lincoln zur Mündung des Humber, wo er endet. Überall liegen die tieferen oder Liasschichten am Nordwestrande dieses Gürtels, und schließen sich an die schmalen Züge des gleichlaufenden Keupers an. Nordwärts davon finden sich die mächtigen Kohlendistrikte, denen England einen großen Teil seines Reichtums und sein industrielles Übergewicht verdankt. In der Tat erreichen Kohlenflöze in keinem andern Teile Europas eine solche Ausdehnung, wie hier auf einer verhältnismäßig geringen Fläche. — Das mittlere Europa zeigt uns noch an zwei Stellen Juraschichten. Die eine und bei weitem kleinere

Erstreckung derselben findet sich nordwärts vom Harze, in der Kette des Wesergebirges, wo besonders die mittleren Juraschichten mit den braunen Sandsteinen angetroffen werden; die zweite sehr mächtige Ausbreitung des Jura begleitet die Alpenkette von Nizza bis Wien am Nordrande, und vom Lago Maggiore am Südrande bis über Laybach hinaus nach Kroatien. Weniger genau sind die Strecken bekannt, in welchen der Jura an den Karpaten und in Siebenbürgen austritt; daß er aber auch hier nicht fehle, wissen wir bereits gewiß.

Über den Ursprung dieser in bogenförmigen Zügen höhere Bergrücken oder Strecken umfassenden Juraschichten hat L. v. Buch eine sehr glückliche und geistreiche Hypothese aufgestellt, indem er sie mit den Korallenriffen vergleicht, welche in den südlichen Meeren die größeren Kontinentalmassen und namentlich Neuholland [Australien] umgeben. In der Tat scheinen die ungeheuren Massen von Korallen, aus denen die oberen Juraschichten bestehen, dieser Bildung das Wort zu reden, und es begreiflich zu machen, wie der in den europäischen Gebirgen so häufige Jura an anderen Orten völlig fehlen könne. Auch deuten die furchenförmigen Längstäler, welche den Schweizer-Jura terrassenartig abteilen, sehr bestimmt auf die Entstehung des Ganzen als untermeerisches Korallenriff hin, während die kurzen Quertäler den Lücken zu entsprechen scheinen, welche in den Korallenriffen an Strömungspunkten oder vor Flußmündungen freizubleiben pflegen. Da es indes von den heutigen Riffen ziemlich ausgemacht ist, daß ihre Korallen nur aus den obersten Spitzen untermeerischer Felsen sich ansiedeln, so würde die stellenweis sehr große Menge der fossilen Korallen im oberen Jura uns ebenfalls auf schon früher vorhandene Felswände, die auch den Jura- Korallen zur Unterlage dienten, Hinweisen. —

6. Kreideformation.



Abb. 25, p. 251: Profil durch die Kreide von England

[5] Der Durchschnitt beginnt südlich von London unweit des 880 Fuß hohen Botley Hill (*) und reicht in einer Ausdehnung von etwa 9 Meilen bis an den Kanal bei Newhaven; Höhe und Länge verhalten sich in ihm, wie 10 zu 1. Man sieht, daß die drei Schichten der Wäldergruppe (a. b. c.) einen Sattel bilden, an den sich von Norden und Süden her die Kreideglieder anlehnen; ä. ist ein unterer blauer Mergel (Neocomie); o. Grünsand; t. oberer blauer Tonmergel (Gault); dann folgt der Kreidemergel mit dem oberen Grünsand x. und über ihm die Kreide selbst b.; i. ist die unterste Tertiärschicht, der plastische Ton; IN. der Meeresspiegel. —

Die Gruppe der Kreide, der letzte Abschnitt des Flözgebirges im Sinne Werners genommen, schließt sich zunächst an den Jura, und besteht, wie er, aus Kalk- und Sandsteinen, von denen die beiden Schichtender Kreide und des Quadersand st eines die bekanntesten sind. Gewöhnlich liegen Sandsteine oder Mergel unmittelbar auf dem Jura, und die Kreidelager machen den Schluß; so ist es namentlich in Frankreich und Deutschland, wo die Kreidegruppe in bedeutender Ausdehnung sich entwickelt hat. Dagegen treten in England dichtere Kalksteine, welche mit eisenhaltigen Ton- oder Sandlagern wechseln und hie und da in Mergel übergehen, als die Bestandteile eines Zwischengliedes zwischen Jura und Kreide auf, welches nur hier und in den Hügeln der Weserkette, von Helmstedt bis Osnabrück, vorkommt. Unter dem Namen der Wäldergruppe pflegt man diese Schichten zusammenzufassen, und in ihnen von unten nach oben den Purbeckkalkstein (250' mächtig, s. das Profil, a), den Hastings fand (b, 400—500' mächtig) und den Wälderton (wealdclay, c, 120—200' mächtig), als besondere Lagen zu unterscheiden. Durch einen großen Reichtum an Süßwasser- und Landtieren, deren Reste sie umschließen, sind diese Schichten merkwürdig; sie zeigen sich dadurch als eine Süßwasserformation an, die ihre Entstehung aus Absätzen großer, von höher gelegenen Ländermassen herabgekommener Binnengewässer erhielt, und erklären damit zugleich ihr vereinzelt lokales Auftreten. Denn nur in England wird eine beträchtliche Landstrecke, namentlich fast ganz Süßer und ein Teil von Surrey und Kent, von ihnen gebildet; in Deutschland hat man an einer analogen Zusammensetzung aus eisenschüssigen Sandsteinen, die zunächst über den jüngsten Gliedern des Jura liegen, diese Schichten wieder erkannt, ohne in ihnen genau dieselben Eigentümlichkeiten der Massen anzutreffen. Mehr scheinen die Versteinerungen beider Gebiete übereinzustimmen.

Desto bestimmter sind die wirklichen Glieder der Kreidegruppe ausgezeichnet. Wir nehmen zwei Hauptgesteine an. Das eine, der Quadersandstein, hat gewöhnlich eine grauliche Farbe und besteht aus Quarzkörnern, die teils ohne Bindemittel an einander hängen (eigentlicher Quadersandstein), teils durch etwas Ton und Kalk, also durch Mergel, zusammengefügt sind (Glaucanie in Frankreich, Macigno in Italien genannt). An den meisten Orten ist diese Verbindung locker, und daher neigt kein anderer Sandstein so sehr zu Verwitterungen, wie er; viel weniger jedoch die sehr kalkhaltige Glaucanie, und ihr Stellvertreter, der feinkörnige Macigno. Zahlreiche Klüfte, welche das Gestein senkrecht gegen die Schichtungsflächen durchsetzen, tragen außerordentlich zu seiner leichten Verwitterung bei, und bedingen das merkwürdige Pyramiden-, säulen- und Obeliskenförmige Ansehen, welches dem Quadersandstein an vielen Orten eine so eigentümliche Physiognomie gibt. Von jeher für Gebilde angesehen, die mehr künstlichen als natürlichen Ursachen ihr Entstehen verdanken, hat man solche merkwürdig gestaltete Quadersandsteine mit dem Namen von Teufelsmauern bezeichnet, und unter dieser Benennung dürften die am nördlichen Fuße des Harzgebirges zwischen Gernrode und Blankenburg sich hinziehenden Quadersandsteine manchen meiner Leser sehr wohl bekannt sein. Nicht minder ausgezeichnet sind die flach abgestutzten, von hohen Aufschüttungen ihrer verwitternden Wände am Fuße umgebenden Kegelberge der sächsischen Schweiz, vor allen der Lilienstein, einer der regelmäßigsten unter ihnen. Wer kennt nicht die Türme und Spitzen eben dieses Gebirges in den Umgebungen der Bastei, dem Königstein gegenüber, und bewundert nicht das Geschick, mit welchem die mannigfachen Zacken und Felsennadeln durch künstliche Bögen, Brücken und Altane zu einem Ganzen vereinigt sind. Vielleicht überraschen den Beobachter indes noch mehr die hohen und schlanken Säulen des Vieler Grundes, mit den einzelnen, schön belaubten Bäumen auf ihrer Spitze, und den vielfachen Unterschieden im Durchmesser wie in der Höhe; lauter Wirkungen der

fortschreitenden Verwitterung vormals zusammenhängender Kegelberge, die dem Lilienstein an Größe und Gestalt ähnlich waren. Eben so allgemein bekannt, und wegen der nahen Kurorte vielleicht noch mehr berühmt, sind die böhmischen Quadersandsteine bei Adersbach, wo die Verwitterung stellenweis nicht von oben nach unten, wie an den sächsischen, allmählich fortgeschritten ist, sondern unten rascher eingriff und Formen bewirkte, die allem Abenteuerlichen die Spitze bieten. Große, hundert Fuß hohe Keulen schweben auf dünnem Fußgestell senkrecht in der Luft und drohen jeden Augenblick einem Verwegenen, der etwa ihr Gleichgewicht gewaltsam stören wollte, den Untergang. Und doch kennt man sie in dieser Gestalt schon seit Jahrhunderten.

Aber nicht bloß das östliche Deutschland, auch das westliche hat seine sonderbar gestalteten, merkwürdigen Quadersandsteine. Die Westphalen erzählen gern von ihren berühmten Extersteinen, welche in der Nähe von Horn gleich Ruinen uralter Riesenbaue in langer Reihe sich hinziehen. Auf ihren senkrechten Wänden sieht man die Leidensgeschichte des Heilands in kolossalen künstlichen Darstellungen, die nach beglaubigten Dokumenten schon im elften Jahrhundert vorhanden waren.

Wie seiner merkwürdigen Umrisse halber der Quadersandstein anziehend ist, so verdient er noch mehr unsere Beachtung wegen der vielfachen Benutzung zu Bauwerken. Minder hart als die bunten oder roten Sandsteine läßt er sich eben deshalb leichter bearbeiten, und seine eigentümliche Zerklüftung formt ihn mit der ihr entgegenstehenden Schichtung schon von selbst zu Quadern; Eigenschaften, denen er seinen Namen verdankt. Er hat daher seit Jahrhunderten die Aufmerksamkeit der Anwohner erregt, und wie der Portland stein zu den Bauten Londons, so der Quadersandstein zu den Bauwerken Dresdens das Material geliefert. Pirna ist der Ort, in dessen Nähe der meiste gebrochen und weit auf der Elbe und ihren Nachbarflüssen verfahren wird. Indes eignet sich der Quadersandstein wegen seiner leichten Verwitterung mehr zu architektonischem Schmuck im Innern der Gebäude als zu äußeren Verzierungen; hier muß er mit einer Tünche bedeckt, oder noch besser von Zeit zu Zeit mit Öl getränkt werden, wenn er dauerhaft bleiben soll. Aus demselben Grunde ist er für Stiegen und Treppen, zu denen man ihn häufig anwendet, weniger brauchbar, weil er sehr schnell sich abtritt, und schon viel früher als Holz, abgenutzt wird. —

Au manchen Orten, und namentlich in England, ist das Bindemittel des Kreidesandsteins weder Ton noch Kalk, sondern eine Mischung von diesem und erdigen Chlorit (S 186), welcher wegen seiner Farbe den Namen Grünerde führt, und dadurch dem ganzen Gestein sein Ansehen mitteilt. Solche Schichten bilden den Grünsand, und die in ihnen vorkommenden bläulich-grauen Tonlager, welche unten in Mergellager übergehen, den Gault oder Galt der Engländer. Durch sie teilt sich der Grünsand in zwei Etagen, und wenn unter der ersten noch eine zweite mächtige Mergelschicht, die Neocomie der Franzosen, wiederkehrt, so kann man vier Hauptlager: die Neocomie, den unteren Grünsand, den Gault und den oberen Grünsand (die Glauconie) von einander unterscheiden. Auf dem Profil S. 251 sind sie durch die Buchstaben d, e, f und g angedeutet.

Versteinerungen führt der eigentliche Quadersandstein im Ganzen weniger als die Kreide, nur stellenweis enthält er Schichten, die zahlreiche organische Reste umschließen; häufiger sind sie in der Neocomie und Glauconie. Abdrücke von Pflanzenblättern, einige Korallen, besonders aber Rabiaten, Muscheln und Schneckenschalen hat man in ihnen gefunden. Sehr häufig enthalten sie Arten der jetzt völlig untergegangenen Ammonitengattung, und was besonders wichtig ist, auch Spuren von Vögeln, namentlich ein ganzes Skelet im Glarner Schiefer, welcher über der Glauconie liegt, sind daraus hervorgezogen worden.

Allgemeiner bekannt wegen ihrer vielfachen Benutzung ist die weiße Kreide, das zweite Hauptgestein ihrer Formation. Jedermann kennt diese lockere, erdige Substanz, welche wir zum Schreiben, Färben und manchen anderen Zwecken benutzen; allein nur Wenige dürften über die eigentliche Beschaffenheit derselben sich bereits unterrichtet haben. In ihrer chemischen Zusammensetzung von den Kalken älterer Formationen, die mehr oder mindere Anteile von kohlensaurer Talkerde enthalten, nicht anders, als durch den fast vollständigen Mangel der letzteren verschieden, ist die Kreide doch leicht an ihrem lockeren Gefüge und der oft zahllosen Menge mikroskopischer Schalthierreste zu erkennen, die wir bei genauer Untersuchung darin antreffen. Diese kleinen Tierchen sind in der rohen Kreide aller Gegenden überaus häufig, ja öfters bestehen selbst zwei Dritteile der ganzen Kreidematerie lediglich aus ihren Schalen. Sie gehören einer noch jetzt in korrespondierenden Formen lebend vorhandenen Familie an, welche das Meer bewohnt und Foraminiferen oder Polythalamien genannt wird, allein wegen ihrer durchaus mikroskopischen Größe noch immer sehr ungenügend bekannt ist. Denn einige Naturforscher glauben in ihren Mitgliedern Infusorienartige Organismen [„Aufgußtierchen“ heute eine Mischung aus Wimperntierchen, Amöben, Flagellaten welche sich in abgestandenen Wässern einfinden] zu erkennen, andere stellen sie zu den Polypen, oder gar zu den Tintenfischen; doch scheint die zweite Ansicht die wahrscheinlichste zu sein. Ihre große Menge in der Kreide zeugt übrigens ganz entschieden für den organischen Ursprung dieses Gesteins.

Die Kreide tritt übrigens keineswegs bloß in der allgemein bekannten Form als weißer erdiger Kalkstein auf, sondern nur in ihren obersten Schichten hat sie diese Beschaffenheit; die älteren Kalksteine bilden den hellgelblichen dichteren und festeren Plänerkalk, welcher an anderen Orten einen mehr mergelartigen Charakter zeigt. Nur die weiße, weiche, erdige Kreide ist so vorwiegend organischen Ursprungs und wahrscheinlich eine mächtige Schicht aus dem Meere niedergefallener Korallentrümmer, Muschelreste und Foraminiferenschalen, die durch freie Kalktheilehen mit einander verbunden wurden. Sie scheint in großen weiten Meerbusen aus der beständigen, Jahrhunderte fortdauernden Zerstörung von Korallenriffen und allen möglichen Seetiergehäusen entstanden zu sein, und eben deshalb mehr, als jedes andere marine Gebilde, einen organischen Ursprung zu haben. Denn ganz ähnliche Sedimente bilden sich noch jetzt in den flachen Lagunen zwischen den Koralleninselgruppen der Südsee; dort erzeugt sich ein weißes kreideartiges Gestein fortwährend aus den vom Meere abgespülten Teilen der Riffe, indem innerhalb des Korallenringes, wo das Wasser ruhiger ist, die von der Brandung hineingetriebenen Massen sich sammeln und mit den zahllosen Foraminiferen sich mischen, welche jene Küsten bewohnen. Die langjährige Dauer dieser Prozesse ist aus der Mächtigkeit der weißen Kreide zu ersehen; sie erreicht in dieser Form bis 800 Fuß Stärke, namentlich an den ostwärts gewendeten Küsten der Inseln Rügen, Moen und Seeland, oder den gegenüberstehenden Schwedens. Auf der zuerst genannten Insel tritt sie an der berühmten Stubbenkammer, ein durch Naturschönheiten mannichfach ausgezeichnetes Vorgebirge Jasmunds, dessen Bild wir nebenstehend mitteilen, in größter Mächtigkeit auf, und erhebt sich in dem obersten Punkte desselben, dem Königstuhl, beinahe 550 Fuß hoch über den Spiegel der Ostsee; als senkrechte Felswand aus den Geschiebebänken, die ihren Fuß umgürten, emporsteigend.

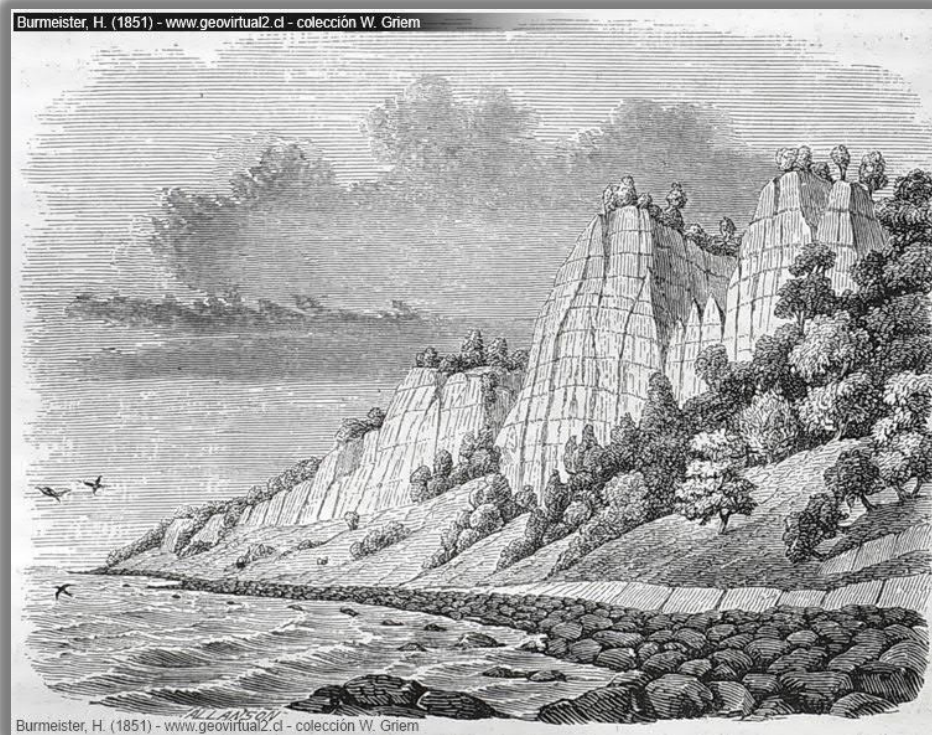


Abb. 27, p. 256: Kreidefelsen

Ähnlich wie der Quadersandstein durch Klüfte gespalten, hat die Feuchtigkeit und der Regen dieselben seit Jahrhunderten erweitert, und einen Teil in Spitzsäulen und Pfeiler, welche malerisch gruppiert die Hauptmasse des Königstuhls umgeben, verwandelt. Hier, in der Nähe meiner Heimat, pflegte ich schon als Knabe oftmals den ergreifenden Eindrücken dieser großartigen Naturerscheinung mich hinzugeben, und mit einem Male von der schwindelnden Höhe den tiefen Abgrund unter mir, das unabsehbare Meer vor mir und die mannigfachen Schlünde zwischen den Felsenzacken und Spitzen neben mir zu überblicken, welche der erhabenste Standpunkt, die Spitze des Königstuhls, seinem Besucher darbietet. Aber wie schön und ergreifend auch dieser Blick von oben in den unendlichen Ozean mit den zahlreichen weißen Segeln am Horizonte rings umher sein mag, imposanter ist der Eindruck, welchen der ungeheure Kreideblock auf den Beobachter macht, wenn er an seinem Fuße stehend zur Höhe hinaufblickt und hinter sich das Brausen der Wogen vernimmt, die an vielen tausend größeren und kleineren Felsblöcken umher sich brechend, ihn mit ihren aufspritzenden Wassern benetzen. Kolossale Geröllmassen, Trümmer skandinavischer Gebirge, die das Meer einst auf Eisschollen hierher führte, umgeben in dichtgedrängter Fülle das Ufer, und schützen als mächtige Geschiebeebänke (S. 33) die nur durch solche Dämme dem Untergange entrissenen erdigen Felsmassen vor fortschreitender Zerstörung. Doch nagen Verwitterung und Regen an ihnen eben so erfolgreich, wie an den ganz ähnlichen Bergen des Quadersandsteins, und häufen am Fuße einen hohen Wall abgespülter Kreide und Schuttmassen auf, welche die emsig wuchernde Vegetation bereits mit den stattlichsten Buchen und Birken wieder bekleidet hat. So wechselt hier blendendes Weiß mit dem milden Grün der Pflanzenwelt, die mannigfaltig in den Höhen und Tiefen über einander sich gestaltend, unwillkürlich die Vorstellung in uns erweckt, daß das organische Leben eine unversiegbare Quelle vom Werden und Entstehen enthalte, und daß selbst auf Trümmern noch sein Dasein mit Erfolg sich gründen lasse. Wie viel schneller mochte es nicht in den frühern Perioden, wo die Jugend der Erde noch größere Kraft und Üppigkeit entfaltete, sich aufs Neue

nach gewaltsamen Katastrophen entwickeln. Während der bloße Tourist an solchen Schönheiten sich weidet, erkennt der aufmerksame Beobachter bald Querlinien schwarzer Körper, welche in ungleichen Absätzen, 2—4 Fuß von einander, an der ganzen Kreidewand von unten bis oben in paralleler Richtung sich zeigen, und bei genauerer Betrachtung bald als eben so viele Zoll starke Straten schwarzer knollenförmiger Feuersteine sich zu erkennen geben. In ungeheurer Menge bedecken sie den Boden. Abgespült vom Regen und durch die größere Schwere weiter fortgeführt, als die Kreide, gelangen sie bis unmittelbar ins Meer, und werden von diesem hin- und hergerollt, bis sie nach und nach zu Kugeln, Eiern und andern Formen sich abrunden. Manche von ihnen sind hohl; andere umschließen in der Höhlung einen festen, meist organischen Kern, den bei jeder Bewegung ein klappernder Ton verrät; noch andere sind inwendig mit den schönsten, aber sehr kleinen Quarzkristallen überzogen, und die meisten enthalten oder erfüllen organische Körper. Dieser Umstand und das öfters Vorkommen der Kieselerde als Material sehr vieler Petrefakten (vergl. S. 42), läßt uns nicht zweifeln, daß die fremden organischen Körper anziehend auf die Kieselerde der Feuersteine einwirkten [*6] und gewissermaßen die Mittelpunkte wurden, um welche sie sich absetzte.

[*6]: L. v. Buch hat diesen Prozeß in einer Abhandlung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin aus dem Jahre 183t (Schriften der physikalischen Klasse S. 13) lehrreich besprochen.

Nehmen wir z.B. an, die Kieselerde sei im Meere aufgelöst gewesen, vielleicht als Kieselgallerte, ausgeschieden aus früheren chemischen Verbindungen, so mußte sie auch mit in die Kreideniederschläge eingehen, welche sich in dem Meere bildeten. Als dieselben nach und nach durch den Verlust ihres mechanisch eingeschlossenen Wassers fester wurden, sammelte sich die freie Kieselerde zu Knollen um die größeren organischen Körper, welche mit in der Kreide enthalten waren. Die Anziehung der letzteren erstreckte sich aber nur auf gewisse Entfernungen und veranlaßte dadurch die scheinbar lagerweise Ansammlung der Feuersteinknollen; insofern nämlich scheinbar, als sie erst später an Ort und Stelle in ziemlich gleichen Abständen von einander entstanden. Denn ihre Umwandlung aus weicher Masse zu harten Knollen geschah sicher in der Kreide selbst, davon überzeugt uns ihre Beschaffenheit, besonders die Anwesenheit einer Kreiderinde, welche, allmählich an Kreidgehalt abnehmend, in die Feuersteinsubstanz eindringt, gerade so, wie es geschehen mußte, wenn die Kieselgallerte noch weich in der Kreide lag und aus ihr sich abschied. Dagegen rührt die verschiedene graue, schwarze, gelbe oder braune Farbe des Feuersteins in seinem Innern von organischen Substanzen her, sowohl tierischen als pflanzlichen, deren Reste wir noch jetzt in der Masse, oft unverändert, entdecken; schwerlich aber sind die Feuersteine ganz und gar organischen Ursprungs, wie man, seit Ehrenberg in ihnen die Kieselhüllen der Bacillarien und die Spongillennadeln nachgewiesen hatte, anzunehmen geneigt ward. Eben dieser ausgezeichnete Beobachter erklärt die Feuersteine für umgewandelte Schichten jener die Kieselerde in ihre Substanz ausnehmenden Geschöpfe, und sucht die Annahme, daß ihre kieseligen Rückstände durch einen noch unbekannten Prozeß wieder erweicht und als Kieselgallerte koaguliert seien, besonders mit Hilfe des Umstandes zu begründen, daß in den Kreidegebilden der Gegenden am Mittelmeere, in welchen die Feuersteinknollen fehlen, abwechselnd mit den Kalkschichten dünne Mergellagen auftreten, die bei genauerer Untersuchung ebenso vorwiegend aus kieseligen Bacillarienhüllen bestehen, wie die Kreideschichten aus Polytalamien-Schalen. Solche Mergellagen hält nun Ehrenberg für das Analogon der Feuersteinknollen in der Kreide des nördlichen Europas und glaubt, der Unterschied beider Kreideformationen bestehe vorzugsweise in der Umwandlung der einzelnen Bacillarien zu einer homogenen Kieselmasse, welche Umwandlung in der südlichen Kreide nicht eintrat, weil wahrscheinlich die Bedingungen dazu fehlten. Zwar spricht der organische Inhalt der Feuersteinmasse, dem sie ihre Farbe verdankt, wohl für diese

ingeniöse Annahme, allein anderer Seite fehlt uns noch die Kenntnis des Mittels, welches die Umwandlung der Bacillarienhüllen in kompakte Kieselerte bewirken können. Nebenbei finden sich in vielen Feuersteinen völlig unveränderte Bacillarien zugleich mit den Kieselstacheln der Spongillen, welche so oft, als nicht minder rätselhafte Geschöpfe, die Bacillarien zu begleiten pflegen; und beide leiten uns durch ihre unversehrte Beschaffenheit auf den Schluß, daß sie in die weiche gallertartige Kieselmasse des Feuersteins wohl eher eingedrungen seien, als vielmehr letztere aus den ihnen ähnlichen Organismen hervorgegangen. Denn man begreift bei dieser Annahme nicht, warum einige der anwesenden Individuen unverändert blieben, obgleich sie eben so gut, wie die übrigen, dem Umwandlungsprozeß ausgesetzt waren. Endlich konnten die Organismen ihre Kieselerte nicht selbst bilden, sondern nur aus dem Wasser abscheiden; sie mußte also ohnehin im Wasser aufgelöst enthalten sein und konnte füglich auch ohne Dazwischentreten der Geschöpfe aus ihm abgeschieden werden, wenn andere Verhältnisse eintraten. — Kommen wir schließlich zur Ausbreitung der Kreideformation in der Gegenwart, so bemerken wir Glieder derselben in den meisten Gegenden Europas, aber teils sehr isoliert, teils ganz von verschiedener Masse. Als weiße Kreide mit Feuersteinknollen findet sie sich im nördlichen England, an vereinzelt Punkten der Inseln Moen, Seeland, Rügen, an den Küsten von Schonen, hie und da auf dem Festlande in Pommern, Preußen, Polen und weiterhin im mittleren Rußland zwischen der Wolga und dem Pruth bis an den Kaukasus. Alle diese jetzt getrennten Kreidelager scheinen einem vormals zusammenhängenden Kreidebecken anzugehören, das sich in der angedeuteten Richtung von NW nach SO durch das nördliche Europa erstreckte, und besonders die jüngeren obersten Glieder der gestimmten Kreideformation in sich aufnahm. Diesem Becken parallel zog sich durch das südliche England, das nördliche Frankreich und Belgien, von Brüssel über Maastricht bis nach Aachen, ein anderes Kreidebassin, welches diesseits des Rheines am Fuße der Haar durch Westphalen sich fortsetzt, den Südrand des Teutoburger Waldes bildet, am ganzen Nordrande der Weserkette wie des Harzes hinläuft, durch Sachsen in Böhmen eindringt, dem Laufe der Elbe bis zum Fuße des Riesengebirges und der Sudeten folgt, und noch weiter ostwärts in den Karpaten hervortritt. Den meisten Gegenden dieses zweiten Kreidebeckens fehlt das oberste Glied der Formation, die erdige Kreide mit den Feuersteinen ganz; dagegen tritt z. B. am Teutoburger Walde ein festerer hellgrauer Kalkstein auf, welcher nach oben in gleichfarbige, nach unten in dunklere Mergel mit Kalknieren übergeht, und auf sandigen Schichten mit Hornsteinknollen ruht, denen teils Grünsandbänke, teils bräunliche eisenschüssige Sandsteine folgen [*7: Man vergl. den Durchschnitt S. 188.]. In Sachsen und Böhmen ist ziemlich dieselbe Schichtenreihe besonders entwickelt. Der Quadersandstein hat eine sehr verschiedene, aber vorherrschend graue, seltener gelbliche oder bräunliche Farbe, ist stets ohne Kalkgehalt und nur tonig. Auf ihm liegt ein gelblich-grauer Mergel, der wegen seiner zahlreichen Versteinerungen dem Gault der Engländer entsprechen muß, was den Sandstein dem unteren Grünsand gleichstellt; daher unterer Quader. Über diesem sogenannten Plänermergel folgt der gelblich-graue, seltener dunkelgraue Plänkalk: bald ein reiner, selbst kristallinischer Kalkstein, bald tonhaltig und fast mergelig, dessen Versteinerungen den Schichten unter der weißen Kreide gleichkommen. Ein grobes Konglomerat trennt ihn an manchen Orten von dem unter ihm liegenden Mergel, während er selbst in der Regel, von einem anderen grauen, oft grobkörnigen Sandstein bedeckt, wird, der diesen Gegenden eigentümlich zu sein scheint und hier oberer Quader genannt wird. Etwas anders, obgleich im Ganzen analog, zeigen sich die Kreideschichten am Nordrande des Harzes. Sandsteine, welche dem oberen Quader entsprechen, bedecken sie. Die weiche erdige Kreide fehlt, wie in Sachsen, aber die Feuersteinschichten sind in dem festeren hellgrauen oder weißlichen Kalke unter den Sandsteinen vorhanden; darauf folgt ein sandiger tonreicher Mergel, das Äquivalent des Gaults und Plänermergels, der abwärts allmählich in den unteren Quader

übergeht. — Noch eigentümlicher erscheint die Kreideformation des südlichen Europas, an den Küsten des Mittelmeeres von Spanien bis Syrien, und weiter nördlich in Südfrankreich zwischen Cahors und la Rochelle. Allen diesen Kreidegebilden geht die erdige Kreide mit den Feuersteinen ab, statt deren ein grauer, brauner, selbst roter oder schwarzer, fester Kalkstein (Hippuritenkalk) mit den schon erwähnten Mergelschichten und eine durch eingestreute grüne Körner (chloritische Kreide) merkwürdige Abänderung desselben auftritt, während Sandsteine und zähere graue Mergel (Neocomie) als tiefste Schichten die Stelle des unteren Quaders der norddeutschen Kreidegebirge vertreten. Dies ganze Kreidegebiet bildet ein drittes ziemlich scharf abgeschlossenes Becken, worin die ältesten Kreideglieder enthalten zu sein scheinen. Es umfaßt alle niedrigen Vorberge der bezeichneten Gegenden, namentlich die Gebirge im südlichen Spanien, den Fuß der Pyrenäen, einen großen Teil der Apenninenkette, der sizilianischen Gebirge und der Bergreihen am Nordrande Afrikas. —

Außerhalb Europas ist die Kreideformation in Nordamerika am unteren Mississippi und oberen Missouri nachgewiesen; auch weiter östlich in Alabama, Georgien, Süd-Carolina, Virginien und New-Jersey beobachtet worden. Besonders ausgedehnt scheint sie sich über das Innere der Vereinigten Staaten, den „fernen Westen“ der Ansiedler, zu verbreiten, und namentlich soll das ganze Stromgebiet des Missouri, wie weit es den Prärien des Flachlandes angehört, durch Kreideschichten seinen Weg führen. Sonach gehört die Kreideformation zu den aller verbreitetsten Gruppen.

Das organische Leben, welches mit der Kreidebildung in dieselbe Zeit fällt, war freilich sehr zahlreich und mächtig, allein lange nicht so eigentümlich, wie zur Zeit als die Juraschichten entstanden. In ungeheurer Menge finden sich außer den Foraminiferen andere Meeresgeschöpfe der unteren Klassen des Tierreiches, namentlich Zoophyten oder Korallen und Radiaten in den obersten, ferner Muscheln, Schnecken und Cephalopoden in den mittleren und tiefsten Kreidegliedern. Für letztere sind die merkwürdigen Nudisten am bezeichnendsten; auch die Ammoniten und Belemniten, Geschlechter, von denen es heutzutage keine Arten mehr gibt, obgleich sie schon in früheren und zum Teil selbst in den ältesten Sedimenten sich finden, haben in der Kreide ihre eigentlichen Sammelplätze. Gliedertiere und Rückgrattiere sind seltener, namentlich fehlen luftatmende Gattungen fast ganz. Einige den Krokodilen und Lacerten verwandte Amphibien sind die einzigen Landbewohner, welche man aus der Kreideformation kennt. Von den Fischen waren die Haifische am zahlreichsten vorhanden. Pflanz e n sind in Kreidegliedern sehr selten, obgleich sie dicht unter der Kreide in den Sandsteinen der Wäldergebilde [heute Wealden] noch häufig, und im Quadersandstein wenigstens bisweilen Vorkommen. Die Bacillarien der Feuersteine und Kreidemergel, über deren tierische oder pflanzliche Natur rücksichtlich der lebenden Verwandten noch verschiedene Meinungen herrschen, waren, wenn man sie für Pflanzen zu nehmen hat, damals die hauptsächlichsten Repräsentanten des organischen Reiches. —

[p.262]

14. Forschung. — Tertiärgebilde. — Gruppe der Geschiebe. — Gegenwärtige Bildungen.

7. Tertiärformation.

Die Schichten, welche man gegenwärtig unter dem Namen der Tertiärgebilde zusammengefaßt, sind nicht sowohl durch ihre eigentümliche Beschaffenheit ausgezeichnet, sondern vielmehr durch die Menge der in ihnen vorhandenen fossilen Organismen und deren große Ähnlichkeit mit den Gebilden der Gegenwart. Den Gesteinen dieser Periode fehlt es an einem eigentümlichen mineralogischen Charakter ganz, und wenn auch im Allgemeinen mit Recht von ihnen ein geringerer Zusammenhalt und ein lockeres Gefüge als charakteristisch bezeichnet werden kann, so gibt es doch in dieser Gruppe noch Kalksteine, die an Festigkeit den früheren kaum nachstehen, und zu allen jenen Zwecken durch ihre materielle Beschaffenheit sich eignen, welche härtere Kalksteine so wichtig machen. Sie wechseln, wie in früheren Gruppen, mit Sandsteinen, Mergellagen und Tonflözen; ja selbst große ausgedehnte Kohlschichten, die weder im Jura, noch in der Kreide Vorkommen, finden sich zwischen den tertiären Sedimenten wieder; aber freilich in einer ganz anderen Form, nämlich als Braunkohlen. Demnach ist auch der mineralogische Gehalt nicht von dem der früheren, ja ältesten Perioden verschieden; also die Entstehung der Tertiärgebilde ganz auf dieselbe Weise, wie die Bildung jener älteren, denkbar. Und wenn in ihnen eine geringere materielle Festigkeit vorherrschend ist, so erklärt sich dieselbe von selbst durch den Mangel jenes gewaltigen Druckes, den alle späteren, über ihnen abgesetzten Schichten auf die älteren ausübten, sie dadurch im Laufe von Jahrtausenden zu so festen Massen komprimierend. Auch ist hierbei die reinere Beschaffenheit der Substanzen, aus denen die einzelnen älteren Schichten bestehen, zu beachten, und die größere Festigkeit derselben schon deshalb natürlich. —

Neben diesem im Allgemeinen wichtigen Charakter ergäbt sich ein zweiter, fast noch bezeichnender für unsere Periode; wenn er gleich eben so wenig ihr ausschließlich eigen ist. Das häufigere Auftreten von Süßwassergebilden zwischen den übrigen marinen Schichten zeigt nämlich auf einen sehr bedeutenden Anteil hin, den die Binnengewässer beim Absatz der tertiären Schichten gehabt haben. Die Bestimmung dieses Anteils ist nicht so schwierig, wie es vielleicht Manchem erscheinen mag; er erhellt aus den fossilen Organismen der einzelnen Straten mit Leichtigkeit. Gehören dieselben nämlich Tieren an, deren lebende Analoga sich nur in Teichen, Flüssen und Süßwasserseen aufhalten, so schließen wir wohl mit Recht auf eine ähnliche Lebensweise ihrer Vorgänger; finden sich zwischen diesen Süßwassertieren auch Meerbewohner, so werden wir annehmen, daß durch die Revolutionen verschiedene

Wasserbecken mit einander gemischt und ihre Bewohner in dieselbe Schicht eingebettet wurden; treffen wir endlich bloß Meergeschöpfe in gewissen andern Straten, so werden wir selbige für Absätze des Ozeans halten müssen. Landtiere können daneben in allen drei Schichten Vorkommen, je nachdem sie an den Ufern von Binnengewässern, oder an Meeresküsten, oder an beiden zugleich lebten; ihre Anwesenheit zeigt also für den Ursprung der Schicht auf nichts Gewisses hin. Dennoch ist das häufige Vorkommen von Säugetiergebeinen ein auszeichnender Charakter für die Tertiärgebilde und eine Erscheinung, die noch sicherer, als das Auftreten von Süßwassergeschöpfen, die große Analogie dieser jüngsten Periode vor der Jetztwelt mit der Gegenwart in allen Beziehungen dartut.

Um nun für die höchst mannigfachen, nur selten über größere Flächen ausgedehnten Tertiärgebilde, ihr gegenseitiges Vertreten und ihr relatives Alter einige sichere Anhaltspunkte zu gewinnen, bat man wieder die organischen Beischlüsse derselben als Führer benutzt und nach ihnen drei Unterabteilungen angenommen, welche am richtigsten wohl durch untere, mittlere und obere Tertiärschichten sich bezeichnen lassen. Allein die Tatsache, daß in den untersten Schichten bei weitem weniger fossile Organismen mit heutigen übereinstimmen, als in den mittleren, in den obersten aber die Menge gleicher Arten noch mehr zunimmt, bestimmte einige Beobachter, namentlich den französischen Naturforscher Deshayes [Gérard Paul Deshayes, 1795 – 1875, französischer Paläontologe, gliederte das Tertiär], dafür die Namen Eozän-, Miozän- und Pliozän-Formation zu erfinden. Seine Untersuchungen, welche besonders aus Muscheln und Schnecken gegründet wurden, ergaben für die Eozängebilde ein Verhältnis der übereinstimmenden Arten zu den verschiedenen von 1 zu 30, in den Miozängebilden von 1 zu 3, und in den Pliozängebilden von 1 zu 3 oder 1 zu 2, ja stellenweis selbst von 8 zu 10. Wie interessant diese Resultate auch sein mögen und wie richtig dadurch gewisse Örtlichkeiten auch bestimmt werden, eine allgemeine Anwendung scheinen sie nicht zu verstatten; vielmehr wird bei den Tertiärgebilden weit häufiger, als bei früheren Formationen, eine beschränktere Ausdehnung der Schichten und eine darin begründete gleichzeitige Entstehung anscheinend verschiedenartiger Niederschläge angenommen werden müssen. Es fehlen daher nicht bloß eozäne Schichten, wo miozän auftreten, sondern es kommen auch miozäne Schichten an gewissen Orten unter ganz ähnlichen Umständen vor, wo an anderen pliozäne Straten angetroffen werden; daher es weit weniger statthaft zu sein scheint, beide für auf einander folgende Gebilde zu halten, als sie für gleichzeitige, bloß örtlich verschiedene Absätze zu erklären. Aus diesem Grunde ist man neuerdings immer mehr von der strengen Sonderung der tertiären Straten nach Leitmuscheln zurückgekommen, und hat auch die darauf gegründeten, an sich schon sehr wenig gefälligen Benennungen wieder verlassen. —

In vielen Gegenden Deutschlands bestehen die untersten Tertiärschichten aus Ton- und Sandlagern, zwischen denen Braunkohlenflöze eingeschoben sind, und daher mag von ihnen zuerst die Rede sein. Der Sand, gewöhnlich die oberste Schicht, ist nur sehr wenig zu einem Ganzen verbunden, ja häufig kein wahrer Sandstein mehr, sondern ein bloßes Sandlager, das an der Luft in äußerst feinen glimmerhaltigen Sand zerfällt, und nur in seinen natürlichen Verhältnissen einen gewissen Grad von Kohärenz besitzt. Doch wird er an manchen Orten, z. B. auch bei Halle, auf gewisse Strecken von einem sehr festen und harten Sandstein bedeckt, der durch Verkieselung des Sandes entstanden zu sein scheint, und wegen seines Vorkommens in isolierten unregelmäßigen Stücken hier den Namen Knollenstein führt. Die Tonlager sind gewöhnlich zäher, aber doch nicht eigentlich ein festes Gestein, sondern viel lockerer gefügt als die Tone früherer Formationen. Sie haben eine weiße oder hellgraue, mitunter aber auch eine gelbe, rote oder braune Farbe, enthalten hie und da Eisenkiesknollen und eignen sich besonders zur künstlichen Verarbeitung; eine Anwendung, die gerade sie seit vielen Jahrhunderten

erfahren haben. Alle Töpferwaren und irdenen Geschirre werden aus diesem Ton gefertigt, und daher rührt die Benennung plastischer oder Töpfer-ton, welche man ihm zum Unterschiede von den jüngeren, mit Kalk und Sand stark gemischten Tonlagen oder Lehmen, die nur zu Ziegeln und schlechtem Geschirren brauchbar sind, beigelegt hat. Der eigentliche plastische Ton ist stets fettiger anzufühlen, feineren Gefüges, hängt inniger in sich zusammen und ist unwegsam für Wasser, während der Lehm leichter vom Wasser durchdrungen und schnell von ihm abgespielt wird. Mächtige Tonlager, wie solche von 60 und mehr Fuß Stärke Vorkommen, schützen die unter ihnen liegenden Schichten vor Feuchtigkeit und bilden einen Damm, über dem sich die Erdwasser sammeln, und in der Richtung seines Fallend wieder Hervorbrechen. Aus ihrer Nähe erklärt sich der gewaltige Quellenreichtum gewisser abschüssiger oder in natürlichen Vertiefungen des Bodens befindlicher Punkte und das Emporsteigen des Wassers in Bohrlöchern, die auf ähnliche abschüssig gelagerte Wasserscheiden stoßen und nun plötzlich der Flüssigkeit in der Tiefe, welche unter dem Drucke der gesamten über ihr stehenden Wassermasse sich befindet, einen längst gesuchten Ausweg bereiten. Auf dieselbe Art entstehen die natürlichen Springquellen und die künstlich erbohrten artesischen Brunnen. —

Zwischen den beschriebenen Ton- und Sandlagern pflegen also die Braunkohlen zu liegen, und mit ihnen öfters in mehrfacher Wiederholung, den Steinkohlenflözen ähnlich, zu wechseln. Sie bestehen aus Schichten vegetabilischer Substanzen, die nicht völlig verkohlt sind, sondern nur mehr oder weniger in kohlige Materien umgewandelt wurden, und in andere Zersetzungsprodukte, namentlich in Bitumen oder Erdöl, dabei übergangen. Schon vielfältig habe ich dieses Stoffes, als eines Bestandtheiles der Materien und Schichten, gedenken müssen, aber bisher seiner eigentlichen Natur noch nicht Erwähnung getan, weshalb an dieser passenden Stelle ein weiteres über denselben zu berichten wäre. —

Erdöl oder Stein öl (Petroleum) ist eine allermeist bräunliche, zähe, durch einen eigentümlichen Geruch ausgezeichnete Flüssigkeit, leichter als das Wasser, fett anzufühlen, höchst brennbar und in seinen reinsten Formen hellgelb, selbst ziemlich wasserklar und dünnflüssig. In dieser Gestalt nennt man es auch Naphtha. Mit der Zeit verdunkelt es sich, wird braun, später schwarz, dicker, selbst breiartig, klebrig, und heißt nun Erdteer oder Erdpech (Asphalt), je nach seiner Konsistenz. In flüssiger Gestalt quillt es an verschiedenen Stellen, besonders in sandigen Gegenden, aus der Erde hervor, und bedeckt den Boden oder vermengt sich mit fließenden Gewässern, auf deren Oberfläche es fortgeführt wird; an anderen Stellen bildet es pechartige Überzüge, selbst Lager und felsenförmige Gruppen. So findet es sich besonders an Ufern von Seen, z. B. am Toten Meere, auf dem Asphaltmassen umherschwimmen und seine Küsten als Schollen und Gerölle bedecken. Bekannt ist wenigstens in neuerer Zeit der Asphalt-See auf Trinidad geworden, dessen Gestade stellenweis von wahren Pechfelsen begrenzt werden. Hier hat sich die moderne Industrie ihrer schon bemächtigt und den brauchbaren Stoff mit Sand gemischt zur Asphaltpflasterung und zu ähnlichen Zwecken verarbeitet. In anderer Art erregten brennende Erdölmassen die Aufmerksamkeit der Anwohner; sie wurden Gegenstände nicht bloß der Bewunderung, sondern auch der Belehrung, wie die heiligen Feuer von Baku, deren Ruf durch das weite Morgenland hallt, und deren Name noch jetzt bei den Feueranbetern Irans und Indiens nur mit Ehrfurcht genannt wird. — Aber auch in Kalk- und Sandsteinen in der Nähe von Kohlenlagern trifft man Bitumen, ja manche Gesteinsschichten sind in beträchtlicher Ausdehnung davon durchdrungen. Diese Nähe und die Ähnlichkeit des Erdöls mit mehreren vegetabilischen Harzen hat zu der Annahme geführt, daß die Pflanzen der Vorwelt, und vielleicht auch tierische Organismen, an seinem Ursprünge Teil hätten, und daß man alle bituminösen Substanzen als Zersetzungsprodukte, oder geradezu als Ausscheidungen organischer Körper zu betrachten habe. Zwar lassen manche Vorkommnisse des Erdöls Einwürfe gegen diese Annahme

zu, und scheinen wenigstens die ausschließliche Richtigkeit derselben zu bestreiten; allein vorherrschend ist gewiß der Ursprung des Bitumens auf Rechnung der Organisation zu schieben. Indes mag nicht alle Materie, welche wir bituminös nennen, von gleicher Beschaffenheit sein; manche bituminösen Straten scheinen mehr von tierischen als von pflanzlichen Körpern ihren Inhalt bekommen zu haben, und nur in den Kohlschichten dürfte der pflanzliche Ursprung der wahrscheinlichere sein. Für die Braunkohle ist dies wohl ohne Frage anzunehmen, und die Entstehung des Bitumens also durch eine Umwandlung von unorganisierten Pflanzenstoffen zu erklären, welche während ihrer Bildung die organisierten vegetabilischen Membranen durchdrungen und in bituminöses Holz verwandelten. Je nach dem Grade dieser Umwandlung und der Verschiedenheit in den Pflanzenteilen, ergab der Prozeß ein abweichendes Resultat, und bewirkte teils ein gänzlich Verschwinden der Holztextur in der erdigen Braunkohle, teils ein Sichtbarbleiben im bituminösen Holze. Beide scheinen von Stämmen und Zweigen der Bäume herzurühren, während die Papierkohle entschieden aus großen Massen von Blättern entstand. Indem die sich bildenden Schichten mehr oder weniger durch sie belastende Stoffe gedrückt wurden, erhielten sie einen verschiedenen Grad von Festigkeit; manche blieben weich und erdig, andere wurden kohärenter, tonmassenartig, und führen darnach den Namen Knorpelkohle. Das Sichtbarbleiben der Holztextur, nicht bloß in einzelnen Stücken, sondern in ganzen Stämmen, der Abdruck des Blattnetzes, die Anwesenheit von Früchten und Samen an einzelnen Stellen, zeugt übrigens ganz entschieden für den Ursprung der Braunkohlen aus dem Pflanzenreich, und macht sogar noch die Familienverwandtschaft dieser vorweltlichen Gewächse deutlich. Sie scheinen den Waldbäumen der wärmeren subtropischen Zonen eben so sehr zu entsprechen, wie die damaligen tierischen Organismen den heutigen Bewohnern derselben Gegenden analog sind. —

Braunkohlen sind übrigens keine alleinige Eigentümlichkeit der untersten tertiären Schichten, sondern sie finden sich durch die ganze Tertiärformation bis zu den obersten Straten hin, fehlen aber an vielen Stellen völlig. Sie verbreiten sich besonders in muldenartigen Vertiefungen am Rande der Niederungen des nördlichen Deutschlands, und scheinen hier an sehr vielen Orten in der Tiefe vorhanden zu sein, wo sie bis jetzt noch nicht beobachtet wurden. Dafür spricht die Verbreitung eines fossilen Harzes, welches unter dem Namen Bernstein (das Elektron der Alten) allgemein bekannt ist, und ganz entschieden von den Bäumen herrührt, deren Stämme in Braunkohlenschichten sich begraben finden. Daß der Bernstein dem Pflanzenreich angehöre, vermuteten schon die Alten, auch zeugt seine harzige Natur und die Anwesenheit von Insekten oder anderen fremden Körpern sehr deutlich für eine vormals flüssige Beschaffenheit. Im Moment seines Hervorquellens war dies Harz dünn, flüssig und klebrig, wie alle heutigen frischen Harze, und hielt Gegenstände fest, die zufällig in die Harzklumpen gerieten. Lebende Geschöpfe, wie kleine Insekten, bemühten sich vergeblich, von ihrem zähen Boden sich wieder abzulösen, und drangen dabei nur tiefer in die Masse hinein, bis ein nachfolgender Strom sie ganz umhüllte und auf immer begrub. So erhärtete das Harz, brach später los, fiel zu Boden und wurde von den Wogen mit fortgeführt, als mächtige Revolutionskatastrophen Wassermassen über die Wälder ergossen, und Ton oder Sandflöze sie bedeckten. Dadurch wurden die leichteren Bernsteinmassen von ihren ursprünglichen Lagerungsstätten entfernt und in Schichten eingebettet, wo sie bloß als Geschiebe Vorkommen können. Ihre rundlichen Knollenformen und ihre abgeriebene Oberfläche zeugen bestimmt für den angegebenen Hergang. Sie finden sich übrigens nicht bloß als Auswürflinge der Ostsee an den Küsten von Mecklenburg, Pommern und Preußen, sondern auch im Schuttlande dieser Gegenden, selbst im Holze mancher Braunkohlenlager; aber noch häufiger trifft man zwischen den Braunkohlen ein anderes fossiles Harz, den Retinit [Retinit, ein fossiles Harz ohne Bernsteinsäure, es ist

definitionsgemäß kein Mineral (W.G 2020)]. Dasselbe gleicht zwar dem Bernstein, allein es ist nie so klar, stets nur wachsgelb von Farbe, leichter zerbrechlich, blasig oder porös, enthält keine Insekten und brennt nicht am Lichte mit Heller Flamme, sondern verglimmt unter starker Rauchentwicklung. Für seine Abstammung von den Braunkohlenbäumen spricht sein Fundort vollkommen so deutlich, wie für den Bernstein die Ähnlichkeit desselben mit dem Kopal und das Vorkommen von Insekten in diesem wie in manchen anderen Harzen; beide zeigen so entschieden einen vegetabilischen Ursprung, daß ihn gegenwärtig wohl Niemand mehr bezweifeln kann. —

Im Vorhergehenden haben wir eine möglichst allgemeine Darstellung der Braunkohlenformation und ihrer wichtigsten Begleiter gegeben, wir wollen jetzt noch einen Blick auf ihre räumliche Verbreitung werfen und dabei durch nähere Betrachtung einer einzelnen Kohlenmulde die Gesamtschilderung weiter zu erläutern suchen. Das Letztere scheint uns so nötiger zu sein, als kaum eine andere Formation im gleichen Grade örtliche Verschiedenheiten darbietet. An wenigen Stellen von Deutschland findet sie sich häufiger, als in Sachsen, und namentlich in den unmittelbaren Umgebungen von Halle am allgemeinsten. Nicht bloß ein Teil der Stadt steht über Braunkohlen, auch die ganze städtische Feldmark ist reichlich mit Kohlenflözen gesegnet, und weit umher erstrecken sich getrennte Kohlenmulden, zumal westlich bis an den Fuß des Harzes, oder südlich im Saaltale aufwärts gegen Weißenfels bis hinüber in das Tal der Elster nach Zeitz. Ein anderes kleineres Braunkohlenrevier findet sich westlich von Altenburg und ein drittes nordöstlich daneben bei Borna.

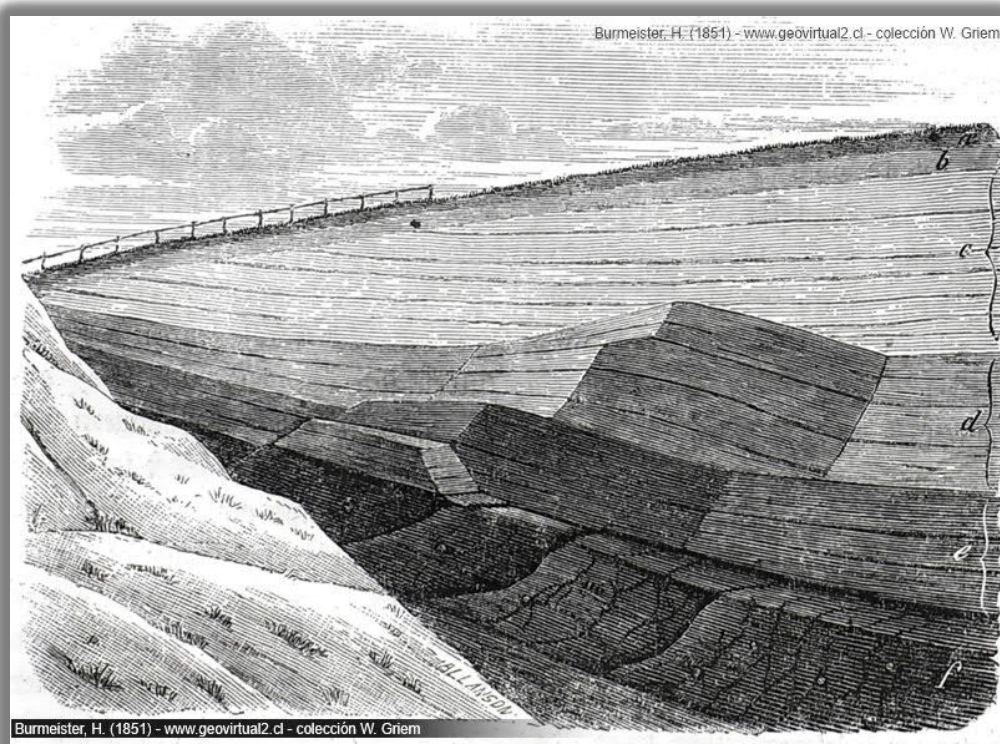


Abbildung 28, p. 268: Ansicht der Braunkohle

Gleichzeitig mit diesen Braunkohlenlagern sind die böhmischen Mulden am Fuße des Erzgebirges von Eger bis Teplitz entstanden; ferner die märkischen bei Frankfurt und

Freienwalde, die hessischen in der Nähe von Kassel und die rheinischen bei Bonn. Auf dem beigegebenen Bilde blicken wir in die Kohlengrube bei Nietleben hinein/ und sehen das westliche Ende derselben mit dem Ausgehenden der Flöze vor uns. Links liegt in, Vordergründe, als sogenannter Abraum, der weiße Kohlendamm, welcher beim Beginn des Abbaues am südlichen Rande der Grube abgetragen werden mußte, ehe die Kohlen selbst zu Tage gefördert werden konnten; aber den ganzen Schichtenverband des Kohlenbeckens zeigt die gegenüberliegende nördliche Wand. Da sieht man zu oberst eine dünne, noch nicht 2 Fuß [0,60m] mächtige Schicht schwarzer Dammerde (a) und darunter eine eben so starke, ihr parallele Schicht von Diluviallehm (b). Unter demselben folgt der Braunkohlensand (c), eine feine lockere Sandschicht, welche von den Rändern der Mulde aus gegen deren Mitte hin einfällt, also hier ihre größte Mächtigkeit hat. In der Nähe des genommenen Standpunktes beträgt die Mächtigkeit des Sandes etwa 12 Fuß [3,80m]. Seine Farbe ist in der Hauptsache rein weiß, nur nach oben wird sie gelblicher; doch ziehen sich durch die ganze Sandschicht parallele, oder vielmehr konzentrisch gesenkte gelbbraune eisenschüssige Streifen, welche meistens ein etwas festeres Gefüge besitzen. Unter dem weißen Sande liegt eine 11 Fuß [3,50m] starke und überall ziemlich gleichmäßig mächtige Schicht dunkleren grauen Sandes (d), worin fein zerstreute Spuren von Kohle auftreten, und ihr folgt eine andere schwarzgraue, nur 9 Fuß [2,80m] mächtige Mergelschicht (e), welche eine größere Konsistenz zeigt, kein Wasser mehr durchläßt und deshalb am Rande des Abbaues beständig von Wasser trieft, das über ihr auf der unteren Grenze des Sandes hervorquillt. Erst unter dieser dritten Schicht folgt die allermeist erdig-knorpelige, von vielfachen Rissen in unregelmäßig eckige Schollen und Stücke zerklüftete Braunkohle (f), welche hier noch nicht durchsunken wurde, also auch den Boden der Grube bildet. Sie ist nichtsdestoweniger über 14 Fuß [4,40m] mächtig, regelmäßig geschichtet, mit deutlichem Einfallen gegen die Mitte der Mulde; aber die Schichtungsebenen sind vielfach zertrümmert, und stellenweise mit gut erhaltenen, über 1 Fuß dicken [0,31m] und 6—8 Fuß [1,90 – 2,50m] langen bituminösen Holzstämmen untermischt, deren Neigung stets die der Schichten ist, und deren Längsrichtung gewöhnlich dem südlichen Einfall gegen die Mitte der Mulde hin folgt, seltener rechtwinkelig dagegen läuft, also von West nach Ost streicht. Mehrere solcher Stämme ragen frei aus der erdigen Kohle auf dem Bilde hervor. Das Liegende der Kohle kennt man in dieser Grube noch nicht mit Sicherheit, indes scheint abwärts auf die Kohlen eine dünne Schicht weißen plastischen Tones zu folgen, welche vielleicht dem älteren Gebirge, hier wahrscheinlich dem bunten Sandstein, aufliegt. Nach Andeutung von Bohrversuchen am äußersten westlichen Rande der Mulde mag übrigens unter dem plastischen Ton ein zweites Braunkohlenflöz sich befinden und dann erst das ältere Gebirge ihm abwärts folgen. Dafür spricht das ähnliche Verhalten der Braunkohlenmulden östlich und südlich von Halle, deren Hangendes schon ein weißer plastischer Ton zu sein pflegt; woraus sich der hier oft ungeheure Wasserzufluß erklärt, den die Bergwerksarbeiten an den tieferen Stellen des Terrains zu überwinden haben, ehe sie auf die Kohlen selbst gelangen. Indes ist ein Schluß auf die Übereinstimmung benachbarter Mulden, wie schon das erwähnte Beispiel durch die Differenz im Hangenden deutlich zeigt, nicht sehr zuverlässig; schon bei sehr geringen Abständen pflegen wichtige Unterschiede, besonders in der Beschaffenheit der Kohle selbst, sich einzufinden und noch viel größere bei weiteren Entfernungen. Das alles kann uns nicht auffallen, wenn wir an den lokalen Ursprung der Braunkohlen denken, und die großen örtlichen Verschiedenheiten berücksichtigen, welche die Braunkohlen vor ihrer Ablagerung notwendig haben mußten. Denn es steht fest, daß sie ohne Ausnahme von zusammen- geschwemmten Vegetabilien herrühren, zu deren Ablagerungsort eine natürliche ältere Vertiefung im Boden diente, welche die Wasser überfluteten und langsam mit ihren Absätzen ausfüllten, dem Verkohlungsprozeß der vegetabilischen Stoffe eine geeignete ruhige Bildungsstätte bereitend. In der Regel, wenn nicht

immer, waren es mächtige Süßwasserströme, große Flußgebiete, deren Fluten die entwurzelten Bäume herbeiführten, und von Jahr zu Jahr an derselben Stelle in dem heutigen Kohlenbecken absetzten. Je nach der Schnelligkeit, womit die Verkohlung hier fortschritt, war die Wirkung eine andere; und daher rührt offenbar das verschiedene Ansehen der Kohle jedes einzelnen Kohlengebietes. Aber nur wenige Bäume veränderten sich so schnell, daß die Holztextur erhalten blieb und der ganze Stamm seine frühem Umrissse bewahrte. Für den Absatz der Schichten aus-süßen Gewässern spricht endlich teils der Umstand, daß die kenntlichen Hölzer großen Waldbäumen, besonders Koniferen, obgleich nicht eigentlichen Fichten, angehört haben, und daß, wenn sich tierische Reste, z. B. Muschelschalen, in den begleitenden Sand - und Mergelschichten finden, dieselben von Süßwassergeschöpfen herrühren. Im Ganzen aber sind Tierreste in den Braunkohlenschichten eine Seltenheit. Nur sehr sparsam hat man hie und da Gebeine von größeren Landsäugetieren wahrgenommen. Bei Halle fehlen solche Fälle noch gänzlich. —

Eine andere mächtige Gruppe der unteren Tertiärgebilde ist die Grobkalkformation. Sie folgt gewöhnlich den Braunkohlen zunächst, aber wenn sie auf Braunkohlen liegt, nicht unmittelbar, sondern durch dazwischen gelagerte Sandschichten von ihnen getrennt. Ihre Hauptmasse ist der Grobkalk, ein kohlensaurer Kalk von grauer, bräunlicher oder gelber Farbe; aber sein Gefüge ist höchst verschieden: bald zähe und fest, bald locker und fast erdig. Bedeutende Quantitäten von Sandkörnern, die er stellenweis umschließt, geben ihm ein rauhes Ansehen, und wurden Veranlassung zu seinem Namen; mitunter sind es grünliche Chloritkörner, die er enthält, und durch die er ein dunkleres geflecktes Ansehen bekommt.

Noch mehr als der Portlandstein für London bedeutet, ist der Grobkalk den Parisern, das allgemeinste und fast einzige Baumaterial. Seit Jahrhunderten zu allen Bauwerken von Frankreichs stolzer Hauptstadt verwendet, hat bald die Ausbreitung einer zunehmenden Bevölkerung nicht mehr den bloßen Abbruch an der Oberfläche im sogenannten Tagebau verstatet [= gestattet], sondern zu unterirdischen Bruchstätten genötigt, deren ungeheurer Umfang über den achten Teil einer Quadratmeile betragen soll. Namentlich die Höhen um Paris, auf denen die neuen Forts der Befestigungswerke zum Teil ruhen, sind von solchen Bauen unterminiert, und manche von ihnen kaum geeignet, dem Dröhnen und der Erschütterung einer starken Kanonade, die von ihren Gipfeln ausgehen soll, als sichere Fundamente zu dienen. Stürzten doch in früherer Zeit mehrmals die Decken solcher anfangs ohne alle Sorgfalt und Vorsicht angelegten Gewölbe zusammen, und brachten dadurch einen Teil der Stadt an der Südseite der Seine, unter dem die künstlichen Höhlen sich hinziehen, in große Gefahr. Man hat sich später veranlaßt gesehen, ganze Räume zu unterwölben oder auszufüllen, während andere zur Ablagerung der zahlreichen Gebeine gebraucht wurden, welche aus den seit sechs Jahrhunderten benutzten und um mehr als Menschenhöhe aufgehäuften Kirchhöfen bei einer allgemeinen Reinigung hervorkamen. Aber neue Unglücksfälle nötigten auch von dieser so passenden Anwendung abzustehen, und statt der morschen menschlichen Gebeine festere Stützen unterzuführen, um den Einsturz ganzer Stadtteile zu verhindern. Dennoch zeigen sich von Zeit zu Zeit an manchen Orten drohende Zeichen; Niemand wagt es noch, in diese schauererregenden, mit den Gebeinen von 25 Generationen zum Teil in regelmäßiger Anordnung gefüllten Räume hinabzusteigen, um zwischen unabsehbaren Schädelreihen einherzuwandeln, und dabei jeden Augenblick des Einsturzes einer Felsmasse von der Höhe gewärtig zu sein, die auch ihn den Abgeschiedenen zuführen würde.

Und wer es wagen wollte, den hindert das polizeiliche Verbot, diese unterirdischen Höhlen ferner zu betreten. Auch sind die öffentlichen Eingänge, um allen Schaden abzuwehren,

vermauert worden; nur einzelne versteckte Pforten findet man noch in den Kellern benachbarter Häuser. Abgehalten von ihrer Benutzung, konnte ich, bei meiner Anwesenheit in der großen Hauptstadt, bloß durch bildliche Darstellungen mir einen Eindruck von diesen unterirdischen Schrecknissen verschaffen. —

Auf den Grobkalk des Pariser Beckens, der seinen Versteinerungen nach in einem Meerbusen gebildet zu sein scheint, wohin auch Süßwasserströme sich ergossen, folgen aufwärts verschiedene Mergel- und Sandlagen, in denen wieder Seegeschöpfe enthalten sind; wahrscheinlich weil sie bei einem späteren Steigen des Meeres, wodurch die süßen Wasser des Beckens zurückgedrängt wurden, entstanden. Die Katastrophe dauerte indes nicht lange, das Meerwasser floß zum zweiten Male ab, und neue Süßwasserfluten folgten ihm. Sie scheinen die letzten jüngsten Gebilde des genannten Beckens zurückgelassen zu haben. Wie diese Angaben zeigen, ist die ganze tertiäre Schichtenfolge bei Paris sehr mannigfach; sie besteht wenigstens aus fünf verschiedenen Gliedern, von denen drei aus süßen Gewässern herrühren, zwei Meeresschichten sind. Das unterste Glied enthält Braunkohlen mit Töpferton, ist also ein Süßwassergebilde; darauf folgt als erstes Meeresprodukt chloritischer Kalk mit Grobkalk und einem ihn bedeckenden Meeressandstein; die dritte Abteilung besteht aus Süßwassersedimenten, zu unterst aus einem kieseligen Kalkstein, auf dem der berühmte Gips des Montmartre mit den zahlreichen Säugetierknochen ruht, und zu oberst lagert sich darauf ein Süßwassermergel mit Palmstammresten. Dies dritte Glied wird noch zur unteren Tertiärformation gerechnet und den sogenannten Eozänbildungen beigegeben. Als viertes Glied folgt ein neues Meeresprodukt, das Äquivalent der mittleren oder miozänen Tertiärschichten; bestehend zu unterst aus Kieselkalkstein und Tonmergeln, auf denen Austernbänke sich erhalten haben. Ein glimmerreicher Sand, der nach oben in festere Sandsteine übergeht und Meerconchylien enthält, ist die Hauptschicht dieser zweiten Meeresformation. Ihn bedeckt als tiefste Lage des fünften Gliedes der Süßwasserquarz, ein fester harter kieseliger Sandstein mit Süßwasserschnecken und Muscheln in seinen oberen Straten; worauf die weit verbreiteten, abwärts an der Loire bis nach Angers sich hinziehenden Süßwasserkalkschichten die obere oder pliozäne Tertiärformation des Pariser Beckens beschließen. Sie werden nur noch von Diluvial- und Alluvialprodukten überlagert. —

Die beschränkte Örtlichkeit solcher Bildungsphänomene zu verfolgen, hat sich eine schöne Gelegenheit in dem Umstande dargeboten, daß auch Englands Hauptstadt auf Schichten ruhet, welche der Zeit nach ganz dieselben mit denen des Pariser Beckens zu sein scheinen, aber im Material gewöhnlich von den französischen abweichen. Beide Gegenden enthalten die hauptsächlichsten Repräsentanten der tertiären Formation. Auch in England sind Sand- und Tonlager zum Teil mit Schieferbildung die tiefsten Straten; sie entsprechen dem Braunkohlensand und dem plastischen Ton des Pariser Beckens. Aber statt des mächtigen Pariser Grobkalks findet sich in England eine Schicht blauen Tones, der nach der Hauptstadt genannt wird (London clay), doch keineswegs von Schichten mit Landtierresten und Süßwasserbewohnern begleitet ist; hier fehlt also der an beiden reiche Pariser Süßwasserkalk und Gips. Nur auf der Insel Wight finden sich analoge Gebilde. Eben daselbst erkennt man auch die zwei letzten Pariser Schichten, die untere metrische und die obere Süßwasserformation in ähnlicher Art wieder; hier wie dort aus Sandlagern und Mergeln bestehend, welche ihre charakteristischen Versteinerungen umschließen. Diese untergegangenen Geschöpfe sind übrigens auch in den obersten Skaten durchaus verschieden von den heutigen Organismen derselben Gegenden, und erinnern durch ihren Bau weit mehr an südliche tropische Formen, als an jetzige Bewohner der Nordsee und ihrer Küstenländer. Nur einige Radialen und Mollusken scheinen jener Periode mit der Gegenwart gemein zu sein.

Wegen einer größeren Analogie in den Geschöpfen bürste man, als zweite Abteilung der Tertiärformation, am zweckmäßigsten die beiden Schichtenglieder zusammenfassen, welche die miozänen und pliozänen Gebilde der französischen Schriftsteller enthalten, da eine scharfe Grenze zwischen ihnen nicht Statt zu finden scheint. Denn an der einzigen Stelle, wo beide in abweichender Lagerung Vorkommen, an der Superga bei Turin, ist die beachtete Neigung der Schichten gegeneinander wohl nur lokaler Charakter. Ihre Bestandteile sind vorzugsweise Sand und Sandkonglomerate, erstern stellenweis noch zu Sandsteinen erhärtet; demnächst Mergel und ein Süßwasserkalk, welcher an manchen Orten ziemlich mächtige, dem Grobkalk zunächst vergleichbare Lager bildet. Die Sandsteine erreichen in der Schweiz auf dem weilen Gebiete zwischen dem Genfersee und Bodensee, .das ganz dieser Formationsepoche angehört, einen sehr bedeutenden Umfang und eine große Ausdehnung; sie führen hier den Namen Mo lasse, und haben dadurch zur Bezeichnung sämtlicher mittleren Tertiärschichten als Molassegruppe Veranlassung gegeben. Die Molasse ist übrigens ein sehr mannigfaches Gebilde; nur stellenweis zeigt sie den Charakter eines feinkörnigen Sandsteines, ist in dieser Form gewöhnlich mit kleinen Glimmerblättchen gemischt, und findet dann als Baustein vielfache Anwendung. Gesellen sich Körner von Feldspat, Kalk und anderen Gesteinen hinzu, so wird das Gefüge rauher, gröber, lockerer und loser. Dann verliert das Gestein schon mehr seinen technischen Werth, und wenn nun mit zunehmender Größe der einzelnen Bestandteile die Konglomerat-Natur immer deutlicher hervortritt, so verschwindet die Bedeutung der in dieser Form allen Trümmergesteinen ähnlichen Molasse für die Benutzung ganz. Die feine dichte Molasse ist übrigens dazu sehr geeignet, weil sie im frischen Zustande, wo die vielen Erdwasser sie durchdrungen, sehr leicht gebrochen und bearbeitet werden kann; hernach aber, der Lufteinwirkung ausgesetzt, fester wird und dann eine bedeutende Härte gewinnt. Sie ist daher zu Ornamenten ganz besonders gut geeignet, und liefert in der westlichen Schweiz ein sehr gutes Baumaterial für die größeren auf ihr ruhenden Städte: Genf, Lausanne, Solothurn, Bern, Luzern und Zürich. Denn fast das ganze Gebiet der Aare mit allen ihren Nebenflüssen bewegt sich im Boden der Molasse. Auf solche Weise vielfach von Tälern durchschnitten, zeigt sie häufig steile Wände, an denen, wenn es grobkörnige Molasse ist, die härteren abgeriebenen Bruchstücke älterer Gesteine der Witterung mehr widerstehen, als die sie verbindende kalkige Sandmasse, und gleich Kugeln und Knollen aus der Fläche hervorragen. In jähre Höhe erscheinen diese Knollen kleiner, gleich Nagelköpfen, welche dicht neben einander eingehauen die Felswand bedecken. Diese Erscheinung veranlaßte die Benennung Nagelflüh, welche grobkörnige Molasse- Sandsteine führen, abgeleitet aus dem Provinzialworte der Schweizer Fluh oder Flüh für Fels, das sich in noch anderen Kompositionen wissenschaftliche Bedeutung erworben hat [*1: Flühvogel (Accentor), einer bergigen Gegend eigentümlichen Drosselgattung.]. Die in der Nagelflüh zu einem Ganzen verbundenen Bruchstücke sind, wie schon erwähnt wurde, stets abgerieben, wahre Rollsteine oder Geröllmassen, und bestehen vorzüglich aus verschiedenfarbigen Kalken. Die Verkittung derselben zu einem Ganzen ist höchst innig, und das Bindemittel sehr fest; Nagelflüh läßt sich daher in Platten brechen und selbst zu polierten Tafeln verarbeiten. —

Zwischen Nagelflüh und Molasse, die beide an vielen Stellen mit einander wechseln, treten auch Braunkohlen auf, besonders in den Molassenschichten. Sie werden von organischen Resten begleitet, die dem Tierreich wie dem Pflanzenreich angehören, und den heutigen Geschöpfen zwar ähneln, aber doch stets spezifisch von ihnen verschieden sind.

Die eben geschilderte Molasse und Nagelflüh sind der Schweiz eigentümlich und kommen an anderen Orten in derselben Weise nicht wieder vor. Ihr Verhalten zu den übrigen Gliedern der

jüngeren Tertiärformation ist eben deshalb noch nicht genau ermittelt, doch scheinen sie den miozänen und untersten pliozänen Schichten analog zu sein.

Erstere, die Tegelgebilde der deutschen Geognosten, bestehen bisweilen aus losen, im Rhein- und Donautal, wo sie an mehreren Stellen Vorkommen, zu Sandstein verhärteten, durch ein kalkiges Bindemittel vereinigten Schichten, deren außerordentlicher Reichtum an Muscheln zu der Benennung Muschelfand oder Muschelsandstein Veranlassung gegeben hat. Die Schichten dieses Sandes sind teils aus dem Meere abgesetzt, teils aus süßen Gewässern, und haben selbst im Falle eines gleichartigen Ursprungs noch verschiedene gelbe oder blaue Farben. An anderen Orten gehen die Sandlager in Mergellager über, und ihnen folgen Kalkschichten, die ebenfalls teils Meeresprodukte sein können, teils aus süßen Gewässern (daher Süßwasserkalk) herrühren. Die in ihnen begrabenen organischen Reste haben noch immer einen vorwiegend tropischen Charakter, und alle noch lebenden Conchylien [Muscheln], deren Menge oft nicht unbeträchtlich ist, finden sich gegenwärtig nur an den Küsten Guineas oder Senegambiens. Von den immer häufiger werdenden Säugetieren erscheint keine Art lebend in der Gegenwart wieder, und manche Gattungen fehlen ihr ganz. Höchst wunderbare Formen, wie *Dinotherium*, zahlreiche *Pachydermen*, *Mastodon*, von welchen die jetzige Schöpfung kaum noch Analoga besitzt, sind in Tegelschichten entdeckt worden. Auch das angebliche Menschengescheiß, welches spätere Naturforscher für einen großen Salamander erkannten, aus dem Oeninger Süßwasser- stinkkalk, gehört zu den Merkwürdigkeiten dieser Gruppe, scheint aber in lebenden Analogis sich erkalten zu haben. Die Ausbreitung der mittleren Tertiär- oder Tegelgebilde ist beträchtlich, sie erscheinen im nördlichen Frankreich, abgesehen von den gleichzeitigen Schichten des Pariser Beckens, als muschelreiche Mergel, sogenannte Faluns, im Loire Tal bei Tours und Blois, an vielen einzelnen Punkten in den Tälern der Bretagne, und erstrecken sich über einen großen Teil der Auvergne wie des südlichen Frankreichs. In Deutschland durchziehen sie das Donautal vom Bodensee her bis nach Wien, und begleiten den Fuß der Karpaten. Nordwärts ist das Tegelgebilde nicht sehr verbreitet, es fehlt in England vielleicht ganz, wenn nicht einzelne Schichten der Insel Wight ihm zugehören; auch am Südrande der Alpen ward es nur zwischen dem Lago Maggiore und Lago d'Iseo und in geringer Erstreckung bei Turin beobachtet. Isoliert liegt im Rheintal das Mainzer Becken, durch seinen Reichtum an Tierresten besonders ausgezeichnet, und daher einer näheren Betrachtung nicht unwert. Es scheint unmittelbar aus Grauwacke oder buntem Sandstein zu ruhen und in der untersten Teufe aus Schichten zu bestehen, die dem Braunkohlengebirge analog sind. Letztere bedeckt eine Meeressand und Geröllschicht mit zahlreichen Seeconchylien, Fischresten und wenig erkennbaren Spuren von Säugetieren. Darauf folgt die Grobkalkformation, deren unterste Schicht, ein blauer Tonmergel mit Seeconchylien, auf dem eingeschalteten Profil [*2] mit a bezeichnet ist.

2) Es zeigt einen Durchschnitt durch die Mitte des Mainzer Beckens zwischen Eppelsheim und Oppenheim in der Richtung von SW nach NO. Eppelsheim ist ein Dorf südlich von Alzei, am Anfange des Seebach-Tales gelegen, und der Ort, wo die meisten Säugetierknochen gefunden werden; * bezeichnet den Klobberg, ** die Talmulde bei Eppelsheim, ***die Lage von Oppenheim, e. die Sedimentschicht des Rheines, f. den Rheinspiegel.

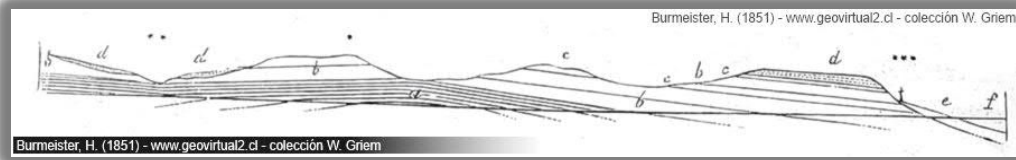


Abbildung 29 p. 276: Das Tertiär des Mainzer Beckens.

Der eigentliche Grobkalk (b) besteht aus mehreren Bänken, welche durch dünne zwischengelagerte sandige Schichten oder Mergel (c, c) getrennt werden. Über ihm liegt noch eine etwas mächtigere Mergelschicht, worin, übereinstimmend mit den früheren, Seeconchylien enthalten sind, und dann folgt das Schlußglied der mittleren Tertiärformation dieser Gegenden, ein knochenführender Sand und Kies (d) mit gröberen Geröllschichten, welcher die Reste der merkwürdigen Säugetiere jener Zeit, des *Dinotherium*, *Mastodon longirostris*, *Aceratherium incisivum*, *Rhinoceros Schleiermacheri* (s. *Megarhinus*) *Hippotherium* u. a. m. umschließt. Diese oberste Schicht findet sich aber nur an wenigen allermeist hochgelegenen Stellen des Beckens, und pflegt noch von feineren weißen Sandbänken bedeckt zu sein, zwischen denen sandige Mergelschichten (Löß) sich ausscheiden. Auf ihnen liegt der Diluviallehm.

Die pliozänen Schichten werden als Selbständige Gruppe unter dem Namen der Subapenninen-Formation zusammengefaßt, weil sie den Fuß dieses Gebirges an beiden Abhängen begleiten. Es sind meistens Sandschichten, die mit Mergelschichten wechseln, jene von gelber, diese von bläulicher Farbe, und durch einen großen Reichtum von Seegeschöpfen sich auszeichnen. Zwischen ihnen treten auch Süßwasserschichten auf, besonders Süßwasserkalk, in denen Säugetierreste mit Haifischzähnen vereint Vorkommen, und zwar unter Verhältnissen, die keinen Zweifel lassen, daß die ersteren sich auf ihren ursprünglichen (primitiven) Lagerstätten befinden. Also auch hier wechseln Süßwasserablagerungen mit Meeresschichten, wie es ein Zufließen süßer Gewässer von dem bereits erhobenen Bergzuge der eigentlichen Apenninen notwendig macht. Aus dem Schuttlande, das diese Wasser mit sich führten, und der Brandung von Meereswogen, die den Höhenzug umfluteten, entstand damals jene hügelige Kette am Fuß der Berge, welche die Subapenninen ausmachen. Zur Zeit ihrer Bildung hatte das Meer schon einen großen Teil seiner heutigen Bewohner, aber das Festland bloß analoge Formen; denn keine einzige Art der fossilen Säugetiere wird heutiges Tages lebend hier angetroffen, während etwa 40 von 100 Arten der Muscheln und Schnecken lebende sind, aber nur eine unter 100 der früheren Periode zugleich angehört. Demnach war zu jener Zeit die Beschaffenheit des damaligen Italiens dem heutigen entschieden verwandter und ähnlicher, als in der jüngst vorhergegangenen Epoche desselben. Die Subapenninenformation ist übrigens nicht auf Italien beschränkt, sondern findet sich zugleich in Sizilien, Nordafrika, Spanien und Südfrankreich am Fuß der Pyrenäen bis zur Mündung der Garonne. An diesen Stellen hat sie ihre größte Ausdehnung, tritt aber in kleineren Räumen, größtenteils aus mehr oder weniger sandigen Mergelschichten bestehend, am östlichen Rande von England als Crag in Norfolk und Suffolk auf, ferner an den Ufern der Rhone bei Lyon, des Rheins stellenweis von Basel bis Bonn (hier unter dem Namen Löß ein Gemisch von Lehm, Kalk, Sand und Glimmerblättchen bildend), am Bodensee, in verschiedenen Tälern Württembergs (Steinheim), Südbayerns (bei Nördlingen), im Teplitzer Tale zwischen dem Erz- und Mittelgebirge bei Bilin und bei Eger, und isolierter an mehreren Orten des nördlichen Deutschlands als Geest. Überall scheinen die pliozänen

Schichten des Binnenlandes Süßwasserprodukte zu sein, und teils von größeren Binnenseen, teils von Flüssen herzurühren. Ein großer Gehalt an kieseligen Bacillarienhüllen, die in mehr oder minderer Masse von Kalk eingebettet sind, scheint besonders die Absätze von Süßwasserseen zu verraten. Als Pulierschiefer haben solche Schichten eine technische Anwendung gefunden. Vorzüglich charakteristisch sind übrigens für diese Periode die Säugetierreste, welche in ihren Schichten angetroffen werden. Die Eigentümlichkeiten derselben und ihre Beziehungen zu noch lebenden Arten später im Zusammenhänge mit letzteren darstellend, bemerke ich hier nur, daß wir die Gebeine von Mastodonten, Nashörnern, Nilpferden, Hirschen, Pferden, Nagetieren, Bären, Hunden, Hyänen, Katzen und Affen besonders im Schuttlande der Täler, zumal an größeren Flüssen abgelagert finden, indessen gewöhnlich noch eine spezifische Differenz zwischen ihnen und den Arten der nächstfolgenden Periode bemerken. — Diese nächste Epoche ist aber keine andere, als die der Gegenwart vorangegangene. —

8. Diluvium.

Unmittelbar über den jüngsten Tertiärgelassen trifft man auf Schichten, welche einen noch lockern Zusammenhang haben, fast nur aus Lehm, Sand, Kies und Geröllen bestehen, in größerer Allgemeinheit und Ähnlichkeit über die Erdoberfläche, wenigstens über die meisten Gegenden von Europa, sich verbreiten und gewöhnlich unter Verhältnissen angetroffen werden, aus denen man eine sehr gewaltsame, lange Zeit andauernde Wasserbedeckung früher bereits trocken gelegter Gegenden folgern zu dürfen glaubte. Ist diese Annahme richtig, so läßt sich die so vielen Völkern (Indiern, Juden, Griechen) gemeinsame Mythe einer Sündflut durch sie einigermaßen rechtfertigen; weshalb man die Sedimente aus dem Zeitraum vor der Gegenwart Diluvialgebilde oder Diluvium genannt, und daraus für die älteren und jüngeren Straten ähnliche Namen hergeleitet hat; jene als antediluvianische, diese als postdiluvianische von ihnen und von einander unterscheidend. Die letzte große Umwälzung ist jedoch, allem Anschein nach, früher eingetreten, als das Menschengeschlecht den Erdboden betrat, weil wir noch immer nicht mit Gewißheit seine Gebeine zwischen den fossilen Tierknochen haben auffinden können; also eine Vergleichung derselben mit der Sündflut schon deshalb unstatthaft. —

Viele Verhältnisse machten es den früheren Beobachtern wahrscheinlich, daß die bezeichnete Katastrophe zugleich sehr plötzlich und gewaltsam über die Erdoberfläche hereinbrach; eines Teils, weil sie sich über so weite Flächen ausdehnt, und nicht bloß in der ganzen nördlichen Halbkugel, sondern auch an vielen Stellen der südlichen, wie namentlich in Amerika und Neu-Holland, ihre Spuren hinterlassen hat; anderen Teils, weil wir in ihren verschiedenen Produkten noch ganze Tiergerippe im

Zusammenhänge auffinden, ja selbst die wohl erhaltenen Fleischteile in den Eismassen des nördlichen Sibiriens entdeckt haben. Sowohl diese Art ihres Vorkommens, als auch die zahlreichen großen Geschiebe, welche in Begleitung von Elefantenknochen über die Ebenen des nördlichen Europas wie Asiens verteilt sind (vergl. S. 83), haben viele Naturforscher zur Annahme eines plötzlichen Sinkens der Temperatur bis unter den Gefrierpunkt veranlaßt. Nach ihrer Vorstellung bedeckte damals eine von den höheren Gebirgen im Norden und Süden herabkommende große Eiskruste den ganzen nördlichen Teil der Erdkugel und wirkte, einem Gletscher vergleichbar, auf die sie überragenden Felsmassen und auf den Boden unter ihr.

Zahlreiche Bruchstücke jener Felsen verbreiteten sich über diese Eisfelder und bildeten auf ihnen Moränen, wie auf heutigen Gletschern. Nach langer Pause hörte ein solcher eisiger Zustand unserer Gegenden auf, eine mildere Temperatur stellte sich wieder ein, schmolz das Eis, und nötigte es, seine Begleiter, seien es Felsblöcke, seien es Tiergebeine, da fallen zu lassen, wo sie nun eben auf oder unter ihm lagen. Allein während des Abschmelzens schritt zugleich die Eismasse nach Art der Gletscher von den Höhen talwärts vor; die Verkleinerung derselben erfolgte daher nur langsam, wie deutliche Spuren alter Endmoränen auf den benachbarten Höhen des Jura beweisen, und noch jetzt den allmählichen Rückzug des ungeheuren Schweizergletschers in seine heutigen beschränkten Räume anzeigen. Dieser Ansicht zu Folge sind die Eisberge der Polarzone ebenfalls Reste einer vormaligen allgemeinen Eisdecke, die von den Schweizerhöhen, den Karpaten und dem Altai bis zum Nordpol, gleich wie von Frankreich bis nach Kamtschatka reichte, und über diesen ungeheuren Flächenraum die Bruchstücke jener vereinzelter Bergzüge verbreitete, welche über ihre Oberfläche hervor- ragten.

Mit großem Geschick hat Agassiz [*3: Man vergleiche sein früher (S 31) erwähntes Werk über die Gletscher], der neueste Verfechter dieser phantasiereichen Ansicht, alle besonderen Beziehungen, auf denen sie ruht, benutzt und dadurch ihr mehr und mehr Eingang verschafft. Indes gelang es ihm nicht, die Ursachen einer so merkwürdigen Katastrophe genügend aufzuklären; ein Umstand, der gegen seine Ansichten manchen gewichtigen Stimmen einen weiten Spielraum übrig ließ. Mit mehr Erfolg haben dies später andere Gelehrte von einem veränderten Standpunkte aus versucht, und indem sie die Notwendigkeit des Ereignisses mit mathematischer Schärfe darzulegen strebten, auch für die Wirklichkeit desselben am nachdrücklichsten das Wort geführt. Wir werden nähere Aufschlüsse hierüber im 16. Kapitel, das von den Schöpfungsperioden handelt, erhalten, und begnügen uns einstweilen mit den hier angegebenen Tatsachen. Nur so viel wollen wir noch bemerken, daß aus dem Eintreten einer Eiszeit am Ende der letzten Revolution vor der Gegenwart noch nicht eine allgemeine Temperaturabnahme des Erdkörpers bis unter den Gefrierpunkt des Wassers abgeleitet werden könne, vielmehr die Ursachen der Erscheinung aus ganz anderen Verhältnissen sich folgern lassen. Demnach dürfen wir die allgemeine Abkühlung unseres Planeten nicht bis zu einem so hohen Grade der Kälte steigern, und für die spätere Zeit eine erneute Temperaturzunahme annehmen; wir müssen vielmehr wiederholt darauf aufmerksam machen, daß die Erde in dem ganzen Zeitraum von der Entstehung der ersten Organismen bis zur Bildung des Eises in der nördlichen Halbkugel eine entschieden höhere Temperatur behielt, als sie gegenwärtig in unseren Breiten besitzt und sicher auch damals noch spezifisch wärmer war. Darüber lassen die Reste untergegangener Geschöpfe jener Zeit keinen Zweifel. Auch ist es ein Irrtum, wenn man, wie bisher, meinte, die eingefrorenen Leiber großer Landtiere, der Elefanten und Nashörner, steckten im eigentlichen Polareise am nördlichen Küstenrande Sibiriens; sie stecken vielmehr im gefrorenen Boden des Landes selbst (vergl. S. 122, Note 2) und stehen darin senkrecht, so wohl erhalten, daß man sie nur für einzelne, zufällig während des Lebens versunkene Individuen ansehen kann, welche sich in Gegenden verloren, deren Boden damals noch nicht gefroren, aber so weich und schlammig war, daß er die schwere Last eines Elefanten nicht trug, letzterer im Gegenteil tief genug hineinsinken konnte, um wahrhaft darin begraben zu werden. Erst später, als die gefrorene Erdschicht in der Tiefe mit der Vermehrung des Bodens durch neue Wasserabsätze gleichmäßig sich erhob, gelangte der Cadaver ins Eis und wurde durch dasselbe gleichsam für unsere Beobachtungen einbalsamiert. Wir glauben daher auch nicht, daß jemals andere Phänomene als die Durchbrüche emporsteigender plutonischer oder vulkanischer Stoffe die Katastrophen der Erdbildung innerhalb jenes Zeitraumes bewirkten, und das Aushauchen von Wärme, welches sie notwendig begleiten mußte, die erhöhte Temperatur während

desselben ebenso sehr, wie die geringere Wärme des ganzen Erdkörpers nach dieser Zeit, wo keine großartigen Durchbrüche mehr stattfanden, herbeigeführt habe. Stellenweis mag ein mächtiger vulkanischer Herd in der Tiefe diese gleichmäßige Abnahme der Wärme verzögert haben, welches merkwürdige Faktum von Island durch historische Tatsachen bewiesen zu sein scheint; aber früher oder später wird auch ein solcher Herd sich erschöpfen, und dann zwar eine relativ schneller gesunkene Temperatur, im Ganzen aber nur ein den allgemeinen Oberflächenverhältnissen ihrer Lage entsprechendes Klima für solche Gegenden herbeiführen. Island ist heutiges Tages nicht wärmer als die unter gleichen Breitengraden gelegenen Teile Lapplands; aber es hatte noch vor wenigen Jahrhunderten ein Klima, welches den gemäßigten Himmelsstrichen Skandinaviens entsprach. Damals von vielfachen vulkanischen Ausbrüchen in oft kurzen Zwischenräumen beunruhigt, hat es in späteren Zeiten immer mehr und mehr diesen unruhigen Charakter zugleich mit seinem- wirtlicheren Klima verloren. Ackerbau, einst blühend, verschwand von der Insel, und das vormals tatkräftige, an Kühnheit keinem germanischen Volke nachstehende Geschlecht hat wie an der Zahl, so auch an innerem Leben und Energie, und mit beiden seinen alten Glanz verloren [*4].

[*4]: Nach mündlicher Versicherung eines sorgfältigen Beobachters, der längere Zeit auf Island lebte, gründet sich die obige, von vielen Schriftstellern z. B. Bronn, Geschichte der Natur. I. S. 431) ausgesprochene Ansicht auf eine ungenügende Kenntnis der alten Urkunden der Isländer. Jener Berichterstatter, Prof. Steenstrup in Kopenhagen, behauptete gegen mich, daß die Mitteltemperatur Islands seit der historischen Zeit nicht abgenommen habe, sondern vielmehr der höhere Aufschwung der Bevölkerung Islands im Mittelalter lediglich ihrer damals mehr energischen Persönlichkeit zugeschrieben werden müsse. Blühender Ackerbau sei nie dauernd auf Island getrieben worden. Den vulkanischen Eruptionen schrieb er dagegen einen entschieden nachteiligen Einfluß auf die Bevölkerung der Insel zu, und leitete die Hauptabnahme derselben von den großen vulkanischen Katastrophen im 14. Jahrhundert her, seit welcher Zeit der Verfall Islands sich hauptsächlich datiere.

9. Alluvium.

Werfen wir nun am Schluß dieser Betrachtung einen Blick auf die postdiluvianischen oder gegenwärtigen Bildungen, das Alluvium anderer Geognosten, so erscheinen dieselben noch deutlicher als lose Sand- und Schuttlagen, mit welchen mehr oder minder mächtige Lehm- und Mergel schichten abwechseln. Auch sie umschließen fossile Gebeine, aber Arten der Gegenwart zugleich mit präadamitischen, aus älteren Schichten losgespülten; und hier ist es auch, wo man Menschenknochen zwischen ihnen in Begleitung von mancherlei Kunstprodukten angetroffen hat. Einige dieser Schichten, namentlich die Tuffe und metrischen Kalk- oder Sandsteine, von denen bereits früher (S. 88, 41) die Rede war, erreichen eine ziemliche Festigkeit und sind selbst als Bausteine brauchbar; aber im Allgemeinen ist ein lockeres Gefüge, ein loser Zusammenhang und eine erdige Beschaffenheit Hauptcharakter für die gegenwärtigen Bildungen. Als Produkte der Verwitterungen und mechanischen Tätigkeiten verschiedener Gewässer sind sie fast alle Trümmergesteine im weitesten Sinne, und unterscheiden sich darin nur graduell von früheren Streiten. Hingegen lassen sich zwei Produkte der Gegenwart mehr für Eigentümlichkeit derselben erklären, da sie, wenigstens in ihrer heutigen Gestalt, älteren Formationen fehlen,

doch schwerlich zu einer Zeit, als letztere die Oberfläche des Festlandes ausmachten, gefehlt haben dürsten; diese Schichten sind die Dammerde und der Torf; fügen wir daher von ihnen noch einige Bemerkungen hinzu. —

Unter den Gebilden der Gegenwart, das allgemeinste und jüngste, verdankt die Da mm er de ihre weite Verbreitung wohl nur dem Übergreifen organischer Wesen in der gegenwärtigen Periode; und wie sie den eigentlichen Herd ihres Daseins ausmacht, so ist sie auf der andern Seite auch wieder Produkt der absterbenden Geschöpfe. Sie besteht vorzugsweise aus Ton und Kalk mit Sandkörnern, Bacillarienhüllen und allerlei Verwitterungsprodukten, welchen die Residua tierischer und pflanzlicher Organismen beigemischt sind, nachdem sie dem Entmischungsprozeß der organischen Materie unterlagen und dadurch in elementare oder zusammengesetzte anorganische Stoffe sich aufgelöst haben. Dieses Gemisch von organischen und anorganischen Materien ist der eigentliche Boden der Pflanzen, welche aus ihm und seinen Bestandteilen mit dem Wasser die ernährenden Stoffe in sich aufnehmen. Als Hauptprodukt solcher Zersetzungen und Auflösungen vorhergegangener Verbindungen wird der Humus angesehen, ein eigentümlicher Stoff, dessen Einwirkung auf die Vegetation als Hebel ihrer Tätigkeit sehr groß zu sein scheint. Stellenweis, besonders in feuchten Niederungen, wo die Zersetzungsprodukte sich ansammeln und eine üppigere Vegetation bedingen, nimmt der Humus einen sehr ausgedehnten Charakter an, und geht als wichtiger Bestandteil in das andere merkwürdige Produkt der Gegenwart, den Torf [*5], über.

5) Eine sehr lehrreiche Schilderung der Torfbildung hat A. Grisebach in den: Göttinger Studien von 1843 gegeben.

Jedermann kennt denselben und seine allgemeine Benutzung zum Brennmaterial in den Moorländern Norddeutschlands, Hollands, wie aller Küstengegenden der Ost- und Nordsee, als eine braune, im getrockneten Zustande krümelige, reich mit vegetabilischen Resten gemischte Erde, welche vorzüglich aus größtenteils zersetzter Pflanzensubstanz besteht und je nach den Orten, wo sie entstanden ist, von verschiedenen Pflanzenarten gebildet wird. Hiernach unterscheidet inan Walddorf, welcher seine Entstehung den vermoderten Wurzeln und Stämmen ganzer Waldbäume verdankt und an seinen besonderen Fundstätten aus Espen, Kiefern, Eichen und Buchen hervorgegangen sein kann; Wiesentorf, vorzugsweise aus Riedgräsern und Binsen seinen Ursprung nehmend; Heidetorf, das Gebilde der westlichen Hochmoore in Ostfriesland und Holland, aus den dort über unabsehbare Flächen verbreiteten Heidekräutern (*Erica tetralix* und *Calluna vulgaris*) entstanden; und endlich die gemeinste Form von allen, den Moostorf, welcher fast ausschließlich durch mächtige Rasen des bekannten Torfmooses (*Sphagnum*) gebildet wird. Überall geben diese Pflanzen, oder ihre durch Vermoderung entstandenen, amorphen erdigen Reste, die Hauptmasse, zwischen welcher andere mehr oder weniger erhaltene Teile von Schilfarten, Stengeln, Wurzeln, Blätter, selbst Samen gewisser Sumpfgewächse in Menge sich verbreiten, zum Teil mit Tiergehäusen untermischt, deren Bewohner hier ein frühzeitiges Grab fanden. Denn die Produktion des Torfes schreitet unaufhaltsam fort, und ergänzt den Verlust, welchen der Mensch beim Abbauen bewirkt, durch sich neu bildende Torfmooschichten. In 30 Jahren sah man abgestorbene Torfmoore bis auf 6 Fuß Dicke wieder anwachsen und zu ihrer alten Mächtigkeit, wenngleich mit veränderter Form und Beschaffenheit ihrer Bestandteile [*6], sich erheben. —

6) Grisebach's Untersuchungen scheinen darzutun, daß die Ausfüllungen der abgestochenen Torfgruben nur durch das Torfmoos gebildet werden, und erst wenn dieses die Höhe der alten Torfmasse erreicht hat, andere Moorpflanzen auf ihm sich ansiedeln.

Auf solche Weise durch Organismen erzeugt, geben Dammerde und Torf von organischem Leben Zeugnis, wo sie auftreten; und da wir in früheren Perioden Kohlenlager kennen gelernt haben, die durch manche Verhältnisse auf einen torfartigen Zustand hindeuten, so dürfen wir aus ihnen auf ähnliche Hergänge, auf eine schon gemischte, z.TH. organische Decke der damaligen Erdoberfläche schließen [*7].

[*7]: Ehrenberg's neueste Entdeckung von kieselschaligen Bacillarien in den Steinkohlen liefert einen schönen Beitrag zur Entstehungsgeschichte derselben und beweist unter anderem die Anwesenheit von Dammerde auf dem Boden, der die Kohlengewächse trug, weil jene Bacillarien auch jetzt noch überall in der Dammerde, zumal in Wiesen- und Moorgründen, angetroffen werden.

Zugleich kann die Mächtigkeit solcher Lager zur Bestimmung der Zeiträume, während welcher sie sich bildeten, mit Erfolg benutzt werden. —

[p.284]

15. Reihenfolge der Gebirgserhebungen.

Indem wir unsern Zweck gemäß die neptunischen Schichten der Erdrinde von den metamorphischen Gesteinen aufwärts bis zu den jüngsten Gebilden der Gegenwart kennen gelernt haben, kehren wir zu dem im 10. Abschnitt (S. 176ff.) seiner theoretischen Seite nach bereits dargelegten relativen Alter der Gebirgserhebungen zurück, und versuchen es, ein anschaulicheres Bild von den wirklichen Zeitpunkten, in welchen diese Erhebungen erfolgten, uns zu verschaffen. Wir haben damals schon erfahren, daß das Alter eines Gebirgszuges nur nach den neptunischen Schichten, die in ihm gehoben und verworfen erscheinen, bestimmt werden könne, und uns durch eine augenfällige Betrachtung überzeugt, daß ein Gebirgszug um so älter ist, je weniger neptunische Schichten er hebt, und je mehr horizontale Schichten ihn umgeben.

—

Nach diesen Tatsachen könnte die ganze Betrachtung des gegenwärtigen Abschnittes auf eine bloße Angabe der hauptsächlichsten Gebirgszüge in ihrer sukzessiven Reihenfolge beschränkt werden, und somit das relative Alter derselben in wenigen Zeilen sich übersichtlich darstellen lassen; allein ein so schales Register würde meine Leser weder hinreichend unterhalten noch belehren. Ich ziehe es daher vor, zunächst ein einzelnes Gebirge einer sorgfältigeren Darstellung zu unterwerfen, und nachdem wir durch genaue Untersuchung seiner Verhältnisse auf die bei der Erhebung in Betracht zu ziehenden Umstände aufmerksam geworden sind, die kürzere Erörterung der anderen Gebirgssysteme daran anzuschließen. Zu einer solchen Untersuchung eignet sich unter den deutschen Gebirgen in keiner Weise irgend eins besser als der Harz, teils weil er so äußerst scharf abgeschlossen aus der Ebene hervorragt und einen geringeren, leichter zu übersehenden Umfang hat, teils auch weil er im nördlichen Deutschland am ersten zugänglich ist und am häufigsten besucht wird, daher auch einem großen Teile meiner Leser durch eigne Anschauung bekannt sein dürfte [*1].

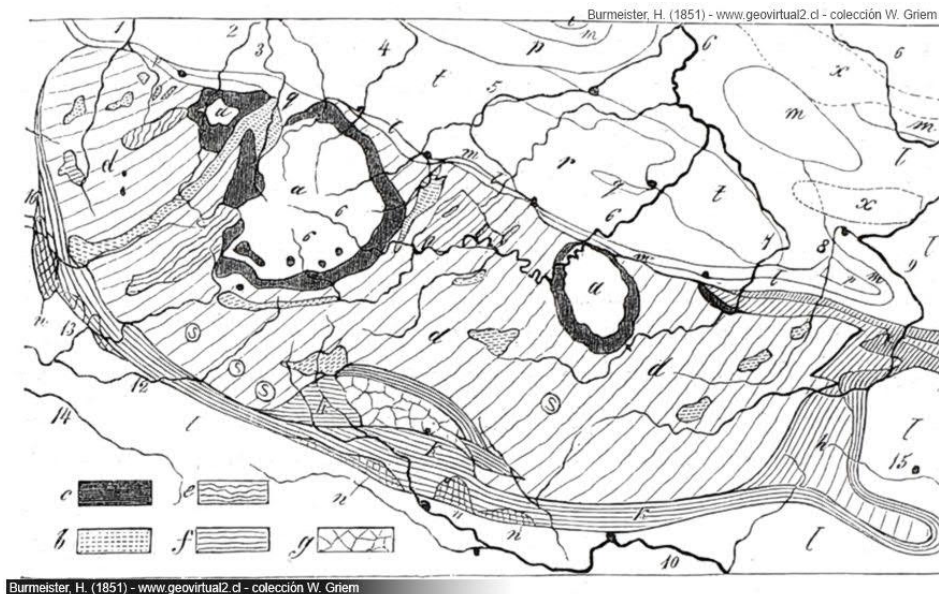
[*1]: Der Umstand, daß diese Schrift aus Vorlesungen entstand, welche vor den Studierenden der Halleschen Universität, also vor Zuhörern, die fast alle den Harz in Ferienreisen zu besuchen pflegen, gehalten wurden, erklärt diese Wahl noch einfacher und sachgemäßer, als meine obigen Angaben. —

Auch besitzen wir über den Harz bereits so viele genaue Untersuchungen und Schriften, und so detaillierte Schilderungen, daß sich bei ihm eher, als bei anderen deutschen Bergzügen, eine ganz richtige, naturgemäße und von jeder subjektiven Ansicht unabhängige Darstellung geben läßt 2). —

[*2]: Benutzt wurden von mir L. von Buch's Bemerkungen in von Leonhard's Taschenbuch. 18. Jahrg. 1824. S. 471 ff.; — Fr. Hoffmann, Übersicht der orogr. und geognost. Verhältn. des nordwestl. Deutschlands Leipz. 1830; — Ehr. Zimmermann, das Harzgebirge. Darmstadt 1834; — I. F. Hausmann, über die Bildung des Harzgebirges. Göttingen 1842. 4., was besonders zu

empfehlen ist; und Th. Credner, Übersicht der geognost. Verhältn. Thüringens und des Harzes u. s. w. Gotha 1843. 8. Mit einer geognost. Karte. Für eine schnelle und bündige Ansicht am meisten geeignet.

Geognostische Skizze des Harzes mit den wichtigsten Flüssen und Ortschaften: die letzteren, nur als schwarze Tüpfel angedeutet, können aus jeder geographischen Karte bestimmt werden und blieben hier ohne weitere Bezeichnung; dagegen wurden die Flüsse durch Zahlen, die Formationsglieder durch Buchstaben kenntlich gemacht.



Geognostische Skizze des Harzes mit den wichtigsten Flüssen und Ortschaften; die letzteren, nur als schwarze Tüpfel angedeutet, können aus jeder geographischen Karte bestimmt werden und blieben hier ohne weitere Bezeichnung; dagegen wurden die Flüsse durch Zahlen, die Formationsglieder durch Buchstaben kenntlich gemacht.

a. Granit, b. Pyroxene, c. metamorphische Gesteine, d. Grauwackengebirge, e. Kieselschiefer, f. Übergangskalk, g. Melaphyr, h. Rotliegendes, k. Kupferschiefergebirge, l. bunter Sandstein, m. Muschelfalk, n. Gyps, p. Keuper, q. Juragebirge, r. Quadersandstein, s. rote Porphyrykuppen, t. Kreide, x. Braunkohlenmulden. 1. Innerste und Grane, 2. Ocker, 3. Radau und daneben die nicht numerierte Ocker, 4. Ilse, 5. Holzemme, 6. Bode, zwischen ihr und der Holzemme läuft der nicht bezeichnete Goldbach, 7. Selke, 8. Eine, 9. Wipper oder Wippa, 10. Helme, 11. Zorge, 12. Oder, 13. Sieber, 14. Ruhme, 15. Bach bei Eisleben, 16. Söse.

Abb. 30, p. 285: Geognostische Karte des Harzes

a. Granit, b. Pyroxene, c. metamorphische Gesteine, d. Grauwackengebirge, e. Kieselschiefer, f. Übergangskalk, g. Melaphyr, h. Rotliegendes, k. Kupferschiefergebirge, l. bunter Sandstein, m. Muschelfalk, n. Gips, p. Keuper, q. Juragebirge, r. Quadersandstein, s. rote Porphyrykuppen, t. Kreide, x. Braunkohlenmulden. 1. Innerste und Grane, 2. Ocker, 3. Radau und daneben die nicht numerierte Ocker, 4. Ilse, 5. Holzemme, 6. Bode, zwischen ihr und der Holzemme läuft der nicht bezeichnete Goldbach, 7. Selke, 8. Eine, 9. Wipper oder Wippa, 10. Helme, 11. Zorge, 12. Oder, 13. Sieber, 14. Ruhme, 15. Bach bei Eisleben, 16. Söse.

Der Harz bildet einen isoliert aus der Ebene des nördlichen Deutschlands sich erhebenden Bergzug von länglich elliptischer Form, der gegen 13 Meilen lang und 4 Meilen breit ist, in der

Richtung von WNW nach OSO streicht, und in seinem höchsten Punkte, dem Brocken, 3308 Fuß über den Meeresspiegel sich erhebt. Dieser erhabenste Punkt findet sich dem nördlichen Fuße des Gebirges näher gerückt, als dem südlichen, und entfernt sich etwa um ein Drittel der ganzen Ausdehnung von dem nordwestlichen Ende. Seine Masse besteht aus Granit (a), welcher bis unmittelbar an den nördlichen Rand des Gebirges reicht, vom südlichen aber um mehr als ein Viertel des Querdurchmessers entfernt bleibt. Außer ihm findet sich noch eine zweite große Granitmasse im Harz, ebenfalls in der Nähe des nördlichen Randes und um ein Drittel der Gebirgslänge von der vorigen entfernt, aber kleiner, niedriger und kaum ein Viertel des Querdurchmessers der Bergkette einnehmend. Beide Granitstöcke laufen nach WNW, dem Streichen des ganzen Gebirges parallel, in einen schmäleren Vorsprung aus, der hart am nördlichen Gebirgsrande bleibt, und dicht vor seiner Spitze von einer tiefen Querspalte zerschnitten wird, durch welche die Gebirgswasser ihren Abfluß nehmen. An der Brockengranitmasse [*3] ist es die Ocker, welche in der bezeichneten Spalte hinfließt; die östliche Granitmasse des Rammberges durchschneidet in derselben Gegend das Bodetal, und bildet hier die durch ihre romantische Szenerie so berühmte, früher (S. 188) geschilderte Roßtrappe.

[*3]: Aus der Karte ergibt sich, daß die kleine Granitkuppe, welche von der Ocker durchbrochen wird, eigentlich nicht mit dem Brockengranit unmittelbar zusammenhängt, sondern durch dazwischen emporgedrungenes Pyroxengestein von ihm getrennt wird.

Bei weitem der größte Teil des Gebirges besteht aus Grauwacke (d), die teils als Tonschiefer in reinerer Form besonders am westlichen Ende austritt, teils als Granwackenschiefer hie- und da durch Vorwiegen von Quarz mehr sandsteinartig wird, nach und nach selbst in Kieselschiefer (e) und Quarzfels übergeht, aber nur an einer einzigen Stelle nahe dem nördlichen Rande, in der Mitte zwischen den beiden Granitmassen, eine etwas beträchtliche Masse von Übergangskalkstein (f) umschließt. Sehr unbedeutend ist dagegen die kleine Kalkmasse am westlichen Ende neben Grund. Die Streichungslinien der Grauwackenschichten entsprechen der Längendimension des Gebirges nicht, sondern sind ihr fast rechtwinkelig entgegen, indem sie von NO nach SW laufen und bald mehr der nördlichen, bald mehr der östlichen Richtung in der Neigung gegen beide Himmelsgegenden folgen. Ihre Hauptrichtung ist auf der Karte durch die Streifung angegeben; ihr Fallen schwankt zwischen 50° bis 70°, doch gibt es auch mehrere Punkte, wo sie fast senkrecht stehen, aber nur wenige, wo sie geneigter liegen. Neben beiden Gesteinen finden wir am Allgemeinsten im Harzgebirge diejenigen Plutonischen Substanzen verbreitet, welche sich durch ihren Augitgehalt auszeichnen und früher (S. 190 ff.) unter dem Namen von Pyroxengesteinen erörtert wurden, von anderen Geognosten aber als Trapp [*4] erwähnt und mit den Dioriten (S. 190) verwechselt werden.

[*4]: Der Name Trapp kommt bei den Geognosten in so vielfacher Bedeutung vor, und ist bereits mehrmals auch von uns mit so abweichendem Inhalt gebraucht worden, daß es nötig scheint, diese Differenzen neben einander zu stellen, damit sich unsere Leser in dem Labyrinth der Meinungen besser zurechtfinden können. Werner bezeichnen mit dem Namen der Trapp- oder Flöztrapp - Formation alle basaltischen oder überhaupt vulkanischen Gesteine, welche er seiner Vorstellung nach für neptunischen Ursprungs hielt. Daher pflegen einige neuere Geognosten die vulkanischen Gesteine überhaupt noch Trappe zu nennen, und davon als besondere Arten den Basalt, Dolerit, Phonolith, Trachyt u. a. m. zu unterscheiden. Im Gegensatz gegen diese Annahme führen bei anderen Schriftstellern die feinkörnigen Gemenge von Hornblende oder Augit und Feldspat, welche früher teils als Grünstein oder Diorit, teils als Pyroxengesteine erwähnt wurden, den Namen Trapp; bezeichnen also bei ihnen keine vulkanische, sondern plutonische Materien. Ganz kürzlich hat endlich Hausmann die Benennung Trapp für die quarzfreien Porphyre des Harzes, welche in ihren Beziehungen zu den

Quarzporphyren dem Augitporphyr oder Melaphyr entsprechen, nach Lasius Vorgänge wieder in Anwendung gebracht, und nach der Art ihrer formellen Beschaffenheit Trappporphyr, Trappmandelstein und eigentlichen Trapp unterschieden. Das ähnlich klingende Wort Troß ist mit Trapp nicht zu verwechseln, es bezeichnet vulkanische Produkte von erdiger oder poröser Beschaffenheit, eigentlich vulkanische Asche, welche später zusammengebacken und oft durch Wasser in eine festere Masse verwandelt wurde. Diese Substanzen gehen in ihrem Ansehen auf der einen Seite in Laven und Bimsstein, auf der andern in Tonschichten oder Konglomerate über, und finden sich in der Nähe alter erloschener Vulkane.

Sie bilden nirgends große zusammenhängende Massen nach Art des Granits oder der Grauwacke, sondern erscheinen stets nur in schmalen Zügen oder isolierten, auf der Karte durch die Punktierung unterschiedenen Gruppen (b), welche parallel mit den Schichtungsebenen der Grauwacke hervorbrechen, und zwischen ihnen klippenartig aufsteigen; am oberen freien Ende sie teils verwerfend, teils über ihnen sich ausbreitend, teils endlich unter ihnen sich fortziehend.

Im eigentlichen Gebirge findet sich außer den erwähnten Substanzen kein weit verbreitetes Gestein; denn alle Schichten, die den Harz an seinem Fuße umgeben, können als nicht zu ihm gehörige spätere Auflagerungen betrachtet werden. Unter diesen ist die Zechsteinformation (Kupferschiefer, bituminöser Mergelschiefer mit Gips und Dolomit oder Rauhwacke, S.233) am allgemeinsten verbreitet; sie zieht sich in einem schmalen Streifen (K) von der äußersten nordwestlichen Ecke am ganzen westlichen, südlichen, östlichen Rande fort und begibt sich um die nordöstliche Ecke herum auch eine kurze Strecke auf den nördlichen Rand, fast bis zur zweiten Granitmasse hin. Am östlichen Ende des Gebirges begleitet den Kupferschiefer das Rotliegende (h), die mächtige Sandsteinschicht über der Steinkohlenformation, und lagert sich zwischen ihn und die Grauwacke des Harzes, wie es das relative Alter beider Schichten fordert. Noch an einer zweiten Stelle, in der Mitte des südlichen Randes, findet sich das Roth- liegende zwischen den Zechsteingliedern und der Grauwacke wieder; hier (bei Ilfeld) wie an seiner äußersten östlichen Spitze auf der Nordseite (bei Opperde und Meisdorf) mit Steinkohlenflözen, welche unter und an ihm zu Tage ausgehen. Zugleich brechen neben dem südlichen Abschnitt des Rotliegenden Porphyre hervor, teils quarzführende rote (s, s), teils quarzfreie braune Porphyre (g), welche steh durch ihren Gehalt von Granat auszeichnen. Die Quarzporphyre berühren das Rotliegende in der Regel gar nicht, sie treten nur neben seiner westlichen Spitze an dasselbe heran und bilden isolierte Gruppen in der Grauwacke, der Streichungslinie des ganzen Gebirges folgend. Der Granatporphyr erhebt sich als mächtige Masse unmittelbar aus dem Rotliegenden an dessen südlicher Grenze neben dem Zechstein, folgt aber in seiner Streichungslinie ebenfalls den Quarzporphyren und den großen Granitmassen an der entgegengesetzten nördlichen Seite des Gebirges. Die Schichten dieser ältesten Flözgebilde unmittelbar neben den Gliedern der Übergangsformation (Tonschiefer, Grauwacke und Übergangskalkstein S. 222) folgen übrigens dem Fallen der letzteren nicht, sondern bleiben der horizontalen Lage so nahe (ihr Fallwinkel beträgt 10 bis 15°), daß man ihre Neigung deutlich als Folge der Auflagerung auf die gehobenen Grauwackenschichten beim mechanischen Absatz durch Wasserbedeckungen erkennt, und sie also noch in ihren primitiven Lagerungsverhältnissen antrifft. Deutlicher ist das aus dem anstehenden Querprofil zwischen Nordhausen und Halberstadt, welches dieselben Bezeichnungen mit der vorhergehenden Karte trägt, zu entnehmen; bei seiner Beurteilung indes nicht außer Acht zu lassen, daß die Höhe 10 mal so groß angenommen ist, wie die Länge, jene sanft geneigten Schichten also auf dem Bilde viel steiler stehen. Die Grauwackenschichten (d) liegen dagegen fast horizontal, weil der Schnitt ihrer Streichungsrichtung folgt; die Zechsteinschichten (k) werden vom massigen Gips (n) unterbrochen [*5].

[*5]: Der Querschnitt beginnt rechts oder nördlich am Huy bei Halberstadt, dessen Lage durch angegeben ist. Man erkennt, daß zwischen dem Hup und dem Nordrande des Harzes der Muschelkalk (m) eine Mulde bildet, worin die jüngeren Schichten gelagert erscheinen. Hinter dem Harzplateau, dessen Schichten durch d. d. bezeichnet sind, steigt die Brockenkuppe (***) mit dem Saume der metamorphischen Gesteine (c) und einen schmalen Grauwackenstreifen (d) empor. Südlich lehnt sich an das Plateau des Harzes, in welchem sich der Pyroxenstock (b) des Kahlberges (*) erhebt, das Rotliegende (h) mit der Melaphyrmasse des Herzberges (***) und ihm folgt gegen die Ebene hin der Kupferschiefer (k), dessen Gipsstock (n) den größten Teil des Ganzen einnimmt. Neben demselben beginnt der bunte Sandstein (l) der goldenen Aue, an deren Rande Nordhausen (°) liegt. —

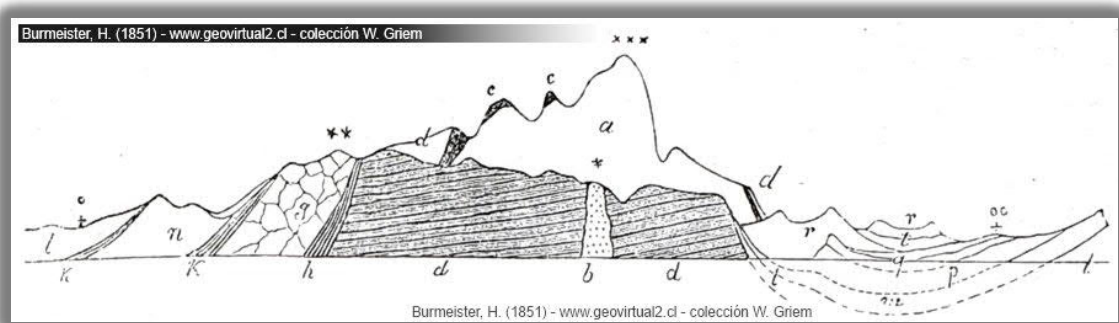


Abb. 31 p. 289: Ein Profil durch den Harz.

Die sanfte Neigung der letzteren gilt nicht von den jüngeren Flözgebilden, welche den Fuß des Harzes an der Nordseite umgeben. Der bunte Sandstein (l), die Schicht zunächst über dem Zechstein, breitet sich nur so weit in den Ebenen am Fuße des Harzes aus, als letzteren die Zechsteinformation umfaßt; er tritt am ganzen nördlichen Rande bis dicht an die Grauwacke und die Plutonischen Gesteine des Gebirges hinan, und bildet mit dem Muschelkalk (m), Keuper (p) und Liasmergeln (q), welche stellenweis Vorkommen, einen schmalen bandförmigen Streifen, hinter dem die Quadersandsteine (r) und Kreideschichten (t) über die Ebene sich erstrecken. Alle diese Schichten stehen steil, oder fallen selbst dem Gebirge zu, der Quadersandstein an mehreren Orten in den barocken Formen, die früher als Teufelsmauern (S. 232) erwähnt wurden. An anderen Stellen liegen die älteren Straten sogar umgeklappt oder übergebogen aus den jüngeren; Verhältnisse, die gleich dem Einfallen der Schichten gegen das Gebirge, als Wirkung einer die natürliche Lagerungsfolge umkehrenden Aufrichtung zu betrachten sind.

Haben wir auf diese Weise den Inhalt und die Umgebungen des Harzes kennen gelernt, so kann es uns nicht schwer werden, die Zeit seines Emportretens zu bestimmen. Daraus nämlich, daß am ganzen westlichen, südlichen und östlichen Rande die neptunischen Schichten bis zur Kohlenformation hinab waagrecht liegen, ersehen wir eine Hebungsepoche, die der Entstehung des Rotliegenden vorherging und älter ist als die Bildung der Steinkohlen, von welchen früher gezeigt wurde, daß sie zwischen jene alten roten Sandsteine des Devonischen Systems und das Rotliegende gelagert sind. Allein die steile übergebogene Stellung der viel jüngeren Schichten am Nordrande des Harzes weist auf spätere Hebungen hin, und macht es wahrscheinlich, daß gleichzeitig mit anderen großartigeren Niveauveränderungen nach Absatz der Kreidegebilde auch der Harz noch eine solche Hebung an seinem nördlichen Rande erlitten habe. Demnach wären mindestens zwei Hebungsepochen desselben anzunehmen. Die

Vermutung erhält eine neue Stütze durch die Art und Weise, wie die plutonischen Massen des Gebirges sich zu seinen neptunischen Schichten verhalten. Fragt man nämlich, welche der drei plutonischen Materien die eigentlich hebenden waren, so erhellt alsbald, daß die Porphyre es nicht sein konnten, weil sie am Südrande des Gebirges, also gerade da liegen, wohin seine Schichten einfallen. Es bleibt demnach nur noch die, wie sich bald zeigen wird, nicht schwierige Wahl zwischen den Graniten und den Pyroxenen. Die Granite laufen nämlich in ihrer Streichungsrichtung am Nordrande des Gebirges keineswegs der Streichungslinie des Schiefergebirges parallel, was doch der Fall sein müßte, wenn sie die steile Stellung der Schieferflächen bewirkt hätten; sie folgen vielmehr genau dem Porphyryzuge am Südrande, von dem wir schon sahen, daß er an der Hebung schuldlos sei.' Eines Teils hierdurch, andern Teils aber auch durch das Eindringen von Granitgängen in die Pyroxene an solchen Stellen, wo der Granit mit ihnen (namentlich mit Euphotid, S. 191) in Berührung kommt, bewährt sich sein späteres Hervortreten. Demnach können es nur die Pyroxengesteine gewesen sein, welche das Ausrichten der Schiefermassen des Harzes bewirkten. Daß sie es in der Tat waren, wird durch eine genaue, besonders von Hausmann angestellte Untersuchung bestätigt, und namentlich durch ihn aus dem häufigen, an verschiedenen Orten erfolgten Durchbruch der Pyroxene ein eben so verschiedenes gruppenweises Emporsteigen der neptunischen Gebilde des Harzes nachgewiesen, auch aus demselben Grunde das Schwankende im Streichen der Schichtungsebenen abgeleitet. Herr Hausmann überzeuete sich von sieben solcher Hebungsabschnitte im Harzgebirge und läßt, nachdem die Schichten des Harzes durch sie in der Streichungsrichtung von SW nach NO aufgerichtet worden waren, durch sukzessiv spätere Hebungen das Emporsteigen der Granite und Porphyre in entgegengesetzter Streichungslinie von WNW nach OSO bewirkt werden. Durch eine noch spätere allerjüngste Hebung wurden endlich die am Nordrande des Harzes verworfenen Schichten des jüngeren Flözgebirges, deren Verwerfung dem Zeitraum nach Absatz der Kreide und vor Entstehung der tertiären Schichten angehört, in ihre abnorme Stellung gebracht. Hausmann glaubt selbige in gleiche Zeit mit dem Emporrichten der steilen Gipsmauern am Südrande des Harzes versetzen zu müssen, und ist geneigt, beide Verhältnisse ähnlichen Ursachen zuzuschreiben. Seine Annahme muß einstweilen Vermutung bleiben, sie kann für jetzt noch nicht streng wissenschaftlich nachgewiesen werden.

Sehr hübsche Aufklärungen sind übrigens zuerst von L. v. Buch, dann von Fr. Hoffmann, und endlich von Hausmann über die Metamorphosen erteilt worden, welche die neptunischen Sedimente durch die Berührung mit den Pyroxengesteinen und mit dem Granit erfuhren. Die ersteren, in ungleich schwächeren schmalen, den Schichten der stratifizierten Gesteine parallelen Streifen oder Zügen auftretend, bewirkten im Ganzen viel geringere Metamorphosen, als der Granit, und veränderten die neptunischen Massen teils bloß formell, teils materiell; in welchem Falle besonders Eisenoxyd und Kieselsäure es waren, die Hebenden Pyroxenen in die Grauwackenglieder eindrangten. In welcher Form die letztere sich befand, als sie den Metamorphismus herbeiführte, lassen wir dahin gestellt sein, obgleich auch hier eine wässerige Infiltration am annehmbarsten erscheint; aber sicher ist es wohl, daß die Kieselschiefer, Eisenkiese!, Harnsteine und Wetzschiefer dadurch gebildet wurden, welche in größerer oder geringerer Mächtigkeit die Pyroxensteine umgeben, und entfernter von ihnen in Grauwacke übergehen. Einflußreicher als metamorphosierende Substanz war übrigens der Granit, und wenn er auch zum Teil dieselben Metamorphosen, wie die Pyroxengesteine, veranlaßte, so sind doch die Erfolge seiner Nähe immer großartiger und umfangreicher. Der Kieselschiefer erscheint neben Granit viel mächtiger, und wird deshalb als Kieselschieferfels von Hausmann unterschieden; der Hornfels möchte durch Eindringen von Alkalisilikaten in Grauwacke oder in

Quarzfels entstanden sein, mit welchen Substanzen zugleich auch Talksilikat zur Bildung von Glimmer, Chlorit und Hornblende eingeführt wurde, und zahlreiche Modifikationen des Hornfels bewirkte. Gneiß und Glimmerschiefer sind im Harze seltener, sie fehlen jedoch nicht ganz; auf der Höhe des Brockengranites hat man Gneiß, in den Umgebungen desselben aber überall der Hornfels angetroffen. Auch am Granit der Roßtrappe findet sich letztere Substanz sehr allgemein, und, bedeckt ihn selbst wie eine Schale auf seiner Oberfläche (vergl. die Karte S. 288). —

Gehen wir nach dieser Charakteristik des Harzgebirges zur Betrachtung anderer deutscher Bergketten über, so müssen wir derselben die Bemerkung vorausschicken, daß die aus ihrer Schichtenstellung gezogenen Schlüsse in vielen Beziehungen noch hypothetischer sind, als die über das Alter des Harzgebirges mitgeteilten, und daß wir bei fortgesetztem genauerem Studium der einzelnen Bergreihen höchst wahrscheinlich zur Erkenntnis einer ebenfalls mehrmaligen, in verschiedenen Zeiten statt gefundenen Hebung derselben gelangen werden. Der Gegenstand, welcher uns hier beschäftigen soll, ist noch zu neu, und die Erfahrungen, woraus sich die Resultate gründen, sind im Allgemeinen noch zu wenig umfassend, als daß wir eine vollendete Charakteristik des relativen Alters der Gebirge schon jetzt erwarten könnten; wir müssen uns vielmehr zunächst mit einigen Hauptergebnissen begnügen und die Kritik derselben einer späteren Zeit überlassen. Gegenwärtig nimmt man zwölf verschiedene Hebungsperioden an und bestimmt sie und ihre Produkt in folgender Weise:

1. Zu den ältesten Hebungen in unserem Vaterlande scheint die Aufrichtung der Schichten des Hunsrück und Taunus zu gehören, mit welchen gleichzeitig in England die Erhebung von Westmoreland und Südschottland stattgefunden haben dürfte. Die neptunischen Schichten dieser Bergzüge bestehen aus Tonschiefer und Grauwacke, besitzen wenigstens in Deutschland dieselbe Streichungsrichtung von SW nach NO, welche von den Harzer Grauwackengliedern erwähnt wurde, fallen aber meist nach Norden, der Harzer Grauwacke entgegengesetzt. Das Kohlengebirge am südlichen Rande des Hunsrück legt sich an die Grauwacke mit schwachem südlichen Fallen an, ist also jünger als ihre Hebung. In Westmoreland sind auch die ältesten Schichten des Kohlengebirges, selbst die Glieder des Devonischen Systems (S. 227), nicht mehr verworfen, mithin ebenfalls jünger als die Aufrichtung der Schichten; ja es scheint, als wenn sogar einzelne nicht verworfene Glieder des Übergangskalkes erst nach der Hebung dieser Grauwackengebirge abgesetzt seien. Das Streichen derselben von SW nach NO wiederholt sich übrigens in sehr vielen Grauwacken, und ist namentlich im Westerwalde, der Eifel, dem Grauwackengebirge zwischen dem Thüringer Walde, Fichtelgebirge und Erzgebirge, und an der böhmischen Grauwacke beobachtet worden; es dürfte vielleicht später bei genauerer Untersuchung als Produkt einer überall gleichzeitigen Aufrichtung dieser Grauwackenschichten sich ergeben.

2. Verschieden von dieser Streichungslinie ist eine andere Reihe von Grauwackengebirgen, in welchen die Richtung der Schichten ziemlich genau von W nach O geht, oder sich etwas nach N und S wendet, und dadurch zu einer der vorigen fast rechtwinklig entgegenstehenden wird. Diese Streichung zeigen die Grauwackenglieder des südlichen Irlands, der Bocage in der Normandie und der Belchen am Südrande der Vogesen, Die begleitenden Kohlschichten mit ihren rothen Sandsteinen erscheinen ebenfalls nicht gehoben, und weisen dadurch auf eine der vorigen Hebung sehr bald gefolgte, in abweichender Streichungslinie hervorgetretene hin.

3. Das System von Nordengland besteht aus Kohlenkalksteinen und Sandsteinen, welche in der Richtung von Norden nach Süden gehoben sind, und durch eine Sattellinie mit mehrfachen Verwerfungen sich auszeichnen, nirgends aber eine steile Schichtenstellung darbieten. Der

Höhenzug reicht von Derby bis zur schottischen Grenze, hebt die ihn begleitenden mächtigen Kohlschichten, und ist also erst nach Ablagerung derselben emporgestiegen. Die Plutonischen Massen, welche seine Hebung bewirkten, treten nicht zu Tage.

4. Das System der Ardennen oder der Niederlande und Südwaales hat mit dem ersten System eine gleiche Streichungslinie von SW nach NO, wendet sich aber westwärts immer mehr nördlich, und geht dadurch in die Streichungsrichtung des zweiten Systems über. Es besteht aus stark gehobenen Grauwackenschichten, auf deren Füße verworfene, selbst umgeklappte Kohlschichten ruhen, an welche sich in England die horizontal gebliebenen Straten des Zechsteins und bunten Sandsteins anlehnen. Man sieht daraus, daß die Hebung dieser Grauwackengebirge nach Absatz der Kohlschichten, aber vor Bildung des Zechsteins erfolgte, mithin viel jünger ist, als die Hebung des ersten und zweiten Systems, zwischen welchen, seiner Streichungslinie nach, dieses vierte ein Verbindungsglied zu bilden scheint. Vielleicht fand namentlich in der zusammenhängenden Grauwacke des Hundsrück, Taunus, der Ardennen, Eifel und des Westerwaldes eine mehrmalige gruppenweise Aufrichtung in Partien, wie am Harze, statt, von denen die ältesten Teile (Hundsrück und Taunus) gleichzeitig mit der Aufrichtung der Harzer Grauwacke vor Absatz der Kohlen, die jüngeren nach der Kohlenbildung erfolgten und die Verwerfung ihrer Schichten bewirkten.

5. Das System des Rheins besteht aus den Vogesen und dem Schwarzwalde, zwei sehr analog gebildeten Bergketten, die den Rhein von Basel bis Mainz zwischen sich nehmen, also von SSW nach NNO streichen, und ihre steilen Abstürze einander zukehren. In ihrem Innersten und an den Wänden der widersinnigen Abhänge aus plutonischen und metamorphischen Gesteinen, zumal Gneiß, gebildet, werden sie von den neptunischen Schichten der weit ausgedehnten Transformation umlagert, deren jüngere Straten, der Muschelkalk und der Keuper, nicht mehr gehoben und verworfen erscheinen. Es fällt nämlich die Periode ihrer Erhebung zwischen die Bildung der Hauptmasse des bunten Sandsteins (Vogesensandstein, S. 239) und der jüngeren ihn bedeckenden Schieferletten-schichten. Als Fortsetzung des Schwarzwaldes sind der Odenwald und der Spessart zu betrachten, sie schließen sich als die Ausläufer derselben Hebung an ihn an und bezeichnen die Richtung, in welcher der Sattel des bunten Sandsteins durch Hessen bis zur Weserkette sich hinzieht, hier am östlichen Ufer des Flusses im Sollinger Walde endend. Geraume Zeit nach dieser Hebung, wohl gleichzeitig mit dem zehnten System, sind in derselben Richtung die Basalte des Vogelsberges, der Rhön und die hessischen hervorgetreten.

—

6. Das System des Thüringer Waldes und Böhmerwaldes streicht von NW nach SO und scheint mit den gleicher Richtung folgenden Bergketten der Bretagne und Vendec zu derselben Zeit gehoben zu sein. Die Schichten des Keupers erscheinen in diesem System noch gehoben, die untersten Juraschichten, der Lias, aber horizontal; seine Aufrichtung fällt also zwischen den Absatz dieser beiden Flözgebilde.

7. Das System des Erzgebirges ist gleichzeitig mit dem Schweizer Jura, der Oste d'Or und den Cevennen aufgerichtet worden, und folgt in seiner Streichungslinie dem ersten System von SW nach NO. Es hebt die Ketten des Jura, aber nicht mehr die Glieder der Kreide, seine Bildungs-epoche fällt also zwischen den Absatz der jüngeren Flözformationen.

8. Das System der Meeresalpen, mit seinem höchsten Punkte, dem Monte Viso, über der Quelle des Po bei Saluzzo, erstreckt sich durch das südliche Frankreich bis nahe an die Rhone, in einer Streichungsrichtung von NNW nach SSO, und besteht vorzugsweise aus Juraschichten, die alle gehoben sind. Die Aufrichtung derselben erfolgte augenscheinlich während der Bildung der

Kreideformation, deren älteste Glieder mit an der Hebung der Juraschichten Teil nehmen, während die jüngsten am Fuße des Gebirges horizontal, liegen. —

9. Das System der Pyrenäen und Apenninen streicht in einer nah verwandten Richtung von WNW nach OSO, und ist besonders im südlichen Europa weit verbreitet, da auch die Ketten an der anderen Seite des adriatischen Meeres und die gleichförmig streichenden Bergreihen Griechenlands derselben Hebungsepoche anzugehören scheinen. Alle Glieder der Kreide werden von den Gebirgen dieses Systems gehoben und am Fuße von tertiären Schichten umgürtet, die ihre waagrechte Ablagerung beibehalten. Aus entsprechenden Verhältnissen am Nordrande des Harzes, in der Weserkette, wie im Teutoburger Walde ist eine gleichzeitige Hebung in diesen Gegenden zu entnehmen, wenn wir auch die eigentliche Aufrichtung des Harzer Schiefergebirges für älter halten und in die Bildungs- Periode des ersten Systems setzen müssen. Dagegen ist der Teutoburger Wald, Welcher der Richtung des Thüringer Waldes eben so genau folgt, wie die Weserkette dem Zuge der Harzer Granite und Porphyre bis nach Halle sich anschließt, gewiß gleichzeitig mit ihr, den Pyrenäen und Apenninen, gehoben worden. Wahrscheinlich fanden also auch in der Richtung dieses Systems schon viel frühere Hebungen statt, aber nicht in allen Gliedern desselben spätere; weshalb wir seine Gebirgszüge eben so sehr als eine lokale Wetterführung des sechsten Systems betrachten könnten, wie früher bereits das vierte als eine weitere Ausführung des ersten angesehen wurde. —

10. Das System von Korsika und Sardinien streicht in gleicher Richtung mit dem fünften oder rheinischen System und den Bergrücken im südlichen Frankreich zwischen der Rhone, oberen Loire und Allier. Diese Bergreihen heben nicht bloß die Glieder der Kreide, sondern auch die ältesten tertiären Schichten, welche den eozänen Gebilden des Pariser und Londoner Beckens gleichstehen; ihre Aufrichtung fällt also in die erste Zeit der tertiären Formation. Eben damals erhoben sich die zahlreichen Vulkane der Auvergne westlich von dem Allier, und die des Vivarais südlich von der Loire; beide entsprechen wieder so genau in ihrer Richtung den schon öfter besprochenen Basalten Hessens, des Meißners, Habichtswaldes, der Rhön und des Vogelberges, daß man an einem Zusammenhänge derselben mit den französischen und einer gleichzeitigen Bildung nicht zweifeln kann. Es dürfte demnach auch hier wieder das fünfte und zehnte System als ein zusammengehöriges Ganzes zu betrachten sein, in welchen, spätere lokale Hebungen während des Absatzes der tertiären Schichten Statt fanden, wodurch einzelne Punkte eine sehr veränderte jüngere Gestalt erhielten.

11. Eine solche Ansicht wird durch die entschieden in mehrmaligen Absätzen nach einander erfolgte gruppenweise Hebung der Alpen eben so sehr, wie durch die früheren Angaben über die Bildung des Harzes gerechtfertigt. Wir müssen nämlich als elftes System den Teil der Alpen betrachten, dessen Hauptmittelpunkt der Montblanc bildet, und ihn von der südlichen schon erwähnten, und östlichen später gehobenen Alpenkette sondern. Das System des Montblanc hebt auch die älteren Schichten der Tertiärformation, und reicht über das System des Monte Viso, dem es sich in veränderter Streichungslinie anschließt, hinaus in die neueren Perioden hinein. Seine Hauptrichtung geht von NO nach SW.

12. An dasselbe schließt sich, als letzte Gebirgserhebung in Europa, das System der Alpen, von Wallis bis nach Österreich, dessen Aufrichtung erst nach Absatz der Molasse und Nagelfluh erfolgte, und als Resultate der damit verbundenen Umwälzungen die mächtigen Geschiebeablagerungen bewirkte, welche der gegenwärtigen Zeit unmittelbar vorhergingen. Diese Geschiebe erscheinen in den Alpentälern noch in primitiver Lagerung, die Molassenschichten aber gehoben. Die Streichungslinie der Hauptkette der Alpen läuft übrigens von WSW nach ONO, und kreuzt sich mit dem System des Montblanc unter einem spitzen Winkel.

Es sind Mutmaßungen, die auf einzelnen Beobachtungen beruhen, wenn man hauptsächlich nach der gleichartigen Streichungslinie die übrigen europäischen und außereuropäischen Gebirge mit den verschiedenen Systemen dieser Reihe in Einklang zu bringen, und daraus auf gleichzeitige Hebungen zu schließen versucht hat. Wie weit diese Ansichten mit den Tatsachenübereinstimmen, wird die Folgezeit lehren müssen; für jetzt können sie nur als hypothetische Annahmen gelten, die Beachtung verdienen, daher ihnen eine Erwähnung an dieser Stelle nicht versagt werden soll.

Als gleichzeitig mit dem System von Korsika und Sardinien betrachtete Elie de Beaumont den Libanon und die syrischen Bergketten bis zum Sinai. Mit dem System der Pyrenäen und Apenninen reiht er die Ghates in Vorderindien und die Alleghanys in Nordamerika zusammen, mit welchen übrigens, der entsprechenden Richtung wegen, sich sehr gut die Gebirge zu beiden Seiten des roten Meeres, die parallelen Vergreisten Hinterindiens und der Hauptinsel Malakka in Beziehung bringen lassen. An das System des Montblanc scheinen sich die Bergketten des östlichen Randes von Spanien anzuschließen und unter der Meerenge von Gibraltar fort nach Afrika hinüberzusetzen; auch die Hauptkette des Atlas streicht dieser Richtung parallel, und die Verlängerung derselben über den atlantischen Ozean trifft gerade auf die vorragendste Ecke von Südamerika am Cap Rogue, von wo aus ein in derselben Richtung fortsetzender hoher Gebirgszug sich bis ins Innere des Festlandes erstreckt, und das Stromgebiet des Araguaya von den östlichen Küstenflüssen sondert. In einem auffallenden Parallelismus der Streichungsrichtung stehen ferner zu dem System des Montblanc die Gebirge Skandinaviens, Nordschottlands und der Vulkanzug Islands mit der benachbarten Jan Mayen Insel. In Asien folgen der Kaukasus, Paropamisus und das Himalaya-Gebirge einer Richtung, welche sich an die Streichungslinie der östlichen Karpaten anschließt; womit, da die westliche Seite desselben Gebirges sich füglich als eine Fortsetzung der Hauptalpenkette betrachten läßt, die genannten Bergzüge Asiens sich an die Alpen selbst anreihen, alle vier Hauptgebirge also einen großen Bogen durch die Mitte des östlichen Kontinents beschreiben würden, dessen Aufrichtung als die jüngste Hebung in dieser großen Ländermasse angesehen werden dürfte. Jünger endlich, als alle anderen Gebirge, scheint die Andenkette zu sein. Ihre von N nach S streichende Hauptrichtung beschreibt eigentlich einen großen, nach O gespannten Bogen, oder fällt, genauer betrachtet, in die Verbindungslinie von NNW und SSO. Diesem Bogen entspricht auf der östlichen Halbkugel ein ganz ähnlich gespannter, dessen nördliche Hälfte von den Bergreihen Kamtschatkas, Japans, der Philippinen und Molukken dargestellt wird, während die südliche Hälfte in den Gebirgen an der Ostküste Afrikas aufzutreten scheint. — Für die Jugend dieser Erhebung zeugt ganz besonders die Beziehung der Vulkane zu den Kordilleren, wie zu den Bergreihen am Nordostrande Asiens; in dieser Hinsicht stimmen beide Systeme eben so sehr, wie in der Streichungsrichtung, mit einander überein, welcher Umstand nach den bisherigen Erfahrungen uns wohl erlaubt, sie für gleichzeitige zu halten. Vulkane sind nämlich, das haben wir schon früher erkannt, die jüngsten und letzten Produkte der nach oben einen Ausweg suchenden, eingeeengten geschmolzenen und gasförmigen Materien; Gebirgszüge also, die Vulkanreihen auf ihren Hochebenen und Kämmen oder an ihren Abhängen neben sich tragen, müssen schon deshalb später, als alle nicht von Vulkanen begleiteten Bergzüge, gehoben und durch Revolutionen verändert worden sein. Kein Gebirge zeigt uns aber so viele Vulkane, oder ist so innig mit ihnen in Verbindung getreten, wie die Andenkette Amerikas, und der genannte ihr korrespondierende Höhenzug an der östlichen Küste Asiens; wir zweifeln daher keinen Augenblick, daß in ihnen die letzten großartigsten Durchbrüche von unten Statt fanden, und sie in jüngster Zeit, vielleicht noch später, als die letzte Erhebung in den Alpen eintrat, eine beträchtliche Niveauveränderung erlitten haben.

Für das jugendliche Alter der Kordilleren in ihrer jetzigen Gestalt sprechen übrigens noch manche andere Umstände. Überblickt man nämlich die Bergketten der zwölf Erhebungssysteme im Vergleich mit einander, so findet sich bald eine gewisse Übereinstimmung der räumlichen Ausdehnung mit dem relativen Alter und ein Zusammenhang zwischen beiden, der schwerlich ein zufälliger ist. Wir bemerken ferner, daß die ältesten Gebirgszüge nur niedrig sind und keine großen Strecken durchziehen, jüngere aber immer höher und größer werden, je näher ihre Aufrichtung der Gegenwart kommt. Hunsrück und Taunus, wahrscheinlich die ersten Erhebungen des vaterländischen Bodens, welche in unveränderter Stellung geblieben zu sein scheinen, überschreiten nur an einzelnen, besonders erhabenen Punkten die Höhe von 2600', und halten sich im Ganzen in einer mittleren Erhebung von 1500 bis 2000'. Innerhalb derselben Grenzen schwankt die mittlere Höhe des ähnlich gebauten Harzgebirges, allein über seinen Rücken erhebt sich die Granitmasse des Brockens zu 3508' [1101m; heute: 1141m]. Der Thüringer Wald, eine bei weitem jüngere Erhebung, als die Aufrichtung des Harzer Grauwackengebirges, scheint vielmehr mit der Bildungsepoche der Porphyre am Südrande des Harzes gleichzeitig gehoben zu sein; nichtsdestoweniger bleibt er mit seinem erhabensten Punkte, dem 3060' hohen Beerberge, hinter dem Brocken an Höhe zurück; sein Kamm schwankt von 1250 bis auf 2500'. Zwischen die Erhebung der Harzer Grauwacke und des Thüringer Waldes fällt das System der Vogesen und des Schwarzwaldes als eine gleichzeitige Aufrichtung, deren erhabenste Punkte 4400' [1381m] (Ballon de Soult in den Vogesen) und 4590' [1440m] (Feldberg im Schwarzwalde) ansteigen, während die mittlere Höhe beider von 2000 zu 3000' wechselt. Odenwald und Spessart, die Fortsetzungen des Schwarzwaldes, erheben sich nur zu 2180 und 1900', bei einer mittleren Höhe von 12 — 1600'. Das Erzgebirge, jünger als beide und jünger als der Thüringer Wald, bildet mit dem gleichzeitigen Fichtelgebirge einen langen aber niedrigen Höhenzug, dessen erhabenster Punkt im Fichtelgebirge, der Schneeberg, nur 3220' [1012m] Höhe hat, während der Keilberg im Erzgebirge 3800' [1193m] hoch wird; die mittlere Höhe hält sich im letzteren auf 3000 bis 3400', im ersteren nur auf 1700 bis 1800'. Darf man den Jura, was wahrscheinlich ist, für gleichzeitig gehoben halten, so würde dieses System in ihm seine bedeutendste Höhe erreichen, denn der Kamm des Schweizer Jura hält sich auf 3000 bis 4000', und seine höchsten Punkte, der Mont Tendre und Reculet, überschreiten 5100'. Das Riesengebirge und die Sudeten, deren Erhebung mit dem Emportreten der Harzer Granite gleichzeitig zu sein scheint, erreicht in seinem höchsten Punkte, der Schneekoppe, 5000', der Haupt Rücken schwankt zwischen 3000 bis 3600'; es ist das höchste Gebirge Deutschlands nach den Alpen. Die Pyrenäen und Apenninen, welche sich der Streichungslinie des Riesengebirges anschließen und ihrer Erhebung nach in dieselbe Zeit fallen dürften, übertreffen dasselbe an Ausdehnung und Höhe. Das italienische Gebirge erhebt sich am Monte Corno zur Höhe von fast 9500', bleibt indessen gewöhnlich zwischen 3000 bis 4000'; die Pyrenäen gehen viel weiter hinauf, als ihr südlicher Nachbar: der Gipfel der Malcetta wird zu 10,700' Höhe angegeben, der Montperdü zu 10,500' [3295m], viele Gipfel erreichen 9000', der Gebirgskamm überschreitet dagegen nur selten 8000'. Die drei Systeme der Alpen haben ihre erhabensten Punkte im Monte Visa (12,990') [4770m], im Montblanc (14,764') [4634m; heute 4810m] und in der Ortlesspitze (12,022') [3773m; heute 3905m]; sie wachsen also mit der Erhebungszeit nicht gleichmäßig an Höhe, wohl aber an Ausdehnung und Masse. Die Karpaten, welche sich an das östliche Ende der Alpen anschließen, erheben sich zu 9300' Höhe (Ruska Poyana); die höchste Spitze des Kaukasus, der Elbrus, wird auf 16,700' angesetzt und der höchste Punkt im Himalaya, der Dawalagiri, erreicht über 25,000 Fuß.

Nach diesen Angaben werden also die Gebirge um so größer und höher, je jünger sie sind, und ihre Aufrichtungszeit scheint in der Tat mit ihren Dimensionen in einem innigen

Zusammenhänge zu stehen. Bedenken wir ferner, daß in sehr vielen Gebirgen die Spuren mehrmaliger, in Perioden auf einander gefolgter Hebungen deutlich sich Nachweisen lassen, so dürfen wir um so eher auch von den jüngsten Gebirgen eine mehrmalige Hebungsepoche behaupten, und eben aus der öfteren Wiederholung solcher Erscheinungen ihre größere Masse, Höhe und Ausdehnung erklären. Dies zugegeben, sind aber die Kordilleren entschieden das jüngste aller Gebirge unserer Erde, und wenn auch ihre erhabensten Spitzen die Höhe des Dawalagiri nicht erreichen (die höchsten Punkte in der Andenkette ersteigen, nach S. 120., nur 19,900 bis 20,100' [6250m – 6300m]), so dehnt sich doch keine andere Bergkette über eine Fläche von 1800 geographischen Meilen Länge aus, und hat verhältnismäßig so viele bedeutende Höhen, wie die Kordilleren.

Wenn es also jemals einen Zeitraum der Erdbildung gegeben hat, in welchem alles heutige Festland unter dem Spiegel des Weltmeeres verborgen lag; wenn damals noch eine hohe Temperatur diesen Ozean geraume Zeit in beträchtlichen Hitzegraden erhielt und dem Entstehen organischer Wesen hinderlich ward, wenn endlich spätere Eruptions Erscheinungen die Wasser mit ihren Auswürflingen mischten, und die bereits entstandenen Geschöpfe durch ihre letalen Eigenschaften wieder vernichteten; so wurden solche Erhebungen des Meeresgrundes zugleich die Ursachen des ersten Festlandes, welches über den Wasserspiegel emporstieg. Die allgemeine Verteilung der gesamten Wassermasse über die ganze Erdoberfläche in jener ältesten Zeit läßt kaum einen Zweifel, daß der Urozean eine gleichmäßige und zugleich geringere Tiefe haben mußte, als das heutige Weltmeer; es mochten daher schwache Erhebungen, wie sie nach den obigen Mitteilungen früher nur stattfanden, hinreichen, seinen Boden stellenweis über die Oberfläche des Wassers zu bringen. Anfänglich ragten die Erhebungen vielleicht nicht einmal aus dem Wasser hervor, und erst nach und nach, als immer mächtigere Massen der Tiefe entnommen wurden, zugleich aber an anderen Stellen der Boden sank, indem Einstürze in die Tiefe jene Lücken wieder ausfüllten, welche das Entweichen der Eruptionsstoffe in flüssiger und gasförmiger Gestalt bewirkt hatte, erhoben sich die niedrigen Bergzüge über den Spiegel der Gewässer. Wie weit es geschah, das beweisen die unterworfenen neptunischen Schichten, welche ihren Fuß umgeben. — Auf solche Weise ging der Wechsel von Hebung und Senkung im innigen Verbände gleichzeitig fort, und bewirkte nach und nach die Vereinigung der ersten, nahe gelegenen Inseln des Weltmeeres zu größeren langzackigen Eilanden, aus denen endlich, wenn auch die Wasser der Untiefen zwischen ihren Landzungen in neue Einstürze einen Abfluß gefunden hatten, das zusammenhängende, von Bergreihen mannigfach durchzogene Festland sich bildete. Hebungen, die in den Gebirgen dieser Kontinente von Zeit zu Zeit einander folgten, veranlaßten ihr allmähliches schrittweises Größerwerden, und hoben in verschiedenen Pausen immer mehr Seegrund aus der Tiefe ans Tageslicht. Dabei dürfen wir von größeren, zwischen Hebungsziügen eingeschlossenen Tiefen sehr wohl annehmen, daß sie mit Wasser gefüllt blieben, als das umgebende Festland schon trocken lag, und Seebecken im Innern der Kontinente darstellten, die noch mit ihren alten Bewohnern bevölkert waren und so lange sich erhielten, als die Wasser noch keinen Abfluß gefunden hatten. In diese Becken ergossen sich die süßen Gewässer der Hochgebirge, führten Gerölle mit sich, verflachten den Boden, wie sie deren Wassermassen durch Zuflüsse hoben, und bewirkten endlich, sei es durch Einschneiden, sei es durch Spalten, die das Wasser früher nicht erreichen konnte, oder die erst später entstanden, einen Abfluß, durch den die Becken sich langsam entleerten, den Zuflüssen allein, welche fortdauernde Nahrung fanden, die Bewässerung des Bodens überlassend.

So entstanden lokale Schichten und lokale Niederschläge, die innerhalb gewissen Grenzen eingeschlossen natürlich außerhalb des Beckens nicht weiter Vorkommen konnten, wohl aber

mit anderen Schichten ähnlicher Becken gleichzeitig sich bildeten, ohne darum in der Materie und den Organismen mit ihnen übereinzustimmen. Zugleich liegt in der Art, wie das Festland entstand, die Möglichkeit einer fortdauernden Veränderung seiner Oberfläche, sei es durch neue spätere Hebungen, sei es durch Überflutungen des dabei aufgeregten Meeres, sei es endlich durch Abwaschungen der aus ihren Kesseln hervorbrechenden Gewässer, oder durch Verwitterungen und Ausspülungen der stets mit der Höhe des Festlandes im Zunehmen begriffenen Flüsse und Seen. Namentlich waren es wohl kleinere Süßwasserseen, welche in den mittleren Teilen sehr vieler Flüsse, so weit sie im Hügellande ihren Lauf nehmen, sich gebildet hatten, denen die Erde in ihrer jetzigen Gestalt einen großen Teil des heutigen Ansehens verdankt. Manche dieser süßen Wasserbecken hingen früher nicht zusammen, sondern bestanden aus abgeschlossenen Mulden, deren Wasser nach und nach anwachsend endlich durch Auswaschung einen Ausweg fanden, sich in die tieferen unteren Seen ergossen, diese ebenfalls zum Übertreten nötigten, und so das vielfach gewundene Tal aushöhlten, in dem der heutige schmale Fluß ungehindert seinen Lauf fortsetzt. Demnach kann das Wassernetz eines Landes im Laufe der auf einander folgenden Perioden seiner Erhebung wesentliche Veränderungen erlitten, und selbst ein mächtiger Strom nach der jüngsten Tertiärperiode seinen Lauf verändert haben, wie dies namentlich von der Weser keinem Zweifel unterliegt (S. 27). Dieser Fluß folgte wahrscheinlich früher denn Tale zwischen der Weserkette und dem Teutoburger Walde, in welchem jetzt die Werre und Haase fließen, jene nach Osten zur Weser sich wendend, diese nach Westen zur Eins. Nur 90 Fuß [28m] brauchte sein Wasserspiegel zu steigen, so war die Scheide beider Flüsse des Tales überschritten und die Wasser der Weser flossen mit der Haase zur Ems; ein Verhältnis, das in der Tat früher stattgefunden zu haben scheint. Damals fehlte der Durchbruch in der mehrere hundert Fuß hohen Weserkette, welchen die Porta Westphalica bildet, und erst als dieser entstanden war, nahm die Weser durch ihn ihren Lauf. Wie er entstand, ist freilich nicht mit Gewißheit zu ermitteln, schwerlich aber durch bloße Auswaschung des seeartig vor ihm aufgestauten Flusses allein, da der Durchschnitt viel höher beginnen mußte, als das Wasser im Tale jemals gestanden haben kann. Hier dürfte eine ursprüngliche oder später bei nachfolgenden Revolutionen gebildete Querspalte im Höhenzuge der Weserkette die erste Veranlassung des Durchbruchs gewesen sein. Dies eine Beispiel möge statt vieler ähnlicher genügen, die Richtigkeit der ausgestellten Lehre zu erläutern und die Wahrheit jener Äußerung Ritters [*6] betätigen, daß wiederholte Veränderungen im Wassernetze des anfänglich durch vulkanische Kräfte ungleich emporgehobenen Festlandes wesentlich zur Ausbildung seiner heutigen Beschaffenheit beigetragen haben.

[*6]: Vergleiche dessen Erdkunde I. Bd. S. K8 u. f. Kürzlich hat Girard eine solche Änderung auch im Lauf der Oder nachgewiesen, und dargetan, daß dieser Fluß früher durch das Spreetal in die Havel sich ergoß, im havelländischen Bruch fortsetzte, dadurch in die untere Havel gelangte und so mit der Elbe in die Nordsee abfloß. Vielleicht lief in ähnlicher Weise damals die obere Elbe mit der Aller zur Weser und gleichzeitig die Weser wirklich mit der Werre und Haase zur Ems. (Vergl. Monatsbericht der Berliner geogr. Gesellsch. Jahrg. 1844. S. 122.)

[p.302]

16. Perioden der Schöpfung.

Die Mitteilungen der vorigen Abschnitte wollten es versuchen, meinen Lesern ein Bild von der Gestaltung des Erdkörpers an sich und den Revolutionen zu entwerfen, die ihn im Laufe seiner Entwicklungsphasen veränderten. Wie unvollkommen dieses Bild auch sein mag, und wie wenig genügende Aufschlüsse es Denen vielleicht gewährt, welche an herrschende Traditionen gewöhnt, eine kurze Angabe der einzelnen auf einander folgenden Perioden in strenger Scheidung erwarten mochten; so viel dürfte Allen aus meiner Darstellung sich ergeben haben, daß der Entwicklungsgang nicht nach Jahrtausenden übersichtlich bemessen werden kann, und die Gegenwart mit ihrem historischen Alter, wollen wir selbst der jüdischen Ära folgen, immer nur als ein Minimum jenes Zeitraumes zu betrachten ist, auf den die nachweisbaren Umänderungen der Erdoberfläche hindeuten. Denn lange vor Eintritt des gegenwärtigen Zustandes hat es Verhältnisse gegeben, die den heutigen analog waren, davon überzeugen uns die unter- gegangenen Geschöpfe; aber selbst in diesem bei weitem größerem Zeitraum ihrer Bevölkerung durch lebendige Wesen hat die Erde wohl nur den kürzeren Teil ihres ganzen Daseins vollbracht. Auf jeden Fall ist aber das Auftreten lebendiger Geschöpfe ein wichtiger Wendepunkt in unserer Geschichte und ihr Erscheinen der Beginn einer Periode, deren Beziehungen zur Gegenwart wie zum Zeitraum vor derselben am besten als die Geschlechtsreife des jugendlichen Planeten bezeichnet werden kann, der dann später das wahre Mannesalter durch allmählichen Übergang sich anschloß. Müssen wir demnach darauf verzichten, die Schöpfungsperioden, gleich den Abschnitten der Weltgeschichte, nach Jahrtausenden zu bestimmen, so dürfen wir doch vielleicht nach anderen Momenten Hauptabschnitte feststellen, und in dieser Beziehung würde das Auftreten der organischen Welt auf der Oberfläche unseres Planeten einen wichtigen und bedeutungsvollen Markstein zwischen der mythischen und geschichtlichen Vorzeit unserer Erde abgeben. Alles was über diesen Zeitpunkt hinausreicht, beruht auf Hypothesen, Mutmaßungen und Theorien, deren Begründung durch faktische Tatsachen kaum möglich ist, und also füglich mit jenen Zeiträumen historischer Darstellungen verglichen werden kann, in denen der Forscher mühsam und gleichsam nur ahnend aus sagenhaften Überlieferungen den wahren Tatbestand zu entwickeln sucht, indem er die Mythen ihres schönsten Schmuckes, der Dichtung, beraubt und sie auf den wirklichen nackten Inhalt zurückführt. So müssen auch wir mit den Schöpfungsmythen verfahren, welche der von jeher über seinen Ursprung, wie über seine Zukunft, gleich besorgte Mensch nach den Verschiedenheiten nationaler Anschauungsweisen sich gebildet hat. Die erste mythische Periode der Schöpfungsgeschichte umfaßt also die ganze Zeit von der Entstehung der Erde aus der chaotischen Mischung des Weltalls bis zur Bildung des organischen Lebens auf ihrer Oberfläche, und dehnt sich mithin über einen Zeitraum aus, der allein schon viel größer sein muß, als der spätere, jüngste, von der Entstehung der ersten Menschen bis zur Gegenwart reichende, auf welchen die Mythen das Alter der Erde zu beschränken pflegen. — So wünschenswert es daher auch sein mag, die erste große Periode nach den einzelnen Entwicklungsphasen in untergeordnete Abschnitte zu teilen, so müssen wir doch auf eine solche

Scheidung wohl für immer verzichten, da es uns durchaus an Anhaltspunkten dazu fehlt. Dürfen wir also auch den vorgetragenen Entwicklungsgang durch allmähliche Erkalting als den wahrscheinlichsten ansprechen, so können wir doch nicht angeben, in welcher bestimmten Sukzession auf einander die einzelnen Schichten sich bildeten; wann die Entstehung der kristallinen Materien anzunehmen sei, welche wir als die äußerste feste Rinde in jener Zeit ansprechen, und wie lange Zeiträume erforderlich waren, um nach ihrer Entstehung die Festwerdung des Wassers in tropfbarer Form zu gestatten. Daß dazu eine Abkühlung der Oberfläche bis + 80° Reaum. [100°C] eintreten mußte, ist keineswegs, wie wir oben (S. 186) sahen, notwendig, vielmehr konnte der Druck aller in dem peripherischen Gasraume enthaltenen Dämpfe sehr wohl die untersten Schichten schon tropfbar machen, während die feste Rinde noch heißer als 80° war; dann mußte das entstandene Wasser selbst eine viel höhere Temperatur annehmen und sogleich wieder in Dampfform sich verwandeln, wenn der Druck der Gase über ihm im Geringsten nachließ, was durch fortschreitende Kompression der untersten Schichten denkbar wäre. Beide Gewalten standen sich also fortwährend hemmend gegenüber, und bewirkten für die gasförmige Atmosphäre eine solche Anhäufung von Wasserdämpfen in ihr, daß sie unfern dicksten Nebeln noch an Konsistenz überlegen war, mithin den von der Sonne ausgehenden Lichtstrahlen vielleicht noch gar keinen Durchgang verstattete [= gestattete]. Tiefe Finsternis deckte damals, als der glühende Fluß im Innern kein Licht mehr ausstrahlen konnte, die Oberfläche unseres Planeten und hinderte ebenso sehr, wie die Hitze, welche zur selbigen Zeit an der Grenze seiner tropfbaren und flüchtigen Materie noch herrschte, die Entstehung organischer Wesen. Wir kommen also auch von dieser Seite her zur Annahme zurück, daß organisches Leben erst entstand, als die Erde ihrer heutigen Beschaffenheit sich genähert hatte, und bereits alle die wesentlichen Eigentümlichkeiten besaß, welche ihren dermaligen Charakter als Himmelskörper ausmachen.

Beginnen wir mit diesem Zeitpunkte die zweite große Periode der Schöpfung, so finden wir beim Eintritt derselben unsere Erde in ihren wichtigsten materiellen Verhältnissen vollendet; sie hatte eine klarere Atmosphäre, durch welche die Sonne mit ihren belebenden und erquickenden Strahlen sich verbreiten konnte; sie hatte einen Ozean, den Organismen bevölkerten, deren Eigentümlichkeit von den heutigen in keinem Hauptcharakter wesentlich verschieden war; sie hatte auch schon hervorragende Inseln mit Bergzügen und Tälern, auf denen eine der heutigen Pflanzenwelt zwischen den Tropen ähnliche Vegetation wucherte; aber sie hatte keine luftatmenden Rückgrattiere, keine Vögel, keine Säugetiere und noch viel weniger Menschen. Eine solche Organisation hat sich nicht bloß nach allen späteren Umwälzungsepochen aufs Neue gebildet, sondern auch in immer edleren Formen wieder erzeugt, zugleich aber erst nach und nach jene Differenz der Zonen entwickelt, welche die Gegenwart selbst von den allerjüngsten Epochen, die ihr vorangingen, so merkwürdig unterscheidet. Hierüber läßt die Vergleichung der verweltlichen Organismen mit den gegenwärtigen keinen Zweifel. — Die Zonenunterschiede in gegenwärtiger Zeit sind abhängig von der Stellung der Erde zur Sonne, von der schiefen Neigung der Achse, um welche sich die Erde täglich dreht, gegen die Ebene der Bahn, in welcher sie um die Sonne läuft, und endlich zum Teil auch von der elliptischen Form der Bahn selbst. Um daher jene Unterschiede der Zonen in früheren Jahrtausenden begreiflich zu machen, suchte man ein anderes Stellungsverhältnis der Erde zur Sonne nachzuweisen, konnte indes dafür keine entscheidende Gründe ausfindig machen, ja selbst bei dieser Annahme die früheren Zustände keineswegs genügend erklären. Deshalb ist man neuerdings von Hypothesen, welche die Beziehung der Erde zur Sonne im Laufe der Schöpfung ändern oder die Ursachen und Wirkungen einer solchen Änderung begreiflich machen wollten, wieder zurückgekommen, und hat sich bei dem unabweislichen Resultate beruhigt, daß die Erde noch heute nach denselben ewigen

Gesehen wandelt, nach welchen sie von Anbeginn ihrer Individualität als Weltkörper sich bewegt hat. —

Die Abnahme der Temperatur auf der Oberfläche der Erde, wenigstens in den gemäßigten und kalten Zonen, woselbst sie im Zusammenhänge mit den wiederholten Umwälzungen sicher eingetreten ist, bedarf also zu ihrer Erklärung einer andern Ursache, und eine solche scheint sich ganz natürlich in dem fortschreitenden Erkaltingsprozeß nach Entstehung der Organisation darzubieten. Diese fortschreitende Erkalting, welche allerdings die wahrscheinlichste Annahme zur Erklärung des in Rede stehenden Unterschiedes sein dürfte, ist auf mehrfache Art zu denken, und muß deshalb etwas ausführlicher besprochen werden. Zunächst würde die Notwendigkeit derselben bald nach Entstehung der Organisation geradezu bewiesen sein, wenn sich ein langsames Kälterwerden noch während des historischen Alters der Erde dartun ließe. Ein solches könnte aber nicht bloß aus direkten Beobachtungen der Temperatur, woran es fehlt, abgeleitet werden, sondern auch aus den Bewegungen der Erde. Gesetzt nämlich, sie kühlte sich fortdauernd mehr ab, so würde ihre Materie immer dichter, ihr Volumen oder ihre räumliche Ausdehnung aber zugleich kleiner. Dadurch müßte die Achsendrehung der Erde beschleunigt, die Zeit also, in welcher sich die Erde um ihre Achse bewegt, verringert werden, und der Tag jetzt kürzer sein, als früher. Nun haben wir aber sehr genaue Beobachtungen über die Dauer des Tages aus dem Jahre 140 v. Chr., welche der Astronom Hipparch zu Alexandrien anstellte, denen zu Folge sich der Tag auch nicht um den hundertsten Teil einer Sekunde während beinahe 2000 Jahren geändert hat, mithin die Umdrehungszeit dieselbe blieb, also auch die Erde sich während dieser 2000 Jahre nicht mehr abkühlte. Findet also heutiges Tages wirklich noch ein Verlust von Wärme durch Ausstrahlung aus der Tiefe statt, so ersetzt denselben die Bestrahlung der Erde durch die Sonne, und beide Verhältnisse sind nunmehr schon seit mindestens 2000 Jahren zu einem solchen Grade der Ausgleichung gelangt, daß ein Wärmeverlust aus der Erdoberfläche durch Ausstrahlung in den Weltraum nicht mehr eintreten kann. Verliert demnach, und wahrscheinlich schon seit der letzten Umwälzungsepoche, die Erde keine Wärme mehr, warum sollte ein solcher Verlust in früherer Zeit, seit die Erde sich in denselben Beziehungen zur Sonne befindet, Statt gefunden haben? Diese Frage ist zu wichtig für die Entwicklungsgeschichte der Erde, als daß wir sie übergehen dürften. Zunächst könnte man zur Beantwortung derselben annehmen, daß die neptunischen Schichten noch nicht so zahlreich waren wie jetzt, und eben deshalb der von unten aufsteigenden Wärme einen leichteren Durchweg verstatteten [= gestatten]. Allein die geschichteten Niederschläge sind keine neuen Produkte, welche von außen her den früheren hinzugefügt wurden; sie sind Verwitterungen älterer normaler und abnormaler Gesteine, die bereits an einer anderen Stelle und in einer anderen Form früher als Rindenbestandteile des Erdkörpers vorhanden waren. Derselbe konnte also durch neue Schichten weder größer werden, noch seine Rinde dicker, da mit dem Auftreten späterer Streiten nur eine Versetzung der Materie von einer Stelle an eine andere verbunden war. Es änderte sich dabei weder die Dicke noch die Größe der Rinde im Ganzen, sondern bloß an einzelnen Stellen, und wo das Wasser neu entstandene Tiefen fand, da senkte es sich in dieselben und glich die Unebenheit wieder aus. Viel wahrscheinlicher ist es dagegen, daß die Durchbrüche der plutonischen Materien nach außen es waren, welche die allmähliche Abnahme der Temperatur mit sich führten. Diese Durchbrüche fanden seit den ältesten Zeiten her Statt; anfangs, wie es scheint, als Wirkungen des mit dem fortschreitenden Erkalten gleichmäßig zunehmenden Druckes der äußersten schon festen Schichten auf die noch in der Tiefe steckenden flüssigen Stoffe, später und zumal seit Entstehung wässriger Niederschläge, als Hebungen eingepreßter, durch die höhere Temperatur in der Tiefe expandierter Dämpfe; — sie wiederholten sich, wie wir gesehen haben, in allen Perioden, nach und nach an lokaler Intensität

zunehmend, an allgemeiner Verbreitung aber verlierend, bis sie zu dem Grade der Ausgleichung gekommen sind, welcher wiederum die Gegenwart vor den früheren Perioden auszeichnet. Es leidet nun keinen Zweifel, daß vor den Durchbrüchen alle Wärme, welche die annoch geschmolzenen plutonischen Massen in dieser Qualität erhielt, dem Erdkörper im Ganzen zukam, also auch eine höhere Temperatur desselben bewirken mußte. Die emporgehobenen platonischen Massen entzogen durch ihre langsamere und, wie Beobachtungen nicht unwahrscheinlich machen, wohl Jahrtausende fortdauernde Wärmestrahlung der Erde einen Teil ihrer Hitze; allein sie wirkten zugleich erwärmend auf die Atmosphäre in ihrer Nähe, und erhielten in ihr einen gleichmäßigen tropischen Zustand. Auf solche Weise wurde der Wechsel der Zonen, wie ihn die Gegenwart darbietet, so lange noch jene großartigen Durchbrüche von unten erfolgten, um so weniger möglich gemacht, als die von Organismen bevölkerten Teile der Erde damals einen ungleich kleineren Raum einnahmen, anfangs bloß in Inseln unmittelbar um jene erhobenen, glühendheißen Massen bestanden, und erst nach und nach, als die Hebungen Zunahmen, sich vergrößerten. So konnte denn füglich alles hervorragende, von organischen Wesen bevölkerte Land eine höhere, gleichmäßige Temperatur und einen tropischen Charakter besitzen, ja es konnte denselben durch diese ganze Periode, so lange noch bedeutende Gebirgserhebungen Statt fanden, beibehalten, wie es die auf uns gekommenen Reste dieser Geschöpfe wahrscheinlich machen. Was früher von Island als historische Ansicht erwähnt wurde, das gilt faktisch für den ganzen Erdkörper während der zweiten großen Schöpfungsperiode; er erkaltete in derselben langsam weiter fort, weil durch die heftigen und großartigen Durchbrüche von unten ihm ein nicht unbedeutender Teil seiner Hitze entzogen wurde, erhielt aber durch diese Hitze, so lange ihre Ausstrahlung in die Atmosphäre fort dauerte, den tropischen Charakter und die allgemeine gleichmäßige Temperatur auf der ganzen bewohnten Oberfläche. Dieses Verhältnis hörte auf, sobald die letzten großartigsten Durchbrüche erfolgt und ihre Wärmemengen durch Erkaltung in dem Weltraum verloren gegangen waren, und nun stellte sich nach und nach jenes Mittel der Ausstrahlung von unten und Bestrahlung durch die Sonne von außen ein, welches die Gegenwart von jener zweiten Periode der Erdbildung unterscheidet. Wir hätten schon hierin einen hinreichenden Grund, an diese zweite Periode die wesentlich veränderte Gegenwart als dritte anzureihen, indem wir sie von ihr physikalisch durch den so merkwürdigen Zonen- unterschied, wie physiographisch durch das Auftreten des Menschengeschlechts unterscheiden. Daß der Mensch nicht vor der letzten Umwälzungskatastrophe die Erde bewohnt habe, ist schon früher mehrmals berührt worden, und wird weiterhin am Schlusse noch ausführlicher dargestellt werden.

Die dritte große Periode der Schöpfung beginnt also mit dem Eintritt der Zonenunterschiede und dem Erscheinen des Menschengeschlechts auf der Erdoberfläche; sie reicht von da bis in die gegenwärtige Zeit. Es ist die Periode der Ruhe und des Gleichgewichtes, der Stabilität und Vollendung, welche schon durch diese Charaktere den Stempel der Ewigkeit zu besitzen scheint. Ob derselbe ihr in der Tat zukomme und die Erde fortan keine gewaltsamen Revolutionen mehr zu erdulden habe, steht dahin, und scheint allerdings fraglich zu sein, wenn die Betrachtungen, welche wir jetzt anknüpfen müssen, ihren sicheren Grund haben. — Mannigfache, schon an einer früheren Stelle (S. 279) besprochene Tatsachen schienen anzudeuten, daß der Übergang von der vorhergehenden Periode durch ein auffallendes urplötzliches Sinken der Temperatur in der nördlichen Halbkugel eingeleitet wurde. Die Ursachen eines so schnellen Wechsels sind aus der Abkühlungstheorie nicht zu erklären; weshalb die ganze Lehre bei den Anhängern derselben vielfachen Widerspruch findet, und lebhaft von ihnen bestritten wird. Auch gestehe ich frei, daß ich mich nicht mit ihr befreunden kann; um so weniger, als es durchaus unmöglich scheint, eine nur einigermaßen genügende Erklärung für ein so sonderbares Phänomen entdecken zu können.

Indes hat die kürzlich erschienene Darstellung eines französischen Gelehrten [*1] es versucht, den Schleier zu lüften, welcher den Geologen und Physiographen bisher die Aussicht verhüllt haben sollte, und hat ihren Blick auf Verhältnisse gerichtet, auf welche sie, mit anderen Untersuchungen beschäftigt, weniger zu achten veranlaßt worden waren. —

[*1]: Vergl. J. Adhemar, die Revolutionen des Meeres. Leipzig, 1848. 8.

Joseph-Alphonse Adémar (*1797 - +1862) war französischer Mathematiker und stellte früh einen Zusammenhang zwischen der Exzentrizität, hervorgerufen durch die Präzession der Erdumlaufbahn und den Eiszeiten dar, er nahm um einige Jahre die Milankovic – Zyklen vorweg (W. G., 2020).

Die vorgetragenen Tatsachen von der Stabilität der Erdwärme dürften beweisen, daß ein plötzliches Sinken der Temperatur bis zum Gefrierpunkte durch kein rein geologisches Phänomen sich erklären lasse; weshalb sich schon von selbst die Vermutung aufdrängt, es möchte die Ursache, falls das Faktum wirklich eingetreten ist, in den Stellungsverhältnissen der Erde zu anderen Himmelskörpern und zunächst wohl zur Sonne begründet sein. Angeblich bietet dazu die von Westen nach Osten fortschreitende, wenn auch höchst langsame Drehung der großen Achse unserer Erdbahn eine Veranlassung dar. Auf die Lage dieser Linie stützt sich nämlich die jedesmalige Länge der Jahreszeiten, und ihre jetzige Stellung bringt es mit sich, daß gegenwärtig Frühling und Sommer der nördlichen gemäßigten Zone zusammen um sieben Tage länger sind, als Herbst und Winter; mithin am Südpol das umgekehrte Verhältnis Statt findet. Das gegenwärtige bleibt aber nicht so wie es ist, denn die Ursache desselben, die Stellung der großen Achse unserer Erdbahn, ändert sich, mithin auch die Folge davon; es wird vielmehr der Überschuß immer kleiner, bis beide Summen gleich groß sind; dann wächst die bisher kleinere, wird nach und nach die größere, und nimmt, sobald sie ihr Maximum erreicht hat, wieder ab. Der Zyklus dieses Wechsels beträgt beinahe 21.000 Jahre. Wenn nun eine solche Periode statt findet, so muß der reinste Gegensatz des jedesmaligen Zustandes nach 10.500 Jahren eintreten, mithin in diesem Zeitraum sich das Verhältnis; der beiden langen Jahreszeiten fortwährend verkleinern, während die beiden kurzen sich vergrößern; zugleich aber müssen im Laufe der anderen 10.500 Jahre die beiden ersten wieder wachsen, und die beiden anderen demnächst wieder schwinden. Die Beobachtungen der Astronomen haben nun gezeigt, daß der Zeitpunkt, in welchem Frühling und Sommer der nördlichen Halbkugel zusammen die größte Ausdehnung besaßen, in das Jahr 1248 fiel, als Friedrich II. aus dem Hause Hohenstaufen die deutsche Kaiserkrone trug. Damals waren unser Frühling und Sommer zusammen acht Tage länger, als unser Herbst und Winter; seit dieser Zeit aber haben beide Jahreszeiten zusammen an Länge abgenommen, Herbst und Winter sind dagegen gewachsen. Dies wird fortgehen bis zum Jahre 11.784 unserer Zeitrechnung, dann werden die beiden letzteren ihre größte Ausdehnung erreicht haben, wie sie eine solche bereits 21.000 früher, das heißt 9.252 Jahre vor Christi Geburt, besaßen. Zwischen beiden Grenzen wird es aber jedesmal einen Zeitpunkt geben, in welchem die beiden kalten den beiden warmen Jahreszeiten völlig gleich sind, und diese beiden Zeitpunkte werden von den beiden Extremen um 5230 Jahr entfernt liegen. War also im Jahre 1248 der oben bezeichnete größte Gegensatz vorhanden, so war ziemlich genau 4000 Jahre vor Christi Geburt dieser Zeitpunkt der völligen Gleichheit eingetreten, und damals Frühling und Sommer zusammen genau eben so lang, wie Herbst und Winter zusammen. „Es ist merkwürdig,“ sagt Littrow bei dieser Auseinandersetzung, „daß die meisten unserer Chronologen die Zeit der Entstehung der Erde, oder, wie man vielleicht angemessener sagen sollte, die Zeit der ersten Spuren des Menschengeschlechtes auf unserer Erde, in jene Epoche gesetzt haben“ [*2].

[*2] Die Wunder des Himmels. S. 193.

Kommen wir nun zu der Anwendung dieses Verhältnisses auf die Geologie und die Perioden der Erdumwälzung. Daß eine den Astronomen so bekannte Tatsache von den Geologen hätte übersehen werden können, ist nicht gut denkbar, auch keineswegs der Fall; vielmehr haben sich schon mehrere daraus bezogen [*3].

[*3]: R. Philipps, über die nächsten Ursachen der materiellen Erscheinungen des Universums. Aus dem Englischen. Stuttg. 1326. 8.

Allein die Anwendung, welche davon gemacht wurde, ergab kein genügendes Resultat, weil man glaubte, die größere Nähe, in welcher sich die Erde während des Frühlings und Sommers der südlichen Halbkugel zur Sonne befindet, müßte den Einfluß eines langem Frühjahrs und Sommers der nördlichen Halbkugel wieder ausgleichen, weil sich alsdann die Erde in der Sonnenferne befindet. Hiegegen ist aber von Adhemar eingewendet worden [*4: A. a. D. S. 19], daß es nicht auf die Quantität Wärme ankomme, welche die Erde empfängt, sondern auf die, welche sie behält. Da nun am Südpol die Nächte während des Winters so gut länger sind, wie am Nordpol, und zugleich der Südpol jetzt einen längeren Winter hat, als der Nordpol, so folgt daraus eine größere Zahl von Nachtstunden im Vergleich mit der Menge von Tagesstunden für den Südpol; während es am Nordpol umgekehrt sein wird. Demnach strahlt der Südpol, wenn er gleich nicht weniger Wärme an den Tagen erhalten dürfte als der Nordpol, doch während der längeren Nächte mehr aus, und seine mittlere Temperatur ist deshalb gewiß niedriger als die des Nordpols, so lange er in der Stellung, wie jetzt, verbleibt. Das wird er aber nur bis zum Jahre 6500 unserer Ära, um welche Zeit Frühling und Sommer eben so lang sind wie Herbst und Winter; nach diesem Jahre werden Frühling und Sommer der südlichen Halbkugel wachsen und größer werden, als Sommer und Winter derselben Hemisphäre, während auf der nördlichen Halbkugel das umgekehrte Verhältnis eintritt. Was also jetzt für den Südpol gilt, wird dann für den Nordpol gelten, sein Polareis, welches aller Wahrscheinlichkeit nach schon jetzt langsam wachsend allmählich zunimmt, da wir die Zeit der größten Wärme für unsere Halbkugel bereits überschritten haben, wird nach dem Jahre 6500 immer mehr zunehmen und gegen 11,750 unserer Zeitrechnung seine größte Ausdehnung erreichen. Dasselbe Verhältnis fand im Jahre 9280 vor Beginn unserer Ära statt, und bezeichnet also diejenige Epoche, wo nach der Behauptung einiger Geologen eine ungeheure Eiskruste die ganze nördliche Halbkugel bis wenigstens zum 60° der Breite hin bedeckte.

Die soeben mitgetheilten Betrachtungen Adhemars scheinen ihm nun eins der merkwürdigsten geologischen Probleme, den Ursprung der angeblichen Eismassen vor Beginn der gegenwärtigen Epoche, auf eine natürliche Weise zu erklären und deshalb für entschiedene Resultate zu gelten. Ihre weitere Verfolgung hat ihn indes zu noch anderen Aufschlüssen geführt, die hier ebenfalls eine Erwähnung finden mögen. Eismassen von einer Ausdehnung, wie die eben angedeutete war, haben natürlich auch eine entsprechende Dicke, und erreichen, selbst wenn sie anfangs auf dem Wasser schwammen, den Boden des Meeres [*5].

[*5]: Man kann annehmen, daß von einem schwimmenden Eisberge höchstens ein Achtel über dem Wasserspiegel sich befindet, also sieben Achtel unter ihm; zu großen Eisbergen gehört also eine sehr bedeutende Meerestiefe, wenn dieselben noch im Wasser schwimmen sollen.

Ist dies geschehen und dauert zugleich ihre Vergrößerung fort, so wird bei der auffallenden Ungleichheit der Eismassen an beiden Polen auch das Gleichgewicht zwischen ihnen gestört und der Schwerpunkt der Erde der größeren Masse genähert. An dieser Verrückung des

Schwerpunktes aus dem Zentrum nehmen aber, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, alle beweglichen Massen der Oberfläche Anteil, vor allen das Wasser des Ozeans; es zieht sich von der Seite, wo die geringere Eismasse sich befindet, gegen die Seite der größeren, und legt dadurch das Land in der Nähe jener trocken, während es dasselbe in der Nähe dieser bedeckt. Gegenwärtig, wo sich die größere Eismasse am Südpol befindet, ist daher der Nordpol fast überall von Festland umgeben, und die Umrisse der hauptsächlichsten Kontinentalmassen spitzen sich gegen den Südpol sichtlich zu, weil die Tiefe des Meeres nach ihm hin immer wächst, mithin immer weniger Land über seine Oberfläche hervorragen kann. Dies Verhältnis dauert aber auch nur seine Zeit, dann wird sich die Masse des Eises am Nordpol vergrößern, während die des Südpoles anfängt zu erweichen und abzuschmelzen. Hat diese Erweichung ihren höchsten Grad erreicht, so zerbricht die Masse in sich, es tritt Eisgang ein, und der Schwerpunkt geht plötzlich auf die Seite des andern Poles über, wobei die Wasser des Südpoles gegen den Nordpol stürzen, die Umgebungen desselben unter ihrem Spiegel begrabend. Alsdann bedeckt eine plötzlich hereingebrochene, allgemeine Flut die Ebenen der nördlichen Halbkugel, spült die auf ihrem Boden bisher angesessenen organischen Geschöpfe gegen den Pol und hüllt sie mit in die großen Eismassen ein, welche die Gegenden hier bedecken.

So weit haben wir unsern Lesern die Ansicht von Adhemar mitgeteilt, ohne sie durch Einwürfe zu unterbrechen; wir wollen nun die letzteren hören. Wäre nämlich jene Ansicht richtig, so ginge unsere gegenwärtige Epoche einem unfehlbaren Untergange, der gegen das Jahr 6500 eintreten müßte, entgegen, und in diese Zeit hätten wir also, wenn auch nicht das Ende der Welt, doch das Ende der jetzigen Menschheit zu setzen. Daß diese trostlose Zukunft meinen Gefühlen widerspreche, hatte ich schon in der vorigen Ausgabe eingestanden; ich hatte vielmehr die Hoffnung ausgedrückt, daß der Fehler in der Schlußreihe bald von Physikern aufgedeckt werden möge, meint eigenen Bedenken annoch zurückhaltend. Inzwischen ist nun eine solche Erörterung gegeben worden [*6]; man hat sich überzeugt, daß die Ungleichheit der Eismassen zu geringe sei, um ein so bedeutendes Phänomen zu bewirken; man hat ferner darauf hingewiesen, daß der höchste Kältepunkt nicht gerade auf den Pol selbst falle, sondern nur in dessen Nähe, daß also, weil das meiste Eis nicht am Pole, vielmehr in der Nähe des größten Kältegrades entstehen müßte, der Schwerpunkt nur in der Richtung auf diesen höchsten Kältepunkt hätte verrückt werden können, damit aber eine Verschiebung der Umdrehungsachse des Erdkörpers verbunden gewesen wäre, und eine solche allen anderen wissenschaftlichen Resultaten widerspreche.

[*6]: Bei der 23. Versammlung der deutschen Naturforscher zu Bremen wurde dieselbe, von Hrn. v. Bruchhausen der Versammlung schriftlich vorgetragene, Ansicht ausführlich besprochen und untersucht. Siehe deren: Amtlichen Bericht u. s. w. 5. 35.

Weiter möchte ich noch hinzufügen, daß selbst, wenn jene beiden Einwürfe die Zulässigkeit der Adhemar'schen Hypothese nicht schon beseitigt hätten, sie das fragliche Phänomen der gewaltsamen Wasserversetzung von einem Pole zum andern nur dann erklären würde, wenn man zugibt, daß die erweichte größere Eismasse plötzlich zertrümmert worden sei. Eine solche plötzliche Zertrümmerung konnte allein eine plötzliche Wasserversetzung bewirken; während ein langsames Abschmelzen und Kleiner werden des Eises, dessen Notwendigkeit ich nur einsehe, kein gewaltsames Zerbrechen, also auch keinen Eisgang, wie Adhemar sich ausdrückt, herbeiführte. Endlich hat man als Einwurf gegen Adhemar nicht zu übersehen, daß die letzte Wasserversetzung vor der jetzigen Epoche, wenn sie eine Folge der von ihm ausgestellten Ursachen gewesen ist, von Norden nach Süden strömen mußte, viele geologische Erscheinungen es aber wahrscheinlicher machen, daß das Wasser während der Diluvialepoche gegen den Nordpol hin abgeflossen sei. Um diesen Einwand gehörig zu würdigen, muß man nicht außer

acht lassen, daß zwar die Verbreitung der erratischen Blöcke eine sehr bedeutende Ausdehnung des nordischen Gewässers nach Süden hin dartut, aber die rückschreitende Bewegung desselben nach Ablauf der Diluvialperiode keineswegs südwärts strömte, sondern nordwärts. Es scheinen daher physische, astronomische und geologische Tatsachen auf gleiche Weise die Zulässigkeit der Adhemar'schen Hypothese in der von ihm ausgestellten Weise zu verbieten, und somit die Stabilität der gegenwärtigen Erdepoeche zu beweisen. Denn sollte auch wirklich eine periodische Wasserversetzung von Norden nach Süden oder in umgekehrter Richtung jemals Statt gefunden haben, so konnte sie nur langsam, wie alle periodischen Schwankungen, eintreten, mithin keine gewaltsame Umwälzung herbeiführen. Ein langsames Steigen und Fallen der Wassermasse an den Polen mag aber immerhin erfolgen, es wird nie ein drohendes Ereignis für das Menschengeschlecht werden können, sondern höchstens an den Küstengebieten der Kontinente kleine Niveauveränderungen hervorbringen.

Das ganze, jetzt genugsam erörterte, Verhältnis, welches auf den heutigen Verschiedenheiten der Zonen beruht, würde übrigens nur für die dritte Hauptperiode der Schöpfung Geltung gewinnen, weil in den früheren die zur Einleitung desselben erforderlichen Zonenunterschiede noch nicht in dem Grade vorhanden waren. Wir könnten also aus der periodischen Wasserversetzung von einem Pol zum andern, welche in Grenzen von 10.300 Jahren schwanken würde, keineswegs die Entstehung der früheren neptunischen Niederschläge ableiten, sondern müßten bei der mehrmals erwähnten Ansicht beharren, daß stets erneute Durchbrüche plutonischer oder vulkanischer Massen es waren, welche die Wasserversetzungen innerhalb der zweiten Schöpfungsperiode veranlaßten, und die Entstehung der wässerigen Niederschläge einleiteten. —

Was endlich die Einteilung dieser zweiten Hauptperiode in untergeordnete Abteilungen betrifft, so haben wir schon früher bei Darstellung der auf einander folgenden neptunischen Schichten innerhalb derselben die Unmöglichkeit Ungesehen, aus den Schichten selbst die Merkmale für eine solche Einteilung herzuleiten; wir haben deshalb uns mehr für die Beachtung der organischen Beischlüsse, als für die anorganischen Bestandteile der Schichten zur Bestimmung der Unterschiede entscheiden müssen, und werden auch jetzt kein anderes Resultat erwarten dürfen. Überblicken wir aber, die Organisation während der ganzen zweiten Hauptperiode, und vor allen die tierische, als die edlere und höhere Formenreihe, im Allgemeinen, so scheinen sich zu einer ferneren Einteilung des Entwicklungsganges der Schöpfung während derselben allerdings genügsame Data zu ergeben. Als ein erster und wichtigster Gegensatz dürfte das Fehlen oder Vorhandensein luftatmender Rückgrattiere zu betrachten sein, und da dieselben nicht tiefer als in den obersten Schichten der Kohlenformation Vorkommen, so läßt ihr erstes Auftreten an dieser Stelle einen Hauptwendepunkt des organischen Charakters vermuten. Alles was an Organismen unter jenem Niveau sich findet, ist der Gegenwart wenn auch nicht ganz fremd, doch höchst unähnlich, und besitzt namentlich in der Pflanzenwelt einen so entschieden tropischen Charakter, daß es durchaus gerechtfertigt zu sein scheint, mit dem Kohlengebirge eine erste Unterabteilung der zweiten Hauptschöpfungsperiode abzuschließen, und sie nach den vorherrschenden Rückgrattieren, den Fischen, als Periode der Fischorganisation zu bezeichnen. —

Die ersten luftatmenden Rückgrattiere, nämlich Amphibien, erscheinen unmittelbar über den Kohlen, werden im bunten Sandstein häufiger und erreichen im Jura ihr Maximum. Hier finden sich auch Spuren von Säugetieren, jedoch nur in einer einzigen Schicht; sie bedingen durch ihr spärliches Auftreten und ihren gänzlichen Mangel in der Kreide eine gewisse Monotonie der höheren Organisation, welche jedoch durch eine Anzahl höchst eigentümlicher, den Säugetieren

und Vögeln zum Teil analoger Amphibienformen wieder ausgeglichen wird. Das Vorherrschen dikothyledonischer Gewächse erhöht diese Eigentümlichkeit. Ich erkenne daher in der Trias, Jura- und Kreideformation eine zweite Unterabteilung der zweiten Periode an, welche durch das gleichzeitige Beisammenleben den gegenwärtigen Formen höchst ähnlicher und höchst unähnlicher Bildungen merkwürdig ist, und nach dem Vorherrschen der Amphibien: Zeitraum der Amphibien Organisation genannt werden kann.

Eine dritte, durch die zum Teil spezifische Übereinstimmung lebender und untergegangener Formen ausgezeichnete, dadurch von den beiden früheren durchaus verschiedene Periode umfaßt die Tertiärformationen in sich. Während derselben hat die Erde ihre merkwürdigen, paradoxen Formen der Vorzeit bereits verloren, mehr und mehr, namentlich in der Pflanzenwelt, ihren entschieden tropischen Charakter abgelegt, und sich der Gegenwart so genähert, daß sich für alle Haupttypen der tierischen Geschöpfe Analoga in ihr Nachweisen lassen und nie mehr jene Verbindung der Eigentümlichkeiten zweier verschiedener Gruppen in eine angetroffen wird, welche im Jura besonders so höchst überraschend und rätselhaft ist. Die Tertiärgebilde sind also das wahre Übergangsglied von der Vorzeit zur Gegenwart, und begreifen eine Epoche in sich, welche durch das Vorherrschen der Säugetiere nach ihnen Zeitraum der Säugetiere sich benennen läßt.

Analog würde die durch den Besitz des Menschen ausgezeichnete Gegenwart Zeitraum der Menschheit genannt werden können. —

[p. 315]

17. Organisation, ihr Wesen und ihre Bedingungen.

Die Frage aufzuwerfen, warum es organische Wesen auf der Erde überhaupt gebe, würde cdm so ungereimt sein, wie eine Untersuchung über die eigentlichen Gründe jedes materiellen Seins in der ihm bestimmten Form überhaupt; eine solche Erörterung liegt außerhalb des Gebietes wissenschaftlicher Forschungen, deren eigentlicher Boden es ist, das Wie der Erscheinungen, die vorliegen, aufzuklären, aber nicht zu beantworten, warum denn gerade diese und keine anderen Verhältnisse eingetreten seien. Wir haben es daher bei allen unseren Untersuchungen immer nur mit dem Begreifen der vorliegenden Erscheinungswelt zu tun, und fragen nach den Gründen, welche ihre Existenz und Fortdauer bewirken, aber nicht nach den uns stets unbegreiflich bleibenden Ursachen, warum sie gerade so und nicht anders entstanden. Daher begnügen wir uns auch mit dem unabweislichen Resultat, daß die Erde, sobald sie einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt hatte, sich mit den Organismen bevölkern mußte, und schließen aus der ganzen typischen [*1] Übereinstimmung dieser Organismen mit den heutigen auf analoge Verhältnisse in damaliger Zeit und auf ein Festalten an denselben ursprünglichen, für alle organischen Wesen ausgestellten Ideen. —

[*1]: Man bezeichnet in der Naturgeschichte mit dem Ausdruck Typus die ideelle Form, welche jeder bestimmten (konkreten) Gestalt zu Grunde liegt; für sich allein also nicht existiert, sondern ein bloßer Begriff ist. Vogeltypus würde die Idee sein, nach welcher jeder Vogel gebaut ist; ein Sperling aber eine konkrete Ausführung mit den besonderen Eigentümlichkeiten, welche ihn von anderen Vögeln unterscheiden.

Untersuchen wir diese Ideen oder typischen Grundgedanken zunächst im Allgemeinen, so finden wir in der organischen Natur, wie in der anorganischen, eine gewisse, jedem verschiedenen Dinge eigentümliche, konkrete Form [*2] als äußere Bestimmung seiner Individualität oder Persönlichkeit.

[*2]: Die Form ist für jedweden Naturkörper nicht bloß die wesentliche Bedingung seiner Existenz, insofern derselbe erst dadurch, daß er eine bestimmte Form annimmt, wirklich in die Erscheinung tritt, zur existierenden Wahrheit wird; sondern sie ist auch das allein Vergängliche und Zerstörbare an ihm. Hört ein Naturkörper auf zu sein, stirbt eine Pflanze oder ein Tier, so verschwindet nur dies besondere Individuum als solches; seine Materie, die Stoffe, aus denen es sich aufgebaut hatte, gehen in die amorphe stoffliche Urform zurück, sie lösen sich auf im Wasser, oder in der Luft, oder fallen als feste Bestandteile zu Boden. Denn die Materie stirbt nicht, sie geht nicht unter; sie ist vielmehr unzerstörbar und ewig; sie ist von Anfang an dagewesen, sie ist über alle zeitlichen Begrenzungen hinaus. Individuum freilich wird sie nur, wenn sie eine bestimmte Form annimmt; aber vorhanden ist sie schon vor dieser Form, wenn auch oft in anderer Art und anderer Mischung. Also kurz; aller scheinbarer Untergang ist nur eine formelle Umänderung, wobei bloß stofflicher Umsatz, keine absolute Neubildung oder Vernichtung von Materie, welche überhaupt unmöglich ist, Statt findet. Denn es geht nichts auf

Erden verloren, was materiellen Gehalt hat; es ändert nur die Gestalt, unter welcher es früher bestand und wird formell ein Neues.

Solche Formen sind aber keine willkürlich ausgedachten Gestalten, sondern Ableitungen einer oder mehrerer Urformen, welche sich jedesmal als genaue mathematische Schemata darstellen und durch Zahlenwerte bestimmen lassen. Dieser Charakter ist für alle räumlich isolierten selbständigen Individualitäten, welche wir Naturkörper zu nennen pflegen, derselbe, zugleich aber auch das einzige formelle Merkmal, welches sämtliche Naturkörper mit einander gemein haben. Seine fernere Bestimmung ergibt sofort den Unterschied, welcher zwischen den Formen der anorganischen und organischen Naturkörper Statt findet. Erstere, die anorganischen, sind nämlich nicht bloß dem Typus oder dem Schema nach mathematische Formen, sondern auch in ihrer ganzen Ausführung; mithin bloß von mathematischen Größen, von Flächen, Linien und Punkten begrenzt. Die organischen Naturkörper haben dagegen zwar ein mathematisches Grundschema, allein ihre äußeren Begrenzungen sind stets mathematisch unbestimmbare, wahrhaft eigentümliche, mithin organische Flächen, und mathematische Linien fehlen an ihnen eben so gut, wie mathematische Punkte als Begrenzungsanteile. Darin liegt schon ein auffallender Gegensatz zwischen den Gestalten der anorganischen und organischen Naturkörper, aber keineswegs ihr einziger Unterschied, sondern es gibt noch zwei andere eben so durchgreifende Eigentümlichkeiten, von welchen die erste eine Materielle ist, und die andere eine funktionelle oder ideelle.

Materiell sind die anorganischen Naturkörper dadurch ausgezeichnet, daß ihre Bestandteile sofort unter der konkreten Form zusammenschließen, welche dem bestimmten Naturkörper, den sie bilden, zuerteilt wurde. Wir nennen diesen Bildungsakt den Kristallisationsprozeß, und die Gestalten der anorganischen Naturkörper, abgesehen von ihrem materiellen Inhalt, Kristalle. Die organischen Naturkörper nehmen dagegen die Materie, aus welcher sie sich bilden, nie anders als unter der Form kleiner, räumlich isolierter Bläschen, welche wir Zellen nennen, in ihre Masse auf, und verwandeln jeden organischen Grundstoff in solche Zellen, ehe sie ihn an den verschiedenen Geweben, aus welchen sie sich aufbauen, Anteil nehmen lassen. Demnach sind, was die materiellen Unterschiede betrifft, die organischen Naturkörper durch und durch aus Atomen, räumlich isolierten Grundteilchen, aufgebaut, also atomistisch gebildet; die anorganischen Naturkörper aber niemals, sondern durchweg homogen.

Der ideelle Unterschied beider Gruppen von Naturkörpern bezieht sich auf die Art ihrer Fortdauer in der ihnen zuerteilten Form. Alle anorganischen Naturkörper können die prätendierte Fortdauer nur durch eine vollständige Unveränderlichkeit in Form und Mischung behaupten, und bedürfen daher zu ihrer Existenz; notwendig das vollständigste Beharren in dem einmaligen ersten Zustande. Die Bedingung ihres Daseins als Naturkörper, die zeitliche Fortdauer, ist ihnen nur durch die Beharrlichkeit erreichbar, sie schwindet mit der Änderung in Form und Mischung, und zieht ihren Untergang als Individuen nach sich. Wir können sie darum als beharrliche Naturkörper bezeichnen. — Die organischen Wesen verhalten sich gerade umgekehrt, insofern deren Fortdauer auf einen beständigen Verbrauch ihrer Mischungsteile, und eine Ergänzung des Verbrauchten durch neue Stoffaufnahme gegründet ist. Sie verändern in Folge dieser Stoffaufnahme beständig innerhalb gewisser Grenzen ihre Form und ihre Materie, nehmen ab und zu an Masse und Gewicht, an Größe und Inhalt, und bewegen sich, als freiere Körper, selbständiger in ihrer Daseinssphäre umher. Da hiermit eine beständige Veränderung, mithin eine Bewegung in sich, gegeben ist, so könnten sie als die veränderlichen Naturkörper definiert werden; noch bezeichnender aber heißen sie periodische (nach Fischer und Link [*3] oder cyclische [*5] Naturkörper, weil ihre Veränderung gewissen wiederkehrenden

Phasen oder Perioden unterworfen ist. Die konstante Periodizität beherrscht das Dasein aller organischen Naturkörper und schließt in ihrer Erscheinung alles das in sich, was wir an ihnen Leben und Lebendigkeit nennen. Der Tod ist die letzte Folge derselben, er gehört mit zu ihren, Begriff.

[*3]: Propyläen der Naturkunde. Berlin 1836. 8. I. Band. S. 142.

[*4]: Vergl. mein Handbuch der Naturgeschichte, I. Abth. Berl. 1836. 8. S. 13.

Indes lassen sich die Unterschiede zwischen den anorganischen und organischen Naturkörpern, welche wir so eben auf drei wesentliche Grundmomente zurückgeführt haben, noch viel weiter verfolgen und im Einzelnen schärfer bestimmen. Wir wollen in dieser Absicht zunächst bei den materiellen Verschiedenheiten, als den ersten und ursprünglichen, verweilen, und deren Charakter etwas genauer untersuchen. Hier ist es nun bekannt und im Verlaufe unserer Betrachtung der massigen oder abnormen Gesteine vielfach berührt worden, daß die zahlreichen anorganischen Naturkörper, welche wir unter den Namen Quarz, Feldspat, Glimmer, Talk, Kalk, Gips, Anhydrit, Hornblende und wie sie sonst noch heißen mögen, kennenlernten, nicht bloß der Form nach voneinander abweichen, sondern noch viel mehr in der Mischung ihrer Bestand- teile. Wir fanden für jeden dieser eigentümlichen Stoffe auch eine Eigentümlichkeit in der materiellen Grundlage, und berücksichtigten bisher nur sie, als den wichtigsten Charakter. Sobald sich diese materielle Grundlage des anorganischen Naturkörpern ändert, ändert sich auch seine Form, und letztere scheint ebenso sehr von der Mischung selbst, wie von äußeren Umständen abhängig zu sein, unter denen die Mischung sich zu bilden genötigt war [*5].

[*5]: Der Vollständigkeit halber müssen wir unsere Leser auf die scheinbaren Ausnahmen von der angegebenen Regel Hinweisen, welche als Dimorphismus und Isomorphismus in der Chemie aufgeführt werden. Es gibt nämlich gewisse Stoffe (Kohlenstoff als Graphit und Diamant, Schwefel in zwei Kristallsystemen, kohlensaurer Kalk als Kalkspat und Aragonit), welche ohne materielle Änderungen zu erleiden eine verschiedene Kristallform annehmen, je nachdem sie bei höherer oder geringerer Temperatur kristallisieren. Solche Stoffe nennt man dimorphe. Auf der andern Seite finden sich Körper, welche bei Ungleichheit der Grundstoffe gleiche Kristallformen besitzen; diese nennt man isomorphe. Die letzteren enthalten jedoch immer gleich viele Proportionalteile (oder Atome) von ihren verschiedenartigen Grundbestandteilen, sind also nicht bloß formell, sondern auch quantitativ auf gleiche Weise gebildet. Gewöhnlich gibt es ganze Reihen isomorpher Salze, unter denen wir nur die arseniksauren und phosphorsauren als eine, die selensauren, chromsauren und schwefelsauren als eine andere Reihe erwähnen wollen. Vergl. Th. Graham's Chemie, übersetzt von Otto. I. Band. S. 297 ff. Braunschweig 1840. 8.

Dafür haben uns besonders die Qualitätszustände der Laven vielfache Beweise geliefert, wir haben gesehen, daß schnell erkaltende Laven eine glasartige Form annahmen, daß nur in langsam erkaltenden die konstituierenden Bestandteile ihre kristallinische Gestalt erreichen konnten, und daß die Entwicklung der kristallinischen Beschaffenheit um so vollständiger und deutlicher erzielt wurde, je langsamer der Erkaltungsprozeß vor sich ging [*6]. Auch für die Abscheidung aus dem Wasser ergab sich dasselbe Resultat.

[*6]: Den Mangel einer bestimmten Gestalt (Amorphie oder Amorphismus) haben wir schon früher (S. 70) als Folge einer schnellen Abkühlung bei Laven und Silikaten (S. 153) kennen gelernt. Die Amorphie scheint in diesen Fällen, wie überhaupt, durch eine Quantität Wärme bewirkt zu werden, welche der erstarrende Körper chemisch bindet, ohne sie dem Thermometer zu verraten, weshalb man diese Wärme versteckt (latent) nennt. Vielleicht können ebendeshalb amorphe Körper mitunter schon kristallisieren, bevor sie schmelzen, wenn

sie nur erwärmt werden; ja bei einigen scheint nicht einmal Erwärmung nötig zu sein, die Kristallisation tritt langsam ein, wenn die latente Wärme allmählich aus dem Körper entweicht, oder durch irgend eine äußere Ursache ihm entzogen wird. Amorphe Körper wären demnach Stoffe mit einer gewissen Quantität latenter Wärme, die derselben Materie in kristallisierter Form fehlt. Mit dem Binden von latenter Wärme scheint es ferner im Zusammenhang zu stehen, daß amorphe Substanzen spezifisch leichter (nach Deville um 0,04) sind, als dieselben Stoffe im kristallisierten Zustande; weil man annehmen darf, daß auch die gebundene Wärme ausdehnend auf die Materie wirke. Ebenso betrachtet man auch den Dimorphismus als eine Kristallisation mit oder ohne latente Wärme; welche Ansicht durch die Tatsache sehr unterstützt wird, daß dimorphe Körper die eine oder die andere Kristallform annehmen, je nachdem sie bei hoher (mit latenter Wärme) oder niedriger Temperatur (ohne latente Wärme) fest werden. Schwefel und Kalkspat lassen sich auf solche Weise gleichzeitig in je zwei Kristallformen darstellen. (Mitscherlich, Lehrbuch der Chemie. S. 55 ff.)

Vergleichen wir hingegen die Beziehungen, in welcher Form und Materie der organischen Naturkörper zu einander stehen, so zeigt sich in ihnen ein auffallender wesentlicher Unterschied. Nie ist hier die Materie zugleich das die Form bedingende Moment, sondern vielmehr umgekehrt die Form des Organismus ist das Wesentliche, dem die materielle Grundlage untergeordnet wurde. Daher bestehen alle organischen Naturkörper, was ihre wesentlichen Grundstoffe betrifft, aus denselben Elementen, aus Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Stickstoff, und wenngleich früher hin allgemein das Fehlen des Stickstoffs in den Pflanzen und sein Verwiegen im Tierkörper als materieller Unterschied beider Organismen angesehen wurde, so hat sich doch die Gegenwart vom Irrigen dieser Lehre überzeugt und erkannt, daß die Pflanzen in viele organische Produkte eben so gut Stickstoff aufnehmen, wie umgekehrt in den Tieren mancherlei Materien ohne Stickstoffgehalt angetroffen werden. Diese Stoffe bilden überall die Grundlage der organisierten, durch die bereits ausgesprochene Zellenbildung hindurchgegangenen Materie, indem sich dieselbe zunächst immer zu eigentümlichen klaren, homogenen Häuten gestaltet, welche das Vermögen besitzen, Flüssigkeiten und die in ihnen aufgelösten Materien durch sich hindurchdringen zu lassen, ohne selbst an irgend einer Stelle mit wirklichen Öffnungen oder Poren versehen zu sein. Auf diese Eigenschaft aller organischen Häute oder Membranen gründet sich der Ernährungs-Prozeß der organischen Körper, ein Prozeß, ohne den die vorgeschriebene fortgesetzte Umänderung der Materie im Organismus unmöglich wäre, da er allein die Mischung und Entmischung der Stoffe, den Stoffwechsel, bewirkt. Wir können daher, was die Beziehungen der Materie zur Form im Organismus betrifft, mit Fug behaupten, daß letztere die ersten sich dienstbar gemacht habe, indem sie sie beherrscht und zwingt, die konkrete Gestalt jedes einzelnen Organismus anzunehmen, während umgekehrt in der anorganischen Natur die jedesmalige materielle Mischung die konkrete Gestalt erst hervorruft und verändert, sobald die Mischung eine andere wird.

Wie wichtig und bedeutungsvoll die Unterschiede sein müssen, wird jedem meiner Leser sogleich einleuchten; er wird hiernach gern den organischen Naturkörpern einen höheren Wert als selbständigeren Wesen einräumen, und schon aus diesen Beziehungen erkennen, warum sie entschieden später als die Anorganismen entstanden.

Das Vermögen der Organismen, die eigentümlichen Beziehungen, in denen die materiellen Grundstoffe zu einander stehen — Beziehungen, welche der Chemiker durch das Wort Affinität auszudrücken pflegt, — beherrschen zu können, ist die eine Seite derjenigen Eigenschaften, welche wir mit dem Worte Leben bezeichnen und für welche wir die Lebenskraft als supponiertes Agens annehmen. Was diese Kraft sei, wissen wir so wenig, als was die Kraft an

sich ist, und begnügen uns darum mit der dürftigen Erklärung, welche in ihr, die Ursache aller Erscheinungen an der Materie anerkennt. Das einzige positive und brauchbare Resultat dieser Definition möchte wohl die Unmöglichkeit sein, Kraft und Materie von einander trennen zu können, was dann zu der Vermutung berechtigt, ersten sei bloß eine Qualität der Materie, und ihre angenommene Selbständigkeit sei Resultat unserer Art und Weise, die Natur und die Dinge in ihr zu betrachten. Genug also, die Lebenskraft beherrscht die chemische Affinität, so lange sie dauert; und diese Äußerung des Organismus nennen wir Leben, ihn selbst aber deshalb lebendig. Endet die Periode, innerhalb welcher der Organismus als periodischer Naturkörper sich notwendig bewegen muß, so tritt der Tod ein, und mit ihm beginnt die chemische Affinität im Organismus ihr Spiel. Befreit von den lästigen Banden, worin die Lebenskraft sie geschlagen hatte, bemächtigt sie sich sofort der organischen, ihrer Selbständigkeit beraubten Materie und verwandelt sie durch eine Reihe von Prozessen, welche wir mit den Ausdrücken Währung und Fäulnis bezeichnen, wieder in anorganische Substanz. Damit verschwindet denn die letzte Spur des Organismus aus der Reihe der Wesen, er kehrt dahin zurück, von wann er gekommen ist, sein Staub zur Erde, sein Wasser zum Urmeer sich wieder gesellend. —

In dieser zwiefachen Qualität seiner Bestandteile liegt endlich noch ein wesentlicher Unterschied des organischen Naturkörpers vom anorganischen. Nie finden wir auch nur die geringste Spur einer solchen Duplizität an der Materie des Anorganismus; dieselbe ist entweder ganz fest, oder ganz flüssig, aber nicht beides zugleich. Es gibt dagegen keinen einzigen Organismus, der ganz und gar aus flüssiger Materie bestände, sondern immer sind beide Qualitätszustände seiner Stoffe in räumlich isolierten Umfängen miteinander gemischt; ja schon an der ersten Zelle treten sie auf, jener als umhüllende Haut (Zellenwand), dieser als eingeschlossene Flüssigkeit (Zelleninhalt). Wir können die beiden im Organismus gleichzeitig vorhandenen Qualitäten noch näher in ihren Beziehungen zu ihm erläutern, und zeigen, wie gerade die Mischung des Starren und Flüssigen es ist, welche seine Fortdauer während des Lebens, seinen Untergang nach dem Tode bewirkt. Denn obgleich die feste Substanz des Organismus überall seine eigentliche Grundlage ausmacht, und allein seinen Körper bildet — in so fern die organischen Gewebe nie aus rein flüssigen, sondern immer aus festen, aber zugleich weichen, von Flüssigkeit durchdrungenen Stoffen bestehen, — so kann doch dieselbe nur durch Aufnahme von Flüssigkeit erhalten und ergänzt werden, indem alles Materielle, welches der Organismus in sich verwandeln will, durch seine Häute hindurchdringen, also flüssig sein muß. Diesen Prozeß des Durchdringens von Flüssigkeiten durch die organischen Häute ohne Poren nennt man Aufsaugung; sie ist ein allgemeiner Charakter aller Organismen, und eine ihrer wesentlichsten Eigenschaften, auf welcher ihre Existenz beruht. Die Anorganischen besitzen diese Eigenschaften nicht, denn das Einsaugungsvermögen erdiger Stoffe, welches auf die bereits oben (S. 80) erwähnte Kapillarität sich gründet, ist eine ganz andere Erscheinung und läßt sich mit dem Aufsaugungsprozeß der Organismen nicht vergleichen; weil die Flüssigkeit nur die Lücken zwischen den festen Teilen der anorganischen Massen erfüllt, in die Materie derselben aber nicht eindringt. Tut sie das, so löst sie die Materie auf, und zerstört dadurch ihre bisherige Form als feste Substanz. Die Wechselwirkung von fester und flüssiger Substanz auf einander im Dienste des Lebens ist eigentümlicher Charakter der Organisation und ein wesentlicher Hebel ihres Daseins, daher auch die Störung derselben den Tod des Organismus nach sich zieht. Zugleich ist aber dieselbe Beschaffenheit der Organismen Ursache ihrer Zersetzung nach dem Tode und das Mittel, die organische Substanz wieder in ihre anorganischen Elemente zu zerfallen. Zieht man daher aus einem tobtten Organismus, in dem der Zersetzungsprozeß noch nicht begonnen hat, alle Flüssigkeit aus, trocknet ihn vollkommen und bewahrt ihn unter Hüllen auf, die keine Feuchtigkeit hindurch lassen, oder in Räumen, die an

sich ganz trocken sind, so schützt man dadurch seine feste organische Substanz vor Zersetzung und Fäulnis. Die ägyptischen Mumien bewähren die Richtigkeit des Gesagten. Aber auch das Absperren toter organischer Körper gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft kann die Zersetzung derselben hindern, wenn zugleich die Flüssigkeit in ihnen durch künstliche Behandlung verändert und ihrer normalen Mischung beraubt wird; allein immer ist eine Lähmung der im toten Organismus von selbst durch Sauerstoffaufnahme erregten chemischen Affinität erforderlich, wenn der Zersetzungsprozeß ihrer Bestandteile verhindert werden soll. (Vergl. S. 203 Note 16) Wir haben also hinreichenden Grund zur Behauptung, daß die gleichzeitige Anwesenheit fester und flüssiger Stoffe im Organismus seine Fortdauer während des Lebens eben so sehr bedinge, wie seine Zersetzung nach dem Tode, und daß in dieser Einrichtung ein wesentlicher qualitativer Unterschied zwischen ihnen und den Anorganismen ausgedrückt sei.

Hieran läßt sich ferner eine wichtige und gerade für uns höchst bedeutungsvolle Betrachtung über den ersten Ursprung der organischen und anorganischen Körper aus den elementaren Grundstoffen und den dabei Statt findenden Unterschieden anreihen. Wir haben bereits früher den Charakter der Anorganismen in dieser Beziehung ausgesprochen, indem wir behaupteten, sie entstünden in der ihnen eigentümlichen Form, sobald die materiellen Grundbestandteile vorhanden sind und keine äußeren Hindernisse, wie Mangel der dazu nötigen Temperatur, oder Mangel an Ruhe, die Bildung zurückhalten. Die Annahme ist auch für alle anorganischen Naturkörper, deren Entwicklungsgang wir verfolgen konnten, durchaus richtig; weniger bestimmt dürfen wir es dagegen von manchen einfachen elementaren Körpern behaupten, deren Bildungsprozeß, eben ihrer Einfachheit wegen, noch nicht gehörig erkannt ist. Ganz anders verhalten sich, wenigstens in der Gegenwart, die organischen Geschöpfe. Ihre Entstehung hängt nicht ab von der bloßen Mischung ihrer Grundbestandteile, sondern ist immer durch einen anderen, uns bis jetzt völlig unbekannten Einfluß bedingt, den wir daher auch nicht herbeiführen können. Dieser Einfluß kann, so scheint es, nur von einem anderen gleichartigen lebendigen Organismus ausgeübt werden; liegt aber dennoch nicht in dessen Willkür, sondern folgt auch in ihm ewigen unabänderlichen Gesetzen. Kennen wir also gleich alle Stoffe, aus denen eine homogene organische Materie, wie das Eiweiß, besteht, so können wir doch kein Eiweiß künstlich machen; während es uns ein Leichtes ist, durch Mischung von Sauerstoff und Wasserstoff in den Quantitäten, in welchen sie im Wasser sich befinden, wirkliches Wasser zu bilden, wenn wir den elektrischen Funken durch die Mischung hindurch gehen lassen. Dennoch produziert jede Henne mit Leichtigkeit Eiweiß um den Dotter des zu legenden Eies; aber freilich nicht, wenn sie etwa will, sondern wenn der Eintritt des Dotters in den Eileiter sie dazu veranlaßt und nötigt. Darum können wir uns, nach unseren bisherigen Erfahrungen, die Entstehung organischer Materie aus anorganischen Elementen nicht wohl vorstellen, ohne den Einfluß eines schon vorhandenen lebendigen Organismus; und sind deshalb über den ersten Ursprung der organischen Wesen auf der Erdoberfläche in großer Ungewißheit. Wir wissen zwar, daß sich innerhalb eines lebendigen Organismus, andere, von ihm in jeder Hinsicht verschiedene, selbständige Organismen aus unverarbeiteter organischer Substanz bilden können, ohne daß Keime und Eier hineingelegt wurden; aber dieses Faktum ist eines Teils an sich noch gar nicht im Einzelnen aufgeklärt, anderen Teils doch in so fern minder überraschend, als wenigstens ein lebendiger Organismus vorhanden ist, von dem der eigentümliche Einfluß auf die Materie ausgeübt werden könnte. Man hat die Entstehungsweise neuer fremder Organismen in anderen ohne Keime und Eier Urbildung (*generatio originaria* s. *aequivoca* [Spontanzeugung]) genannt und ihr die geschlechtliche Fortpflanzung mittelst Keime und Eier, als den normalen Bildungsgang organischer Wesen, entgegengestellt, daraus zum Teil die Unmöglichkeit jener

ersten Zeugung herleitend; aber man ist sicher in der Verallgemeinerung dieses Gesetzes zu weit gegangen, obwohl es gerade umgekehrt die Gegner von den Verfechtern der *Generatio aequivoca* [Spontanzeugung] behaupten. Letztere lehren nämlich, von jenem Entstehen fremder Organismen in anderen ausgehend, die Möglichkeit des Entstehens aller Organismen auf dieselbe Weise in frühester Zeit, und nehmen für jetzt nur die Bildungsfähigkeit niedriger, unvollkommen entwickelter organischer Körper aus elementaren Stoffen an. Ob diese Annahme einen positiven Grund habe, steht gegenwärtig noch dahin, wenn sich gleich die meisten Stimmen der Zeitgenossen dawider erklären; wir wollen sie indes einstweilen beibehalten, weil in der Tat kein einziger streng wissenschaftlicher Gegenbeweis vorliegt, und ohne dieselbe das Entstehen der Organismen auf der Erdoberfläche nur durch unmittelbares Eingreifen einer höheren Macht denkbar ist, dafür aber aus dem ganzen übrigen Entwicklungsgange des Erdkörpers kein hinreichendes Motiv nachgewiesen werden kann, vielmehr ein solches unmittelbares Eingreifen der Gottheit allen anderen wissenschaftlichen Resultaten widerspricht. Auch müßte, falls wir dasselbe beim Beginn der ersten Organismen statuieren wollten, seine immer erneute Wiederholung nach jeder Umwälzung der Oberfläche angenommen werden, was offenbar dem großartigen Plane der Weltordnung zuwider ist. Übrigens kann der Urbildung in jener frühesten Zeit durch eine andere rein wissenschaftliche Betrachtung bedeutender Vorschub geleistet werden.

Untersuchen wir nämlich die Schmarotzergeschöpfe, welche in geschlossenen Höhlen anderer Tiere, wie namentlich in den Augen, im Gehirn, in der Leber, im Zellgewebe sich aufhalten, und hier durch Urbildung entstanden zu sein scheinen [*7] — in so fern ihre Umgebungen organische Membranen sind, die keine Poren haben, also auch keinem Ei den Durchgang verstatten — so vermissen wir bei ihnen in der Regel alle Fortpflanzungsorgane, und leiten daraus wohl mit Recht den Mangel der Fähigkeit ab, sich durch Eier vermehren zu können.

[*7]: Die Lehre von der *Generatio aequivoca* scheint in doppelter Beziehung ein neues Stadium zu beginnen; denn eines Teils wollen Beobachter, wie Pineau, die spontane Zeugung direkt wahrgenommen haben; anderen Teils wird die Entstehung der Endoparasiten an Ort und Stelle bestritten, weil die Einwanderung von außen mittelst gewaltsamer Durchbohrung der allseitig geschlossenen Hüllen bei einigen (den Cercarien) durch von Siebold nachgewiesen werden konnte.

Wenn diese Annahme richtig ist, so bilden die genannten parasitischen Geschöpfe keine gleichartigen Nachkommen, müssen also überall da, wo sie entstehen, aufs Neue geschaffen werden. Wer dort ihr Schöpfer sei, lassen wir dahingestellt sein, sondern begnügen uns mit dem Resultat, welches ihre Entstehung aus Eiern verneint. Ähnliche Umstände bieten mm die niederen Geschöpfe dar, deren Entstehen durch Urbildung die Verteidiger der *Generatio aequivoca* behaupten. Auch bei ihnen hat es dem scharfsichtigsten Beobachter seither noch nicht glücken wollen, wahrhafte Fortpflanzungsorgane aufzufinden; denn alle Bestand- teile, die dafür angesehen wurden, entbehren noch der nötigen Kriterien, daß sie das sind, wofür man sie ausgibt. Ihr Entstehen durch Urbildung bei der Zersetzung organischer Materien im Wasser, das den Zersetzungsprozeß einleitet, ist daher keineswegs unmöglich und rechtfertigt den Namen Infusionstiere [„Aufgußtierchen“ heute eine Mischung aus Wimperntierchen, Amöben, Flagellaten welche sich in abgestandenen Wässern einfinden (W.G.2020)], welchen diese Geschöpfe führen. Einmal entstanden, können sich dieselben auch ohne Eier vermehren, indem sie sich teilen, oder Auswüchse an ihrem Körper, wahre Knospen bilden, die später abfallen und zu neuen Individuen heranwachsen. Bei einigen scheinen diese Knospen Kapseln zu sein, die sich öffnen und eine ganze Brut junger Individuen ausschütten. Vielleicht entstehen dann keine neuen Individuen mehr durch Urbildung, da es ein Grundsatz des Schöpfers gewesen zu sein

scheint, immer nur das Notwendige, nie das Überflüssige im Haushalte der Natur zu erlauben. Haben sich durch Zersetzung organischer Körper in die organischen Grundbestandteile letztere gebildet, und ist in ihnen durch Urbildung erst neues Leben wieder hervorgerufen, so verliert alsbald die Materie diese selbständige Zeugungsmacht, da die entstandenen Organismen nach anderen Gesetzen fortan werden, und für die Fortdauer ihres Typus allein Sorge tragen können. Durch diese Betrachtung scheint sich auch die Frage zu erledigen, warum in gegenwärtiger Zeit keine höheren Organismen mehr durch Urbildung neu entstehen, da sie doch nach der Meinung der Naturforscher, welche die *Generatio aequivoca* annehmen, vormals auf solche Weise entstanden waren. Denn alle diese höheren Organismen sind mit eigentümlichen Fortpflanzungsorganen versehen und besitzen in ihnen die Mittel zum selbsttätigen Erzeugen ihres Gleichen in hinreichendem Maße, um für die gleichmäßige Fortdauer der Art, deren Glieder sie sind, sorgen zu können. Sie brauchen daher nirgends neu zu entstehen. Auch fehlt es vielleicht an der materiellen Grundlage, woraus sich neue Geschöpfe bilden könnten, da bei weitem die meiste organische Substanz der Gegenwart sich bereits in lebendigen Organismen befindet, und kein Vorrat zur Entstehung neuer Individuen in anderer Weise, als durch Zeugung, vorhanden zu sein scheint. Endlich macht der Wettstreit, in den die Organismen durch ihr Nahrungsbedürfnis unter einander geraten sind, das Aufsammeln freier organischer Materien unmöglich; weil selbst die toten Organismen noch von vielen anderen lebendigen als Nahrung benutzt werden, und allem Anschein nach nur ein sehr kleiner Teil ihrer Masse in die anorganischen Elemente zurückkehrt. Wollen wir also nicht zu Wundern und Unbegreiflichkeiten unsere Zuflucht nehmen, so müssen wir die Entstehung der ersten organischen Geschöpfe auf der Erde durch die freie Zeugungskraft der Materie selbst einräumen und die Gründe, warum diese Zeugungskraft jetzt nicht mehr für höhere Organismen fort dauert, aus allgemeinen Naturgesetzen, denen zufolge nur das Notwendige, nicht das Überflüssige statuiert worden ist [*8], deduzieren. —

[*8]: Man hat mir vorgeworfen, daß ich inkonsequent sei, wenn ich diesen Satz aufstellend, die Abstammung aller Menschen von einem einzigen Urpaare bestreite; allein Diejenigen, welche mich dieser Inkonsequenz zeihen möchten, haben nicht bedacht, daß im genannten Falle die Vielheit gerade das Notwendige zu sein scheint. Konnte die Natur zu einer gewissen Zeit ein Menschenpaar schaffen, so konnte sie auch mehrere erzeugen, ja sie mußte das, wenn sie die Existenz ihres Geschaffenen für immer gesichert wissen wollte. Sie zeigt uns überhaupt beim Entstehen der Wesen Beschränkung auf das Notwendige mir in der Wahl des Mittels, aber Reichtum und Fülle in der Anwendung des gewählten, wie das namentlich auch die sexuelle Zeugung überall beweist. Und von den Mitteln der Entstehung ist ja hier nur die Rede.

Zunächst entsteht nun die Frage, woher die organische Grundmaterie kam, aus welcher die Organismen entstanden; woran sich eine zweite anreihen würde, die über den Hergang bei der Entstehung selbst Aufschlüsse verlangt.

Woher die organische Grundmaterie gekommen sei, ist nicht schwer zu beantworten, wenn wir wissen, daß die Erde zur Zeit, als Organismen entstanden, bereits eine aus Sauerstoff und Stickstoff gemischte Atmosphäre besaß, von einem Weltmeer umflutet wurde, dessen Abkühlung mindestens bis auf 60° Reaum. [75°C] gesunken sein mußte, und sowohl in ihm, als auch in der Atmosphäre, große Quantitäten von Kohlensäure beherbergte. Die letztere Annahme ist unerläßliche Bedingung, um den Kohlenstoffgehalt der Organismen zu erklären; er ergibt sich aus der Anwesenheit von Kohlensäure sofort. Auch scheint die Beobachtung aufsteigender freier Kohlensäure, welche in vulkanischen Gegenden und nach vulkanischen Ausbrüchen so vielfältig gemacht worden ist (S. 83), den Ursprung dieses Stoffes aus der Tiefe während und nach Durchbrüchen plutonischer Materien sehr wahrscheinlich zu machen. So

wären denn auf der damaligen Erdoberfläche die Bedingungen zur Bildung organischer Grundmaterie in Menge vorhanden gewesen, besonders wenn auch Stickstoffverbindungen, wie Salpetersäure und Ammoniak, in größerer Quantität die Atmosphäre erfüllten, was eben der Organismen wegen, die sie noch nicht zu ihrer Materie verbraucht hatten, notwendig ist [*9].

[*9]: Es ist eine beachtenswerte Tatsache, daß keine elementare anorganische Materie anders als durch Ausscheidung aus einer chemischen Verbindung, in der sie enthalten ist, in die Substanz des Organismus übergehen, also auch nicht direkt von ihm ausgenommen werden kann. Die direkte Aufnahme des Sauerstoffs beim Atmen der Tiere ist nur eine scheinbare, insofern dieselbe Quantität Sauerstoff, an Kohle und Wasserstoff gebunden als Kohlensäure und Wasser wieder ausgestoßen wird, der Materie des Tieres also nicht zu Gute kommt. Darum konnte Stickstoff eben so wenig, wie Wasserstoff, direkt in die erste organische Materie eingehen. er muß- erst aus Stickstoffverbindungen ausgeschieden werden. —

Die Existenz freien Wasserstoffs zur Zeit, als die organischen Wesen sich bildeten, ist aber weder glaublich nach den früher (S. 162) berührten Tatsachen über die Affinität desselben zum Sauerstoff, noch überhaupt erforderlich, weil von ihm in allen organisierten Pflanzenstoffen nie mehr vorhanden ist, als hinreicht, um mit dem Sauerstoff Wasser zu bilden; mithin überall bloß Wasser ausgenommen zu werden brauchte, um Wasserstoff in die Pflanzen und daraus in die Tiere zu führen. In diesem Wasser warm auch ohne Zweifel die verschiedenen festen Stoffe aufgelöst, welche im lebendigen Organismus sich finden; namentlich wohl die Kalkerde und die Kieselerde, von denen die erstere bei den Tieren, die letztere mehr bei Pflanzen ein Mischungsanteil zu sein pflegt. Ihre Anwesenheit in den ältesten Gewässern ist nach den früheren Mitteilungen eben so wenig zu bezweifeln, wie die Anwesenheit von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kochsalz, und vielen anderen anorganischen Stoffen, die an den organischen Materien Anteil nehmen oder in den Organismen sich finden. Denken wir uns nun bei einer solchen Fülle des Materials zugleich eine erhöhte Temperatur, die leicht noch auf 60 ° Reaum. verweilen konnte, als die ersten Organismen entstanden — weil eine so große Hitze etwa das Maximum ist, dem organische Wesen Widerstand zu leisten vermögen — so haben wir in ihr, da es zugleich an Feuchtigkeit nirgends fehlte, einen wirksamen Hebel für die Fruchtbarkeit des Bodens, und ein wichtiges Hilfsmittel für die Bildung der ersten organischen Materie aus so vielfach vorhandenen Materialien. Wir nehmen daher an, daß etwa um diese Zeit der Abkühlung die ersten organischen Wesen entstanden.

Der Hergang ihrer Bildung ist übrigens das eigentliche Rätsel, welches wohl für immer unlöslich bleiben wird, und deshalb hier nicht mit Bestimmtheit beantwortet werden kann. Ohne Zweifel muß auch in diesem Falle diejenige Ansicht die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben, welche am meisten an die gegenwärtigen Verhältnisse sich anschließt, und das Eingreifen aller außergewöhnlichen Mächte verwirft. Wenn wir demgemäß annehmen, daß die ersten Geschöpfe nicht unmittelbar in vollendeter Gestalt entstanden, sondern vielmehr in normaler Weise als jugendliche, unvollkommene Individuen unter Prozessen, die dem heutigen Entwicklungsgänge ähneln, sich bildeten; so haben wir damit zugleich Alles gesagt, was über ihren Ursprung füglich sich sagen läßt, und können demnach in die Einzelheiten ihres Bildungsganges nicht weiter eingehen. Gestehen wir es nur, unsere positiven Wahrnehmungen reichen zur Konstruktion eines nur einigermaßen haltbaren Bildes der ersten organischen Schöpfung nicht hin, weshalb den Phantasien des Malers, der sie uns verzeichnen wollte, immer ein großer, weiter Spielraum übrig bleiben mußte. Mag der Einzelne das Produkt einer solchen genialen Einbildungskraft bewundern, mag eine ganze Nation gläubig an dem alten Mythos festhalten, den sie selbst einst in kindlicher Unbefangenheit aus sich gebär, oder von außen her

empfang; den wissenschaftlich geläuterten Blicken kann ein solcher Versuch immer nur für das gelten, was er ist, für die graue Nebelgestalt eines Traumes, die stets leer und inhaltslos bleibt, aber doch in mannigfachen Umrissen Wiederkehr! und sich geltend zu machen sucht. Sei also wie du sein muß, erster ältester Tag des Lebens; wir haben kein Auge mehr dich zu erkennen, keinen Sinn dich zu begreifen, und darum auch keine Feder, dich deiner Natur nach zu beschreiben!

[p. 328]

18. Pflanze und Tier, ihre Eigentümlichkeiten und Unterschiede.

Die organischen Naturkörper der Gegenwart stellen zwei Hauptgruppen dar, deren wesentliche Eigenschaften wir unter den Benennungen Pflanze und Tier zusammenfassen. Sie sind eben so alt, wie die Organisation überhaupt, nicht bloß in ihren Unterschieden unter einander, sondern auch in ihrer eigenen Mannigfaltigkeit; weshalb eine kurze Erörterung beider Verhältnisse unsere nächste Aufgabe sein muß. —

Sollen die Charaktere, welche das Wesen der Pflanze und des Tieres ausmachen, gegen einander abgewogen und die Begriffe bestimmt werden, in denen jene Unterschiede als Momente enthalten sind, so kann dies nur durch eine Prüfung derjenigen Eigenschaften geschehen, auf denen die Eigentümlichkeiten der Organismen beruhen. Als Naturkörper mit innerer Beweglichkeit und beständigem oder periodischem Wechsel des Stoffes bedürfen sie gewisser besonderer Werkzeuge, welche den genannten Wechsel unterhalten und bewirken. Solche Werkzeuge heißen Organe. Das einfachste derselben ist eben die Zelle (S. 316), die Urform des ganzen Organismus, wie seiner einzelnen Teile. Nur dadurch, daß diese ersten elementaren Zellen ein selbständiges Leben besitzen, sich selbst ernähren und neue Zellen gestalten, ist die Entwicklung eines höheren Organismus aus ihnen denkbar; sie sind seine Agenten, bevor er als Individuum selbständig tätig sein kann. Darin liegt auch der Grund, warum jeder Organismus anfangs aus Zellen besteht, oder Zellen so lange die Grundlage aller Gewebe und Organe bilden, als dieselben sich selbst überlassen bleiben und noch nicht von anderen Organen oder Organteilen in ihrem Lebensprozesse unterstützt werden. Die Form der Organe richtet sich aber nach ihren Verrichtungen, deren Mannigfaltigkeit tief in den Bedürfnissen wurzelt, welche den wesentlichen Inhalt des Begriffs jedweden Organismus ausmachen. Prüfen wir diese Begriffe näher, so zeigt sich alsbald ein auffallender Wettstreit zwischen der Idee selbst und ihrer Ausführung; insofern nämlich jeder Organismus, als periodischer Naturkörper, in gewisse zeitliche Grenzen eingeschlossen, also endlich ist, die Idee aber, als Form des Seins überhaupt, eine unendliche Existenz für sich in Anspruch nimmt. Einen solchen Widerspruch in sich selbst hat die Natur mit bekannter Meisterschaft gelöst, indem sie jeden, Organismus nicht bloß die Notwendigkeit der Selbsterhaltung, so lange seine Periode dauert, auferlegte, sondern ihm auch die Fähigkeit gab, für die Permanenz seiner Art durch die Produktion gleicher Nachkommen Sorge tragen, und damit seine Idee in ihrer Endlichkeit zu einer unendlichen erheben zu können. Aus diesem notwendigen inneren Gegensatz leitet sich die Verschiedenheit der Organe ab; sie zerfallen darnach in zwei große Gruppen, welche sich als Systeme, und nach ihren Kriterien als System der individuellen Fortdauer und als System der typischen Fortdauer bezeichnen lassen; jene führen den Namen Ernährungsorgane, diese heißen Fortpflanzungswerkzeuge.

Durch die Verrichtungen beider Systeme von Organen ist für die Permanenz des Typus, trotz der individuellen Endlichkeit, gesorgt, durch sie also der ganze Charakter des Organismus bestimmt. Das Bedürfnis einer solchen Einrichtung bleibt aber für alle Organismen ein gleiches, und ihr

Mangel bei irgend einem organischen Naturkörper ist ein undenkbares Verhältnis. Demnach müssen Tier und Pflanze gleichmäßig im Besitz beider Organisationssysteme sich befinden, und können nicht von einander etwa durch den Mangel des einen Systems bei diesen, oder dem gleichzeitigen Auftreten beider Systeme bei jenen unterschieden werden. Allein die Art des Stoffes, den beide Gruppen von Naturkörpern zur Ernährung verwenden, bedingt ihren auffallenden, allgemein bekannten Unterschied. Denn die Pflanzen ernähren sich von überall verbreiteten anorganischen Materien und ganz besonders vom Kohlenstoff, der als Kohlensäure in der Luft wie im Wasser enthalten ist; die Tiere dagegen benutzen als Nahrungsstoff immer eine bestimmte organische Substanz, welche nur an besonderen Orten und öfters nur zu gewissen Zeiten sich findet. Die Pflanze braucht ihren Nahrungsstoff nicht erst zu suchen, sie erhält ihn überall, wo atmosphärische Luft und Wasser sie umgeben, durch diese Medien; das Tier sucht dagegen seine Nahrung, geht ihr nach, und unterscheidet sie von anderen, ähnlichen Materien. Ein solches Bedürfnis kann durch Organe, die bloß Nahrungsstoffe aufnehmen und verarbeiten, oder Nachkommen zeugen, nicht befriedigt werden, es bedarf seiner eigenen Werkzeuge; und ihre Anwesenheit bildet den eigentlichen Unterschied des Tieres von der Pflanze. Zunächst verlangt die beschränkte Lokalität der Nahrungssubstanz eine Einrichtung, vermittelt welcher das Tier von einem Orte zum anderen sich begeben, mithin sich bewegen könne. Allein auch damit ist sein Bedürfnis noch nicht befriedigt; denn nicht alle Materien genügen ihm, sondern nur einige, ganz bestimmte. Diese muß, es von den unbrauchbaren unterscheiden, mithin sinnliche Wahrnehmungen machen und sich der Wahrnehmungen bewußt werden können, wenn es die Aufgabe seiner individuellen Fortdauer und durch sie auch die typische Permanenz erfüllen soll. Wir erhalten dadurch im Tiere zwei neue Bedürfnisse, welche die Pflanze nicht kennt, und eben hierin sich ideell oder funktionell sogleich vom Tier unterscheidet. Selbstbestimmbare Bewegung und Empfindung, die sich als Kontraktilität der tierischen Gewebe äußern, sind die wesentlichsten Kriterien der tierischen Organisation.

Aber nicht bloß die verschiedene Form und Qualität der Nahrungsstoffe und die Art, wie sie ausgenommen werden, unterscheidet die Tiere von den Pflanzen, sondern auch der ganze Erfolg ihrer Tätigkeit liefert uns einen neuen und letzten Unterschied, der zeigt, daß sich diese beiden großen organischen Gewalten zwar in vieler Beziehung feindlich gegenüber stehen, indessen doch auch ebenso sehr von einander abhängen. Denn die Pflanzen sind eigentlich die Ernährer der Tiere; sie bereiten aus rohen anorganischen Materien, und ganz besonders aus der Kohlensäure, die erste organische Substanz, sie häufen große Vorräte derselben als Stärkemehl (Amylum), Zucker, Kleber, vegetabilische Säuren und Basen (Alkaloide) in sich auf, ohne sie in ihre eigentlichen körperlichen Bestandteile, in die Membranen und Fasern überzuführen; sie sorgen, indem sie diese rohen organischen Stoffe dem Tierreich als Nahrung darbieten, für dessen Existenz und Fortdauer fast mehr, als die Tiere selbst es zu tun im Stande sind. Für die Pflanze als fertiges Produkt ohne großen Wert werden diese Stoffe von ihr in unablässiger Tätigkeit bereitet; werden sie in nie aufhörender, wenn auch periodisch ruhender, Arbeit für die Tiere geschaffen, damit letztere sie als Nahrung verwenden und in höher entwickelte organische Materien umwandeln. Nur ein Vorteil entspringt daraus für die Pflanzen, der des beständigen Zunahme an Masse und Ausdehnung; die prinzipiell unbeschränkte räumliche Vergrößerungsfähigkeit. Sind nämlich die Pflanzen in der Tat nur produzierend und nicht konsumierend, was allerdings mit Grund behauptet werden darf, so müssen sie auch immer mehr zunehmen, so müssen sie fort und fort neu gebildete organische Materie in sich absetzen, so müssen sie sich bis zu ihrem Tode hin vergrößern. Und das geschieht, wie Jedermann weiß. Aber die Tiere sind nicht in diesem Fall, die Tiere produzieren nicht eigentlich organische Materie, sondern sie verwandeln sie nur, sie gestalten die pflanzliche Materie in tierische, oder

die niedere animalische in höhere animalische um. Bei dieser Veränderung wird die organische Materie nicht allseitig von ihnen benutzt, sondern nur teilweise verbraucht; viel geht davon verloren und wird als unverdaulicher Rest der Luft, dem Wasser und der Erde zurückgegeben, um durch diese Medien aufs Neue ins Pflanzenreich zu gelangen. Das ist gewissermaßen der einzige Dienst, den die Tiere dem Pflanzenreich erweisen; ein Dienst, der indes nicht unbedeutend angeschlagen werden darf, wenn man die enorme Quantität von Kohlensäure bedenkt, welche durch den tierischen Atmungsprozeß sich bildet. Weniger einflußreich, obgleich nicht ohne allen Einfluß, werden der Harn oder der feste Kot als Düngungsmittel für die Pflanzen, und sehr groß ist endlich die Rolle, welche die von Blume zu Blume fliegenden Insekten als Vermittler der vegetabilischen Befruchtung spielen. Insofern aber die Tiere nur organische Stoffe verbrauchen und nicht eigentlich bilden, liegt auch in ihnen selber eine Beschränkung, welche sie hinter die Pflanzen stellt, und sie nötigt, gewisse räumliche Grenzen, wenn sie sie erreicht haben, nicht zu überschreiten. Denn nur so lange das Tier mehr Materie ansetzt, als es zersetzt, kann es größer werden; nur so lange es ebensoviel sich aneignet, wie es von sich gibt, kann es bei gleicher Kraft und Größe verbleiben; es muß abnehmen, sobald es weniger aufnimmt, als abgibt; es muß sterben, wenn es zum Ansetzen überhaupt keine Kraft mehr hat. So wird denn das Tier durch den beständigen Substanzverbrauch beeinträchtigt, und dieser Verbrauch setzt seinem Größer- werden eine Schranke, die es nicht zu überspringen vermag. Das Tier lebt hauptsächlich, indem es Materie verzehrt, die Pflanze dagegen nur dadurch, daß sie organische Materie erzeugt. —

Mit der Erkenntnis dieser verschiedenen Tätigkeiten sind wir zum wahren Inhalt der Begriffe von Pflanze und Tier gelangt, denn Alles, was beide Naturkörper an Mannigfaltigem in der Erscheinung uns darbieten, ordnet sich jenen Hauptkriterien sofort bei näherer Betrachtung unter und erscheint als Akzidenz dieser wahrhaft charakteristischen substantiellen Unterschiede. Der Begriff, wie scharf er auch gefaßt sein muß, bleibt indes ein leerer, so lange er noch keine bestimmte Form angenommen hat; und da es in der Natur überall auf formelle Darstellung der ideellen Differenzen, auf Verkörperungen der Gedanken, abgesehen ist, so werden wir die Form- unterschiede der Materie im Ganzen wie im Einzelnen prüfen und aus ihnen die Differenz des formellen Typus im Tier- und Pflanzenreiche herleiten müssen. Denn wo ein wahrhaft verschiedener Begriff in der Natur uns begegnet, da findet sich auch immer eine verschiedene Form; und dann ist nicht bloß in einzelnen Teilen eine abweichende Erscheinung vorhanden, sondern ein allseitiger und allgemeiner, wenn auch nicht überall gleich grell und augenfällig sich darstellender Unterschied.

Indem wir zur näheren Beleuchtung der formellen Verschiedenheiten übergehen, müssen wir zuerst zwei Seiten in der Betrachtung von einander trennen, nämlich die allgemeine Form, oder den Gesamttypus des Naturkörpers, von den Formen seiner einzelnen materiellen Grundbestandteile, seiner Organe und Gewebe, aus denen er sich aufbaut. In beiden Beziehungen zeigen Tiere und Pflanzen wesentlich differente, sogar entgegengesetzte Eigenschaften.

Das formelle Grundschema der Pflanzen weicht in doppelter Hinsicht von dem der Tiere ab, in so fern es einmal eine unendliche Gestalt ist, deren vollständige Begrenzung nicht mit Notwendigkeit aus der Lage ihrer Bestimmungsstücke sich ergibt, und zweitens in seiner Anwendung unter jedweder bestimmten Form den einzelnen Repräsentanten noch eine große individuelle Mannigfaltigkeit verstattet, mithin nicht die völlige Gleichförmigkeit der äußeren Erscheinung herbeiführt, welche im Tierreiche an den Mitgliedern einer Art wahrgenommen wird. Was die einzelnen Individuen, vermöge ihrer Selbständigkeit als organische Naturkörper,

Subjektives in die Verkörperung des Schemas hinübertragen können, ist bei den Tieren durchaus unbedeutend für die Gesamtform; es modifiziert dagegen im Pflanzenreiche die äußere Erscheinung des Individuums in einem solchen Grade, daß dadurch die absolute Identität der ganzen Form aufgehoben wird, und nur die formelle Identität der einzelnen Teile noch übrigbleibt. Pflanzenindividuen, auch wenn sie einer Art angehören, ähneln einander nur im Allgemeinen und bringen mittelst dieser Ähnlichkeit zwar eine gewisse charakteristische Physionomie hervor, aber nicht die völlige, ursprünglich bis zur Kongruenz gesteigerte Übereinstimmung, welche für die Mitglieder einer Art im Tierreiche allgemeine Regel ist. Nur wenige, durch langjährige Zucht modifizierte Arten der Haustiere können davon eine mehr augenfällige Ausnahme machen. Und dennoch erstreckt sich die Modifikation auch bei ihnen lediglich auf relative Verhältnisse, nicht auf absolute, durch Zahlenwerte angebbare Unterschiede in den Bestandteilen ihres Körpers. Aber Niemand könnte mit Recht die Behauptung aufstellen, daß die Zahlen der Zweige, Blätter und Blüten z. B. aller Eichbäume, selbst nur der wenigen gleichen Alters, gleich groß sein müßten, oder überhaupt nur eine Grenze in den Zahlenwerten von ihnen einzuhalten wäre. — Diese Mannigfaltigkeit der Pflanzenindividuen wird, wie gesagt, teils durch die größere Unabhängigkeit derselben von ihrem Typus, teils durch die Form des letzteren selbst bewirkt.

Das einfache Grundschema jeder vollkommenen Pflanze läßt sich nämlich als eine senkrecht im Erdboden stehende Achse darstellen, von welcher nach festen Gesetzen waagerechte Radian ausgehen. In so fern nun diese Achse keine im Voraus bestimmte, sondern bloß eine zufällige, durch die jedesmalige Größe des Individuums gegebene Grenze erhält, ist sie eine unendliche Gestalt, und das mußte sein, damit die Pflanze beständig nachwachsen, fortdauernd größer werden konnte; in so fern aber die von ihr ausgehenden Radian nach konstanten, für alle Mitglieder derselben Art unabänderlichen Formeln entspringen, ist sie auch eine besondere oder konkrete. Das Gesetz, welches den Ursprung dieser Radian feststellt, reguliert also die Formenmannigfaltigkeit des Pflanzenreichs; es erscheint uns, ganz allgemein betrachtet, unter der Form senkrecht an der körperlichen Achse emporsteigender gerader Linien von verschiedener Zahl, auf denen an bestimmten Punkten gleichen Abstandes die peripherischen Radian entspringen. Wir nennen diese geraden Linien die Orthostichen, die auf ihnen bemerkbaren gleichen Distanzpunkte der Radian ihre Interfoliarlängen, und die Abstände der Orthostichen von einander die Intervallen. Letztere teilen unter allen Umständen den Umfang der Achse in eine gewisse Zahl gleicher Abschnitte, bestimmen also die mögliche Menge der Orthostichen; die Interfoliarlängen ergeben die Anzahl der Radian auf jeder Orthostiche und beide zusammen die Gesamtverteilung der Radian oder, mit anderen Worten, den formellen Grundtypus jeder einzelnen Pflanze. Der einfachste Fall ist hier offenbar derjenige, wo 2 Orthostichen an der Achse verlaufen und die Interfoliarlängen beider in gleicher Höhe sich befinden.

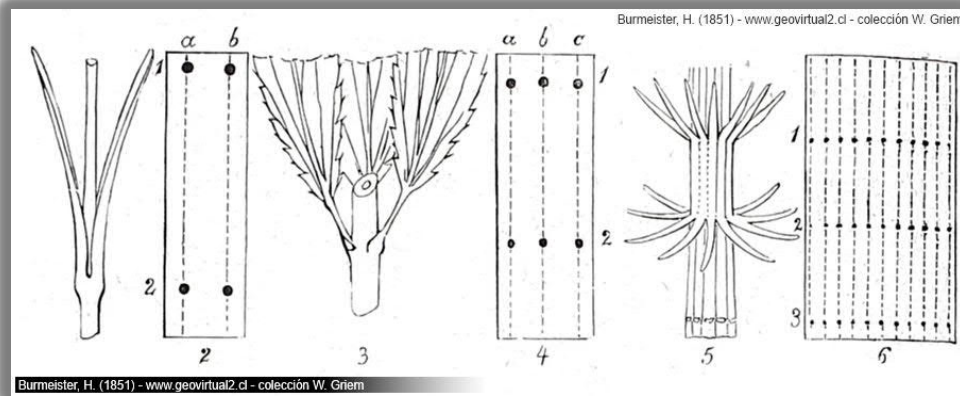


Abb. 32, p. 334: Blattstellungen der Pflanzen

Die eingeschalteten Figuren zeigen in der ersten einen Teil vom Stengel der Nelke mit 2 gegenüberstehenden Blättern, welche nachdem Schema daneben (2) auf 2 Orthostichen (a und b), deren Interfoliarlängen durch größere Punkte (1, 2) bemerkbar gemacht sind, zurückgeführt werden können; sie stellen also diesen Fall vor. Gewöhnlich wechseln jedoch die Richtungen der Radian ab, und so ist es auch bei der Nelke; man hat dann nicht bloß 2 Orthostichen, sondern vier, von denen die beiden einander gegenüberstehenden ihre Radian in gleicher Höhe entsenden, während die 2 anderen in halber Interfoliarlänge der vorigen Orthostichen ihrer Seite ihre Radian nach einer entgegengesetzten Richtung abgeben. Dadurch wird das Schema zwar in der Anwendung etwas komplizierter, seine Grundlage bleibt aber dieselbe. Vermehrt sich die Zahl der Orthostichen um eine, so entspringen nicht mehr 2, sondern 3 Radian in derselben Höhe an der Achse, ein Fall (welcher mit dem vorigen) bei *Veronica longifolia* (Fig. 3) austritt und in Fig. 4 schematisch auf einer Abwickelungsfläche der Achse weiter erläutert ist. — Die Vermehrung der Orthostichen kann nun in ähnlicher Weise weiter gehen, wir können 4, 5, 6 u. m. Radian in gleicher Höhe ringförmig um die Achse gestellt antreffen, und so allmählich bis zu noch höheren Zahlen den Pflanzentypus hinaufsteigen sehen, ohne daß sich ein Grund fände, irgendwo eine bestimmte Grenze der Vermehrung festzusetzen. Um indes diese Betrachtung nicht zu weit auszudehnen, ist nur noch eine höhere Zahl in Figur 5 von *Hippuris vulgaris* dargestellt und daneben die Abwickelungsfläche mit 11 Orthostichen und 3 Interfoliarlängen angenommen. -

Die eben betrachteten Fälle gleich hoher, oder vielmehr in, gleichem Niveau befindlicher Radian sind jedoch, wie häufig sie auch im Pflanzenreiche Vorkommen mögen, im Ganzen die selteneren; bei den meisten Gewachsen finden sich die Ursprünge der Radian auf jeder Orthostiche in einer anderen Höhe an der Achse. Nehmen wir wieder den einfachsten Fall von nur zwei Orthostichen, deren Radian Punkte alternieren, d. h. um die Hälfte ihres Normalabstandes gegen einander verschoben sind, so erhalten wir auf der Abwickelungsfläche die nachverzeichnete Ansicht Figur 1.

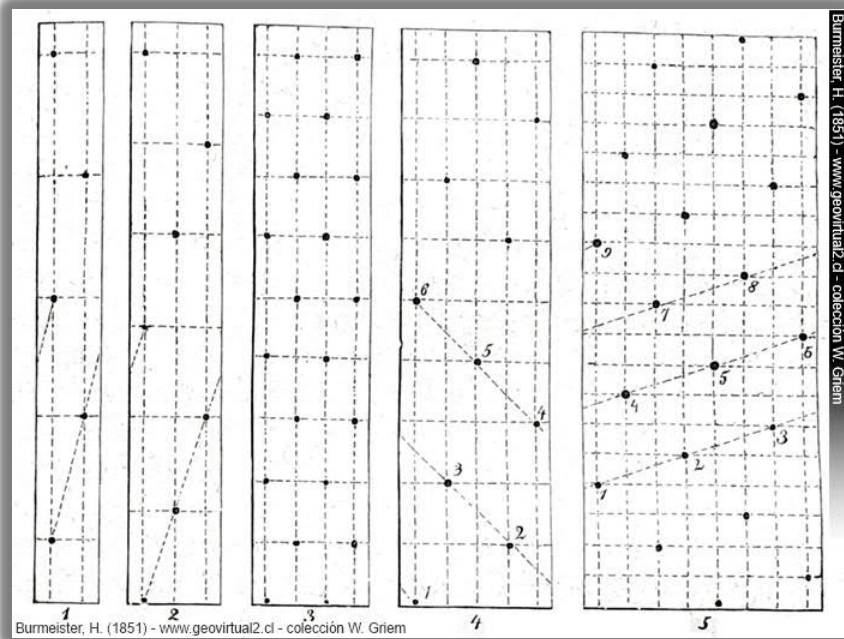


Abb. 38; p. 335: Schema der quincuncialen Blattstellungen

Jeder Radius der einen Orthostiche steht! um die Hälfte seiner Entfernung vom nächstfolgenden Radius derselben Orthostiche höher oder tiefer, als jedweder Radius der gegenüber befindlichen anderen Orthostiche; was sich in Bezug auf ihre Stellung zu einander durch die Bruchzahl $1/2$ ausdrücken läßt. Indem wir uns zur Ermittlung der übrigen Zahlenwerte einfach der Beobachtung anvertrauen, gelangen wir zu dem Resultate, daß, wenn drei Orthostichen am Stamme vorhanden sind, die Endpunkte der Interfoliarlängen, d. h. die Ursprungspunkte der Radien, um $1/3$ der Normaldistanz auf jeder Orthostiche gegen einander verrückt sind, und die Abwickelungsfläche von Fig. 2 darstellen. Vier Orthostichen zeigen dagegen nur eine Verrückung der Radien Punkte um die Hälfte ihrer Distanz, ergeben also dieselbe Abwickelungsfläche, welche wir erhalten, wenn je 2 und 2 einander gegenüberstehende Orthostichen mit gleich hohen Radien Punkten an einer und derselben Achse Vorkommen (Fig. 3). Darin tritt aber keine neue Form auf, sondern es verbinden sich nur zwei schon früher einzeln vorgekommene und durch das Beispiel von der Nelke erläuterte Fälle mit einander; so daß der Fall von vier Orthostichen mit alternierenden Radien, als Kombination von je 2 und 2 Orthostichen, aus der Reihe der neuen, eigentümlichen Formen entfernt werden muß. Den drei Orthostichen reihen sich dann, als nächster Fall, fünf Orthostichen an, deren Radien-Punkte einzeln alternieren, so daß auf die Interfoliarlänge einer Orthostiche je ein Radialpunkt der 4 anderen Orthostichen fällt. Das Maaß dieser Alternation ist, nach Angabe der Abwickelungsfläche Fig. 4, $2/5$ der Interfoliarlänge. Zugleich ergibt die nähere Betrachtung desselben Schemas, daß der nächste Radius über dem untersten oder ersten nicht auf der nächstfolgenden Orthostiche steht, sondern auf der dritten, und daß dieselbe Stellung der Radien Punkte zu einander bei allen folgenden wiederkehrt; die Linie also, in welcher die Zwischen-Radien vom unteren Radius zum oberen derselben Orthostiche innerhalb der Interfoliarlänge hinaufsteigen, nicht gleichmäßig fortläuft, sondern in zwei Abteilungen zerfällt, mithin an der runden Achse einen spiralförmig gewundenen Lauf nimmt. In derselben Weise lassen sich alle Radien mit durchgehenden alternierenden Ursprüngen auf Spirallinien reduzieren, und das ganze Stellungsgesetz dieser

Radien auf eine spiralförmig an der Achse von unten nach oben fortlaufende Linie übertragen. Will man dieser Ansicht huldigen, so nennt man den Abschnitt der Spirale zwischen zwei über einander stehenden Radien Punkten einer Orthostiche ihren Zyklus, und die Zahl der Windungen, welche sie machen muß, um vom unteren Radius zum oberen derselben Orthostiche zu gelangen, ihre Umläufe. Stets ist die Anzahl der Radien Punkte eines Zyklus gleich der Anzahl aller Orthostichen an der Achse und die Zahl der Umläufe gleich der Zahl, welche die Größe der Stellungsdivergenz des zweiten Radius gegen den ersten angibt. Bei dieser Ansicht drückt also der Bruch $\frac{2}{5}$ im Zähler die Zahl der Umläufe, welche die Spirale macht, im Nenner die Zahl der Orthostichen oder, was dasselbe ist, die Zahl aller Radien zwischen je zweien Radien einer und derselben Orthostiche aus. Es wird also in dem zweiten Falle (Fig. 2) der Bruch $\frac{1}{3}$ angeben, daß zwischen zweien Radien Punkten jeder Orthostiche die fortlaufende Spirale aller Radien nur einen Umlauf macht und eben derselbe auf dieser Strecke drei Radien trägt; oder im ersten Falle (Fig. 1) wird man sagen können, der Bruch $\frac{1}{2}$ zeigt an, daß die Spirale zwischen je 2 über einander stehenden Radien nur einen Umlauf hat, und jedesmal 2 Radien dem ganzen Umlaufe angehören. —

Zu diesem wichtigen und in seiner zwiefachen Auffassung um so sicherer begründeten Resultate gelangt, betrachten wir unser Ergebnis übersichtlich, indem wir die drei erfahrungsgemäß bestimmten Werte: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$ neben einander stellen und gewahren, daß der dritte Bruch nichts anderes ist, als die Summe der Zähler und Nenner von beiden vorhergehenden. Überrascht durch die neue mathematische Gesetzmäßigkeit, wird kein scharfsichtiger Beobachter die Vermutung eines ähnlichen Fortschrittes der begonnenen Reihe unterdrücken können, sondern alsbald für das vierte Glied den Bruch $\frac{3}{8}$ halten. Die Abwickelungsfläche Fig. 5 stellt sein Schema dar, wir bemerken auf derselben zwischen dem Radius 1 und dem zweiten derselben Orthostiche, dem Radius 9, sieben andere Radien, welche immer um drei Orthostichen voneinander absteigen. Es liegt also der nächste Radius 2 nicht aus der nächsten Orthostiche, sondern auf der vierten, der Radius 5 auf der siebenten, der Radius 4 auf der zweiten, der Radius 5 auf der fünften, der Radius 6 auf der achten, der Radius 7 auf der dritten und der Radius 8 auf der sechsten. Zieht man durch die Radien gerade Linien auf der Abwickelungsfläche, so erhält man die in ihre Abschnitte aufgelöste Spirallinie, welche die fortlaufenden Radien an der Achse beschreiben, und bekommt zugleich die Anzahl ihrer Umläufe als Abschnitte, nämlich drei. Ganz ebenso läßt sich nachträglich der Fall von $\frac{2}{5}$ darstellen, die Spirale hat in dessen Schema (Fig. 4) nur einen entgegengesetzten Verlauf; man sieht ihre beiden Umläufe zwischen dem ersten und sechsten Radius als zwei parallele Linien, — die beiden Abschnitte der durch die Abwicklung der zylindrischen Fläche getrennten Spirale, — und auf dieselbe Weise ist in Fig. 1 und 2 der einfache Umlauf, den die Spirale hier beschreibt, aus der schiefen Linie der Abwickelungsfläche leicht zu entnehmen. Überall stellt bei alternierenden Radialpunkten ihre fortlaufende Verbindungslinie eine Spirale dar, deren Umlaufszahl der Größe der Radien Alternation gleich ist, und deren Gesamtlänge durch die Orthostichen in eine ihrer Menge entsprechende Zahl gleicher Abschnitte geteilt wird. Drückt man beide Zahlen unter der Form eines Bruches aus, so zeigt der Zähler die Menge der Umläufe, der Nenner die Anzahl der Orthostichen an, und gibt mithin die vollständige Formel für jedwede alternierende Radienstellung. Die auf solche Weise im Pflanzenreiche als formgebende Elemente nachgewiesenen Bruchzahlen sind endlich unter sich genau geregelt, d. h. sie sind die Glieder einer Reihe, deren beide ersten Glieder die beiden größten ächten Brüche sind und deren folgende Glieder jedesmal durch Addition von Zähler und Nenner der beiden vorhergehenden Glieder entstehen. Alle wirklichen Zahlenwerte bilden also den nachstehenden Kettenbruch:

$\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$, $\frac{21}{55}$, $\frac{34}{89}$, $\frac{55}{144}$, $\frac{89}{233}$, ...

Die Beobachtung in der Natur hat die völlige Richtigkeit aller Angaben bestätigt, und zu noch anderen merkwürdigen Resultaten geführt, aus denen die hohe mathematische Gesetzmäßigkeit der Pflanzenformen aufs Überraschendste hervorgegangen ist. Bleiben wir indes bei dem gewonnenen Resultate, als einem für unsere Zwecke ausreichenden, stehen, so lautet dasselbe übersichtlich etwa folgendermaßen.

Der Grundtypus des Pflanzenkörpers ist eine senkrecht gestellte Achse mit peripherischen Radien, welche in gleichen Abschnitten gewisser an der Achse aufsteigender gerader Linien entspringen. Die Radien stehen entweder alle in gleicher Höhe, und zeigen dann nur Verschiedenheiten in der Anzahl; oder sie alternieren neben einander und beschreiben, wenn man sie mit einander durch Linien verbindet, eine an der Achse aufsteigende Spiral- oder Schraubenlinie, je nachdem die Achse eine Ebene, eine Kugelfläche, ein Kegel oder ein Zylinder ist. Nimmt man von dieser Spirale irgend einen durch zwei zunächst und senkrecht über einander stehende Radien begrenzten Zyklus, und untersucht die Zahl der Abschnitte und Umläufe desselben, so findet man in ihnen konstante, für jede Pflanze unabänderliche Zahlenwerte, die einer Reihe angehören, deren beide ersten Glieder die beiden ersten Zahlen sind, und deren folgende Glieder durch Addition je zwei neben einander stehender vorhergehender Glieder erhalten werden. Immer ist die Zahl, welche die Umläufe der Spirale angibt, um zwei Glieder dieser Reihe von der späteren, welche die Abschnitte des Zyklus anzeigt, entfernt.

Ich darf jetzt nur noch für die gebrauchten allgemeinen Begriffe diejenigen Namen substituieren, welche dafür bereits vor Auffindung des Schemas gebraucht und allgemein angenommen sind, und hoffe durch ihre Anwendung auf das Schema meinen Lesern die mathematische Pflanzengestalt in einen lebendigen Organismus zu verwandeln [*1].

1) Die Richtigkeit der hier gemachten Angaben ist jetzt nicht mehr zu bezweifeln, seit die schöne und einfache Entwicklung derselben von C. F. Naumann (Über Quincunx, als Grundgesetz der Mattstellung etc. Leipz. 1845. 8.) vorliegt. Wir verweisen auf sie, als auf eine weitere, strenge mathematische Ausführung. Für die Spiralstellung, welche Schimper zuerst in Anregung brachte, ist Braunes Aufsatz in der Regensb. botan. Zeitung (1835. Nr. 10—12.) der leichteren Übersicht wegen empfehlenswert. —

Die senkrechte Achse der Pflanze heißt im gemeinen Leben Stamm, wenigstens der Teil von ihr, welcher sich über der Erdoberfläche befindet; der andere unterirdische Abschnitt wird mit zur Wurzel gezogen, was indes kaum statthaft ist [*2].

[*2]: Wurzel sind eigentlich nur die feinen Fasern, welche zerstreut an der Oberfläche des unterirdischen Stammes entspringen und die wässerigen Feuchtigkeiten einsaugen; sie können ebenso gut an der oberen Achse entstehen, wie an der unteren, und finden sich hier häufig genug als Luftwurzeln, z. B. beim Efeu. Sie sind Radien der Achse ohne Gesetzmäßigkeit in der Stellung, und bilden sich überall, wo es nötig und nützlich ist. Deshalb darf man sie bei der Entwicklung des Schemas der Pflanzenformen übergehen. —

Die peripherischen Radien, welche gleichzeitig mit der Achse entstehen, sind die Blätter, und die an ihren Ursprungsstellen später hervorwachsenden Nebenachsen nennt man Zweige. Sie tragen Radien ganz nach demselben Typus, wie die Hauptachse, fehlen aber gesetzlich manchen Gewächsen, z. B. den Palmen, und bedingen durch ihren häufigen gesetzlosen Mangel an vielen Produkten, wo sie entstehen könnten, die Ungleichheit in der Erscheinung der Pflanzen-Individuen. Daher die größere Gleichheit des Ansehens bei solchen Gewächsen, welche, wie die Palmen und Zwiebelgewächse, keine Zweige entwickeln. Außer diesen der Hauptachse in allen

Punkten ähnlichen Nebenachsen, haben die allermeisten Gewächse, selbst die zweiglosen, andere gleichzeitig mit den Radian und an denselben Punkten entstehende Nebenachsen, deren peripherische Radian anderen Stellrings- und Bildungsgesetzen folgen, als die Radian der Hauptachse. Aus ihnen entstehen die Blumen. Den Typus derselben und ihrer Bestandteile werden wir am besten erst dann weiter verfolgen können, wenn wir die besonderen Formen der Hauptachse und ihrer Radian kennengelernt haben; wir kehren daher zu ihnen zurück. — Hauptachse (Stamm) und Nebenachsen (Zweige) sind in der Regel zylindrische oder prismatische Körper, welche sich nach oben etwas verjüngen oder kegelförmig langsam zuspitzen. Ihr Querschnitt ist meistens ein Kreis, seltener eine mehrkantige, reguläre Figur. Die peripherischen Radian (Blätter) sind dagegen symmetrische, bisweilen durch Schwinden der einen Hälfte irreguläre, und gewöhnlich in die Fläche ausgebreitete Körper von relativ geringer Dicke, aber oft höchst beträchtlicher Länge. Sie pflegen mit dünnen Stielen von der Achse auszugehen, und erst später sich in die Fläche auszubreiten, oder am Stiel einzelne flache Ausbreitungen zu tragen. Indes gibt es auch gleichbreite, bandförmige, selbst zylindrische und hohle Gestalten; wie denn überhaupt in den Umrissen der Blätter die Natur einen unerschöpflichen Reichtum von Formen niedergelegt, und die Fülle ihrer Phantasie auch in dieser durch bestimmte Grund-Typen beschränkten Mannigfaltigkeit aufs Herrlichste offenbart hat. In noch höherem Grade müssen wir diesen Vorzug den Blumen einräumen, obwohl ihre Grundform fast noch einfacher ist. Allein die Anwesenheit mehrerer, freilich auch nur durch Metamorphose gleicher Urformen entstandener Elemente in ihr trägt wesentlich zur Vergrößerung jener unendlichen Mannigfaltigkeit der Erscheinung bei, welche wir an den Blumen bewundern und deshalb sie zu unseren Lieblingen in der Schöpfung erheben. Ihrer Idee nach ist übrigens jede Blume, wie die ganze Pflanze, eine Achse mit peripherischen Radian, welche in Zahl und Stellung konstanten Gesetzen folgen. In dieser Grundlage stimmt sie zwar mit dem allgemeinen Pflanzentypus überein; aber die Ausführung rechtfertigt den Unterschied, welchen wir schon durch den besonderen Namen andeuten. Drei Umstände machen diesen Unterschied zu einem sehr wesentlichen; einmal die Änderung der Radian in ihren Gestalten gegen einander nach gewissen Zielen der Spirale, zweitens die Änderung der Zahlenabschnitte innerhalb dieser verschiedenen Zyklen, und drittens die unmittelbare Annäherung der Radian aller Zyklen an einander und die daraus folgende Verkürzung der Achse, welche mit einer großen Neigung, sich in die Fläche statt in die Länge auszudehnen, verbunden ist.

In jeder vollständigen Blume sind vier eigentümliche Zyklen der Spirale unterscheidbar, sie führen von unten nach oben, oder wo die Ausbreitung der Achse in die Fläche vollständig ist, von innen nach außen den Namen Kelch, Krone, Staubgefäße und Stempel. Die Radian der beiden ersten Zyklen sind auf der Grundform aller Radian, dem Blatttypus, stehen geblieben, und unterscheiden sich von einander zunächst durch die verschiedene Stellung an der Achse und durch die Farbe, welche beim Kelche in der Regel grün bleibt, bei der Krone bunt wird. In den Radian des dritten Zyklus ist zwar ebenfalls die Blattform die ursprüngliche, wie das Umwandeln der Staubgefäße in Kronenblätter bei gefüllten Blumen deutlich zeigt; allein die Blattfläche bildet sich zu einer Bruthöhle eigentümlicher Zellen um, welche Blumen staub oder Pollen genannt werden und durch Zerreißen der Hülle heraustreten. Die Radian des vierten Zyklus sind ebenfalls Bruthöhlen, die teils einzeln, teils zu einem Ganzen verbunden sich schließen, den Namen Fruchtknoten führen und an den Rändern, wo die Verwachsung stattgefunden hat, in ihre Höhle hinein Auswüchse bilden, die wahrscheinlich nicht sowohl aus den Rändern der Radian selbst, als vielmehr aus der an ihnen emporgestiegenen Achse hervorsprossen. Man nennt sie Eichen, da in ihnen eben so, wie in den Eiern der Tiere, der Keim des jungen Pflänzchens sich gestaltet; ist dies geschehen, so heißen sie Samen. Die Entwicklung

dieses Keimes, des Embryos, >m Eichen wird durch das Pollenkorn eingeleitet, indem dasselbe durch eine oben nie fehlende Öffnung des Fruchtknotens, sobald es auf den Rand dieser Öffnung, die Narbe, gekommen ist, einen langen Schlauch in die Höhle des Fruchtknotens hinabsendet, und mit dessen Ende durch eine andere kleine Öffnung, die ebenfalls immer am Eichen vorhanden ist, in dasselbe eindringt. Aus dem eingedrungenen Teile des Pollenschlauches entwickelt sich, sei es unmittelbar [*3], oder durch bloße Kontaktwirkung, der Embryo.

[*3] Schleiden's schon vielfach bestrittene Angabe, daß ein Teil des eingedrungenen Pollenschlauches selbst zum Embryo werde, scheint durch die jüngsten Beobachtungen von Amici und Mohl, denen zu Folge der Pollenschlauch sich nur an den Keimsack anlegt, aber nicht eigentlich in ihn eindringt, ihre endliche sachgemäße Erledigung zu finden. —

Man nennt diesen Akt die Befruchtung, weil gleich darauf die Bildung der Frucht mit der Entwicklung des Embryos beginnt und so lange fort dauert, bis sie sich aus dem Fruchtknoten hergestellt hat, die Frucht mit dem Samen, wie wir uns ausdrücken, reif geworden ist. Alle übrigen Zyklen der Blumen fallen nach der Befruchtung ab, höchstens bleibt der Kelch noch zurück, und nimmt dann an der Fruchtbildung entweder unmittelbar Teil, wie beim Apfel, oder mittelbar, indem er die Frucht, wie an der Haselnuß, bloß umhüllt. Die Erscheinung, daß alle peripherischen Gebilde der Pflanzen, alle Radian des Stammes und der Blume, dem Typus nach dieselben Teile sind, und bloß in Formen oder Verrichtungen von einander abweichen, wurde übrigens zuerst von Goethe ausgesprochen, indem er sie als Metamorphose der Pflanze in seiner bekannten Schrift so geistvoll und lebendig darstellte. Zwar hat die Folgezeit im Einzelnen diese Ansicht weiter ausgeführt und zum Teil geändert, in der Hauptsache aber sind alle, auch die subtilsten Untersuchungen, zu dem herrlichen Resultate zurückgekehrt, welches der scharfe Blick dieses göttlichen Sehers so klar und richtig durch bloßes Anschauen erkannt hatte.— Dies ist also das einfache Grundschema der Pflanzengestalten; ein Schema, dessen Ausführung in 60,000 wirklichen verschiedenen Formen immer noch eine mangelhafte Realisierung der unendlichen ideellen Mannigfaltigkeit zu sein scheint, die wir in ihm anerkennen müssen. Denn die Natur hat uns, indem sie die 60,000 gegenwärtig bekannten oder sicher unterschiedenen Pflanzen hervorbrachte, nur eine Probe ihrer möglichen Produktivität gegeben, und den bei weitem kleineren Teil der Pflanzenformen wirklich dargestellt, welche sie zu gestalten fähig war. Wie unendlich reich erscheint hier die schöpferische Phantasie des Weltgeistes gegen die Armut eines menschlichen Bildners, dessen Produktionen, mögen sie auch zahlreicher als die eines Rubens', idealer als die Raphael's sein, doch immer einen gewissen eigentümlichen Charakter annehmen und den Pinsel des Meisters verraten, wo sein Name nicht mehr am Bilde sich Nachweisen läßt.

Gehen wir demnächst zur Untersuchung des tierischen Grundtypus über, so erkennen wir bald als ersten wesentlichen Unterschied seiner Form die Endlichkeit des Schemas, das jedem einzelnen Tiere zum Grunde liegt. Zwar ist es vielen Tieren, gleich den Pflanzen, erlaubt, lebenslänglich fortzuwachsen und sich nach allen Richtungen hin zu vergrößern, aber sie ändern dabei nicht ihre Formen, die Umrisse und Beziehungen der Teile, sondern sie dehnen sich bloß wie im Ganzen, so auch in jedem einzelnen Teile mehr und mehr aus. Kein neuer Teil kommt hinzu, wenn die Menge der vorgeschriebenen erreicht ist, keine Zehe mehr als in der Jugend, kein neuer Wirbel; aber die Pflanze bildet mit jedem Jahr mehr Zweige, (Nebenachsen), wenn sie überhaupt eine mehrjährige ist [*4], und ändert dadurch die Beziehungen der vorhandenen Teile zu einander wesentlich.

4) Hierbei darf freilich nicht außer acht gelassen werden, Laß bei einer mehrjährigen Pflanze die jährliche Produktion strenggenommen ein ganz neues Individuum ist, welches das ältere vorjährige bloß als Substrat, gleichsam als Skelet, benutzt, und sich über ihm ausbreitet. Es wird dadurch das neue zwar im Allgemeinen in die Form des alten gezwungen, allein eine gewisse Selbständigkeit bleibt ihm, und aus dieser folgt der formelle Unterschied.

Jedes Tier ist nicht bloß in bestimmte, bei allen Individuen einer Art gleiche Umrisse, sondern was noch viel wichtiger ist, auch in gleiche endliche Zahlenwerte seiner Bestimmungsstücke eingeschlossen, während die Pflanze an ihrer unendlichen Achse auch eine unendliche Menge von Teilen produziert, und nur innerhalb der Zyklen ihrer Achse konstante, endliche Zahlenverhältnisse entwickelt. Von einer solchen Anlage zeigen die Tiere kein genau ähnliches Beispiel, denn die sogenannten Zoophyten (Pflanzentiere) sind keine einfachen Individuen, wie die Pflanze, sondern Gruppen von Individuen, gleichsam verwachsene Familien; eine Mutter mit zahlreichen Kindern, Enkeln und Urenkeln, die alle, obgleich selbständig und individualisiert, nur nicht bis zum Ablösen vom Mutterleibe, aus dem sie hervorgingen, gelangen konnten. Andere Tiere dagegen, die in ihren einzelnen Körperteilen unendliche Zahlenwerte darstellen, haben dennoch einen konstanten Typus durch die Aneinanderreihung der in sich unendlichen Teile nach bestimmten endlichen Zahlen. Bei ihnen ist es gerade umgekehrt wie bei den Pflanzen, wo die gesamte Form eine unendliche Größe ist, die aus vielen endlich bestimmten Teilen besteht; während diese Tiere, nämlich einige Radialen (die Crinoideen), eine endliche allgemeine Form haben, die aus gewissen in sich unendlichen Teilen zusammengesetzt wird. Am meisten würden einige Würmer mit unendlichen Gliedern (z. B. die Bandwürmer) dem Pflanzentypus nahe kommen, insofern ihre Achse (der Rumpf) ganz wie bei den Pflanzen eine unendliche Menge in sich bestimmter, den Zyklen der Pflanzenachse vergleichbarer Glieder umfaßt; aber auch hier bietet sogleich die Symmetrie der Glieder, welche die Pflanze nicht kennt, und die Heterogenität ihrer untergeordneten Bestandteile, wichtige Unterschiede dar. Diese drei Tiergruppen sind aber auch die einzigen Beispiele unendlicher Zahlenverhältnisse im Tierreich; sie können durch die besondere Art der Anwendung das Gesetz nicht umstoßen, welches den Typus der Pflanzen und Tiere beherrscht.—

Der eben besprochene Charakter bildet die eine Seite des tierischen Grundtypus, ein zweiter ebenso sicherer geht zunächst aus ihm mit hervor. Indem nämlich die Tiere nicht bloß eine in der Ausführung, sondern auch in der Idee endliche Form besitzen, treten die Bestandteile dieser Form in eine gewisse unabänderliche Beziehung zu einander, welche eine dreifache sein kann. Im ersten Falle haben von den vorhandenen Bestimmungsstücken immer nur zwei gewisse mit einander übereinstimmende Teile eine gleiche Beziehung zu einander und zu den übrigen; im zweiten Falle steht jeder einzelne der gleichen Teile zu allen übrigen in derselben Beziehung; und im dritten Falle ist jeder Teil zu den übrigen in eine eigentümliche, nur ihm allein zukommende Beziehung getreten.

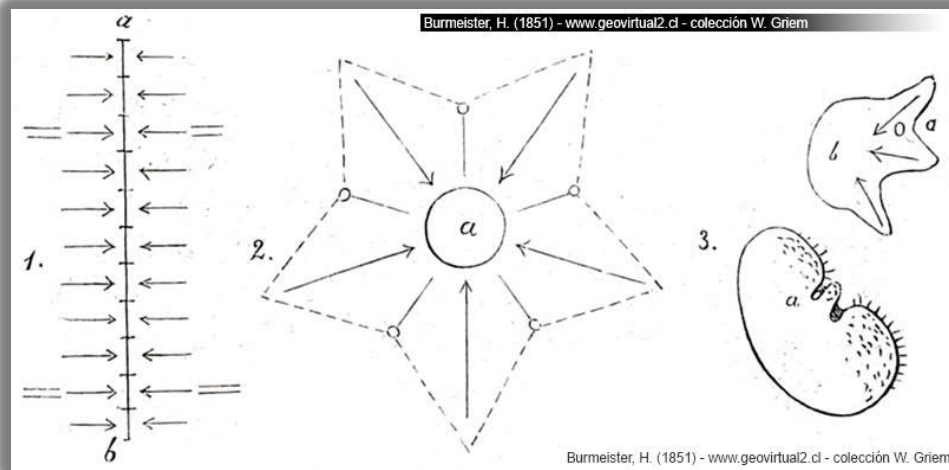


Abb. 43; p.343: Schema der Tiertypen.

Daraus entstehen die drei Grundformen des tierischen Typus, die symmetrische, reguläre und irreguläre. In der symmetrischen Form (Fig. 1) läßt sich die Beziehung der gleichen Teile zum Ganzen durch eine gerade Linie (ab) ausdrücken, auf welche alle je 2 und 2 gleichartig bezogen sind. Diese Linie teilt die gestimmte Form in zwei gleiche Hälften, und wird zur Fläche, wenn die Form keine rein mathematische Figur mehr ist, sondern ein Körper. Nach diesem Verhältnis werden wir die symmetrischen Tiere am leichtesten bestimmen und sagen können, es seien diejenigen Gestalten, welche nur durch einen einzigen Schnitt sich in zwei gleiche Hälften teilen lassen. Ganz anders verhält sich der reguläre Typus (Fig. 2). In ihm sind alle gleichen Teile mehr als zweimal vorhanden, und jeder von ihnen hat mit allen übrigen dieselbe Beziehung zum Ganzen; es sind mithin auch alle durch gleiche Entfernungen vom Mittelpunkt des Ganzen ausgezeichnet. Daher gibt es bei diesen Tieren einen bloßen Mittelpunkt (a), statt der Linie, woraus die Teile der symmetrischen Tiere sich beziehen; und die Folge davon ist die Möglichkeit einer Teilung in gleiche Hälften nach mehrfachen Richtungen. Eine solche Teilung ist endlich bei irregulären Gestalten (Fig. 3), wo jeder Teil für sich allein bezogen ist, unmöglich; ihr Mangel bildet deren wesentlichen Charakter.

Vergleichen wir, nach diesen Resultaten, noch einmal den tierischen Typus mit dem pflanzlichen, so finden wir einen neuen wichtigen Unterschied. Denn der Pflanzenkörper, als Ganzes genommen, hat nie einen symmetrischen oder regulären Typus, und kann ihn nicht haben, da er aus unendlich vielen gleichen Teilen besteht, was gegen die Symmetrie und Regularität, die beide nach endlichen Zahlenwerten bestimmt sind, gleichmäßig streitet. Symmetrie und Regularität erscheinen bei den Pflanzen immer nur als Formen der einzelnen Organe, jene besonders an den Blättern, diese vorzugsweise im Typus der Blumen, während die einzelnen Blütenteile ebenfalls symmetrisch geformt sind. Will man dagegen einwenden, daß die Projektion der Pflanzenachse auf die Grundfläche eine reguläre Figur ergibt, was allerdings richtig ist, so wird diese Behauptung streng genommen nur dann wahr sein, wenn die Hauptachse keine Rebenachsen entwickelt hat, ein Fall, der in der Natur der seltenere ist; bildet sie Nebenachsen oder Zweige, so bedingt die Gesetzlosigkeit derselben in der Ausführung die Irregularität in der Erscheinung, welche Jedermann als allgemeinen Pflanzencharakter zugestehen muß. Wir haben damit vollen Grund, die gleichzeitige Anwesenheit aller drei Grundformen an jeder Pflanze als wesentlichen Charakter des Pflanzenreiches anzusprechen,

und den Mangel eines solchen Vereines für typische Eigentümlichkeit der Tiere zu erklären. Zwar haben viele reguläre Tiere einzelne symmetrisch geformte Teile, ja ihre gleichen Teile sind in der Regel symmetrisch in sich;

aber die symmetrischen Tiere, als die höheren Darstellungen der Tierheit, zeigen einen solchen Verein nicht. Hier ist jeder einzelne Teil zwar dem Gegenüberstehen ganz gleich, aber doch so durch und durch entgegengesetzt, daß es unmöglich wird, den einen für den andern zu nehmen oder mit ihm zu verwechseln. Ich erinnere, um ein Beispiel aus dem gemeinen Leben zu greifen, nur an unsere Handschuhe und Stiefeln, deren Versetzung von links nach rechts nicht geschehen kann, falls sie gut gearbeitet sind und den Regeln der Natur entsprechen. —

Kommen wir nun zu den Zahlengesetzen, welche die konstanten Typen der Tiere beherrschen, so finden wir bei den irregulären Typen wie in allen Dingen so auch hierin Gesetzlosigkeit. Jede Art, ja vielleicht selbst jedes Individuum hat seine eigene Zahl, und die ganze Menge der vorhandenen Teile schwankt willkürlich zwischen gewissen nicht näher bestimmbarren Grenzen. Um dem Leser dieses Verhältnis anschaulicher zu machen, ist eine Gruppe von Infusionstierehen (*Euglena viridis*) [„Aufgußtierchen“ heute eine Mischung aus Wimperntierchen, Amöben, Flagellaten welche sich in abgestandenen Wässern einfänden] aus Ehrenberges großem Werke über die Geschöpfe kopiert worden; jedes der dargestellten Individuen hat eine andere Form, behält sie seinige aber nicht für immer, sondern ändert sich in nie aufhörender Mannigfaltigkeit, so lange es lebt, den ganzen Form-Zyklus aller durchlaufend und mannigfach wiederholend.

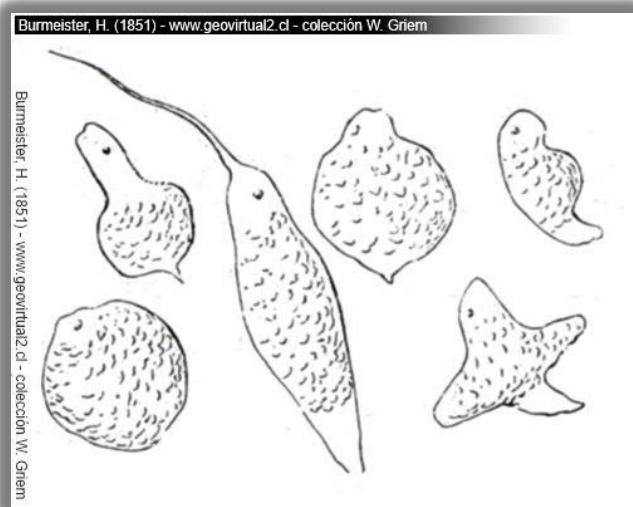


Abb. 47, p.345: Verschiedene Formen von Euglena

Mit der Regularität tritt dagegen zuerst eine konstante allgemeine Form auf, aber keineswegs immer eine ebenso konstante Zahl der gleichartigen Teile. Indes gehört es allerdings zu den Ausnahmen, wenn die Zahl der Teile variiert; in der Regel folgt sie gewissen Gesetzen, indem es ganz besonders die einfachsten Zahlen 3, 4 und 3 sind, welche einzeln oder in ihren Verdoppelungen, seltener in höheren Produkten, als Beherrscher der Menge auftreten. Alsdann bilden die gleichen Teile Radien, welche von der zentralen Achse ausgehen, und durch äußere Übereinstimmung an Pflanzenformen, besonders an reguläre Blumen, erinnern. Die Achse pflegt eine Scheibe, eine Kugel oder ein Zylinder zu sein, welcher die Radien am Umfange oder am Ende trägt; in ihrer Mitte findet sich der Mund, der Eingang zur verdauenden Höhle. Seine Lage nach oben (Typus der Polypen) oder nach unten und vorn (Typus der Polypen) gibt dann die

beiden Hauptverschiedenheiten dieses tierischen Grundtypus. — Die symmetrischen Tiere beginnen mit einer waagerechten, beim Menschen allein senkrecht gestellten Achse, und unterscheiden sich schon dadurch von den regulären Tieren, deren Achse senkrecht zu stehen pflegt; wichtiger aber ist es, Laß diese Achse keine wahren Radien mehr hat, sondern symmetrische nach links und rechts verteilte Fortsätze. In ihrer Menge kann darum nie eine ungrade, sondern nur eine grade Zahl Vorkommen. Die Achse ist übrigens teils ein einfacher homogener Stamm (Typus der Mollusken), teils gegliedert, d. h. eine Wiederholung gleichartiger Abschnitte in mehrfacher Zahl. Bei niederen Tieren pflegt die Zahl der Abschnitte veränderlich, also unbestimmt zu sein; bei allen höheren wird sie eine endliche, wenigstens bei den Mitgliedern einer Art stets unabänderliche Menge. Sind alle Abschnitte gleich, so trägt auch jeder gleiche und gleich viele Fortsätze, wenn letztere überhaupt vorhanden sind (homonomer Typus); sind aber die Abschnitte ungleich, so tragen sie auch verschiedene, oder manche von ihnen gar keine Fortsätze mehr (heteronomer Typus). Da die Fortsätze immer zur Bewegung der Achse benutzt werden, so nennt man sie im Allgemeinen Bewegungsorgane. Mit dem Auftreten des heteronomen Typus sondern sich zugleich die Glieder der Achse in verschiedene Abschnitte, deren Anzahl in der Regel drei ist. Der erste Abschnitt trägt die Organe der sinnlichen Wahrnehmung und zugleich immer den Mund; er heißt Kopf. Der zweite umfaßt alle Ringe, in denen die Organe der Ernährung und Fortpflanzung sich befinden; er wird Rumpf genannt. Seine vordere Hälfte heißt Brust, seine Hintere Bauch oder Hinterleib. Ist noch ein Teil der Achse hinter dem Rumpf vorhanden, so führt er den Namen Schwanz. Nie hat derselbe eine Höhle zur Aufnahme fremder, ihm selbst nicht angehöriger Teile; vielmehr zeigt die Lage der Hinteren Öffnung des Nahrungsorganes, After genannt, seine wahre Grenze am bestimmtesten an. Dieser allgemeine Typus sämtlicher gegliederten Tiere ist endlich dadurch wesentlich modifiziert worden, daß die Gliederung teils äußerlich sichtbar bleibt (Typus der Gliedertiere), teils bloß an einem inneren formgebenden Körpergerüst erkannt wird (Typus der Rückgrattiere). Im erstem Falle dient die Haut zugleich als formende Stütze des ganzen Körpers, und bildet sich zu einem harten, hornigen oder kalkigen Panzer aus; im zweiten Falle ist die äußere Haut von der formgebenden Stütze des Körpers gesondert, die letztere ist ins Innere gerückt, und von den an ihr befestigten Teilen versteckt. Sie bildet hier ein hartes Gerüst kalkiger Glieder, die Knochen, und führt in ihrer Verbindung zu einem Ganzen den Namen Skelet. Seine Anwesenheit ist Charakter aller höheren tierischen Organismen. Wir haben demnach im Tierreiche drei Grundtypen, aber sechs daraus abgeleitete Haupttypen der tierischen Formen kennengelernt, und sind durch diese größere substantielle Mannigfaltigkeit schon zur Annahme einer zahlreicheren Menge verschiedener Gestalten berechtigt. Auch bestätigt die Erfahrung unsere Vermutung vollkommen. Bloß die eine Tierklasse der Insekten hat allein mehr Arten aufzuweisen, als das ganze Pflanzenreich; sie bietet durch ihren enormen Inhalt eine das Auge des Beobachters fast ermüdende, stellenweis so sanfte Veränderung der typischen Grundidee in den verschiedenen Arten dar, daß es die Arbeit keines Einzelnen mehr sein kann, in diesem Wirrwarr von Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten jene Klarheit hervorzurufen, welche die wissenschaftliche Darstellung des Ganzen unumgänglich fordert. Wir können uns einer solchen zur Zeit noch nicht rühmen, und kaum mit irgend einiger Sicherheit über die wirkliche Menge urteilen; aber so viel erkennen wir schon jetzt aus dem Vergleich einzelner, sorgfältiger untersuchter Gegenden, daß die Insekten alle Pflanzen ums Doppelte an Zahl übertreffen. Um die Möglichkeit einer solchen überraschenden Menge verschiedener Formen einsehen zu können, müssen wir einen Blick auf die Methode werfen, welche als Mittel der Mannigfaltigkeit gedient hat, zuvor aber noch die nicht minder wichtigen formellen Unterschiede der materiellen Grundlage des Tier- und Pflanzenreiches weiter untersuchen. —



[p. 374]

19. Unterschiede der materiellen Grundformen im Pflanzen- und Tierreich. —

System der Gewächse.

Das Wesen der materiellen Grundlage aller organischen Körper wurde bereits früher ausgesprochen, indem wir die organische Substanz, wenn sie in den Organismus als Teil seines Selbst eingeht, eine elementare Grundform annehmen sahen, woraus sie durch Umwandlung in die bestimmte, jeder verschiedenen Materie eigentümliche Molekularform übergeht. Auf solche Weise in sich atomisiert zu sein, erschien uns als der wesentliche Charakter der organischen Masse [*1] und als der Hauptunterschied zwischen ihr und der anorganischen Substanz, in sofern letztere stets homogen ist und nie aus endlich begrenzten, gleichen oder ungleichen Teilen besteht. —

1) Nur beiläufig füge ich noch die Bemerkung hinzu, daß alle organischen Flüssigkeiten, die zur Produktion neuer organischer Gewebe benutzt werden, und keine Auswurfstoffe sind, in sich Molekularkörper enthalten, welche zur Einleitung jener Verwandlung der Flüssigkeit in feste Masse durch Zellenbildung bestimmt zu sein scheinen.

Als Grundform aller organischen Materie erkannten wir (S. 316, 328) die Zelle, ein Körperchen, gebildet aus einer weichen elastischen in sich geschlossenen Haut, die unverarbeitete, noch nicht organisch gewordene Flüssigkeit umschließt. Eine solche Zelle ist aber selbst kein ursprüngliches Atom, sondern sie entsteht erst in der homogenen Grundlage durch Atomisierung der letzteren, indem sich mittelst eines noch nicht gehörig aufgeklärten Prozesses [*2] primitive Kügelchen, viel kleiner als die Zellen, bilden, um welche eine Haut aus der Flüssigkeit sich gestaltet. Diese Haut wächst und saugt, wie alle organische Membranen [*3], die Flüssigkeit ihrer Umgebung in sich auf, und dehnt sich in Folge dieser Aufsaugung so weit aus, wie es ihre Elastizität verstillt; dann ist die Zelle fertig. Sie bleibt nun entweder so, oder vergrößert sich noch ferner durch Ernährung der Membran, und läßt neue Zellen in ihrem Innern entstehen.

2) Man behauptet, daß diese primitiven Kügelchen Fetttropfen seien, welche durch ihre bloße Berührung das Eiweiß in eine Haut verwandeln sollen.

3) Den Aufsaugungsprozeß der organischen Membranen und die Durchschwitzungs-Fähigkeit bezeichnet man mit den Kunstausdrücken Endosmose und Exosmose; beide Fähigkeiten sind allen organischen Häuten eigen, sie bedingen die Ernährung und das Leben des ganzen Organismus.

Dieser einfache Hergang gilt in gleicher Weise für alle organischen Körper; er macht also keinen Unterschied zwischen Pflanze und Tier, sondern beweist vielmehr ihre ursprüngliche Affinität aufs Klarste. Aber die uranfängliche Gleichheit der Idee des Organismus, welche beiden Reichen zum Grunde liegt, soll in einen Gegensatz aufgelöst werden, und dies kann bei ursprünglicher Identität immer nur durch antithetische Entwicklung der gleichartigen Grundlage bewirkt werden. Daher begegnen wir einer solchen Entwicklung der Zellengrundform in beiden Reichen, denn nur die aller- unvollkommensten Gewächse bestehen aus lauter gleichen Zellen; aber ein Unterschied findet in dieser Entwicklung der Zellen auch für das Tierreich und Pflanzenreich Statt. Im Pflanzenreich bleibt die Zelle, mag sie ihre Form auch noch so sehr ändern, immer Zelle, selbständig begrenzter und selbständig tätiger Teil, der fortfährt, durch Endosmose und Exosmose sich selbst zu ernähren, und seinen Nachbarn die Nahrungsstoffe darzubieten, da auch sie in einer ähnlichen Tätigkeit begriffen sind. Zwar vereinigen sich einige Zellen zu Röhren, indem ihre Scheidewände an den verwachsenen Endpunkten schwinden, und die Höhlen vieler Zellen in eine gemeinsame zusammenfließen; allein dieser ganze Conner ist nun als eine einzige große Zelle zu betrachten, die doch irgendwo abgeschlossen, sich nur sehr lang ausgezogen hat; vielleicht um durch Wegnahme der Scheidewände die schnellere Verbreitung der Flüssigkeit in ihr zu bewirken. Sie bleibt dabei immer eine selbständig tätige Zelle, die ihre Nachbarn als Hebel für die eigene Existenz benutzt. Aus diesem Grunde gibt es an der Pflanze keinen andern Herd des Lebens, keinen Brennpunkt der Tätigkeiten und Verrichtungen, durch dessen Wegnahme die Existenz des ganzen Individuums beeinträchtigt oder zerstört würde, als die ganze Schicht eben jetzt selbsttätiger Zellen; deren Entfernung aber in der Regel nicht leicht ist. Die Pflanze besitzt keine mit besonderen Verrichtungen begabten Ernährungsorgane, in deren Tätigkeiten sich das ganze Ernährungsgeschäft teilte, wie es beim Tier der Fall ist; sondern jede Zelle sorgt für sich, und dadurch erhält sich die Verbindung aller. Die äußersten Zellen der Oberfläche, die Enden der Wurzel, saugen ebenso ein, wie die Zellen im Innern der Pflanze, und sind bloß durch ihre Lage nach außen zur Aufnahme der frischen Nahrungsmittel bestimmt, im Nebigen aber weder Mund, noch Magen, noch Darm, noch Lunge; Organe, die beim Tier das Nahrungsgeschäft durch ihre in einander greifenden verschiedenen Tätigkeiten bewirken. — Zugleich finden wir in dieser Einrichtung der Pflanze die Erklärung, warum sich einzelne Teile derselben abschneiden und durch künstliche Vorrichtungen zu einem neuen Individuum bestimmen lassen; indem nämlich jeder Teil des Gewächses, woran Achse und periphere Ränder sich befinden, Alles enthält, was zum Dasein und zur Fortdauer eines Individuums nötig ist.

Nur sehr wenige Tiere lassen sich auf eine ähnliche Weise vervielfältigen, bestehen aber dennoch aus ganz anderen, von den Zellen des Pflanzenkörpers höchst verschiedenen Grundlagen. Zwar sind auch an jedem Tiere alle materiellen Bestandteile anfangs einmal Zellen gewesen, aber die meisten haben ihre ursprüngliche Zellennatur abgelegt und damit die Selbständigkeit des Daseins verloren. Diese Umwandlung der Zellen in andere differente Atome ist der wichtigste materielle Charakter des tierischen Wesens, es bringt den innigsten Zusammenhang aller Teile als Glieder eines unteilbaren Ganzen mit sich, und bewirkt die Sonderung der großen einfachen Bedürfnisse in viele untergeordnete nie selbständige Verrichtungen. Während wir bei den Pflanzen in allen Organen Zellen und Zellgewebe wiederfinden, stoßen wir bei den Tieren nur sehr selten auf wirkliches unverändertes Zellgewebe, sondern begegnen vielmehr eigentümlichen, abweichend gestalteten

Molekularformen, deren erster primärer Zustand nur vorübergehend die Zelle gewesen ist. Die Unterschiede dieser abgeleiteten Molekulargebilde richten sich nach den Tätigkeiten der Organe, in denen sie enthalten sind; jedes selbständige Organ, das eine eigene nur ihm zugeteilte Verrichtung besitzt, hat auch eine eigentümliche Form seiner Moleküle oder Atome, und kann mit Leichtigkeit an der konstanten Form seines Gewebes erkannt werden. Wollen wir diesen Unterschieden einige Aufmerksamkeit schenken, um wenigstens so weit es im Kurzen möglich ist, einen Blick zu tun in das innerste Wesen der tierischen Organisation, so müssen wir zunächst die Modifikationsarten aufsuchen, welche die Zellen im Tierreiche erleiden. Wir finden dann in den Organen aller rein tierischen Verrichtungen (animale Organe) die materielle Grundlage in feine Fasern aufgelöst, welche je nach ihrer Bestimmung als Bewegungsfaser (Muskelfiber) oder Empfindungsfaser (Nervenfaser) sich auch materiell und formell von einander unterscheiden. Dagegen treten in allen Organen, deren Verrichtungen die Tiere mit den Pflanzen teilen (vegetative oder Vegetationsorgane), die materiellen Grundbestände nicht isoliert und in einfacher Form auf, sondern mehrfach mit einander verbunden und nach bestimmten Gesetzen an einander gefügt. Deshalb sind die Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane keine einfachen soliden Körper, die aus gleichartigen Molekülen beständen, wie Muskeln und Nerven; sondern sie sind Höhlen und Röhren im Inneren des Tieres, welche von verschiedenen über einander liegenden hautartigen Ausbreitungen der Gewebe umgeben werden, und in der Regel einen Zugang nach außen haben, durch den sie die Gegenstände ihrer Tätigkeiten empfangen oder entfernen, je nachdem sie zur Ausnahme oder Ausscheidung bestimmt sind. Die innerste, oberflächliche Lage dieser Höhlungen besteht überall aus wenig modifizierten, innig an einander gefügten Zellen, welche durch fortdauernde Bildung neuer Zellen unter den alten absterbenden und abfallenden frisch und gesund erhalten wird, in sich aber nur pflanzlich lebt, also auch keine eigne Empfindung hat. Sie heißt Oberhaut oder Epithelium, und ist mit ihren örtlichen

Modifikationen, wohin alle Horngewebe, z. B. die Nägel der Zehen, selbst die Zähne gehören [*4] das einzige Gebilde des tierischen Leibes, worin die ursprüngliche Zellennatur sich dauernd erhält, daher sie auch am meisten dem Pflanzengewebe ähnelt, und an vielen Stellen, an den Haaren, Nägeln, pflanzlich fortwächst, indem unter ihr liegende lebendige Teile (die sogenannte Matrix) stets neue Schichten bilden und den früheren Absatz verdicken oder heraustreiben.

4) Man wird mir einwenden wollen, daß die Zähne nicht ohne Empfindung seien, sondern gerade die die heftigsten Schmerzen machen; allein der Zahn an sich schmerzt nicht, sondern der Nerv, welcher in ihn eindringt. Der Zahn selbst kann gefeilt werden, wie der Nagel geschnitten wird, ohne andere Empfindung als die durch Mitteilung auf die benachbarten Nerven hervorgebrachte.

Unter dem Epithelium folgt eine zweite, aus elastischen Fasern oder Zellgewebe gebildete Schicht, welche im Tierreiche überall zum Einhüllen anderer Organe benutzt wird, hier namentlich den Blutgefäßen und Nerven als Stütze dient, und durchaus nicht mit dem pflanzlichen Zellgewebe im Bau übereinstimmt. Sie ist ein lockeres Fasergewebe mit mannigfachen Lücken, die erste in sich empfindliche Haut der Vegetationsorgane, die Trägerin der Farben an der Oberfläche, und die Matrix des sie bedeckenden Epitheliums. Hat ein Vegetationsorgan irgend eine selbständige, ihm zu seiner Verrichtung notwendige Bewegung, so folgt unter der zweiten Haut eine dritte, aus Muskelfasern gebildete Schicht, von welcher die Bewegung ausgeht. Diese Muskellage besitzt je nach der Kraft, welche sie Hervorbringen soll, eine verschiedene Stärke, ist am Magen vieler Vögel und am Herzen auffallend dick, und kann in ihrer überall als Zusammenziehung mit darauf folgender Erschlaffung und Ausdehnung erscheinenden Tätigkeit durch den Willen des Tieres nicht gehemmt werden; sie bestimmt sich

selbst, und ihre Bewegung heißt deshalb automatisch. Unter der Muskelhaut, die also nur denjenigen Vegetations-Organen zukommt, welche automatische Bewegungen äußern, folgt wieder Zellgewebe, oder, falls das Vegetationsorgan in einer Höhle des Körpers frei hängt, eine sehr zarte feine Haut, die nicht aus Zellen besteht, mithin kein Epithelium ist, sondern eine lokale Modifikation des tierischen Zellgewebes zu sein scheint. Sie haucht eine wässrige Feuchtigkeit in Dunstform aus, wird dadurch höchst glatt oder schlüpfrig, und wegen ihrer Ausscheidung eine seröse Membran genannt. Nimmt nämlich jene Feuchtigkeit, in Masse ausgeschieden, die tropfbare Form an, so führt sie den Namen Serum [*5].

[*5]: Alle unter dem Namen Wassersüchten bekannten Krankheiten beruhen auf übermäßiger Ausscheidung von Serum durch das Zellgewebe und die serösen Häute; etc. beweisen zugleich die Identität beider tierischen Gewebe.

Aus solchen Grundbestandteilen sind die Ernährungs- und Fortpflanzungsorgane der Tiere gebildet. Wie einfach und gleichartig in der materiellen Grundlage hiernach diese Organe zu sein scheinen, eben so verschieden zeigen sie sich in ihrer formellen Ausführung bei den einzelnen Klassen des Tierreiches; daher eine allgemeine Schilderung der letzteren, wenn sie nicht zu einer speziellen Darstellung der tierischen Organisation werden soll, kaum tiefer in die Untersuchung der Formen aller einzelnen Organe eingehen kann. Wir begnügen uns also mit dem bloßen Resultate, welches im Gegensatz gegen die Natur der Pflanzen von Wichtigkeit ist, indem es uns lehrt, daß beim Tier kein Teil seines Körpers ein für sich bestehendes Leben führt, sondern das Ganze lediglich durch das Ineinandergreifen von Teilen, die alle zu ihm in einem untergeordneten Verhältnisse stehen, erhalten wird. Je komplizierter diese Anlage ist, um so höher erhebt sich die tierische Natur in ihrem eigentümlichen Wesen, um so inniger werden die Beziehungen der Teile unter sich und zum Ganzen; daher es uns nicht verstattet ist, einzelne Teile des tierischen Körpers abzulösen und sie zu einem individuellen Dasein zu bestimmen, es sei denn, daß in einem solchen Teile alle wesentlichen Organe des tierischen Lebens sich befänden. Tiere der unvollkommensten Art, in denen die Trennung der Organe aus uranfänglichen Grundformen noch nicht zum Durchbruche gekommen ist, lassen einen solchen Fall zu; sie vermehren sich auch wirklich durch Ablösung einzelner Stücke ihres Körpers. Selbst die homonomen Typen der Gliedertiere, deren Körper aus unendlichen gleichen Teilen, die in sich eben der Gleichheit wegen alle substantiellen und formellen Grundbestandteile der Tiere wiederholen, besteht, können durch Trennung in mehrere Abschnitte zu mehreren Individuen werden, aber mit dem Charakter der Heteronomität hört diese Fähigkeit auf, und kein Teil kann von jetzt an abgelöst ein individuelles Dasein fortsetzen. Alsdann ist auch die Sonderung wesentlicher Organe vom Körper eben so gefährlich, wie ihre bloße Verletzung; sie zieht in allen Fällen, wo das betroffene Organ ein Grundmoment des tierischen Lebens ausmacht, und seine Stelle nicht durch andere Organe vertreten werden kann, den Tod des Individuums als unausbleibliche Folge nach sich. In der Regel sind es die Zentra der Empfindungs- und Ernährungsorgane, welche eine so große Bedeutung auf die Existenz des Individuums ausüben, und nicht ohne Nachteil beeinträchtigt werden können; während die Bewegungs- und Fortpflanzungsorgane nie gleich wichtige Rollen im Haushalte des Individuums spielen, daher ihre Verletzung nur dann letal wird, wenn zugleich wichtige Teile der Ernährungs- und Empfindungsorgane mit betroffen wurden. Kleinere Verletzungen gleicht übrigens die produzierende Kraft des Lebens durch den periodischen Stoffwechsel in allen Organen wieder aus, allein größere Verluste können nur von unvollkommenen Geschöpfen an einzelnen, zumal an Bewegungsorganen, wieder hergestellt werden. —

Wir sind nach diesen Bemerkungen über die formellen, materiellen und funktionellen Unterschiede des Tier- und Pflanzenreiches zur näheren Untersuchung derjenigen formellen

Verschiedenheiten vorbereitet, welche innerhalb eines jeden von beiden Reichen wirklich sich finden, und können daher die Betrachtung der systematischen Anordnung beginnen. In ihr erkennen wir die wirklichen Unterschiede der Organismen in einer Folge, wie sie die Natur uns selbst vorlegt, während jene früheren Betrachtungen uns bloß die Methode angaben, welche bei Darstellung der Mannigfaltigkeit befolgt ist. Denn es scheint, außer diesem Grundmoment der Differenzierung, immer noch ein zweites Moment auf die wirklichen Formen der Organismen seinen Einfluß ausgeübt und wesentlich zur Annahme der jedesmaligen bestimmten Form beigetragen zu haben. Dieses Moment liegt in der Umgebung der einzelnen Naturkörper bei ihrem ersten Entstehen, und verhält sich wie ein Stempel, durch dessen eigentümliche Einwirkungen seiner bis dahin allgemein typischen Idee ein bestimmter Charakter aufgedrückt wurde. Klima, Boden, Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre, Lebensweise, Nahrungsmittel sind solche Agenten, deren Einfluß hinreichend ans den abweichenden Formen derjenigen Organismen erkannt werden kann, welche, gleich dem menschlichen, allen Mannigfaltigkeiten derselben ausgesetzt sind. Wenn demnach der Typus oder der Grundgedanke auch in den verschiedenen Menschenformen derselbe ist, so erscheinen uns die Völker der Erde doch eben dieser Einflüsse wegen höchst ungleich, und beweisen unumstößlich die Macht der Verhältnisse über den idealen Grundriß, der in allen gleichmäßig enthalten ist. Je allgemeiner dieser Grundriß gefaßt wurde, je weniger Bestimmungsstücke ihn zusammensetzen, um so größer ist die Freiheit der Modifikation durch äußere Agenten, und darum konnte der höchst konkrete menschliche Typus nur in einigen unwesentlichen Momenten, wie in der Größe, Farbe und Relation der Teile durch diese Einflüsse modifiziert werden, während minder konkrete Formen ihnen einen größeren Spielraum verstatteten [= gestatteten]. In selbst dann äußert sich diese Einwirkung noch, wenn die bestimmte Form schon durch solche lokale Einflüsse Hervorgerufen ist, und der entstandene Typus nun anderen Einflüssen sich aussetzt; allein in allen solchen Fällen ist die Wirkung geringer. Wenn wir daher die verschiedenen Arten des Katzengeschlechtes als Produkte solcher äußeren Einflüsse auf die Idee Katze, welche in Allen enthalten ist, ansehen, und die Mannigfaltigkeit der Artunterschiede aus der Menge von äußeren Einflüssen herleiten, unter denen Katzen auf der ganzen Oberfläche der Erde entstanden ; so sehen wir dennoch unsere Hauskatze nie in der heißen Zone zum Löwen oder Tiger werden, weil sie schon einen bestimmten Artcharakter durch andere Einflüsse im Moment ihrer Entstehung erhielt. Diesen Charakter behauptet sie, da er ihre wesentlichste Eigentümlichkeit ist, unter allen Umständen, und ändert ihn durch verschiedene Einflüsse nur in einzelnen weniger wichtigen Momenten. Hierbei gilt ferner als Grundsatz, der in allen Fällen sich wiederholt, daß die markierter Individualität auch das größere Bestreben sich zu behaupten äußert, und weil im Katzengeschlecht der Arttypus viel greller auftritt, als z. B. im Hundegeschlecht, so erklärt es sich schon daraus, warum der Haushund mehr zur Abänderung seines Typus neigen mußte, als die Hauskatze. Auch die Nationen bestätigen diese Regel. Juden und Neger behielten ihren nationalen Charakter trotz dem ändernden Einflüsse der Zonen, weil er viel greller ist, als der nationale Typus indogermanischer Völker, bei denen die Neigung zu Variationen schon deshalb größer sein wird, als bei anderen Völkerstämmen, weil in ihnen die ideale Grundform des Menschen sich am reinsten erhalten hat, also durch keine hervorragende Eigentümlichkeit abgeändert ist. —

Die Eigenschaften, welche von den äußeren Einflüssen herrühren, sind übrigens immer die letzten und subtilsten Unterschiede, und können bei einer allgemeinen Betrachtung des Tier- und Pflanzenreiches nur sehr wenig in Erwägung gezogen werden. Allein für unseren Zweck haben sie dennoch eine hohe Bedeutung, weil sie einen großen Teil der Eigentümlichkeiten aller älteren untergangenen Geschöpfe erklären. Auch zeugt gerade die übrige typische Identität

dieser Geschöpfe mit gegenwärtigen für die Richtigkeit der ganzen Ansicht und läßt uns keinen Zweifel mehr an der Übereinstimmung des Planes, nach welchen, die damaligen Organismen geschaffen wurden, mildem gegenwärtigen Ideengange der Organisation. Im Allgemeinen ist übrigens die Mannigfaltigkeit jener ältesten Geschöpfe geringer, die Menge der einzelnen Individuen aber oft beträchtlicher und größer; Eigenschaften, die sich leicht als Resultate damaliger äußerer Verhältnisse Nachweisen lassen, in so fern die Mannigfaltigkeit der äußeren Medien, welche der Gegenwart zukommt, und ganz besonders die Unterschiede der Zonen, noch nicht so groß waren, die Nährkraft des Bodens aber für jedes einzelne Individuum schon deshalb stärker sein konnte, weil er weniger Formen zu versorgen und in ihren Bedürfnissen zu unterstützen hatte. Im Ganzen mag die Masse des organischen Stoffes relativ selbst etwas größer gewesen sein als jetzt, aber seine Verteilung war sicher eine andere. Wenige groteske Pflanzenformen bekleideten damals in reichlicher Fülle der Individuen zu einander gesellt das erste trocken gelegte Erdreich, und bewirkten durch ihre allgemeine Übereinstimmung einen stets gleichen Anschein. Kein Säugetier bewohnte diese Wälder, kein Vogel umkreiste die Wipfel der Bäume, lautlos lag die ganze Schöpfung im morgendlichen Schlummer, denn kein der Stimme fähiges Geschöpf hatte sich bis dahin der Erde entwunden. Stumme Wasserbewohner umgaben, größtenteils aller schnellen Bewegungen beraubt, im Schneckengange dahin kriechend oder ganz ruhend jene ältesten Inseln, die noch keinen Fruchtbaum trugen, keine Blumen entwickeln konnten; und wenn wirklich eine schleichende Eidechse in diesen Gebüsch lebte, so mußte sie umherlauschen und aus den Meeresthieren mühsam ihre Nahrung sich auffischen. Denn sie war, so scheint es, der einzige größere Bewohner jener bewaldeten Eilande im unabsehbaren Weltmeer.

Aber wir vergessen, daß es noch nicht unsere Aufgabe sein kann, die verschiedenen Schöpfungsperioden nach ihren Organismen zu schildern, weil wir uns noch nicht mit den Gestalten selbst bekannt gemacht haben, deren modifizierte Abbilder wir in ihnen bewundern wollen. Darum müssen wir zunächst die systematische Darstellung der Tier- und Pflanzenformen nach ihren Haupttypen hier folgen lassen [*6]. —

[*6]: Eine bildliche Darstellung der erwähnten Hauptformen im Texte würde zu umfassend werden, daher sie unterbleiben mußte. Für das hier gesteckte Ziel der Betrachtung möchten die botanischen Abbildungen, welche auf 44 Tafeln bei G. Reimer in Berlin (1845. 4.) erschienen sind, genügen. Der Leser wird bei ihrer Einsicht wenigstens die charakteristischen Organe aller erwähnten Gewächse näher kennenlernen. —

Das Pflanzenreich nimmt, wie überall, so auch im System, den einfacheren Entwicklungsgang, und kann in gedrängter Kürze übersichtlich genug dargestellt werden. Es beginnt in seinen untersten Gliedern mit Gewächsen, die aus lauter gleichen Zellen bestehen, und durchaus keinen Gegensatz von Achse und peripherischen Radien entwickeln. Diese Gewächse bilden die niedrigste Stufe der Organisation; denn sie haben nicht bloß keinen Stamm und keine Blätter, sondern auch keine Zweige, keine Blumen, keine Früchte und keine Samen; weil alle diese Bestandteile höherer Gewächse bloße Modifikationen der Achse und der Radien sind. Fehlt also schon der Unterschied von Stamm und Blatt, so fehlen auch sicher die daraus abgeleiteten Teile; die Pflanze kann sich nur durch Ablösung einzelner Zellen ihres Gewebes vermehren, und tut das in der Tat. Solche Zellen nennt man Sporen. Drei bekannte Gruppen des Pflanzenreiches, die Pilze, Algen oder Wasserfäden und die Flechten machen den Inhalt der blattlosen Gewächse (Pl. aphyllae) aus. Bei den Pilzen, die nur in der Luft, aber an feuchten Orten, am liebsten im Finstern gedeihen, ist der Typus massig, kuglig, kolbig, endlich schirmförmig; bei den Algen und Flechten neigt er zu blattförmigen Ausbreitungen. Dort ist die Form der Pflanzenachse allein mannigfach dargestellt, hier der Typus ihrer peripherischen Radien. Algen gedeihen nur im Wasser, Flechten

nur im Trocknen; jene bevölkern das Weltmeer und die Binnengewässer mit den ersten pflanzlichen Organismen, diese den nackten Felsen und das harte ausgedörrte Erdreich des Festlandes. Pilze dagegen sind an andere Organismen gebunden und entstehen am liebsten auf deren Leichen und Exkrementen. Schon deshalb waren wohl Algen und Flechten, wie sie noch jetzt als erste organische Gebilde da auftreten, wo bisher kein organisches Leben gedeihen konnte, die ältesten und ersten Spuren des Pflanzenreiches.

Hat die Natur ihre Mannigfaltigkeit in den zahlreichen Mitgliedern jener drei Gruppen genugsam an den Tag gelegt, so beginnt sie die Darstellung vollkommenerer Gewächse unter der Form von Achse und Radian, zunächst aber die Radian auf ihre ersten Grundtypen, die einfachen Stammradian oder Blätter, beschränkend. Den Pflanzen dieser zweiten Stufe fehlen in gleicher Art die Blumen, Früchte und Samen, aber ihre Fortpflanzung geschieht erst durch Sporen, welchem Besonderen Kapseln sich bilden, obgleich ihre Substanz, ganz wie bei den vorigen, einfaches homogenes nur mehr geregeltes Zellgewebe ist. Solche Gewächse sind die Moose, eine durch Kleinheit der Umrisse, Zartheit des Gefüges und Zierlichkeit in den Formen ausgezeichnete Gruppe, deren Aufenthaltsorte mit denen der Flechten und Süßwasseralgen oder Konserven dieselben zu sein Pflegen. Eins ihrer Mitglieder, das Torfmoos, spielt im Haushalte der Natur eine wichtige Rolle.

Bis dahin erleiden die Zellen des Pflanzenkörpers keine wesentlichen Modifikationen, sie erscheinen überall im ganzen Gewächs so ziemlich unter derselben Form; allein die einfache Homogenität genügt für die zusammengesetzten Prozesse höherer Gewächse nicht mehr. Daher treffen wir Don jetzt an, neben dem unveränderten Zellgewebe, Bündel langgestreckter Zellen, welche andere eigentümliche, durch faserförmige Gebilde, die ihre inneren Wände überkleiden, ausgezeichnete Zellen (sogenannte Spiralgefäße, Treppengänge und punktierte Gefäße) zwischen sich nehmen, und zum Teil eine sehr große Festigkeit durch schichtweise Verdickung ihrer Membranen bekommen. Die Bündel bewirken die Festigkeit der Pflanzen- Substanz und heißen Holzbündel, auch wohl Gesäßbündel, weil man früher ihre Bestandteile für Gefäße oder Röhren hielt, was sie indes ursprünglich nie sind, sondern höchstens durch Schwinden der Scheidewände zwischen den Zellen nach und nach werden. Ihre Anwesenheit im Stamm und den Blättern bedingt eine dritte Hauptgruppe des Pflanzenreiches, wenn zugleich beide Grundbestandteile des Pflanzenkörpers, die Achse und die Radian, allein vorhanden sind, alle höheren Potenzen der letzteren aber, also Blumen, Früchte und Samen, noch kehlen. Diese Gewächse heißen Gefäßpflanzen ohne Samen (Pl. vasculares acotyledoneae) und bilden gleich den Moosen nur Sporen, welche in eigentümlich geformten Kapseln stecken. Stehen die Kapseln an der Achse, so erhält man die Gruppe der Caulocarpae, stehen sie an den Radian, die der Phyllocarpae. Beide Pflanzenfamilien sind von großer Bedeutung in der Vorwelt gewesen, und haben eine Zeitlang die Hauptrepräsentanten der gesamten Vegetation ausgemacht. Gegenwärtig erreicht nur die zweite noch baumartige Formen, aber bloß zwischen den Tropen; bei uns sind sie auf die unscheinbaren Formen der Schachtelhalme (*Equisetum*) und Waldfarnkräuter (*Filices*) beschränkt.

Mit dem Auftreten der Blattmetamorphose zur Blume beginnt nun die höhere Darstellung des Pflanzenreiches in der folgenden vierten Hauptgruppe. Die Mitglieder derselben bestehen in ihrem Innern aus Zellgewebe und Holz- oder Gefäßbündeln, zeigen äußerlich Achse und Radian, zugleich aber modifizierte Nebenachsen oder Blumen. Ihnen kommen auch Früchte und wahre Samen zu. Der Ban des letzteren gibt am bestimmtesten diejenige Eigentümlichkeit an, welche die Hauptunterschiede der formellen Mannigfaltigkeit fernerhin kenntlich macht. Wirschen nämlich den Keim des jungen Pflänzchens im Samen, den Embryo, entweder von einem

einfachen Hüllblatt (Samenlappen, Cotyledon) umschlossen, oder von zwei oder mehreren, Opponenten. Hiernach unterscheidet man alle höheren Gewächse als Monocotyledonen und Dicotyledonen. Die Monocotyledonen, deren Mitglieder den Inhalt der vierten Entwicklungsstufe des Pflanzenreiches ausmachen, haben zerstreute Gefäßbündel im Stamm, und in der Regel keine einfachen Nebenachsen oder Zweige; ihre Blätter bieten keinen deutlichen Gegensatz des Baues zwischen oberer und unterer Fläche dar, und zeigen nur sehr selten hervorragende verästelte Rippen oder Ausbreitungen der in ihnen enthaltenen Gefäßbündel; sie brechen nicht an bestimmten Stellen der Achse ab, sondern vertrocknen langsam von der Spitze zur Basis hin; in ihren Blumen fehlt gewöhnlich ein bestimmter Unterschied zwischen Kelch und Krone; das Zahlenverhältnis ist meistens die Dreizahl, der Keim endlich hat, wie schon erwähnt wurde, nur einen Samenlappen. Gräser, Palmen, Liliengewächse und Musaceen machen die Haupttypen dieser großen, gegenwärtig der Tropenzone in ihrem meisten und schönsten Formen überwiesenen Gruppe des Pflanzenreiches aus, sie erreichen damit ebenso viele Steigerungen der Idee, welche den Monocotyledonen innewohnt, zu höheren Potenzen. Bei den Gräsern erscheint die Blume aus ihrer untersten Stufe, ohne gefärbte Hüllen, noch irregulär, und ihre Radian sind von der Blattbildung des Stammes nicht wesentlich verschieden; die Früchte sind einsamig, der Stengel ist lückenhaft und meist hohl. Auffallend widerspricht dieser unvollkommenen Ausführung die hohe Bedeutung, welche die Gräser im Haushalte der Natur spielen; denn ohne Zweifel sind sie in ihren verschiedenen Teilen die Hauptnahrung aller von Pflanzen sich nährenden tierischen Wesen. Auch der Mensch dankt ihnen das vollendete Dasein der Gesittung, da alle Kultur mit dem Ackerbau ihren Anfang nimmt. Palmen, durch hohe schlanke Achsen, prachtvoll gestaltete Blätter, aber ungefärbte Blüten und zum Teil brauchbare Früchte (Datteln, Kokosnüsse) ausgezeichnet, schließen sich auch mit ihrem Mehlgehalt (Sago) den Gräsern an, stehen aber durch reguläre Blumen wie durch die ganze Bildung der Achse und Radian höher als die letzteren. Sie sind Kinder der Tropen, erfüllen das ungewohnte Auge mit Staunen und Bewunderung, aber weichen in ihrer Bedeutung für das Menschengeschlecht den Gräsern in Allem. Liliengewächse, diese Freunde und Lieblinge der Menschheit von jeher, so weit die Geschichte reicht, haben in den regulären, prächtig gefärbten Blüten jene Zierden von der Natur erhalten, deren Anblick uns so wohl gefällt; aber Stamm und Radian stehen hinter den Palmenformen zurück, und keine eßbare Frucht, kaum ein nahrhafter Stoff, entwächst ihren Keimen. Sie wurden nur zur Freude, zur Lust geschaffen und bekleideten mit glänzenden Hüllen den Mangel inneren Gehaltes, der auch unter uns nur selten mit freundlichen Blicken oder schönen Zügen sich paart, und dann eine unwiderstehliche Gewalt über die Herzen seiner Umgebung auszuüben pflegt. Endlich die Musaceen stehen den Liliaceen nahe, denn auch ihre Blüten gehören zu den prachtvollsten; aber die irreguläre, zum Teil symmetrische Entwicklung derselben und das Verkümmern einzelner innerer Teile bietet dem Kenner auffallende Unterschiede dar. Gleich den Palmen an die Tropen gefesselt, sind sie den Augen der Europäer größtenteils unbekannt, spielen aber in ihrer Heimat eine wichtige Rolle, da der Hauptrepräsentant unter ihnen, der Bananenbaum (*Musa sapientum*), durch einen kräftigen Stamm, Größe der Blätter, Farbenpracht der Blume und wohlschmeckende nährnde Früchte alle die Gaben von der Natur zugleich erhielt, welche Gräsern, Palmen und Liliengewächsen einzeln zukommen und sie dem Menschengeschlecht wert machen. Der Bananenbaum ist daher der König des monocotyledonischen Reiches, zugleich aber der verzärteltste Sohn des Himmels, denn nur an feuchten Stellen der heißesten tropischen Sonnenglut ausgesetzt, gedeiht er vollkommen.

Die letzte oder fünfte Stufe des Gewächsreiches, die Dicotyledonen umfassend, zeigt sich in allen Teilen geregelter angelegt, und hat schon dadurch vor den Monocotyledonen den Vorzug. In

ihrem Stamm stehen die Gefäß- und Holzbündel nach bestimmten Gesetzen, beschreiben Kreise, und verwachsen später zu geschlossenen Ringen, die periodisch gebildet als Jahresringe das Alter des Baumes angeben. Dadurch erhält der Stamm einen Unterschied von Rinde, Splint, Holz und Mark, als eben so viel von außen nach innen auf einander folgende Schichten, welche den Monocotyledonen nicht zukommen. In der Regel haben sie Äste, und ihre Blätter zeigen hervorragende, verästelte netzförmige Rippen, welche den Unterschied von unterer und oberer Blattfläche unterstützen. An den Blumen lassen sich Kelch und Krone gewöhnlich leicht durch die bloße Farbe unterscheiden, und ihr Same enthält einen Keim, der mindestens von zwei Samenlappen umschlossen ist. Trotz dieser eingreifenden und wesentlichen Verschiedenheit durchlaufen die Dicotyledonen einen ähnlichen Entwicklungsgang, und zeigen uns namentlich in den Blumen einen dreifachen, charakteristischen Unterschied. —

Bei der ersten Unterabteilung oder Klasse fehlt die innere gefärbte Blumenhülle, die Krone, und der Kelch ist allein vorhanden; man nennt sie Apetalae, weil *petalum* der Kunstausdruck für das Blumenblatt ist. Viele von ihnen bilden bloß Staubgefäße oder bloß Stempel in einer und derselben Blume, und tragen zwiefach verschiedene Blüten (Pl. *declineae*), welche bald auf demselben Stamm neben einander stehen (Pl. *monoecae*), bald sogar auf verschiedenen Stämmen (Pl. *dioecae*). Für den ersten Fall liefern Eichen, Buchen, Haselnüsse und Wallnüsse, für den zweiten Pappeln und Weiden bekannte Beispiele. Nicht hiernach, sondern nach der Trennung der Geschlechter in verschiedene Blumen überhaupt teilt man sie ein. Zu den diklinischen Gewächsen, bei denen also eine Blume immer nur Staubgefäße enthält, während die andere die Stempel trägt, gehören die Nadelhölzer (*Coniferae*) und Laubhölzer (*Amentaceae*) der gemäßigten Zone, nebst den Brennesseln (*Urticeae*) und Wolfsmilch artigen Pflanzen (*Euphorbiaceae*); beide bei uns zwar nur Kräuter, in der Tropenzone aber Bäume. Wer kennt nicht die Feige und den Maulbeerbaum, aber nur Botaniker wissen, daß sie in Blume und Frucht mit den gemeinen Brennesseln am nächsten verwandt sind. Die Euphorbien, durch ihren scharfen Milchsaft ausgezeichnet, erreichen ebenfalls baumartige Größen in heißen Gegenden und liefern, gleich Urtieren, Arzneimittel oder andere brauchbare Stoffe, z. B. Kautschuk. Die heftigsten Gifte des Pflanzenreichs stammen außerdem von Mitgliedern beider Familien. Wichtiger sind ohne Frage die Nadel- und Laubhölzer, Pflanzengruppen, die an Bedeutung für die Wohlfahrt und das Gedeihen der Menschheit, durch die Mittel, welche sie dem Verkehr der Nationen im Großen und im Kleinen darbieten, zu den uns notwendigsten Produkten der Schöpfung gehören, und höchstens an Wert von den Cerealien und Gräsern überhaupt übertroffen werden. In ihnen hat der Norden seine Wohlhabigkeit, die gemäßigte Zone einen Teil ihres Reichtums begründet, Kultur und Luxus überall ihre Stützen und Träger gefunden. Die monoklinischen Gewächse, deren Blumen Staubgefäße und Stempel zugleich tragen, und deshalb Zwitterblumen heißen, enthalten keine so wichtigen Familien. Die Melden (*Chenopodicae*) und Buchweizen (*Polygoneae*) liefern dem Menschen Nahrungsstoffe, die Lorbeerbäume (*Laurinae*) gewürzhafte Stoffe; aber alle stehen an Bedeutung den Diklinisten nach. Bei vielen Monoklinisten nimmt übrigens der Kelch eine bunte Farbe an und ähnelt dann der Blumenkrone, ohne selbst Krone zu sein. Solche buntfarbigen Blüten, zu denen u. a. der Hahnenkamm als eine der bekanntesten gehört, zieht man auch im Garten; selbst die Blüte des Lorbeerbaumes hat einen gefärbten aber weißen Kelch.

Die zweite Klasse der Dicotyledonen besitzt zwar eine eigentümlich gefärbte Krone, allein ihre Blätter sind zu einem Rohr, einer Tute oder einem Trichter verbunden, und höchstens am äußern Umfange der Krone wirklich geteilt. Man nennt diese Gewächse Monopetalae, und unterscheidet zwei Gruppen auch unter ihnen, je nachdem die Krone frei an der Blumenachse sitzt (*Thalanthae*) oder am Kelche (*Calycanthae*). Zur ersten Abteilung gehören fast nur zarte

krautartige Pflanzen mit einjährigen, oft sehr kurzen Stengeln, deren zierliche und hübsche Blumen uns indes wieder viele Teilnahme zu entlocken Pflegen. Die Schlüsselblumen (Primulaceae), die Löwenmaulartigen Pflanzen (Personatae), die gewürzhaften Münzgewächse (Labiatae), beide mit symmetrischen zweilippigen Blumen, die allgemein beliebten Mäuseöhrchen oder Vergißmeinnicht Pflänzchen (Asperifoliae), endlich die Winden (Convolvulaceae) und Kartoffelgewächse (Solaneae) mit ihren Nahrungsstoffen neben heftig wirkenden narkotischen Giften, gehören zu dieser Gruppe des Pflanzenreiches. Unter den Calycanthen treffen wir auf die Familie des Krapp (Rubiaceae), der Chinarindenbäume (Cinchoneae), des Baldrians (Valerianeae) und die große umfangreiche Familie der Sternblumen (Compositae s. Syngenesistae), welche im Löwenzahn (*Leontodon taraxacum*) durch das gemeinste Gewächs unserer Gegenden vertreten ist, übrigens aber durch Disteln, Kletten, Kopfsalat und Zichorien Jedermann als eben so unangenehm wie nützlich bekannt sein muß. Die Glockenblumen (Campanulaceae), Kürbisgewächse (Cucurbitaceae) nebst Gurken und Melonen bilden den Schluß dieser Abteilung, und erregen in ihnen ebenso sehr unsere Aufmerksamkeit durch die Früchte, welche sie liefern, als in den Passionsblumen (Passiflorae) durch die herrlichen Blumen, mit denen sie sich schmücken.

Endlich die dritte Klasse der Dikotyledonen, die letzte Hauptabteilung des Pflanzenreiches, unterscheidet sich durch ihre vollständige mehrblättrige Krone sogleich von der vorigen, und führt nach ihr den Namen Polypetalae. Die zahlreichste von allen Pflanzengruppen, was die formelle Mannigfaltigkeit ihres Inhalts betrifft, erscheint sie schon dadurch als das Schlußglied der vegetabilischen Schöpfung, und rechtfertigt diese Annahme durch die allseitige Vollendung ihrer Arten vollkommen. Zunächst sondern sich letztere, nach der Stellung ihrer Kronenblätter, wieder in zwei Gruppen, in Calycopetalae, wo sie der Kelch trägt, und in Thalamopetalae, woselbst sie an der Achse sitzen. Die Doldengewächse (Umbeliferae) mit ihren gewürzhaften ätherischen Stoffen; die harzreiche Gruppe der Resinariae; die in unendlicher Menge auftretende, als Nahrungs- und Futtergewächse so wichtige Familie der Hülsenpflanzen (Leguminosae), mit ihren hübschen, einem sitzenden Schmetterlinge ähnlichen Blüten, wohin Klee, Esparsette, Erbsen, Bohnen und Wicken als wichtigste Mitglieder gehören; dann die liebliche Gruppe der Rosen (Rosaceae), gleich ausgezeichnet durch die Blumen wie durch die Früchte, welche, wie Erdbeeren, Himbeeren, Kirschen, Pflaumen, Birnen, Äpfel, ihr angehören; die Myrten (Myrtaceae), der Schmuck warmer Gegenden, in denen der Granatapfel, der schönste ihrer Sprößlinge, herrlich gedeiht; endlich die sonderbaren, ihrer dicken fleischigen Blätter wegen so merkwürdigen Saftgewächse (Succulentae), welche im Gegensatz gegen ihren wasserreichen Inhalt die trockensten Standpunkte lieben und gerade durch die Feuchtigkeit ihrer Masse den glühendsten Sonnenstrahlen widerstehen. Mauerpfeffer (*Sedum*) und Hauslaub (*Sempervivum*) sind in unserer Zone die dürtigen Surrogate der prächtigen Kakteen und Mesembryanthemum- Arten, von denen das tropische Amerika und südliche Afrika eine so herrliche Fülle hervorgebracht hat. — Unter den Thalamopetalen eröffnen die zierlichen Nelkengewächse (Caryophylleae) und die unscheinbaren, aber doch so lieblichen Veilchen (Violarineae) die Reihe der Formen. Geranien, Balsaminen und Sauerklееarten (Oxalideae) schließen sich als nächste Verwandte daran; alle durch große Neigung zu krautartigem Wuchse, wenigstens bei uns, ausgezeichnet. Ahorne, Roßkastanien und Linden folgen ihnen als baumartige verwandte Formen. Dann die Malvengewächse mit ihren zahlreichen, in eine Säule verwachsenen Staubgefäßen und schönen Blumen. Die Baumwollenpflanze (*Gossypium*), ein Mitglied dieser Familie, und die dicksten Bäume der Erde (*Adansonia*), machen sie besonders merkwürdig. Ihnen folgen die Kreuzblumen (Cruciferae) und Mohngewächse, wegen der seltenen, in ihren Blütenteilen herrschenden Grundzahl vier botanisch eben so merkwürdig, wie

ökonomisch wegen ihres Gehalts an nahrhaften (Kohl), öligen (Rapps), scharfen (Senf) und betäubenden (Opium) Stoffen. Als Schlußglied der letzten Reihe erscheinen die prachtvollen Orangengewächse (Aurantiaceae) mit ihren lederartigen drüsigen Blättern, ihren schön duftenden herrlichen Blüten und wohlschmeckenden Früchten; oder die Annonaceen, Pflanzen die bei gleichen Eigenschaften sich durch die Form der Frucht leicht von den vorigen unterscheiden. Tulpen bäum (Liriodendron) und Magnolie sind ihre bekanntesten Repräsentanten. Sie gehören durchaus der wärmeren oder heißen Zone an, jene in der alten, diese in der neuen Welt zur höchsten Vollendung gebracht; die gemäßigte und kalte Zone hat nur dürftige Stellvertreter der vollkommensten aller Gewächse, deren Blumen wenigstens jenen Vorbildern nur wenig nachstehen. Ranunkeln und Wasserlilien scheinen diejenigen Gestalten zu sein, welche auf den Namen der vollendetsten einheimischen Gewächse die größten Ansprüche haben dürsten.

