



Phys. sp. 578<sup>n</sup>

Rossmassler











Zeichnung von P. H. v. Kittlitz.

Schnitt und Druck von Eduard Kretschmar in Leipzig.

**Lebensformen der Steinkohle.**

Die

# Geschichte der Erde.

---

Eine Darstellung  
für  
gebildete Leser und Leserinnen  
von  
E. A. Hofmäfler.

---

Mit Illustrationen und einer landschaftlichen Ansicht  
aus der Steinkohlenzeit.

---

Frankfurt a. M.  
Verlag von Meidinger Sohn & Comp.

1856. 3  
1-27-270-3

BIBLIOTHECA  
REGIA  
MONACENSIS.

**Bayerische  
Staatsbibliothek  
München**

Druck von G. B. Veste in Darmstadt.

Dem

# häuslichen Heerde seines Volkes

widmet diese Darstellung

der Verfasser.

Dich, „häuslicher Heerd“, pflegt man zu nennen, wenn man die Blüthe menschlichen Seyns bezeichnen will: die in Liebe und gemeinsamen Streben verbundene Familie.

Du bist der Kreis, in dessen Mittelpunkte die Zaubermacht ruht, welche verwandte Glieder zum einigen Leibe zusammenhält und das vom Leben der Außenwelt Angezogene immer wieder in sich zurückzieht. Du bist also der wahre Mikrokosmos gegenüber dem Makrokosmos des Erdballs, welcher ebenfalls nichts entrinnen läßt, was er als sein mit dem Mantel seiner Liebe, der Atmosphäre, umhüllt.

Bin ich demnach nicht recht eigentlich verpflichtet, auf Dir mein Buch niederzulegen, welches die Geschichte des großen allgemeinen häuslichen Heerdes malt? Siehe die Bilder der Familien-Ahnen an Deinen Wänden, die veralteten Formen der sorgsam aufbewahrten Geschirre in Deinen eichenen Schreinen — sind sie nicht die Denkmäler Deiner Geschichte, wie es für die Erdgeschichte die erloschenen Formen der Versteinerungen in den fest verschlossenen Felsenbehältern sind?

Dir also, Du lieber treuer Freund, sei mein Buch geweiht. Rufe die Deinigen zusammen und lege es ihnen in die Hand, auf daß sie daraus im Vergleiche Deiner mit Deinem großen Vorbilde Deinen und ihren Werth und wahre Bedeutung empfinden.

---

## V o r w o r t.

---

Es bedarf keiner weiteren Beweisführung, daß die Betreibung irgend welcher Abtheilung der beschreibenden Naturwissenschaft der Grundlage entbehrt, wenn sie nicht auf einer übersichtlichen Anschauung von der Erdgeschichte beruht. Der gegenwärtige Zustand der Erdoberfläche sammt ihrer belebten Bevölkerung ist eben so sehr die unmittelbare Fortsetzung vorausgegangener Zustände, wie das gegenwärtige Menschengeschlecht mit seinen Culturzuständen sich unmittelbar an eine lange Reihe von Vergangenen anknüpft. Der Geschichtschreiber eines Volkes verfehlt nie, die bedingenden Ursachen von dessen gegenwärtigem Sein und Wesen bis in graue Vorzeiten zu verfolgen. Die Geschichte ist ein ewig fließender Strom. Die erdbeschreibenden Reisenden werden nie müde, nach den Quellen des Nil zu suchen — wie sollten die Naturforscher, und in gewissem Sinn sollte jeder Gebildete dies sein, es unterlassen, den Zwillingstrom des Thier- und Pflanzenreiches bis an seine Quelle zu verfolgen? Sie liegt tief verschüttet, und dennoch immer noch reich an Labung für den Wissensdurst, in den untersten Schichten der Erdrinde.

So angesehen gewinnt die Erdgeschichte ihre rechte Bedeutung als eine Vorgeschichte jener umfassenden Geschichtswissenschaft, welche von dem nach kleinen übersichtlichen Abtheilungen verlangenden Wissenstrieb des Menschen gemeinlich so vielfach zerrissen wird, daß man zuletzt die Theile für unzusammengehörig halten gelernt hat.

Auf diese Auffassung der Geologie als Vorgeschichte heutiger Erdzustände habe ich in vorliegender Arbeit eine starke Betonung gelegt. Ich glaubte es thun zu sollen gegenüber einer anderen Auffassung, nach welcher die Geologie fast zu einer Sagen Geschichte wird, zwischen welcher und der Gegenwart der Vernende fast den Zusammenhang verliert, und welcher gegenüber die Gegenwart fast zu einem Ausnahmestande unter der Herrschaft anderer Gesetze und Kräfte wird.

Lyell hat nicht Unrecht, wenn er sagt, daß die Geologie von der Kosmogonie ebenso weit verschieden ist, als die Speculation über die Entstehung des Menschengeschlechts von der Geschichte. Aus diesem Grunde habe ich bis auf eine kurze Erwähnung der gangbarsten Hypothese über die Entstehung der Erde die ganze Geogenie aus diesem Buche ausgeschlossen und nach dem Vorgange Lyells mich bemüht, den gegenwärtigen Zustand der Erdrinde, soweit sie menschlicher Forschung mittelbar und unmittelbar zugänglich ist, durch noch jetzt wirksame Ursachen zu erklären.

Dadurch wird die Geologie unmittelbar die Vorgeschichte der gegenwärtigen Erdzustände, sie rückt uns in vertrauliche Nähe und verliert das Sagenhafte, den wissenschaftlichen Glauben zu sehr in Anspruch Nehmende.

Die ganze erste Abtheilung des Buches beschäftigt sich daher lediglich mit der Gegenwart, d. h. mit dem Zeitraume, von dessen



erdgeschichtlichen Vorgängen wir unzweifelhafte Kunde haben. Dies „unzweifelhaft“ beruht freilich nicht auf beglaubigten Schriftstücken. Auge und Ohr der Wissenschaft dringen weiter, als bis zur Erfindung der bleibenden Mittheilungsmittel der Menschen. Erst wenn man weiß, welche und wie erhebliche Umgestaltungen der Erdoberfläche noch gegenwärtig und aus welchen Ursachen sie stattfinden — erst dann ist man einigermaßen im Stande, sich die Entstehungsweise derjenigen Form- und Massenverhältnisse der Erdkruste zu erklären, welche aus Zeiten herkommen, so alt, daß man sie Urzeiten nennt.

Ich habe zu erwarten, ob meine Arbeit fähig ist, das zu leisten, was ich dabei beabsichtige: meinen Lesern und Leserinnen die Uebersetzung zu verschaffen, daß nicht bloß das Menschengeschlecht sammt seinen tiefer stehenden Thier- und Pflanzengeschwistern im ewigen Wandel begriffen ist; sondern daß dieser Wandel auch den Schauplatz des Lebens und Treibens jener trifft. Auch das kann zuletzt etwas dazu beitragen, daß wir uns unserer Stellung als Menschen und, was dasselbe ist, unserer irdischen Heimathsangehörigkeit immer mehr bewußt werden.

Die Illustrationen des Buches habe ich auf das Nothwendige beschränkt und deswegen auch nur wenige der die verschiedenen Erdschichten kennzeichnenden Versteinerungen abgebildet, welche ja für denjenigen, welcher zum ersten Mal an diese Wissenschaft hintritt, nur dann eine Bedeutung haben können, wenn sie, die Versteinerungen, von den Geschöpfen der Jetztwelt sehr bedeutend abweichende Gestalten zeigen.

„Die Lebensformen der Steinkohle“ werden als eine schmückende Zugabe Beifall finden. Den Entwurf der Zeichnung verdanke ich dem Herrn H. von Kitzly in Mainz, dem berühmten Darsteller

## VIII

landschaftlicher Charaktere, der als Weltumsegler mit kundigem Auge jene Zonen durchdrang, wo die Pflanzenwelt den Steinkohlensäldern noch am meisten ähnlich geblieben ist. Schnitt und Druck dieses Blattes ehren die ausgezeichnete Kunstwerkstatt des Herrn Eduard Kresschmar in Leipzig.

Wer auf meinem Buche als auf einer Grundlage weiter fortbauen will, der wird in Naumann's und E. Vogt's Lehrbüchern der Geognosie, denen ich für meine Arbeit Vieles verdanke, den reichsten Baustoff finden.

Leipzig, den 1. September 1855.

E. A. Rossmäfler.

---

## Erste Abtheilung.

„Wer die Resultate der Naturforschung nicht in ihren Verhältnissen zu einzelnen Stufen der Bildung, oder zu den individuellen Bedürfnissen des geselligen Lebens, sondern in ihrer großen Beziehung auf die gesammte Menschheit betrachtet, dem bietet sich als die erfreulichste Frucht dieser Forschung der Gewinn dar, durch Einsicht in den Zusammenhang der Erscheinungen den Genuß der Natur vermehrt und veredelt zu sehen.“

H. v. Humboldt, Kosmos I. S. 4.

## I. Bedeutung der Geologie.

Unterschied zwischen Geologie, Geogenie und Geognosie; — Bedeutung der Geologie für den Volksunterricht und für höhere Bildung überhaupt; — Bedeutung derselben für die materiellen menschlichen Interessen.

„Geologie steht in eben so inniger Verbindung zu allen Zweigen der Naturwissenschaften, wie die Geschichte zur Moral.“  
Spell.

**G**eologie, Geogenie und Geognosie — drei ähnlich lautende Wörter, bezeichnen auch drei sehr verwandte Wissenschaften oder vielmehr eine und dieselbe Wissenschaft nach ihrer weiteren oder begrenzteren Auffassung. Zuweilen hört und liest man auch Verwechslungen und Vermengungen der jeder dieser drei Bezeichnungen inwohnenden Begriffe. Es scheint daher nothwendig, daß wir hierüber klar seyen, bevor wir mit Erfolg eine Erörterung der Ueberschrift erledigen zu können hoffen dürfen.

Leider läßt sich die Sache nicht mit einer einfachen Uebersetzung dieser drei Wörter abmachen, weil wir dabei der einmal geltenden Verdeutschung von Geographie, Erdkunde, zu nahe treten würden. Daher streitet die Ueberschrift dieses Abschnittes gewissermaßen gegen den Titel des Buches. Wie man unter Theologie die Lehre von dem Göttlichen und dem was damit zusammenhängt, versteht, so würde Geologie die Lehre von der Erde\*) in der weitesten Auffassung ausdrücken, wozu dann von der Geographie wenigstens der physikalische Theil noch gehören würde.

Allein diese weite Bedeutung hat das Wort Geologie gewöhnlich nicht, obgleich sie weiter ist, als die der beiden anderen Wörter. Wir werden sie am richtigsten auffassen, wenn wir vorher die beiden anderen Bezeichnungen

---

\*) Erde heißt im Griechischen *ge* (γη).

Νοσμάβιερ, Geschichte der Erde.

uns klar machen, weil dann aus diesen die Geologie sich fast von selbst zusammensetzt.

Geogenie ist die Lehre vom Ursprung und von der Entstehung der Erde und Geognosie die Lehre von der Beschaffenheit der Erde hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung, jedoch mit Ausschluß der Thier- und Pflanzenwelt.

Ein ausgezeichnetes Werk setzt zu dieser Begriffsbestimmung noch hinzu: „weil die Thier- und Pflanzenwelt kein nothwendiges Glied unseres Planeten ist“. Angenommen auch, daß überhaupt die Geogenie eine berechtigte Wissenschaft sey — worüber wir später die Bedenken der sensualistischen Weltanschauung zu prüfen haben werden — und daß die Geogenie zu der Behauptung berechtigt sey, daß es einst eine Erd-Epoche ohne Thier- und Pflanzenwelt gegeben habe: so können wir doch in der Gegenwart nicht anders, als beide ein nothwendiges Glied der Erde nennen, denn sie sind durch die auf ihr wirkenden Kräfte mit Nothwendigkeit bedingt.

Wenn nun die Geologie die anderen beiden Wissenschaften zusammenfaßt, so ist sie also die Lehre von der ursprünglichen Entstehung, Umbildung und gegenwärtigen Beschaffenheit unseres Planeten. Hieraus erhellt ihr weiter Umfang, der nur das ausschließt, was Gegenstand der Lehre von der gegenwärtigen Pflanzen- und Thierwelt, einschließlich des Menschen, und der Geschichte des Menschengeschlechtes in deren weitester Auffassung ist.

Wenn es sich von selbst versteht, daß unser Abriß der Geologie die Geogenie und Geognosie mit in sich begreifen muß, so begreift es sich eben so leicht, daß eine ausschließende Behandlung allein der Geogenie oder allein der Geognosie nicht ohne Seitenblicke von der einen auf die andere möglich ist.

Wäre das Wort Erdfunde nicht bereits an Geographie vergeben, so wäre es natürlich eine vollkommen entsprechende Verdeutschung für Geologie.

Ein verständiger Vater übergab sein Kind einem Lehrer, und dabei sagte er unter anderem zu diesem: „machen Sie bei der Unterweisung und Erziehung meines Jungen Ihren Zuschnitt auf einen guten Bürger“.

Der Lehrer war ein nachdenklicher Mann, der den Vater bald begriff. Jene Worte, dachte er, sollen auf jeden Fall heißen: der Knabe soll sein Vaterland genau kennen lernen, um es lieben und in ihm ein tüchtiger Bürger seyn zu können. Dazu gehört die Geographie und Geschichte desselben, die in das bürgerliche Leben eingreifende Gesetzgebung, die Erwerbsquellen, der Volkscharakter, die Regierungsform, dazu gehört ferner wirksames Erfassen der Rechte und Pflichten, die der Bürger geltend zu machen und zu beobachten hat. Dann erst ist der Bürger in seiner politischen Heimath zu Hause und dann erst kann er ein tüchtiger, ehrenwerther Bürger sein.

Ja, das war es, was der verständige Vater gewollt und was der verständige Lehrer richtig auch so aufgefaßt hatte.

Aber zu demselben Lehrer kam bald nachher in gleicher Absicht eine Mutter. Sie brachte auch einen Sohn und der Lehrer bedeutete sie, daß er diesen in gleicher Weise unterrichten und bilden wolle, wie er es von einem sehr verständigen Manne, er müsse es zu seiner Beschämung bekennen, eben erst als das Wahre, als das eigentlich Wesentliche einer tüchtigen Erziehung gelernt, aber sofort auch tief ergriffen habe.

Die Frau hatte ihm aufmerksam zugehört. Dann sagte sie, und der Lehrer horchte hoch auf: „Der Mann hat ganz Recht gehabt, und ich wünsche dasselbe. Allein das genügt mir noch nicht. Das ist nur die eine Hälfte einer tüchtigen Bildung. Hören Sie auch meine Wünsche, nein, mein Verlangen. Es ist nur die Meinung einer Frau, aber einer Mutter, die durch Zufälligkeiten ihres Lebensganges eine Auffassung des Menschen sich zu eigen gemacht hat, welche immerhin den Meisten fern liegen mag. Sehen Sie mir die Versicherung nach, daß eine denkende Mutter oft weiter sieht, als der tief im Bürgerthum, immerhin im ehrenwerthesten, stehende Vater. Wenn ich Unrecht habe, so belehren Sie mich. Ich meine — und Ihr Freund hält doch gewiß das, was er von Ihnen verlangt, für die Grundlage der Bildung seines Sohnes — ich meine, daß diese Grundlage nicht auf etwas rein Zufälligem beruhen dürfe. Denn es ist doch gewiß ein Zufall, daß ein Kind in diesem Lande und nicht einige Stunden weiter, jenseits der Landesgrenze geboren wurde; daß das Kind demnach ein Bürger des Landes X und nicht des Landes Y werden

soll, was möglicher Weise einen großen Unterschied in seiner Unterrichtung und Bildung erheischen kann. Etwas, was von solchen Zufälligkeiten abhängen kann, kann nichts Wesentliches, nichts Fundamentales seyn; obgleich es etwas sehr Wichtiges seyn kann, wie ich dies Ihnen hiermit in Beziehung auf das Verlangen jenes Vaters aus voller Seele zugebe. Sollte es aber nicht ein Wissen geben, was einem jeden Kinde vor jedem andern Wissen nothwendig ist, gleich viel, ob sein Vater ein Deutscher oder ein Russe oder ein Chinese sey? Jenes Wissen, natürlich in jedem Lande anders beschaffen, trennt, zerreißt; es spitzt sich zuletzt zu in der Besonderheit der Nationalitäten; wirkt also trennend. Ich verlange ein versöhnendes, einigendes Wissen.

Jenes, was der Vater, von dem sie mir erzählt haben, für seinen Sohn verlangte, bezog sich lediglich auf dessen politische Heimath. Aber war denn das kleine Wesen im Augenblicke seiner Geburt gleich ein Preusse oder Oesterreicher, wenn sein Vater ein Preusse oder ein Oesterreicher ist? Nein, es dauert Jahre, ehe diese politisch heimathliche Seite an dem Kinde sich geltend macht. Vorher ist das kleine Wesen ein Mensch. Mit menschlichen Bedürfnissen und Schwächen und Kräften und Rechten liegt es an der Mutterbrust der Menschheit, verlangt und bedarf es menschlicher Pflege. Die Mutter Erde mit ihrem warmen Sonnenschein, mit ihren süßen Früchten und ihren tausenderlei andern Gaben, die sich für den Säugling in den labenden Quell der Mutterbrust auflösen — sie ist die Heimath des Menschen und auf diese Heimath muß bei der Erziehung und Bildung der Jugend zu allernächst das Lernen und Wissen gerichtet werden. Das ist jenes einigende und versöhnende Wissen, was ich meine. Ist in jedem Menschen dieses Wissen, für Alle im Wesentlichen dasselbe, als Grundlage gelegt, dann erst tritt die Kenntniß der politischen Heimath in ihr Recht; aber dann übt sie nicht die trennende Gewalt auf die Nationen, wie sie es ohne jene einigende Grundlage thut.

Sonderbar. Jener Vater erkannte richtig an, daß sein Sohn kein tüchtiger Bürger seines Vaterlandes werden könne, ohne dessen Geschichte und Gesetzgebung, dessen Regierungsform und Hülfquellen zu kennen. Hat denn die Natur unserer Erde, unser aller gemeinsame Menschenheimath, nicht auch ihre Geschichte und Gesetzgebung, ihre Hülfquellen

und Regierungsform? Sollte man ein Mensch, ein Bürger dieser Heimath, seyn können, im höheren Sinne seyn können, ohne Kenntniß ihrer Geschichte, deren Werk wir selbst sind? — ohne Kenntniß ihrer Geseze, denen wir uns keinen Augenblick entziehen können, viel weniger noch als den Gesezen unserer bürgerlichen Heimath? — ohne Kenntniß ihrer Hülfquellen, aus denen allein die Befriedigung unserer Bedürfnisse fließt? — ohne Kenntniß ihrer Regierungsform, welche uns das Verständniß unserer Stellung erschließt?“

Ja, darin liegt die hohe Bedeutung der Erdgeschichte, daß sie der erste Theil, die Grundlage jener Vaterlandskunde ist, welche allen Menschen, so weit sie im Sonnenlichte der Civilisation stehen, noth thut. Die formen- und wandelreiche Oberfläche unseres Planeten ist der Schauplatz unserer Thätigkeit, der überall für diese die Mittel gewähren muß, der aber auch die Quelle der tausenderlei Hindernisse ist, mit denen unsere erzeugende Thätigkeit zu kämpfen hat.

Bleibt doch der denkende Arbeiter einer großen Fabrik nicht gedankenlos, selbst ein Werkzeug vor seinem Werkzeuge stehen, sondern sieht sich zuweilen in den weiten Räumen der Fabrik um, wo Alles zur Vollendung des Ganzen in einander greift, um die Bedeutung seines Arbeitsantheiles und sein Verhältniß zum Ganzen zu begreifen. Und der Mensch sollte nicht darnach fragen, wie der Tummelplatz seines Treibens, der Träger und Erhalter seiner selbst und seiner Mitgeschöpfe, das geworden ist, was er ist.

Wie sehr leiden die Menschen an der Kleinheit ihrer Gedanken, an der Beschränktheit ihres Gesichtskreises! Die Geologie weckt große Gedanken, lenkt unseren Blick aus dem kleinen Kreise unseres Hauses auf das weite Gebiet der gesammten Erde.

Je weniger unsere staatlichen Einrichtungen es uns in der Regel gestatten, unseren Scharfsinn über die Instandhaltung unseres kleinen Haushaltes zu erheben, um so wichtiger ist es, daß in der Geologie der großartigste Spielraum für Uebung und Bethätigung des Scharfsinnes gegeben ist. Es wirkt zuletzt eben so bildend, wenn wir eine scharfsinnige Deutung eines Andern erfassen, als wenn sie unser eigenes Werk ist.

Es ist gewiß ein großer Mangel zu nennen, daß im Volke noch so wenig eine klare Anschauung von der Einheit der Naturwissenschaft waltet. Man kennt meist nur eine Menge Naturwissenschaften: Botanik, Zoologie,



Mineralogie, Chemie, Physik u. s. w. Den nothwendigen inneren Zusammenhang aller dieser Wissenschaften als Theile der Einen großen allgemeinen Naturwissenschaft, predigt mit überwältigender Ueberzeugungskraft das Studium der Erdgeschichte. Sie eröffnet uns das Verständniß des so sehr mißverstandenen Wortes Naturgeschichte, welches bisher, wenigstens von der darüber selten tiefer nachdenkenden Menge, fast nur im Sinne von Naturbeschreibung aufgefaßt wird, d. h. als Schilderung der in der Natur neben einander vorhandenen leblosen und belebten Körperwelt nach ihren wesentlichen und unterscheidenden Merkmalen. Von Geschichte, also von einer Schilderung und ursachlichem Zusammenhang nach und aus einander sich entwickelnden Begebenheiten und Erscheinungen, ist in dieser Naturgeschichte nicht die Rede.

Wenn man, wie es allein folgerichtig ist, naturwissenschaftliche Bildung mit Geologie beginnt, so knüpft sich nach deren Erledigung fast von selbst das Verlangen nach Botanik und Zoologie an, nachdem man bei dem geologischen Studium selbst die Physik und Chemie als unentbehrliche Hülfswissenschaften derselben erkannt hat. Dann ist die Geologie gewissermaßen der Theil der Geschichte der Natur, welcher der sogenannten alten Geschichte (dem ersten Theile der sogenannten Weltgeschichte) entspricht. Wie es keinem Verständigen einfallen wird — es sey denn, daß er einen ausschließenden Beruf daraus mache — bloß die alte Geschichte kennen lernen zu wollen, sondern wie er die mittlere und neue Geschichte als untrennbare Fortsetzungen daran reihen wird; so kann unmöglich ein in seiner irdischen Menschenheimath und deren Geschichte heimisch werden Wollender nach erlangter Kenntniß über die frühere Entwicklung des Erdkörpers, des Trägers der belebten Körperwelt, unterlassen, nun auch weiter nach der Geschichte dieser Körperwelt zu fragen.

Eine so begonnene und so durchgeführte naturwissenschaftliche Bildung, die dann erst den Namen einer naturgeschichtlichen verdient, gewährt das schöne befriedigende Ergebnis eines abgerundeten Wissens, welches auch dann noch von hohem Werth ist, wenn es, wie es bei der Mehrheit immer wird bleiben müssen, nur ein beschränktes, bloß oberflächliches ist.

Ein solches Wissen gibt auch mehr die Hoffnung, daß es ein unverlierbarer Schatz sein werde, während zoologische oder botanische Brocken

ohne den, in der angedeuteten Weise zu verstehenden, geschichtlichen Rinteben Brocken bleiben werden, die leicht verloren gehen.

Zudem ich ausdrücklich angedeutet habe, daß ich auch zu Frauen spreche, schützt mich dies wohl an sich schon vor der Beschuldigung, daß ich mit folgender Bemerkung gegen die Gemüthsrichtung an sich zu Felde ziehen wolle. Aber selbst Frauen werden mich nicht mißverstehen, wenn ich auf die gefährliche Seite des Gemüthsvorwaltens hinweise. Die gewaltigen Erscheinungen, welche uns die Geologie vorführt, sind ein erfrischendes Bad für unser Inneres, in welchem die Pflanzenkunde so leicht eine Empfindsamkeit hervorruft, die oft in krankhafte Empfinderei ausartet, welche den Boden für das Aufkeimen großer Gedanken und großer Entschlüsse vergiftet.

Von diesen tieferen Beziehungen der Bedeutung der Geologie zu näher liegenden, handgreiflich zu verwerthenden, überzugehen, so ist sie fähig, uns einen der edelsten Genüsse, der ein neidenswerther Vorzug der bemittelten Classen ist, zu erhöhen. Ich meine das Reisen. Der mit der Geologie Vertraute sieht in den Bergen und Ebenen nicht bloß Buckel der Erde und zinsentragende Acker und Wälder oder unfruchtbare Oede, sondern die Zeugen einer gewaltigen Thätigkeit, welche unendlich ferne Zeiten an die Gegenwart knüpfen. Ich träume schon seit Jahren von geologischen Reisesarten\*) und fürchte nicht zu übertreiben, indem ich es als einen neuen Zeitabschnitt in unserem Reiseleben bezeichne, wenn unsere Post- und Reisesarten nicht bloß die Namen der Berge und Höhenzüge, sondern auch die farbige Bezeichnung ihrer geognostischen Beschaffenheit, sowie des ganzen durchreisten Gebietes zeigen werden. Man wird dann im Fluge Geognosie lernen. Und sind nicht die zahllosen Einschnitte unserer Eisenbahnen praktische Vorlesungen über Geognosie, die jetzt freilich meist tauben Ohren und blinden Augen gehalten werden? Wie für den umsichtigen Blick überall Alles zusammen, Eines in das Andere greift, Eines dem Andern dient, so hat der Eisenbahnbau der Geologie oder im engeren Sinne der Geognosie schon große und wesentliche Dienste geleistet,

---

\*) S. mein „der Mensch im Spiegel der Natur.“ 5 B. S. 53.

welche ihrerseits dafür nicht undankbar gewesen ist, indem sie jenem eine Menge beachtenswerthe Fingerzeige gab.

Sollte es nöthig seyn, auf die Bedeutung der Geognosie — man kann sie den anatomischen Theil der Geologie nennen — für den Bergbau erst noch ausdrücklich hinzuweisen? Nächst den Fortschritten in der Mechanik und Chemie verdanken wir seinen großen Aufschwung wesentlich der Geognosie. Sie lehrt uns in der Aufeinanderfolge der Schichten und der Vertheilung der sogenannten Massengesteine den Weg zu den Erzgängen, zu den Stein- und Braunkohlenlagern suchen und finden; sie zeigt uns die Plätze, wo wir Quellen und artesische Brunnen erböhren sollen. Dem Landbau und dem Waldbau weist sie nach, wie aus ihren verschiedenen Felsarten auch verschiedene Bodenarten entstehen.

Doch diese Bedeutung berührt nur unseren materiellen Vortheil, den ich natürlich nicht gering achte, den ich aber in diesem einleitenden Abschnitte derjenigen Auffassung unterordne, wodurch uns in Vorstehendem die Geologie als eine sichere Grundlage der Menschenbildung in der edeln Bedeutung des Wortes sich darstellte. Es ist außer Zweifel, daß eine geschichtlich aufgefaßte Darstellung der Geologie im Jugendunterrichte einen wohlthätigen Eindruck auf den Bildungsstand unseres Volkes äußern wird.

---

## II. Ursprung des Erdkörpers.

Verechtigung der wissenschaftlichen Forschung; — die Entdeckung des Planeten Neptun ein Triumph der Wissenschaft; — Vermeintliche Abstammung aller Planeten von der Sonne.

„Während man sich im praktischen Leben nach der Wahrscheinlichkeit, d. h. nach Erfahrungen richtet und Denjenigen für einen Narren hält, der sich auf bloße logische Möglichkeiten verläßt, wird den letzteren im Gebiete des Denkens leider noch unverdienter Werth beigelegt.“

S. G y l b e, neue Darst. d. Sensualismus. S. 62.

Es ist das schöne Vorrecht wissenschaftlicher Forschung, welches sie sich von keiner Gewalt streitig machen oder verkümmern läßt, rücksichtslos thatsächliche Wahrheit zu suchen. Mit diesem Vorrechte

steht es im Einflang, daß nichts, was innerhalb der Grenzen menschlichen Denkens und Wahrnehmens liegt, sich weigern darf, in das Bereich wissenschaftlicher Forschung gezogen zu werden.

Der bekannte, durch einen berühmten Namen berühmt gewordene und von der Unwissenheit und Forscherträgheit fast zum beschränkenden Dogma gemachte Satz: „in's Innere der Natur dringt kein erschaffener Geist“, verliert in unseren Tagen immer mehr an Geltung und Ansehen. Kann und will man ihn auch nicht als eine Unwahrheit in sich bezeichnen, so ruft doch die zu rastlosem Vordringen erwachte Forschung dem Sage zu: tritt mir nicht in den Weg und überlasse es mir zu sehen, wie weit der Weg für mich gangbar seyn und wohin er mich führen werde.

Es liegt für ein vorurtheilsfreies und von äußerlichen Einflüssen nicht gehemmtes Urtheil auf der Hand, daß hier die Forschung in ihrem Rechte sey. Es ist die größte Schmach, welche man dem Menschengenosse anthun kann, wenn man ihm das Recht der Forschung beeinträchtigen will. Das Recht zu forschen und das Recht zu glauben sind die beiden Pole der Axt, um welche sich die Wirbelbewegung des Menschengenosses dreht. Sie können sich einander niemals nähern, daher auch einander nie beeinträchtigen. Man forscht oder man glaubt und ist in beiden Fällen in seinem Recht. Kein Dritter hat ein Recht, das Eine oder das Andere zu gebieten oder zu verbieten.

Es ist vielleicht kaum nöthig gewesen, die Ueberschrift unter den Schutz dieser Betrachtung zu stellen; und es war nicht diese Absicht, was mich zu dieser Bemerkung veranlaßte, als vielmehr das bedenkliche Kopfschütteln, mit welchem vielleicht Mancher die ihm zu kühn dünkende Ueberschrift angesehen haben wird. Und in der That das Bedenken trägt einmal in der ungeheuren Zeitferne und darin seine Berechtigung, daß man in der Regel mit den Mitteln unbekannt ist, welche sich zu der Beantwortung dieser großen Frage darbieten.

Die gewaltigsten Wissenschaften bieten bereitwillig ihr Licht, um in jenes ehrwürdige Dunkel einige Helligkeit fallen zu lassen: Die Astronomie mit ihren beiden Gehülfinnen Mathematik und Optik, und die Physik, die Zwillingsschwester der Chemie.

Durch die Astronomie wissen wir, daß unsere Erde ein Glied jener unermesslichen Weltenvereine ist, welche in stiller Nacht in scheinbarer Ruhe

am dunkeln Himmel schweben. Auf die Gefahr hin, den meisten meiner Leser und Leserinnen Bekanntes zu sagen, kann ich es doch nicht unterlassen, auf die Entdeckung des Planeten Neptun, in ihr an die Größe der Astronomie und in dieser an die unantastbare Würde menschlicher Forschung zu erinnern.

Es ist bekannt, daß die Astronomie nicht bloß die Entfernung der Planeten von der Sonne, ihre Geschwindigkeit und Umlaufzeit, ihre Aendrehungszeit, ihren Durchmesser, sondern auch die Dichtigkeit ihrer Masse kennt. Wesentlich durch diese Dichtigkeit und die Entfernung der Planeten untereinander vermochte man die Störungen in dem Laufe mancher Planeten zu erklären. In solcher Weise fand man auch den Uranus gestört, ohne daß man die Störung durch die Einflüsse der bekannten Nachbar-Planeten zu erklären vermochte. Man mußte daher das Dasein eines noch unentdeckten Planeten vermuthen, der die Störungen veranlaßte. Da die Art der Uranus-Störung bekannt war, so lag darin ein Fingerzeig, wo etwa die Stellung des noch unbekanntem Störers zu suchen sey. Wahrhaftig für den in der Astronomie Unbewanderten eine unlösbar scheinende Aufgabe! Der Franzose Le Verrier hat sie bekanntlich gelöst. Er gab die durch Berechnung gefundene Stelle im Sonnensystem an, wo der unbekannt Planet gesucht und gefunden werden müsse. Fast ganz genau an dieser Stelle fand ihn bald nachher, am 29. September 1846, der Deutsche Galle. Er bekam den Namen Neptun.

Obgleich dieser Triumph der Wissenschaft mit der Beantwortung der Frage nach dem Ursprung der Erde nichts gemein hat, so ist er doch fähig, und nur deshalb ist hier darauf hingewiesen, dem von vornherein unsere Beachtung zuzuwenden, was in anderer Weise über diese Frage die Astronomie uns zu sagen hat.

Sie zeigt uns am Himmelsraum außerhalb unseres Sonnensystems eine Menge lichter Nebelflecke ohne scharfe Begrenzung mit einzelnen stärker leuchtenden Kernen darin; sie zeigt uns andere in denen außer den Kernen Ringbildungen und selbst Fragmente von Ringen sichtbar sind. Es ist die übereinstimmende Meinung der Astronomen, daß diese Nebelflecke (die wir uns wahrscheinlich als Scheiben zu denken haben) gewissermaßen verschiedene Stufen des Urzustandes unseres Sonnensystems, von diesem bereits überstan-

den, seyen, unermessliche Nebelmassen, in denen sich ein Kern verdichtet, um welchen sich dann in der um ihn wirbelnden Nebelmasse neue Kerne verdichten und ablösen, und, stets im Bereiche der Anziehungskraft des Mittelpunktkernes bleibend, diesen umkreisen. Man darf hier an die Kometen erinnern, jene freien Wanderer durch den Weltraum, deren Masse, wenigstens deren Schweif, ein so fast körperloser Dunst ist, daß er nicht einmal das durchfallende Licht der dahinterstehenden Fixsterne bricht. erinnerte man sich hierbei daran, daß alle Planeten unseres Sonnensystems, wie die auf einer Scheibe um einander gezogenen Kreise, alle in einer horizontalen Ebene und alle in derselben Richtung von West nach Ost die Sonne umkreisen — so glaubte man zu der Ueberzeugung kommen zu müssen, daß unser Sonnensystem einstmals ein unermesslicher leuchtender Gasball gewesen sey, der sich in der angegebenen Weise in das System um einen Mittelpunkt kreisender Himmelskörper auflöste. Dafür sprachen die Ringe des Saturn, welche in fernem Aeonen vielleicht in Monde zerfallen, wie es bei dem Uranus mit seinen acht Monden schon geschehen ist; dafür sprach der Grad der Dichtigkeit der Kometen, welche um so größer ist, je näher diese dem Mittelpunkte, der Sonne, stehen. Dazu kommt noch, daß die von der Sonne entferntesten Planeten, die wir eben als die am wenigsten dichten, also leichtesten kennen lernten, die größten sind, die langsamste Bewegung um die Sonne, dagegen die schnellste Aendrehung, die größte Abplattung an den Polen und die größte Anzahl von Trabanten haben.

Alle diese wissenschaftlich feststehenden Thatsachen drängen die Bekenner einer Geogenie übereinstimmend zu der Meinung, daß unsere Erde einstmals ein ungeheurerer glühender Gasball gewesen sey, um so viel größer als sie jetzt ist, als ein gasförmiger Körper einen größeren Raum einnimmt, als derselbe Körper im starren Zustande.

An diesen ersten Beitrag der Astronomie zu der Urgeschichte unseres Erdkörpers fügt alsdann selbstständig die Geognosie, und zwar in erwünschtem Einklange damit, ihre eigenen Forschungsergebnisse. Wir werden jedoch später erfahren, daß die gewichtigsten Namen die Erscheinungen der Geognosie nach zwei verschiedenen, sehr weit von einander abweichenden Weisen deuten.

Es genügt, diese eine Meinung über den Ursprung der Planeten und mithin auch unserer Erde angeführt zu haben; um so mehr, als, wie bereits

angedeutet wurde, von einer Seite der Geogenie alle Berechtigung abgesprochen wird. Jedenfalls ist sie durch und durch in der Luft schwebende Hypothese und deshalb für die Naturwissenschaft, welche Thatfachen sucht, an sich beinahe ohne alle Bedeutung.

### III. Geschichtsquellen der Erdgeschichte.

Die Erde als Himmelkörper; — die Geognosie liefert die Geschichtsquellen der Erdgeschichte; — das Quellenstudium; dazu gehört Kenntniß aus allen Zweigen der Naturwissenschaft; — die ganze Erdoberfläche liefert die Geschichtsquellen; — Schichtenbildung; — Gebirgsarten und Steinarten; — Störung der Schichten (Fig. 1. 2.) — Neptunische, plutonische und vulkanische Gesteine; — die Versteinerungen; — Schlüsse von den noch gegenwärtig stattfindenden Umgestaltungen der Erdoberfläche auf den Gang der Entwicklung derselben.

„Die Natur verstummt auf der Folter; ihre treue Antwort auf rechtliche Frage ist: ja! ja! nein! nein! Alles Uebrige ist vom Uebel.“  
Göthe.

Einen Uebergang der Erde aus dem Zustande eines glühenden Gasballes in den eines starren Körpers kann sich die Wissenschaft wohl denken und mit jetzt noch geltenden Naturgesetzen und Erscheinungen in Einklang bringen; sie maacht sich aber nicht an, den die Begriffe unserer heutigen Erfahrung übersteigenden, weltengzeugenden Vorgang zergliedernd beschreiben zu wollen. Sie steht staunend vor dem Momente, der den gasförmigen Leib der Neugeborenen in starre Form baunte, und eilt im Fluge des Gedankens in die Gegenwart, um in ihr nach Mitteln zur Erklärung jener unwordenkllichen Erscheinung, nach Geschichtsquellen zu suchen und dann an der Hand dieser, mit umsichtigem Schritt wieder zurückgehend, sich jenem Momente so weit zu nähern, als es möglich ist.

Ich bin hier genöthigt ein für allemal ausdrücklich hervorzuheben, daß die Geogenie — meinen Lesern anheim gebend, ob sie derselben Berechtigung einräumen wollen oder nicht — streng genommen nicht mehr in das Bereich der Wissenschaft, sondern in das Gebiet des wissenschaftlichen Glaubens fällt, der wie jeder Glaube in seinem Rechte ist. Die Wurzel der Geologie, vor der wir jetzt stehen, liegt an der Grenze beider Gebiete.

Es wird für den Erfolg unserer Forschungen von wesentlichem Nutzen seyn, wenn wir jetzt einige Augenblicke darauf verwenden, uns eine klare Anschauung der Erde zu bilden, wie sie als Himmelskörper im Verein mit 34 Schwestern die Sonne, wie blühende Kinder ihre Mutter, im Rundtanz umkreist.

Sie nimmt in diesem Tanze die dritte Stelle ein, denn nur Venus und Mars stehen der Sonne noch näher. Die Erdbahn ist kein vollkommener Kreis, sondern ein etwas gedrückter Kreis, eine Ellipse, welcher aber von einem vollkommen runden Kreise nicht weit abweicht. Die Sonne steht nicht im Mittelpunkte der Erdbahn, sondern in dem einen Brennpunkte dieser Ellipse, wie dies auch für alle übrigen Planeten der Fall ist. Daher hat die Erde, wie jeder Planet, während ihrer Umlaufzeit einmal einen nächsten Stand zur Sonne (Sonnen-Nähe), einmal einen fernsten (Sonnen-Ferne) und ihr mittlerer Abstand von der Sonne beträgt 21 Millionen Meilen, was eine Bahnlänge von ungefähr 64 Millionen Meilen giebt, zu deren Durchlaufung die Erde bekanntlich 365 Tage braucht, demnach in jeder Sekunde etwas mehr als 4 Meilen zurücklegt. Sie hat wahrscheinlich im Momente ihrer Ablösung von der Sonne — dafern wir geogenetisch urtheilen wollen — oder wenigstens bald nachher einen Theil ihrer Masse verloren, der als ihr Mond unter dem Einflusse ihrer Anziehung blieb und sie seitdem rastlos umkreist. Nur noch drei andere Planeten haben Monde, wie der unserige Enkel der Sonne, und zwar Jupiter 4, Saturn 8, Uranus 7 und der neu aufgefundenene Neptun 2.

Eben so wenig als die Erdbahn ein vollkommener Kreis, ist die Erde eine vollkommen runde Kugel. Jedermann weiß, daß sie an den Polen etwas abgeplattet und daher ihr Durchmesser von einem Pole zum andern etwas geringer, als der durch den Aequator ist.

Der körperliche Inhalt der Erde verhält sich zu dem der Sonne, wie 1 zu 1,415,225, es würden also 1,400,000 Erdkugeln erforderlich seyn, um die Sonne, wenn wir sie uns als hohle Kugel denken, zu füllen, und alle Planeten zusammengenommen kommen erst dem 700sten Theile der Sonne gleich. Letztere Darstellung ist geeignet, es wenigstens mit unseren Begriffen von der räumlichen Ausdehnung des Stoffes in Einklang zu bringen, daß alle Planeten nur kleine Bruchtheile seyen, welche in ihrer



rafenden Umdrehung von ihr abgeflogen sind. Die räumliche Ausdehnung der Erde anlangend, so beträgt ihr Aequatorial-Durchmesser 1720 Meilen; der der Sonne 192,936 Meilen.

Nur der Merkur besteht aus noch dichterem Masse als die Erde, indem die zwischen ihm und der Erde stehende, also der Sonne nähere Venus eine Ausnahme von der oben angegebenen Regel macht, daß die Dichtigkeit der Planeten, je näher der Sonne, desto beträchtlicher sey. Die Dichtigkeit der Masse eines Planeten bestimmt den Grad der Anziehungskraft auf die an seine Oberfläche kommenden Körper, oder das Gewicht derselben; daher wiegt ein Körper, der auf der Erde 100 Pfund schwer ist, auf dem nur zwei und dreißig Hundertstel der Erddichtigkeit habenden Neptun bloß 32 Pfund.

Das Sonnenlicht braucht 8½ Minuten um bis zur Erde zu gelangen, während es für den Neptun 4 Stunden 21 Minuten braucht.\*)

Rufen wir unsere Gedanken aus dem Weltraum zurück, wohin wir sie schickten, um die Erde als Glied des Planetenreignis, sie mit ihren Genossinnen vergleichend, besser erfassen zu können, wie wir ein Kind im Kreise seiner Geschwister, die Mutter mitten darin, am tiefsten erfassen. Wir stellen uns wieder auf einen Punkt der Erde, der überall ein Mittelpunkt in einem Kreise ist, in dessen Grenzen freilich nur wenig Stoff für unsere unmittelbare Beobachtung liegt. Aber die Wissenschaft hat die kleinen Summen zahlloser Beobachtungskreise summirt und reicht uns die ansehnliche Summe zur Ergänzung unserer eigenen kleinen Wahrnehmung dar. So gleicht ja die Wissenschaft der Natur dem lauterem ausgeflossenen Honig, den die einzelnen Forscher in ihre Zellen heimtrugen.

Die Geschichtsquellen der Geologie, mit Ausschluß der Geogenie, liefert diese, an der Hand der Physik und Chemie, in ihrer Eigenschaft als Geognosie. Sie vereinigen sich alle in der Oberfläche der Erde, oder vielmehr diese selbst ist diese Geschichtsquelle.

---

\*) Es muß hier dem Mißverständnisse vorgebeugt werden, als sey der Lichtstrahl eine wenn auch noch so feine körperliche Masse, welche in der oben angegebenen Zeit den Weltraum durchfliegt. Diese Ansicht, die man Emanations- (Ausfluß-) Theorie nannte, ist in neuerer Zeit von der Undulations- (Schwingungs-) Theorie vollkommen verdrängt worden, zufolge welcher das Licht durch die Schwingungen der Aethertheilchen hervorgebracht wird.

So weit die Erdoberfläche ein starrer Körper ist, um das Doppelte von dem flüssigen Wasser übertroffen, besteht sie aus sehr mannichfaltigen Felsarten, deren verschiedene Lagerung und innere Aneinanderfügung ihrer Theilchen uns mehr oder weniger sichere Schlüsse auf ihre Entstehungsweise erlaubt. Dabei vermögen wir freilich nichts durch abstractes Denken festzustellen, sondern nur dadurch, daß wir dabei die Erfahrung anwenden, welche wir selbst oder Andere für uns an den Erscheinungen um uns gemacht haben.

Ein im Gefängniß Geborener und mit strengem Ausschluß einer gleich zu bezeichnenden Ausnahme Unterrichteter würde nimmermehr darauf kommen, wasserrecht geschichtete Felsarten als Niederschlag jetzt an diesen Orten nicht mehr vorhandener Meere zu erkennen; weil er eben niemals davon etwas gehört und gesehen hätte, daß im Wasser schwebende Körperchen sich nach ihrer Größe und Schwere in verschiedenen Schichten aus demselben niederschlagen. Ich betone diese sich von selbst verstehende Sache hier bloß deshalb, einmal um meine Leser gelegentlich daran zu erinnern, daß wir nichts wissen, was uns nicht durch sinnliche Wahrnehmung (Erfahrung), entweder unmittelbar oder durch Unterricht vermittelt, zur Kenntniß gekommen ist; und dann um daran die Versicherung zu knüpfen, daß die Geologie es sich zur Gewissenspflicht macht, nicht aus unlauteren Quellen ihre Lehrsätze abzuleiten; und eine unlautere Quelle würde ihr es seyn, Deutungen zu machen, die nicht unter den Erscheinungen der gegenwärtigen Welt Gleiches oder wesentlich Verwandtes aufzuweisen haben.

Wie es in dem Geschichtstudium als besondere Abtheilung das Quellenstudium giebt, so muß auch ganz besonders die Geologie dem Studium ihrer Geschichtsquellen die höchste Aufmerksamkeit und Umsicht zuwenden, und zwar um so mehr, als es unter diesen keine gedruckten Nachrichten, nicht einmal Ueberlieferungen, sondern nur stumme Zeugnisse giebt.

Umfassende Kenntnisse aus allen Zweigen der Naturwissenschaft, Scharfsinn und Nüchternheit des Urtheils, sind die drei Grundbedingungen, auf denen die Brauchbarkeit und der Werth selbstständiger Leistungen auf dem Gebiete der Geologie beruht.

Auf demselben läuft Alles wesentlich darauf hinaus, aus den gegebenen Erscheinungen auf die stofflichen und zeitlichen Umstände ihrer Entstehung

zu schließen. Dazu kann es also nicht allein genügen, die Beschaffenheit und das Wesen der Erscheinung, z. B. die chemischen und physikalischen, räumlichen und gestaltlichen Eigenschaften eines gegebenen Gebirges genau und umfassend zu kennen, sondern es gehört noch ferner dazu, alles Das zu kennen, was möglicherweise die Veranlassung zu der gerade so beschaffenen Erscheinung gegeben haben kann.

Der Stoff, den die Geologie zu behandeln hat, an dem sie sich zur Wissenschaft heraubildet, und der zugleich der Sitz ihrer Geschichtsquellen ist, ist die Oberfläche der Erde und deren Inneres, so weit der Mensch in dasselbe eindringen kann, oder aus demselben Kunde zu ihm hinauf dringt. Ersteres will nicht viel sagen, und es ist hier vielleicht der beste Ort zu fernerer Beachtung einzuschalten, daß die tiefsten Schächte des Bergbaues zu dem Durchmesser der Erde sich ungefähr ähnlich verhalten, wie ein Nadelstich durch den Papierüberzug eines vier Fuß im Durchmesser haltenden Erdglobus.

In gleichem, wenn nicht in noch höherem Werthe wie die von dem Bergbau für das forschende Auge der Geologie aufgeschlossene oberste Schale der Erde, stehen natürlich die über die Ebene sich erhebenden Berge. In jenen Tiefen wie an diesen Höhen finden wir vielfältig die steinerne Masse der Erdoberfläche deutlich geschichtet, und die Lagerung dieser Schichten, ob wagerecht oder mehr oder weniger geneigt, ist die wichtigste und zunächstliegende Quelle der Geologie.

Jeder hohe Uferstrand eines Flusses, jeder durchstochene Boden eines abgelassenen Teiches, jede Anschwemmung eines Platzregens muß auf die Lehre der Schichtenbildung durch Wasserniederschlag (Sedimentbildung) führen. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn das erste ausführlicher entwickelte Lehrgebäude der Geologie, das von Werner, neptunistisch war, d. h. die Entstehung der gesammten Erdoberfläche durch Wasserniederschlag erklärte. Freilich fehlte Werner durch Anwendung dieser Erklärung auf alle und jede Gesteinsbildung, auch wenn in ihnen keine Spur von Schichtung wahrzunehmen war.

Nur im ruhenden oder in gleichmäßigem langsamen Strömen begriffenen Wasser können sich die in ihm schwebenden (suspendirten) Körperchen niederschlagen, und zwar geschieht dies nur in horizontaler — deshalb auch

fogenannter wasserrechter Lagerung. Daher müßten die unzweifelhaft aus Wasserniederschlägen bestehenden Gesteinsschichten der Erdoberfläche sämmtlich horizontal liegen, oder, wenn wir uns die Erde als eine Kugel denken, sie müßten sich zur Erde und zu einander wie Zwiebelschalen verhalten, vorausgesetzt, daß ihre Ablagerung allemal die ganze Erde betroffen habe, was jedoch nicht der Fall ist.

Dies finden wir aber vielfältig nicht so; außer horizontalen Schichten, die also offenbar in der ruhigen Lage ihres Entstehens geblieben sind, finden wir nicht selten geneigte Schichten. Letztere müssen also später durch irgend eine Störung aus ihrer ursprünglichen Lage in die geneigte gebracht worden seyn, was nothwendig zu der Annahme späterer Einflüsse auf sie drängt.

Diese Lagerungsveränderung der Schichten kann durch Einsinken an ihrer mittelsten Partie, oder an eben derselben Stelle durch Emportreibung, oder durch seiliche Senkung oder Hebung veranlaßt worden seyn.

Nothwendig haben wir die veranlassenden Ursachen immer in der Umgebung der aus ihrer ursprünglichen Lagerung gerückten Schichten zu suchen, und zwar der Natur der Sache nach vorzugsweise unter und neben ihnen, kaum über ihnen; weil außer dem Luftdruck und Regen- oder Lavaströmen von oben keine Gewalt auf sie einwirken kann, es sey denn, daß diese ursprünglich ebenfalls von unten gekommen und dann sich über sie gestürzt habe.

Aus diesen Betrachtungen haben wir uns für alle späteren Untersuchungen und für die Wahrnehmungen auf unseren Reisen und Spaziergängen die allgemeine Regel abzuleiten, daß alle geneigten Schichten erst durch ein späteres Ereigniß ihre Neigung erlitten haben. Wir werden oft Gelegenheit haben, zu erfahren, wie wichtig dieser geologische Fundamentalsatz ist, da er sogar gewissermaßen eine Nöthigung wird, an der betreffenden Stelle der Erdoberfläche nach der störenden Einwirkung zu forschen.

Ob wir weiter fortfahren, muß ich meine Leser und Leserinnen mit der richtigen Auffassung einiger Wörter bekannt machen, welche in der Wissenschaft nicht ganz dieselbe Bedeutung haben, wie im gewöhnlichen Leben. Bei den Wörtern Gebirgsart, Felsart haben wir nicht an die uns geläufigen Gestalten von Gebirgen und Felsen zu denken. Auch der

harte zusammenhängende Fels, welcher auf einer vollkommen ebenen Flur entweder nur in kleinen Buckeln zu Tage tritt, oder vielleicht gar unter der fruchtbaren Erdschicht derselben ellentief vergraben liegt, ist für die Wissenschaft eine Gebirgs-, eine Felsart; obgleich sie uns weder Felsen- noch viel weniger Gebirgs-gestalt zeigt. Die Benennungen Gebirgsart, Felsart bezeichnen in der Geognosie jede über größere Flächen in zusammenhängendem Vorkommen verbreitete Gesteinsmasse, so daß sie ihren Raum allein einnimmt, oder fremdartige Steinmassen, ja nicht selten kleinere Brocken oder Adern anderer Gebirgsarten bloß einschließt. So bilden z. B. die Sandsteinfelsen der sächsischen Schweiz eine Gebirgs- oder Felsart, und jene Sandsteine würden auch dann noch so heißen, wenn sie gar nicht als Felsen zu Tage ständen, sondern von den Erdschichten einer Ebene bedeckt wären. Man bedient sich zuweilen auch der Benennung Gesteinsart, ja selbst Gebirge und spricht z. B. vom Steinkohlengebirge, obgleich die die Steinkohlenflöße immer begleitenden und sie einschließenden geschichteten Felsmassen fast nie Berge sind, sondern bekanntlich erst durch tiefe Schächten erreicht werden können. Ein Gebirge, welches nicht erstiegen seyn will, sondern zu dem man hinabsteigen muß!

Es liegt auf der Hand, daß diese dem gewöhnlichen Sprachgebrauch zuwiderlaufende Bedeutung der erklärten Kunstausdrücke der Geognosie daher entstand, daß man die entsprechenden Erscheinungen zunächst und am leichtesten an wirklichen Bergen und Felsen und Gebirgen wahrnahm.

Ein Vergleich wird uns die Sache vollends klar machen. Wir nannten schon vorhin die Geognosie den anatomischen Theil der gesammten geologischen Wissenschaft. Wie unser Leib aus Knochen, Muskeln, Bändern, Drüsen, Adern u. s. w. besteht, die in sich wieder aus Bläschen, Zellen, Fasern, flüssigen Stoffen bestehen; so besteht unsere Erdrinde, so weit wir sie kennen, aus Granit, Gneis, Sandstein- und Kalksteinschichten u. s. w., Gebirgsarten, die wieder aus verschiedenen Steinarten bestehen.

Dieses Wort haben wir nun noch im Gegensatz zu Gebirgsarten, Felsarten, Gesteinsarten scharf in's Auge zu fassen. Die Erklärung durch Beispiele wird es uns am deutlichsten machen. Der Granit, eine Gebirgsart, welche oft hohe Berge ganz allein zusammensetzt, ist aus drei verschiedenen Steinarten: Quarz, Feldspath und Glimmer, zusammengesetzt.

Den Glimmer kennen wir alle durch die meist silberartig glänzenden dünnen Blättchen, aus denen seine Krystalle zusammengesetzt sind; den Quarz kennen wir als die weißen abgerundeten Kieselsteine unserer Flussbetten, als den schönen durchsichtigen Bergkrystall, als den durch Mangan und Eisen violett gefärbten Amethyst. Eine Steinart ist also ein in seinem Bestand gleichmäßiger Stein, von dem der kleinste Theil dem Ganzen innerlich gleich ist, sowohl dem Ansehen wie auch seiner chemischen Beschaffenheit nach.

Es kann aber eine Steinart zur Gesteinsart (Gebirgs-, Felsart) werden, wenn sie unvermischt in sehr großen Felsmassen vorkommt. Dies ist z. B. der Fall mit dem Quarz, den man als Gebirgsart Quarzfels nennt, weil er zuweilen ganze Felsen allein bildet. Würden wir in der Wirklichkeit, wie in den Fecunmährchen, Berge von Diamant haben, so würde der Diamant neben Steinart auch Gebirgsart seyn.

Aus diesem Gegenfaze der Steinarten gegenüber den Gebirgsarten entsteht die der Geognosie, die es mit den Gebirgsarten zu thun hat, entgegengesetzte Wissenschaft der Dryktognosie.\*)

Wir kehren nun zu der Betrachtung der Quellen der Geologie zurück.

Die Störungen in der Schichtenlagerung lassen oft darüber in Zweifel, ob von zwei neben einander in verschiedener Höhe liegenden Trümmern derselben die eine über die andere, die in ruhiger Lage blieb, emporgerückt wurde, oder ob diese unter die Ebene der anderen, die ihrerseits ruhig blieb, herabsank. In jenem Falle müssen wir eine emportreibende Kraft, im anderen ein Weichen einer bisher stützenden Unterlage annehmen.

Diese Ungewissheit kommt weniger bei ganzen ausgedehnten Schichtensystemen vor, welche in ihrer Lagerung gestört sind, als vielmehr bei den Trümmern derselben, in welche sie bei der Störung zerborsten sind. Eine genaue Kenntniß des wahren Sachverhaltes ist für den Bergbau von größter Wichtigkeit, weil die in den Schichtentrümmern mit der Schichtung gleichlaufenden auszubauenden (abzubauenen) Flöze dadurch bald einmal höher, bald tiefer zu suchen sind.

Zeigt uns ein Profil die folgende Figur (1.), so können wir auf den ersten Anblick und ohne im Besiß der Erfahrung eines geübten Geologen

\*) Wörtlich: die Lehre von dem Begrabenen, durch Graben Gefundenen.

zu seyn, nicht unterscheiden, ob die Schichtenstörung durch Erhebung der unteren emporgestiegenen Gebirgsart rechts, oder durch Einsinken der

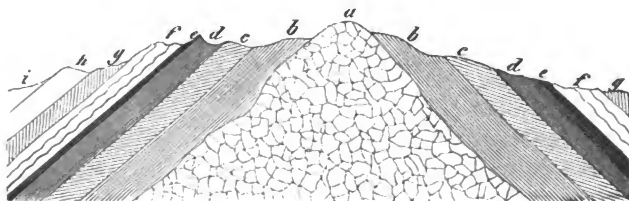
1.



Unterlage nach der linken Seite hin erfolgte. Die beiden oberen Pfeile drücken durch ihre Richtung und Fragezeichen diese Ungewißheit aus. Für die Erfahrung ruht in dem ungeschichteten (plutonischen) Gesteine rechts der entscheidende aufwärts gerichtete Pfeil. In beiden Fällen mußte der äußeren Erscheinung nach für die Schicht der Erfolg derselbe seyn.

In solchen Zweifelsfällen muß zunächst nach einem Mittelpunkte der wirkenden Kraft gesucht werden. Zahlreiche Beobachtungen haben solche Mittelpunkte aufgefunden, und man kann davon, auch wenn man die andere Hälfte der zerstörten Schicht nicht beobachten kann, auf diese vielfach gemachte Erfahrung hin fast immer auf eine Hebung, und nur selten auf eine Senkung durch Weichen der Unterlage schließen. Die nachstehende Fig. 2. giebt uns ein Beispiel an von der entscheidenden Beweisraft dieses

2.



Ein durch das emporgestiegene plutonische Gestein a gehobenes und gebildenes Schichtenjostem.

Verfahrens, welches freilich nicht immer eingeschlagen werden kann, weil die andere Hälfte, welche jenseits des rechts oder links von dem Profil der gestörten Schicht zu suchenden Mittelpunktes liegen muß, vielleicht von dem benachbarten Meere, oder von jüngeren, oben auf liegenden Schichten, oder sonst unzugänglichen Vertikalitäten verdeckt seyn kann. Fig. 2. überzeugt uns mit Entschiedenheit, daß die störende Kraft in einer von unten die Schichtenlagerung durchbrechenden Gebirgsart lag, die nun die durchbrochenen Schichten emporhob und an ihre Seiten anlehnte. Dabei ist der Beweis um so vollständiger, wenn, wie es Fig. 2. zeigt, die rechts und links von der durchbrechenden Gebirgsart a liegenden verschiedenen Schichten in ihrer Beschaffenheit und Aufeinanderfolge einander entsprechen. Die Figur veranschaulicht dies durch die entsprechend übereinstimmenden Buchstaben b, c, d, e, f, g und durch die Schraffirung.

Das Ausgehende der in eine geneigte Lage gebrachten Schichten belehrt uns zuweilen zugleich über die Beschaffenheit, welche dieselben in dem Augenblicke der Störung gehabt hatten. Die einzelnen Glieder des Schichtensystems, die einzelnen Schichten, waren entweder unter sich innig verbunden, und blieben es daher auch bei und nach der Aufrichtung durch die empor-treibende Kraft; oder es fand der umgekehrte Fall statt, und die einzelnen Schichten, unter sich nur lose zusammenhängend, glitten durch die Schrägstellung an einander herab. Letzteres sehen wir links an Fig. 1. Dabei ist jedoch nicht zu verschweigen, daß die tiefere Lage der Schichten von a bis b auch daher rühren kann, daß sie leichter zerstörbar als die jenseits a liegenden waren und daher von den zerstörenden Einflüssen der Atmosphäre und des Wassers tiefer abgetragen wurden als jene. Was man unter dem Ausgehenden der Schicht zu verstehen habe, lehrt ein Blick auf die Figuren 1. und 2.: es müssen bei einer gehobenen und dabei zerbrochenen Schicht die Bruchflächen der Schicht seyn; an einer in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage verbliebenen ist ihr Saum das Ausgehende. Gewöhnlich und auch noch bezeichnender nennt man die Bruchflächen, oder richtiger Bruchenden, einer durch Hebung zerbrochenen Schicht, die Schichtenköpfe, namentlich wenn die Schichten sehr steil aufgerichtet sind.

Es kommen an oder neben den geschichteten Gebirgsarten, die wir also mit gutem Grund neptunische Gebilde nennen dürfen, gewaltige



Gebirgsmassen vor, an deren Bildung der Wassergott Neptun ersichtlich keinen Theil gehabt haben kann, weil wir in ihrem Gefüge keine Spuren von Schichtung wahrnehmen. Wir haben dergleichen auf den Fig. 1. und 2. bereits kennen gelernt, wo sie nebartig schraffirt sind.

Das Verständniß ihrer Bildungs-geschichte springt bei weitem nicht immer so in's Auge, als bei den geschichteten Felsarten, und das vorsichtige Gebahren der Geologie hat veranlaßt, daß sich nur langsam die jetzt geltende Auffassung solcher ungeschichteten Gebirgsmassen befestigte.

Hier waren es namentlich die Auswurfsmassen feuerspeiender Berge, welche auf das Verständniß leiteten. Man fand zwischen manchen derselben und manchen jener ungeschichteten Gesteine eine große Aehnlichkeit und schloß davon auf eine ähnliche Entstehungsweise derselben durch Feuer-gewalt. Zu diesen in der äußeren und inneren Aehnlichkeit liegenden Gründen tritt für uns nach dem bei den Schichtstörungen Gesagten, als weiterer Grund zu dieser Auffassung der ungeschichteten Gesteine als Feuer- oder Schmelzungs-*Erzeugnisse* hinzu, daß sie es immer sind, welche die Durchbrechung und Emportreibung der Schichtengesteine bewirkten, wobei sie ersichtlich immer aus dem Erdinnern emporgekommen waren. Findet man nun dabei, wie es oft der Fall ist, in der Masse der emporgestiegenen, ungeschichteten Gesteine Bruchstücke der zertrümmerten Schicht eingebettet und die Flächen der letzteren, in welchen sie an jenen anliegen, mehr oder weniger tief in ihr Inneres hinein einfärbt, von größerer Härte und Dichtigkeit, sogar verglast: so kann man kaum noch daran zweifeln, daß die ungeschichteten Gesteine lavaähnlich, d. h. im geschmolzenen, flüssigen Zustande aus dem Erdinnern emporgetrieben worden seyn müssen. Daß solche Gesteine in dem inneren Gefüge und Ansehen der Lava nicht gleichen, darf ihre Vergleichung mit dieser nicht stören; denn wir dürfen nicht vergessen, daß in der Zeit und an dem Orte ihrer Bildung, welcher dem Erdinnern vielleicht näher lag, die Schmelzhige eine viel stärkere und ohne Zweifel auch die Abkühlung eine langsamere sein konnte, weil sie unter dem Drucke der auf ihnen lastenden Schichten oder des Meeres statt fand.

Man nennt daher in Uebereinstimmung mit voriger Bezeichnung der Schichtgesteine die ungeschichteten plutonische- oder auch *Massengesteine*. Die Unterscheidung der basaltartigen Gebirgsarten als

vulkanische Gesteine ist ziemlich willkürlich und wesentlich ein Ausfluß der Geogenie.

Zu der Deutung beider tritt noch eine sehr wichtige Bestätigung hinzu. Es sind die Versteinerungen. Man findet sie ohne Ausnahme bloß in den neptunischen Gesteinen und zwar sehr oft in einer solchen Vertheilung in deren Masse, daß es keinem Zweifel unterliegen kann, daß diese im Augenblicke des Einschlusses der nun versteinerten Thiere und Pflanzen in einem weichen, wässrig-schlammigen Zustande gewesen und erst später allmählig erhärtet seyn müsse.

Allein die Versteinerungen sind auch noch in anderer Hinsicht eine sehr wichtige Geschichtsquelle. Sie lehren den Gang der zeitlichen Aufeinanderfolge der Schichtenablagerung, und lehren ferner auch, daß unsere gegenwärtige Thier- und Pflanzenwelt in den Urzeiten zum Theil durch andere Formen vertreten war.

Gewiß ist kein anderer Theil der Geologie mehr, als die Versteinerungskunde, Paläontologie, geeignet, uns von dem innigen Zusammenhang der Geologie mit der Thier- und Pflanzenkunde zu überzeugen. Sie bringt die Naturwissenschaft mit dem Verfahren der Geschichtswissenschaft in Einklang. Wie letztere das Menschengeschlecht noch bis hinter jene Zeiten zurückverfolgt, von denen nur noch dunkle Sagen sprechen, verfallene Bauwerke und im Erdboden gefundene Münzen und Geräthschaften längst verklungener Geschlechter befragend, so lehren uns die treffend „Denkmünzen“ der Erdgeschichte genannten Versteinerungen, daß die Thier- und Pflanzenwelt gleichen Schrittes mit den Veränderungen der Erdoberfläche große Umänderungen erlitten haben muß. Wir werden später bei der Betrachtung der sogenannten vorweltlichen Thier- und Pflanzenformen erfahren, daß man sich diese Wandelung verschieden bedingt denkt.

Wie das Menschengeschlecht namentlich in geistiger Beziehung in manchen Ländern im Verlauf der Zeiten bald einen Rückschritt, bald einen Fortschritt gemacht hat, so zeigt sich dieses auch bei dem Thier- und Pflanzenreiche. Während den Boden des einst hochgebildeten Griechenlands heute ein gesunkenes Geschlecht bewohnt, so grünt einst, die Versteinerungen sagen es uns, am südlichen Abhange des sächsisch-böhmischen Erzgebirges Palmen und Zimmtbäume.

Aber auch in anderer Weise knüpft die Versteinerungskunde die Geologie an die Naturwissenschaft der Gegenwart. Ohne genaue Kenntniß der heutigen Thier- und Pflanzenwelt ist ein klares Verständniß der Versteinerungen in vielen Fällen eine Unmöglichkeit, weil diese uns oft nur unvollkommen die äußere Gestalt, oder gar bloß einzelne Glieder der versteinerten Thiere und Pflanzen aufbehalten haben. In solchen Fällen kann nur die genaue Kenntniß der verwandten Formen der Gegenwart zum richtigen Verständniß führen.

Nicht minder als eine Kenntniß der heutigen Thier- und Pflanzenwelt ist eine Kenntniß derjenigen Kräfte und Erscheinungen für das Studium der Geologie von der höchsten Bedeutung, welche noch heute in bald langsamem und allmählichem, bald in plötzlichem und gewaltsamem Wege unsere Erdoberfläche fortwährend umgestalten. Von den Wirkungen und Gestaltungen, welche durch sie hervorgerufen werden, ergeben sich oft von selbst, oft auch nur dem Scharfblickenden und Vergleichenden Schlüsse auf die Entstehungsweise geologischer Erscheinungen. Hierher gehören nicht bloß die gewaltigen Werke unserer Vulkane, die wir in dieser Hinsicht schon einmal nannten, und die unwiderstehliche Macht der Felsen zertrümmernden und Berge aufthürmenden Meereswogen, sondern auch die stille und beharrliche Thätigkeit, welche die auflösende Gewalt der Atmosphäre auf die Erdoberfläche ausübt; das Ab- und Anschwellen der Flüsse und Bäche; das Ragen des fallenden Tropfens; die Arbeit des Eises, seyen es die winzig kleinen Eisblättchen, welche die feinen Rissen verwitternder Felsen zersprengen und so, langsam zwar aber sicher, Berge zerstören; sey es die Wucht des in stetem Abwärtsgleiten begriffenen Gletschers, welcher rauhe Bergwände feiner glättet, als der Meißel von tausend Steinmezen. Hierher gehören selbst die Pflanzen, welche ihre feinen Saugwurzeln als Millionen kleiner Keile in die Haarspalten verwitternder Gesteine eintreiben und nach und nach die Zackigen Kronen der Felsen in weich gerundete Kuppen verwandeln.

Bei der Anwendung der Erscheinungen, welche wir in der Gegenwart durch die Naturkräfte hervorrufen sehen, zu der Deutung der Bildung der Erdoberfläche verfahren die Geologen sehr verschieden. Die Einen sind der Meinung, daß diese Kräfte in früheren Erdzeiten zwar keine anderen, aber

viel mächtiger wirkende gewesen seyn; die Anderen, und unter diesen ragt das Verdienst des Engländers Carl Lyell hoch hervor, glauben, daß diese Kräfte zu keiner Zeit anders gewirkt haben, als in der Gegenwart.

So liegt denn die Oberfläche der Erde als ein Buch vor uns; mit Hammer- und Pulversgewalt wenden wir mühselig seine Blätter um und freuen uns der veranschaulichenden Kraft der Versteinerungen, welche wir als Illustrationen auf jenen Blättern finden.

#### IV. Gegenwärtiges Aussehen der Erdoberfläche.

Aussehen der Erdoberfläche nach Hinwegdentung des Meeres. — Beispiel davon am nordwestlichen Viertel Europas (Fig. 3., 4., 5., 6.). — Luftströmungen durch Temperaturwechsel bedingt. — Orographie; Ebenen und Berge; Verhältniß der größten Berghöhen zum Erdhalbmesser; Tief- und Hochlandebenen; isolirte Berge, Gruppengebirge, Kettengebirge.

Es wird an diesem Orte keineswegs überflüssig seyn uns auf der Oberfläche der Erde mit aufmerksam unterscheidenden und zergliedernden Blicken etwas anzusehen, um dadurch nicht nur für das Verständniß des Nachfolgenden einige feste Begriffsbestimmungen, sondern auch in dem Gegenwärtigen einen Maaßstab für das Einmalige zu gewinnen.

Selten denkt man daran, sich einmal die Erdoberfläche ohne das Meer zu denken; und doch ist dies fast unbedingt nothwendig, um sich eine richtige Vorstellung von dem Aussehen der Erdoberfläche zu machen.

Wenn wir ein Hühner-Ei mit der hohlen Hand berühren, so fühlen wir kaum, daß seine Oberfläche nicht ganz glatt, sondern dicht mit feinen Rauigkeiten bedeckt ist. Gäbe es eine Riesenhand, welche die Erdkugel, wie wir das Ei, umfassen könnte, sie würde die Kugel ebenfalls für glatt halten. Dies möge uns einen Maaßstab zur Beurtheilung unserer Berghöhen im Vergleich zur Gesamtoberfläche der Erde geben. Der Maaßstab würde noch treffender seyn, wenn wir das Hühner-Ei polirten und nur einzelne schmale Streifen und Punkte unpolirt ließen; diese würden die mehr einzeln vertheilten Bergketten und die vereinzeltten Berge seyn.

Indem ich dies schreibe läßt man in den großen Städten Deutschlands einen mächtigen Erdglobus sehen, auf welchem die Berge und sonstigen Unebenheiten erhaben wiedergegeben sind. Um dieselben aber einigermaßen sichtbar machen zu können, mußte man für sie einen zehnmal größeren Maasstab anwenden, als für den Globus selbst. Hätte man für sie denselben Maasstab angenommen, so hätte zur Darstellung der Berge die Dicke der Farbe ausgereicht.

Bei dem winzig kleinen Stückchen Erdoberfläche, welches wir selbst von einem hohen Berge aus nur überschauen können, und auf welchem uns die Berge so kolossal vorkommen, sträubt sich hiergegen unser Sinn, und er würde sich noch mehr sträuben, wenn wir auf einem hohen Küstenberge ständen und auf den trocken gelegten Meeresgrund blickten. Dennoch würde jener, schon vor 50 Jahren von Dalomiru angewendete Vergleich auch dann noch richtig bleiben.

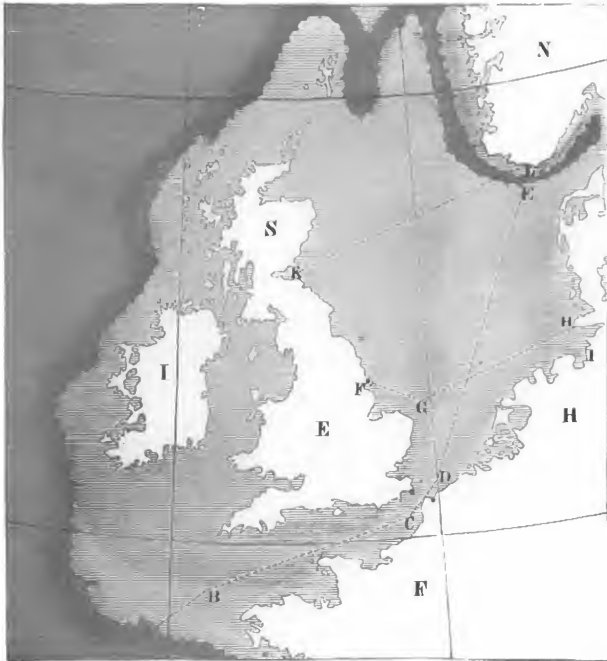
Eine Fußreise nach Amerika würde unseren staunenden Blicken sagen, daß wir Menschen alle miteinander Bergbewohner seyen; unsere jetzigen Ebenen würden wir als Hochebenen mächtiger Gebirgskolosse und unsere Gebirge als Kämme darauf kennen lernen.

Aber wie würde uns der Meeresboden erscheinen? Man ist gewöhnlich geneigt, ihn sich eben vorzustellen; und gewiß, wir würden in großer Ausdehnung es auch so finden; aber keineswegs überall. Jetzt schwimmt das einsame kleine Felseneiland St. Helena im stillen Ocean wie ein vom Baume auf den Wasserspiegel eines See's gewehtes Blatt. Ständen wir unten auf trockenem Meeresgrunde davor, wir würden finden, daß Napoleon auf dem Gipfel eines Chimborazo gestorben ist; und dächten wir untenstehend uns das Meer wieder über uns, so würde ein nach dem Gilande steuerndes Schiff dem Geier gleichen, der um den himmelhohen Gipfel einer Alpe kreift.

Könnten wir, unter Hinwegdenkung des Meeres, einige Seemeilen westlich von England hoch herab aus einem Luftballon Europa überblicken, wir würden mit Staunen unseren Welttheil als ein zusammenhängendes Ganzes erkennen, und nicht mehr begreifen, daß Irland und-England Inseln, Norwegen, Schweden und Dänemark Halbinseln waren. Was wir aus unserem Ballon sehen würden, kennt man von den genannten

Ländern durch Tiefenmessungen des Meeres zwischen ihnen so genau, daß wir in Gedanken hier Landreisen machen können.

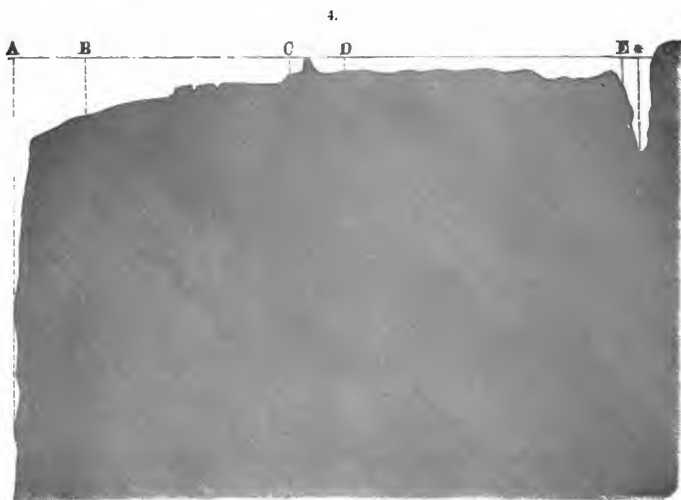
3.



Karte des nordwestlichen Viertels von Europa, zur Veranschaulichung der Meerestiefen.

Fig. 3. zeigt uns ein Stück des nordwestlichen Viertels von Europa. Die helleren Partien des Meeres bezeichnen geringe Meerestiefen, das Dunklere ist viel tiefer liegender Meeresboden, der von jenen geringeren Tiefen plötzlich abstürzt. So sehen wir, daß die beiden großen und die zahlreichen kleinen Inseln Großbritanniens ebenso wie die übrigen in

unser Bild fallenden Theile unseres Continents nur die obersten Kuppen eines aus dem Meere hoch aufragenden Hochlandes sind, welches bis auf die genannten Länder unter dem Meerespiegel versteckt liegt. Wie tief? das soll uns Fig. 4. zeigen.



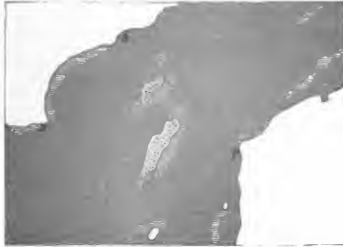
Senkrechter Durchschnitt durch den auf Fig. 3. dargestellten Theil von Gureva in der gebrochenen Linie A B C D E L, das Profil des Meeresbodens in dieser Linie zeigend.

Sie zeigt uns das Relief des Meeresbodens, oder vielmehr des Striches des nordwesteuropäischen Hochlandes, der sich unter dem Meerespiegel in der gebrochenen Linie A B C D E L von Fig. 3. durch den Kanal und die Nordsee von der westlich von Frankreichs Küste liegenden Bank de la Chapelle bis nach Lindsnäs in Norwegen erstreckt. Bei möglichst windstillem Wetter, so daß man diese durch den Compaß und den Sextanten fortwährend festgehaltene Linien genau verfolgen konnte, wurden dieser Linie entlang bis Lindsnäs von Stelle zu Stelle Senkbleimeffungen gemacht, und durch Auftragung dieser Messungsergebnisse in senkrechten Linien unter eine den Meerespiegel darstellende Linie erhielt man ein genaues Bild des Reliefs des Meeresbodens zwischen den Punkten A und L.

Denken wir uns nach unserer Fig. 3. das Meerwasser hinweg, so würden wir an dem dargestellten Theile des Hochlandes Europa gegen Norden zwei auf dem Bilde wie die Ohren eines Kaninchenkopfes aussehende, mächtige Vorsprünge finden, durch einen tiefen, schmalen Thalspalt geschieden; und durch eine ähnliche gekrümmte, tiefe Schlucht, Fig. 4.\*, würden wir Norwegen von dem jetzt untermeerischen Hochplateau getrennt finden.

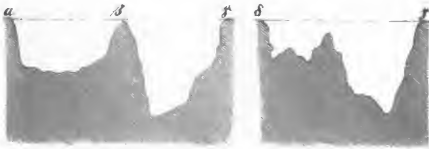
Dieses ist aber nicht überall so eben, wie es auf dieser Linie erscheint, denn in den Linien  $\alpha\beta\gamma$  und  $\gamma\delta$  auf dem Rärtchen, Fig. 5., ergeben die Messungen das Relief des Meeresbodens, welches der senkrechte Durchschnitt, Fig. 6., darstellt.

5.



Rärtchen von einem Theile des Kanals.

6.

Profil des Meeresbodens in den Linien  $\alpha\beta\gamma$  und  $\gamma\delta$  des Rärtchens Fig. 5.

Was ist nun das Hauptergebnis dieser mit den langen Fühlfäden des Senfbleies gewonnenen Einsicht auf des „Meeres tiefuntersten Grund“? Die gewiß nicht unwichtige Thatsache, daß wir uns die Unebenheiten, die Berge viel bedeutender und zu viel kolossaleren Gruppen der Erdoberfläche noch verbunden denken müssen, als es geschieht, wenn wir dabei bloß auf die vom Meere



freigelassenen Kuppen derselben sehen. Diese sind nichts weiter, als die unmittelbaren Fortsetzungen untermeerischer Unebenheiten der festen Erdoberfläche. Eine Beseitigung des Meeres würde uns zeigen, daß viele der Inseln, welche an den Küsten der Continente liegen, durch ihre Füße mit der Gebirgsmasse zusammenhängen, welche den Continent bilden, daß sie nichts weiter sind, als Randkuppen desselben.

Wenn auch Niemand im Ernste daran denken wird, daß durch die Flüsse und durch das abspülende Meer, selbst durch Einführung von Erde und Steine in das Meer, dieses zuletzt ausgefüllt werden könnte, so kann man doch daran denken, daß sich wenigstens die vergleichungsweise kleineren Unebenheiten des Meeresbodens dadurch ausgleichen werden, und daß rings um die Füße der großen Erdkolosse, deren Spitzen als große Inselländer und Continente über den Meerespiegel hinaus ragen, sich ähnliche schräg abfallende Anschüttungen ansammeln werden, wie wir sie am Fuße aus leichteren verwitternden Gesteinen bestehender Berge sehen, die oft ringsum eine sanft abfallende bewachsene Böschung zeigen, auf der die Berge wie auf einem grünen Fußgestelle stehen, und welche nach und nach aus den von dem Berge herabgefallenen Brocken sich angeammelt hat.

Zu dieser ausbehnenden Masse kommen noch alljährlich die festen Ueberreste der zahllosen Seethiere, der Fische und Krebse, Mollusken und Korallen hinzu.

Allein wenn wir wohl auch annehmen dürfen, daß eine solche allmälige Ebenung statt findet, die freilich bei der ungeheuren Ausdehnung des Meeresbodens nicht eben sehr ins Gewicht fallen wird; so dürfen wir nicht vergessen, daß der Kreislauf des Lebens, dieses große Grundgesetz der Erde, auch im Meere statt findet, und daß wenigstens ein großer Theil jener thierischen Produkte wieder aufgelöst wird, um aufs Neue seine Wanderung durch die Leiber nachgeborener Geschlechter zu machen.

Und wenn auch das gesammte Festland und alle Inseln mit allem, was darauf lebt, vom Meere verschlungen würden, es würde darin fast spurlos verschwinden, denn es vermöchte die bekannte mitte Meeres-tiefe, die man zu etwa 15,000 par. Fuß (5000 Meter) berechnet hat, nur 4750 Fuß anzufüllen, so daß es immer noch über 10,000 par. Fuß tief bleiben würde!

So steht denn in dieser Hinsicht das Verhältniß zwischen Meer und trockenem Land wohl für alle Ewigkeit unerschütterlich fest, wenn nicht aus dem unermesslichen Weltraume sich feindliche Gewalten über unsere kleine Erde stürzen; was freilich außerhalb des Bereichs unserer Vermuthung und Besorgniß liegt, und bei der ewigen Weltordnung auch nicht angenommen werden kann.

Wenn wir den Fuß auf das Festland setzen, an dessen hohe Ränder, — wir waren freilich bisher gewöhnt, sie uns als dessen untersten Saum zu denken, — wir die Brandung des Meeres wieder zurückkehren lassen, müssen wir noch der Luftströmungen kurz erwähnen, welche auf seiner Fläche gleiten. „Unbeständig wie der Wind“ — diese Redensart beruht nicht durchaus auf thatsächlicher Wahrheit, denn es herrscht auch hier eine Stetigkeit der Erscheinungen, welche freilich nur über dem ebenen Spiegel des Meeres zu beobachten ist, wo ihr keine störenden Anhöhen in den Weg treten.

Finden wir doch in der Atmosphäre eine Stetigkeitserscheinung, an deren wirklichem Bestehen Jedermann so lange zweifelt, bis ihn Autoritäten wie Gay-Lussac und Humboldt zum Glauben zwingen. Ich meine das sich immer und unter allen Umständen gleichbleibende Mischungsverhältniß der Luft aus 21 Procent Sauerstoff und 79 Proc. Stickstoff. Jeder Gebildete weiß, daß bloß durch ersteren, deshalb auch Lebensluft genannt, unser und thierisches Leben möglich ist und man hört zuweilen in einem heißen überfüllten Saale den nach Luft schnappenden Ausruf: „Sauerstoff, Sauerstoff!“ Und doch hat man in der erstickenden Atmosphäre eines Tanzbodens nicht um ein Procent weniger Sauerstoff, als in dem erquickenden Luftbade einer bewaldeten Anhöhe.

Die Atmosphäre — wir behalten diesen griechischen Namen bei, da das Wort Dunstkreis die Sache nicht ganz richtig bezeichnet — ist ebenso ein Theil der Erde, wie das Meer. Dabei haben wir aber so wenig bei ihr, wie bei dem Meere es uns so zu denken, daß sich beide von der starren Erdmasse noch heute fort und fort ablösen und das Meerwasser allmählig in die Atmosphäre und diese in den Weltraum sich verflüchtigte.

Im Gegentheil scheint die gegen den Weltraum bestimmt abgegrenzte Atmosphäre wie alles Uebrige durch die Anziehungskraft der Erde an diese gefesselt zu seyn.

Neben dem Gehalt an Sauerstoff ist es wesentlich noch der Wasser- und Kohlensäuregehalt der Atmosphäre, wodurch diese die Fähigkeit erhält, auf allen festen Körpern der Erdoberfläche bald schneller, bald langsamer auflösend einzuwirken. Wir bezeichnen die Aeußerung dieser Einwirkung gewöhnlich mit dem Worte Verwitterung.

Weniger bedeutsam als die chemische Kraft der Atmosphäre, doch immerhin nicht unerheblich, ist die mechanische Gewalt ihrer Bewegung, durch welche sie einen, wenn auch weniger stetigen doch nicht minder merkbaren Einfluß auf die Gestaltung der Erdoberfläche gewinnt.

Ohne die Bewegungen der unteren Schichten der Atmosphäre würde auch der Meeresspiegel bewegungslos in ewiger Ruhe liegen. Der oberflächlichen Beobachtung körperlos erscheinende Arm der Luft hebt das Weltmeer empor. Diese Macht erhält sie mit der Bewegung durch die Wärme. Durch diese wird die Luft wie jeder andere Körper ausgedehnt und mithin leichter. Erwärmte Luft strebt immer aufwärts zu steigen, während gleichzeitig die schwerere kalte Luft in die von jener verlassene Stelle herabstürzt. Um sich davon zu überzeugen ist es von der Physik zu einem stehenden Beweismittel erhoben worden, ein brennendes Licht in die Oeffnung einer nur wenig geöffneten Thür eines geheizten Zimmers zu halten. Oben wird die Flamme von der ausströmenden warmen Luft hinausgezogen, während die unten hereinströmende kalte Luft sie einwärts treibt. Hält man das Licht genau in die Mitte der Höhe der Thüröffnung, also an die Grenze dieser beiden entgegengesetzten Richtungen der Luftbewegung, so zeigt sich die Lichtflamme gerade und ruhig.

Unmittelbar über der Erdoberfläche, natürlich am gleichmäßigsten über dem ebenen Meeresspiegel, wird die Luft stärker erwärmt, als in höheren Regionen und am stärksten natürlich über dem Aequator, von wo nach den Wendekreisen und von da nach den Polen hin die Erwärmung immer mehr abnimmt. Dies muß nothwendig einen ununterbrochenen Kreislauf von Luftströmungen herbeiführen. Unmittelbar über dem Aequator muß ein schmaler Gürtel rings um die Erde herumgehen, über welchem die hier am stärksten auf der ganzen Erdoberfläche erwärmte Luft senkrecht emporsteigt. In den dadurch fortwährend von den erwärmten unteren Luftschichten verlassenen unteren Raum tritt von beiden Polen her, je näher diesen immer

weniger erwärmte Luft ein, was einen ununterbrochenen unteren Luftstrom von beiden Polen nach dem Aequator zur Folge haben muß. Ein gleicher Luftstrom, aber in entgegengesetzter Richtung, muß in den höheren Luftschichten statt finden, weil der über dem Aequator aufgestiegene warme Luftstrom sich oben theilen und nach beiden Polen abfließen muß, um nach den Polen hin immer mehr zu erkalten, wodurch er schwerer wird, niedersinkt und, in die untere Region herabtretend, nothwendig in die Richtung nach dem Aequator hin gezogen wird. Diese untere Luftströmung, welche mithin nichts anderes ist, als die untere Hälfte einer Kreisbewegung, nennen wir bekanntlich Passatwind, und wir unterscheiden natürlich einen Nord- und einen Südpassat.

Wäre die ganze Erdoberfläche durchaus eine gleichmäßige Ebene, gäbe es namentlich kein trockenes Land, so müßte nothwendig in diesen Luftströmungen eine vollkommene Gleichmäßigkeit statt finden; und dann würden Segelschiffe, wenn es deren dann noch gäbe, den Aequator nicht überschreiten können, weil ein von Nord oder Süd mit einem Passat angekommenes Schiff in die ewige Windstille der Aequatorzone, über welcher die Luft nur aufwärts strömt, gebannt werden würde.

Dennoch ist die Richtung der Passatwinde keine rein nördliche und südliche, sondern immer eine südöstliche und nordöstliche. Es liegt auf der Hand, daß diese Abweichung durch die Aendrehung der Erde hervorgerufen wird. Die Atmosphäre nimmt als ein Theil des Erdförpers an dieser Drehung Theil und dadurch muß ein Kampf zwischen den beiden sich rechtwinkelig schneidenden Bewegungen statt finden. Jede muß um die Hälfte nachgeben und daher haben die Passatwinde die Ablenkung nach Osten.

Das Abströmen der über dem Aequator aufgestiegenen erwärmten Luft nach den Polen scheint aber in sehr bedeutender Höhe statt zu finden, denn bei Besteigung der höchsten Gipfel der Anden ist man noch nicht in sein Bereich gekommen. Daß es aber wirklich statt finde, ist nicht bloß durch die wissenschaftlich nothwendige Voraussetzung bedingt, sondern erweist sich auch dadurch, daß man in den wärmeren Erdgürteln in bedeutender Höhe weiße Wölkchen stetig nach den Polen ziehen sah, während unten der entgegengesetzte Luftstrom herrschte.

Die Gestalt und Vertheilung des Festlandes und der Inseln, und die Berghöhen und Thalzüge darauf bringen natürlich in die Luftströmung jene

Veränderlichkeit, welche so groß ist, daß der Wind eben das Bild der Unbeständigkeit geworden ist. Auf jener großen Wasserwüste der südlichen Halbkugel, zwischen Südamerika und Neuholland, wo nur wenige kleine Inseln liegen, deren kaum zu nennender Einfluß den Passatwind nicht berührt, herrscht daher dieser mit derjenigen Stetigkeit, welche die oben entwickelte Theorie erheischt; einer von jenen Fällen, welche die Wissenschaft mit der Freude erfüllen, ein am Kleinen aufgefundenes Gesetz der Natur im Großen bestätigt zu finden.

Wenn auch noch einige andere Erscheinungen, wie außer der in dieser Hinsicht bereits erwähnten Aendrerung der Erde, z. B. elektrische, sich mit der Wärme verbinden mögen, worüber die Wissenschaft mit Sicherheit noch nicht viel zu sagen weiß; so ist es doch in der Hauptsache die Wärme, wodurch die Luft bewegt wird. Denken wir dabei an den kosenen West, welcher im Frühjahr seinen warmen Hauch um unsere Wangen spielen läßt, so muß unsere Phantasie einen Riesenschritt machen, um aus derselben Quelle jene Erscheinungen herzuleiten, welche fähig sind, die Gestalt der Erdoberfläche zu verändern.

Liest man die Schilderungen der tropischen Orkane, so empfindet man neben dem Entsetzen über die furchtbare Erscheinung zugleich ein verstummendes Staunen über die Räthselhaftigkeit in der launenhaften Gedankenschnelle, mit welcher der Orkan durch die Windrose fährt, wie die wesenlos scheinende Luft von der Wärme, einem ungreifbaren Nichts, getrieben, ungeheure Lasten fester Masse wie Spreu umherpeitscht.

Es würde uns zu weit von unserem Ziele abführen, wollte ich hier einige solcher Schilderungen einschalten, obgleich sie ganz geeignet seyn würden, uns die Betheriligung der Luftbewegung und der Umgestaltung der Erdoberfläche einleuchtend zu machen. Ein einziges Beispiel, zwar in seiner Erscheinung nicht gewaltig und von großem Umfange, wird ausreichen, um uns die unbeschreibliche Macht der Luftbewegung zu veranschaulichen.

Bei einem Orkan bei Calcutta wurde am 8. April 1833 ein langes Bambusrohr, wie ein Pfeil durch die Wand eines Zeltes, durch einen 5 Fuß dicken Wall, welcher beiderseits eine Mauerbekleidung hatte, hindurchgetrieben. Ein Sechspfünder würde kaum vermocht haben, diese Wirkung hervorzubringen.

Wir haben uns verleiten lassen, bei der Beschreibung der gegenwärtigen Beschaffenheit der Erdoberfläche für die Atmosphäre eine Ausnahme zu machen, indem wir nicht bloß ihr Wesen, sondern auch ihr Wirken in's Auge faßten. Wir glauben aber nur so dieses geisterhafte Wesen und denken zu können, in einem Buche, welches die Geschichte der Entwicklung unseres Erdkörpers schildern will, zu der eben Alles in ursächlicher Beziehung stehen muß, was in diesem Buche einen Platz haben soll.

Wir setzen nun unseren Fuß auf trocknes, festes Land, um zu sehen, wie die eigentliche für uns Menschen so aufzufassende Erdoberfläche beschaffen ist.

Zunächst beschäftigt uns die Drographie, die Schilderung der Höhen- und Tiefenverhältnisse in den Ländern der Erde. Danach unterscheiden wir Ebenen und Berge.

So einfach und selbstverständlich beide Begriffe zu seyn scheinen, so unsicher und abhängig sind sie doch von dem dabei angelegten Maasstabe. Insofern wir gewöhnt sind, jede Höhe nach dem Grade ihrer Erhebung über dem Meerespiegel zu messen, ist eigentlich auf dem trocknen Lande, eben weil es ja höher liegt, als dieser, Alles Höhe und nur das Meer eine vollkommene Ebene. Nur wenige sehr beschränkte Flächen der Erde liegen tiefer als der Meerespiegel. So gewinnt denn schon von vornherein der gewöhnliche Begriff Ebene nur eine bedingte (relative) Richtigkeit, und wir müssen dabei nicht das Meer, sondern die Erhebungen des Erdbodens als Maasstab anlegen.

Allein auch neben letzteren bleibt der Begriff Ebene schwankend. Wenn man von dem Gipfel des Montserrat auf den nördlichen Theil von Catalonien herabsteht, so sieht man eine von der fernen Pyrenäenketten begrenzte Ebene, während man doch in der Wirklichkeit ein Meer von zum Theil nicht unbeträchtlichen Hügeln sieht; denn Catalonien verdient seinen Namen eines Hügellandes. Einer dieser Hügel auf die große norddeutsche Ebene gesetzt, würde als hoher Berg weit und breit zu sehen seyn.

Eine Ebene kann auch tausende von Fußes über der Meeresfläche liegen, ja die flache Kuppe eines mächtigen himmelanstiegenden Gebirgsstockes kann als eine Ebene erscheinen. So entsteht der Begriff Hochebene, Hochplateau, Tafelland.

Weil wir auf einer Ebene stehend von der sich verkürzenden Fläche weniger übersehen, als von den ansteigenden Seiten eines Gebirges, so sind wir gewöhnlich geneigt, den Umfang der Ebenen zu gering zu schätzen, dagegen die Berge für höher zu halten, als sie sind. Unser Auge spielt uns aber auch noch andere Streiche. Wenn wir am Rande einer Ebene stehen, welcher sich allmählig erhebt und zuletzt in einen Höhenzug übergeht, so sind wir geneigt, die sich zusammenschiebende Ebene für den niedrigen Fuß des Höhenzuges zu halten, und indem wir dann diesen für näher halten, als er ist, unterschätzen wir seine Höhe, die wir überschätzt haben würden, wenn sein Abfall steil gewesen seyn würde. Mit Interesse erinnere ich mich an einen solchen Fall, der mir mit der Thoralpe in Kärnthen vorkam. Sie erschien mir auf einem Spaziergang in später Nachmittagsstunde, in der klaren Herbstluft die Linien ihres lang gestreckten Kammes ganz scharf und deutlich zeigend, als eine nahe niedrige Höhe, und ich schlug meinem Begleiter vor, ihr noch einen Besuch zu machen. Ich wurde aber ausgelacht und bedeutet, daß zu einem solchen Besuch ein ganzer Tag erforderlich sey.

Weil wir von den Ebenen so wenig und von den aufragenden Höhen so viel sehen, so hält man die Berge nicht nur, wie schon bemerkt, für höher, als sie sind, sondern man schreibt ihnen auch, sowohl in ihrer horizontalen als senkrechten Ausdehnung, einen viel zu großen Einfluß auf die Ebenheit der Erdoberfläche zu, während wir ihn durch Dolomieu's Vergleich mit einem Ei als verschwindend klein schon kennen gelernt haben. Um dies Gleichniß durch eine redende Beispielszahl zu erhärten, so schalte ich hier ein, daß die Höhe des Montblanc nur ein Eintausend drei hundert und einundzwanzigstel des Erdhalbmessers beträgt. Wenn meinen Leserinnen der Kaufmann um diesen Bruchtheil einer Elle zu knapp oder zu reichlich gemessen hat, so sind sie weder das eine noch das andere zu merken im Stande.

Die höchsten Berge der Erde, an die beiden Pole versetzt, würden noch nicht einmal den Ausfall der Abplattung der Erde an den Polen ausgleichen.

Berge und Ebenen sind im Allgemeinen sehr unregelmäßig über die Festländer vertheilt, und um einige Uebersichtlichkeit zu gewinnen müssen wir

zunächst die Ebenen wieder als Tiefländer und als Hochländer unterscheiden.

Die Tiefländer sind gewöhnlich die unmittelbaren Nachbarn des Meeres, unter dessen Spiegel sich dann ihr Boden oft sehr weit als flacher Meeresgrund fortsetzt. Norddeutschland, die französischen Landes und in noch größerem Maaßstabe das europäische Rußland sind solche Tiefländer. Oft auch zeigen sich die Tiefländer von Bergketten eingeschlossen, wie z. B. Niederungarn und die Provence.

Die Hochländer finden sich gewöhnlich von einem Rahmen von Gebirgsketten eingefasst, mit denen sie wahrscheinlich gleichzeitig emporgehoben wurden und durch welche sie entweder gegen das Meer oder gegen ein benachbartes Tiefland abgegrenzt werden. Ein solches Hochland ist z. B. das bayerische zwischen den Alpen und dem Fichtelgebirge.

Es weist deutlich auf die gemeinsame Entstehung durch Emporhebung hin, daß die so oft vorkommenden gleichlaufenden Bergketten zwischen sich ein Hochland einschließen, nach welchem ihre diesem zugekehrten Seiten in sanfteren Abhängen sich abdachen, während ihre Außenseiten gegen das Meer oder ein Tiefland jäh abfallen. Gewöhnlich ist dann das eingeschlossene Hochland nach der niedrigeren der beiden sie einschließenden Bergketten sanft geneigt, was unverkennbar auf einen größeren Einfluß der Erhebung ihres höheren Nachbarn hinweist.

Ein Beispiel hiervon zeigt das nachstehende Profil von Südamerika, Fig. 7., an welchem wir das centrale Hochland gegen die niedrigere brasilianische Küstenkette geneigt sehen.

7.



Luerprofil von Südamerika.

Der Begriff Thal, den man Tiefländern von bedeutender Längen- und geringer Breitenausdehnung oft zu geben pflegt, ist natürlich in der Regel an ihre Benachbarung mit Höhen gebunden, und wer erinnert sich hier nicht an die bekannte Anekdote von jenem bequemen Schweizreisenden,



welcher, entzückt von der Schönheit der Natur nur die reizenden Alpenthäler in seine Heimath wünschte, indem er die Berge den Schweizern gerne lassen wollte.

Wodurch sich Thäler als Schluchten, Kessel, Thalmulden charakterisiren, ist bekannt genug, und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Dennoch kommen auch Thalbildungen vor, welche unabhängig sind von dem Gegensatz der Berge. Dies sind die in Ebenen, namentlich in Hochebenen eingerissenen meist von sehr steilen Seiten eingeschlossenen schmalen Thäler, welche in den meisten Fällen vom Wasser ausgewaschen worden sind. Dieses ist entweder als mächtiger Strom, oder nur als schmaler Wasserfaden auf der Thalsohle noch vorhanden, oder auch vielleicht bereits ganz verschwunden. Gewöhnlich sieht man solchen meist vielfach gewundenen Thalschluchten ihre Entstehungsart leicht an und ein aufmerksamer Wanderer verfehlt nicht, sich in jene Zeit zurückzuversetzen, in welcher einst ein mächtiger Strom hier die Kollsteine seines Bettes wälzte, auf denen er selbst jetzt trockenen Fußes einherschreitet.

Wie es Thäler ohne Berge giebt, so kann man auch diejenigen Berge ohne Thäler nennen, welche sich vereinzelt auf einer weiten, flachen Ebene erheben, welche auch ohne diesen Berg das geblieben seyn würde, was sie mit ihm ist.

Bei diesem Gegenseitigkeits- und Abhängigkeitsverhältniß zwischen Bergen und Thälern erscheinen letztere als die Folgen der Bildung jener, indem gleichzeitig oder nacheinander von unterirdischen Gewalten emporgehobene Berge letztere zwischen sich einschlossen. Es giebt aber eine Menge Thäler, welche sich unbekümmert um bereits vorhandene Berge einen Weg bahnten. Dies giebt z. B. von dem Flußthale des Rheines in seinem ganzen Verlaufe, auf welchem dieser abwechselnd durch vielfach ihm in den Weg tretende Gebirge und über Ebenen sich bald gewaltsam, bald ungehindert seinen Weg bahnte.

Die Berge zeigen sich in Umfang, Höhe, Neigungswinkel ihrer Seiten, Gliederung, Verbindung untereinander bekanntlich sehr mannfaltig und werden danach schon im gewöhnlichen Leben verschieden benannt. Fast immer sind die diese Benennungen bedingenden Verschiedenheiten der Berge theils von ihrer Masse, theils von der Art ihrer Entstehung

abhängig, und da wir dieser später eine besondere Beachtung zu widmen haben werden, so soll hier nur auf einige der hauptsächlichsten Verschiedenheiten aufmerksam gemacht werden.

Dabei sehen wir zunächst ab von den oft höchst unbedeutenden und nur durch ihre Lage auf ganz flachen Ebenen einige Bedeutung gewinnenden Bodenerhebungen, welche als Anhöhen, Hügel, Kuppen, Hübel u. s. w. bezeichnet werden. Sie sind recht eigentlich geeignet, das Schwankende in der Benennung Berg zu veranschaulichen, indem in flachen Ebenen auch diese geringen Bodenerhebungen meist Berge genannt zu werden pflegen; welche der neben ihnen Geborene mit Anstrengung ersteigt, während der Gebirgsbewohner ihr Ansteigen kaum bemerkt.

Die eigentlich diesen Namen verdienenden Berge zerfallen wesentlich in drei Klassen: 1. isolirte, einzelnstehende Berge, Berge schlechthin; 2. Gruppengebirge oder Gebirgsgruppen, auch Massengebirge genannt, vielleicht am zweckmäßigsten Gebirge zu nennen\*); 3. Gebirgsketten oder Kettengebirge.

Die Berge, Einzelberge, stehen selten ohne einen eigentlichen Fuß auf einer flachen Ebene, sondern meist auf einem mehr oder weniger erhöhten und breiten Fuße, der entweder einen festen Theil von ihnen ausmacht, oder aus den herabgefallenen und vom Regen herabgeschwemmten Verwitterungsprodukten der Bergmasse selbst an der Basis des Berges ringsum angehäuft worden ist. Solcher vollkommen einzeln und mit keinen anderen Bergen in Zusammenhang stehender Berge giebt es nicht viele und meist sind sie vulkanischen Ursprungs.

Der Aetna ist ein Beispiel eines großartigen, einzeln aufragenden Berges. Die Inseln Helgoland und Rügen sind ebenfalls Berge zu nennen, deren Entstehung aber eine andere ist. Sie sind nur die stehengebliebenen Ueberreste einer früher hier vorhanden gewesenen mächtigen Schichtenablagerung, welche bis auf diese Felseninseln von dem Meere beseitigt

---

\*) Die Vorsetzsilbe ge deutet in unserer Sprache bekanntlich immer eine ordnungslose, wenigstens nicht nach einer bestimmten Ausdehnung geordnete Anhäufung gleichartiger Dinge oder Handlungen oder Zustände, z. B. Gedärm, Gedränge, Gesecht, Gefühl, Gefühl, Gehölz, Gelächter u. c.

worden ist. Bekanntlich nagt das unerfättliche Meer fortwährend mit einem solchen Erfolge an den steilen Wänden Helgolands, daß in vielleicht nicht mehr sehr ferner Zeit England diesen Besitz an eine Macht verlieren wird, von welcher er nicht wieder zurück zu erobern ist.

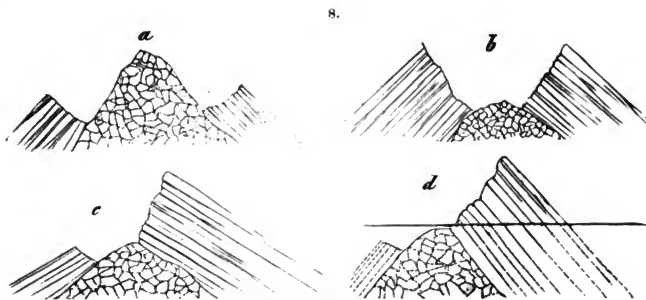
Beispiele von Gruppengebirgen sind das sogenannte Mittelgebirge nahe am nördlichen Rande Böhmens und die berühmte Vulkangruppe der Auvergne.

Zwischen den Gruppengebirgen und den Bergketten finden sich so verschieden ausgeprägte Uebergänge, daß man oft ungewiß ist, wie weit der Längsdurchmesser den Querdurchmesser eines Gebirges übersteigen müsse, um nicht mehr ein Gruppengebirge, sondern ein Kettengebirge genannt werden zu können. Ein solches Uebergangsgebilde ist z. B. der Harz.

Die Länge der Gebirgsketten ist zuweilen nur wenige mal größer als ihre Breite, oft aber auch außerordentlich überwiegend, und es giebt bekanntlich Gebirgsketten von vielen hundert Meilen Länge; man denke nur an die Anden, welche sich nicht bloß ganz Südamerika entlang erstrecken, sondern durch die Meerenge von Panama sich in den Rocky-Mountains bis nach dem Norden von Nordamerika verlängern, da letztere hinsichtlich der Richtung und der geologischen Beschaffenheit nicht von den Anden zu trennen sind. Gegen diese Länge erscheinen dann die Ketten der Alpen, Pyrenäen, Apenninen, Karpaten und des skandinavischen Scheidegebirges allerdings nur sehr kurz.

In der Breite und inneren Gliederung zeigen die Kettengebirge große Verschiedenheit. Bald ziehen sich die Höhen, aus denen sie zusammengesetzt sind, zu einer vergleichsweise schmalen Reihe zusammen, bald erweitert sich diese, weite Thäler einschließend, macht plötzliche Ablenkungen von der Linie ihrer Hauptrichtung, wo dann in dem Ablenkungspunkte meist besonders hohe Berge ihrer Kette entsteigen; scheidet bald nach der einen, bald nach der anderen Ausläufer ab u. s. w. Da manche Bergketten erst in verhältnißmäßig neuer Zeit emporgetrieben worden sind, wo auf den betreffenden Stellen der Erdoberfläche schon mächtige Schichten neptunischer (geschichteter) Gebirgsarten abgelagert waren, die dabei durchbrochen und aufgerichtet wurden, so übt natürlich der Grad der Mächtigkeit und die Beschaffenheit dieser Schichten einen großen Einfluß

auf die Formen der Bergketten aus, und giebt Anlaß, in diesen verschiedene Glieder, ähnlich wie die Glieder einer Kette zu unterscheiden. Dadurch wird die geologische Deutung des Baues mancher Bergkette sehr schwierig. Dies gilt vor allen von der Kette der Schweizer-Alpen, welche trotz ihrer majestätischen Größe doch verhältnißmäßig noch sehr jung sind.



Verschiedene Querprofile von Kettengebirgen.

Die beistehenden Figuren 8, a. b. c. d. geben uns Aufschluß über einige Verhältnisse der inneren Gliederung und Gestaltbedingtheit der Bergketten. Alle vier Figuren, stellen Querprofile von Bergketten vor, welche dadurch entstanden sind, daß ein emporgetriebenes Massengestein ein oberes Schichtensystem durchbrochen und aufgerichtet hat. Bei b ist das Massengestein — hier wie gewöhnlich auf geologischen Profilzeichnungen zellig oder netzartig schraffirt — nur wenig zu Tage getreten und es besteht daher in diesem Falle das Kettengebirge aus zwei nebeneinander laufenden Kämmen, den Schichtenköpfen des durchbrochenen Schichtensystems, und einem etwas gewölbten Mittelthale. Bei a ist das eruptive Massengestein mächtig hervorgetreten und bildet daher einen mittelsten Hauptkamm des Kettengebirges, zu dessen beiden Seiten die Schichtenköpfe zwei Seitenkämme bilden, mit dazwischen liegenden Thälern. Wenn das eruptive Massengestein die eine Scholle des durchbrochenen Schichtensystems stärker emporhob als die andere, dabei aber selbst nicht hoch emportrat, so muß sich das Querprofil c ergeben. Und wenn diese letztere Art der Hebung unter einem Wasserpiegel statt fand, so muß die Erscheinung von d die Folge seyn.

Ueber die von zahllosen Thalgeflechten durchfurchte Erdoberfläche rinnt in eben diesen Furchen das wohlthätige Element des süßen Wassers, die Bedingung unseres Lebens, während das Meerwasser in seinem räthselhaften Salzgehalt uns ewig zurückstößt und uns nur als Träger unserer Schiffe seine unzuverlässigen Dienste leistet.

Tief verborgen zwischen Moos und Steinen bewaldeter Bergkuppen werden die kleinen Bächlein geboren, welche von allen Seiten einander zu laufen, um dann im innigen Verein Flüsse und Ströme zu bilden. Bald unten im Thal, bald auf hohen Alpenplateau spiegelt sich der Himmel im Auge klarer Seen, jene von Bächen diese gespeist vom eisigen Gletscherquell.

Dies ist eine flüchtige Skizze des Schauplatzes, auf welchem der Mensch, umringt von Mitgeschöpfen aller Art, sein Wesen treibt, hier entfaltet zu geistiger Blüthe, dort noch eine verschlossene Knospe.

Diesen Schauplatz kennen zu lernen ist uns eben Bedürfnis und wir scheuen nicht zurück vor der Schwierigkeit, die Spuren seiner Geschichte in Zeiträumen aufsuchen zu müssen, welche weit hinter jeder mündlichen und geschriebenen Ueberlieferung liegen.

Dabei muß es uns einfallen, daß vor unseren Augen die Erscheinungen unter gleichen bedingenden Umständen immer dieselben bleiben, daß den verschieden gearteten Stoffen unabänderlich dieselben von ihnen untrennbaren Kräfte innewohnen. Diese ewige Gleichheit in dem Wesen der Erscheinungen macht es uns zur Gewisheit, daß Feuer und Wasser zu allen Zeiten dieselben Kräfte hatten, haben und haben werden, daß die Anziehungskraft, mithin die Erscheinungen der Schwere, die Elektrizität, der Magnetismus, die vulkanische Thätigkeit des Erdinnern nie andere gewesen seyn werden, als sie jetzt sind.

Darum ist es auch für uns jetzt nächstliegende Aufgabe, den umgestaltenden Erscheinungen nachzuforschen, welche die Naturkräfte auf der Erdoberfläche heute noch hervorrufen, um nichts verabsäumt zu haben, was uns befähigen kann, den ununterbrochenen Gang der Umgestaltung der Erdoberfläche zu verfolgen und darin den Schlüssel für deren gegenwärtige Beschaffenheit zu finden.

## V. Umgestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

### 1. Durch die Gewalt des Wassers.

Bald plötzliche, bald allmälige Wirkungen; — die drei Säulen des Serapiostempels von Pozzuoli (Fig. 9.); — Wirkungen des flüssigen Wassers; zerstörende Wirkungen des Wassers, mechanischer oder chemischer Art; — Verwitterung; bedingender Einfluß der Beschaffenheit der Gesteine und des Kohlen säuregehaltes des Wassers; — Beschleunigung der zerstörenden Kraft des Wassers durch Bewegung; Auswaschung oder Erosion; — Vergsturz von Goldbergbau; — Wirkung der Flüsse; — Diluvialbecken von Borullena (Fig. 10.); der Simeto (Fig. 11.); der Niagarafall (Fig. 12.). — Wirkungen des Meeres; — Klippenbildung (Fig. 13.); — Einfluß der verschiedenen Neigung der Uferschichten gegen das Meer (Fig. 14.); Teufelsmühlen; — Karren, Schlipflächen; — Riefentöpfe; — Kollsteine oder Geschiebe.

Wer die Gegenwart nicht begreift, der wird die geschichtlichen Uebertieferungen der Vergangenheit stets mißverstehen.

Wenn es auch folgerichtiger seyn würde, diejenigen Veränderungen, welche die Erdoberfläche noch heute fort und fort erfährt, als eine Fortsetzung erst nach dem geologischen Entwicklungsgange, gewissermaßen als eine Geschichte unserer Tage der alten Erdgeschichte folgen zu lassen, so müssen wir dennoch den eingeschlagenen Weg wählen, weil uns ohne Kenntniß dieser Tagesgeschichte oftmals die stummen Zeugen jener Urgeschichte unverständlich seyn und wir haltloser Deutelei anheim fallen würden.

Es versteht sich übrigens von selbst, daß wir jetzt das Wort Gegenwart nicht buchstäblich zu fassen haben. Für uns bildet jetzt die Gegenwart den Jahrtausende umfassenden Zeitraum, über welchen uns glaubwürdige Uebertieferungen und geschriebene oder monumentale Nachrichten vorliegen. Wir werden sehen, daß dieser Zeitraum dem Alter der Erde gegenüber nur ein Augenblick ist, selbst wenn wir als Bekenner der Geogenie der Erde einen Anfang zuschreiben.

Feuer und Wasser sind sprichwörtliche Gegner, und doch stimmen sie jetzt für uns darin überein, daß sie es wesentlich sind, welche jedes für sich oder beide im Verein auf die Gestalt der Erdoberfläche ändernd einwirken. Sind

auch die Thaten des Feuers auf diesem Gebiete oft gewaltiger und mehr in das Auge fallend als die des Wassers, so ersetzt letzteres durch keinen Augenblick unterbrochene Stetigkeit seines Wirkens, was diesem vielleicht an Großartigkeit abgeht. Dann aber springt es einmal mit unbezähmbarer Wuth dem Feuer gleich aus seiner Ruhe auf und verbreitet rings um sich her Verwüstung und Tod. Aber weder bei dem Wasser noch bei dem Feuer dürfen wir jetzt bloß an diejenigen ihrer Wirkungen denken, deren Werke schnell und in's Auge fallend erscheinen. Diese sind es nach dem gegenwärtigen Ruhezustande des Erdkörpers weniger, was die Oberfläche der Erde verändert, als ihr stilles fast geheimnißvoll zu nennendes Wirken. Das Sprichwort vom steinaushöhlenden Tropfen drückt das sehr bezeichnend aus. Wir sehen ja auch nicht jeden Tag in den Zügen eines Kindes eine Veränderung, und dennoch ist sie jeden Morgen, in jedem Augenblicke da, denn zuletzt ist daraus das runzelvolle, welcke Gesicht des Greises geworden. So müssen auch nicht bloß Jahre, sondern oft Jahrzehende, Jahrhunderte, Jahrtausende vergehen, ehe das ruhige Wirken jener Kräfte auf der Erdoberfläche eine sichtbare Umgestaltung zu Stande gebracht hat. Also auch dann noch müssen wir, da selten die Dauer eines Menschenlebens dazu ausreicht, nur aus dem Erfolge auf die wirkende Ursache und den Gang ihres Wirkens schließen. Da aber diese Wirkungen seit Jahrtausenden in ihrem innern Wesen keine Aenderung erfahren haben, im Gegentheile seit sehr langer Zeit die Erde gewissermaßen in einem Ruhezustande sich befindet — da es z. B. erwiesen ist, daß seit 2000 Jahren die Wärme der Erdoberfläche um keinen Grad zu- oder abgenommen hat —; da ferner geschichtliche Nachrichten uns erzählen, wie es hier oder dort vor Jahrtausenden ausgesehen hat, so erhalten diese Schlüsse eine vollständige Richtigkeit. Wie hier zuweilen die Wissenschaft von unvermutheter Seite Fingerzeige erhält, davon will ich ein Beispiel vorgreifend einschalten.

Bei Pozzuoli, dem alten Puteoli, im Königreiche Neapel stehen dicht am Meeresufer die Reste des alten Serapistempels. Es sind drei etwa 40 Fuß hohe Säulen, welche noch aufrecht auf ihren Postamenten und in ihrer ursprünglichen Stellung in einer geraden Linie stehen. Alle zeigen etwa 15 Fuß über dem Meerespiegel einen ungefähr 3 Fuß breiten Gürtel, wo sie etwa zolltief von zahlreichen Löchern durchbohrt sind, welche nur

von Bohrmuscheln herrühren können, wie sie jetzt noch dort in den Uferfelsen unter dem Meeresspiegel leben. In dem Bereiche des bis auf diese drei noch stehenden Säulen zerstörten Tempels hat man die Spuren von Schutzmauern gegen das Meer und mehre über einander liegende Mosaikfußböden gefunden.

9



Ruinen des Serapistempels von Pozzuoli bei Neapel.

Da man auch sonst in der nächsten Umgebung der Tempelruine die unverkennbaren Spuren davon findet, daß sie einst unter dem Meere gelegen haben müsse, so ist die Deutung dieser Säulen nicht zweifelhaft. Sie müssen eine Zeit lang mindestens 18 Fuß tief und zwar so lange unter



dem Meeresspiegel gestanden haben, daß die Bohrmuscheln sich darin allmählig ansiedeln konnten. Es muß sich demnach jener Küstenstrich mindestens 18 Fuß unter den Meeresspiegel gesenkt, eine ziemlich lange Zeit in dieser Tiefe verharret und dann allmählig wieder emporgehoben haben. Die Senkung muß sehr langsam und ohne gewaltfame Erschütterung erfolgt seyn, denn die angebrachten Schutzmauern beweisen, daß man das andringende Meer abhalten zu können hoffte, so daß man auch, wahrscheinlich nach Errichtung derselben, über dem vom Meerwasser verdorbenen einen neuen etwas höher angebrachten Fußboden legte. Bis an den unteren Rand des Lößergürtels hatten die Säulen ohne Zweifel im Sande des Meeresbodens gestanden, in welchem die Bohrmuscheln sich niemals ansiedeln. Aber Vulkan, denn er ist ohne Zweifel der hier einmal behutsam verfahrende Thäter, zog den dem Serapis geheiligten Tempel allmählig hinab in das Bereich des Neptun. Später gab er die Reste des Raubes wieder zurück:

Hier ist es allein der Umstand, daß es Menschenwerke sind, an denen sich diese Wirkung des Vulkanismus ausdrückt, was uns die Gewißheit über langsame Veränderungen im Niveau des Erdbodens auch noch in unserer Epoche giebt; denn jene anderen Kennzeichen in der Umgebung des Tempels, an Felsen und im Boden, können auf keine bestimmte Zeit hindeuten, wenigstens auf keine so neue.

Wir wollen nun zunächst die Einwirkungen des Wassers auf die Gestaltung der Erdoberfläche in's Auge fassen.

---

Das süße Wasser übt diese Einwirkungen sowohl in seinem flüssigen Zustande wie auch als Eis, als Gletscher aus.

Das Wasser als Flüssigkeit ist bekanntlich in seiner überwiegenden Mehrheit Meerwasser, gegen welches die Menge des süßen Wassers der Landseen, Ströme, Flüsse, Bäche, Quellen verschwindend klein ist. Dennoch, um uns auch hier dankbar daran zu erinnern, ist es nächst der Wärme und dem Lichte der Sonne ausreichend, dem starren Erdboden Millionen Lebenskeime zu entlocken. Wir müssen für unseren Zweck das Wirken des Wassers als ein zerstörendes und als ein schaffendes unterscheiden.

Weil dem Auge die Zerstörungen durch das Wasser auffallender sind, da sie zum Theil schnell erfolgende Wirkungen zeigen, so wollen wir auch von ihnen zuerst sprechen. Sie werden sich in der Regel als Erniedrigung, jene als Erhöhung der Erdoberfläche aussprechen, wenn auch natürlich immer in verhältnißmäßig sehr geringer Ausdehnung, und wenn auch den Zerstörungen, den Erniedrigungen des Bodens durch Wassergewalt, an einer benachbarten Stelle meist gleichzeitige Erhöhungen zur Seite stehen werden.

Es ist oft ein langer Weg und eine lange Zeit, welche zwischen dem ersten Beginn einer Zerstörung durch Wasser und dem in die Augen fallenden Erfolge liegen, zumal wenn die Zerstörung nicht durch mechanische, sondern durch die chemische Kraft des Wassers statt findet.

Wir nennen im gewöhnlichen Leben die chemischen Veränderungen, die das Wasser an den festen Bestandtheilen des Erdbodens vornimmt, Verwitterung und wir müssen uns hier daran erinnern, daß eben Verwitterung eines Steines nächst der Betheiligung des Sauerstoffes der Luft immer durch Vermittelung des Wassers statt findet.

Wenn wir am Fuße einer der dicht bewaldeten und sanft abgerundeten Kuppen des Schwarzwaldes einen neu angelegten Steinbruch ansehen und mit seiner Umgebung vergleichen, so ahnen wir die Macht des auflösenden und zerklüftenden Einflusses des Wassers, welches in Jahrtausenden es dennoch vermocht hat, den Berg, dessen feste Eingeweide hier entblößt vor uns liegen, an seiner ganzen Außenfläche mit Beseitigung aller Ecken und Kanten in lockeres Erdreich zu verwandeln, in welchem sich die mächtigen Lannen, der Stolz des Schwarzwaldes, einbürgerten.

Die Beschaffenheit des Gesteines ist bei dem Gange der Verwitterung von beträchtlichem Einfluß, je nachdem jene dabei für das chemisch oder mechanisch eindringende Wasser mehr oder weniger zugänglich sind, wobei dieses Wasser noch keineswegs in Fülle vorhanden zu seyn braucht; denn die sickernden Tropfen eines verborgen durch die Adern der Berge rinnenden Quells, die unsichtbaren Dampfbläschen in der Luft besitzen dieselbe auflösende Kraft. Diese wird für das Wasser durch seinen Gehalt an Kohlensäure, die sich fast in jedem Wasser findet, erhöht, so daß kohlenstoffhaltiges Wasser wenigstens geringe Mengen der festesten Gesteine,

z. B. Quarz, aufzulösen vermag. Je dichter und gleichmäßiger in seiner Zusammensetzung ein Gestein ist, desto länger widersteht es der Verwitterung. Dichte Kalk- und Schiefergesteine, Thonsteine und die glasigen Gesteine, wie z. B. Pechstein, widerstehen am kräftigsten; dagegen werden die krystallinischen Gesteine, d. h. die aus innig unter einander verwachsenen Krystallen bestehenden, wie Granit und Sienit, ferner Basalt, Porphyr, Sandsteine und an sich schon poröse Felsmassen am leichtesten durch die Verwitterung angegriffen.

Ist auch in diesen letztgenannten Gesteinen die Berührung ihrer einzelnen Gemengtheile noch so innig, so vermag doch das Wasser nach und nach zwischen die Berührungsflächen derselben einzudringen und wird bei dem Auseinandertreiben der Gesteinsmassen namentlich durch die Kälte unterstützt, indem die eingedrungenen Wassertheilchen frieren und dabei einen größeren Raum einnehmen, mithin als kleine Keile wirken.

Meist geht diese mehr mechanische Einwirkung des Wassers mit der chemischen Hand in Hand. Die letztere spaltet sich gewöhnlich zunächst in einer Entfärbung und in Verminderung und endlich Beseitigung des Glanzes und der Durchsichtigkeit der Oberflächen des Gesteines aus.

Selbst in Gegenden, wo aufgeschwemmtes von Feld und Wald dicht bekleidetes Land das steinerne Fundament des Bodens bedeckt und auch kein einsam stehender Hügel zu finden ist, kann man an den Ziegeln und Bruchsteinen der Gebäude den Gang der Verwitterung studiren. Jedermann hat in seiner Nachbarschaft eine, fast möchte ich sagen symbolische Stätte der Verwitterung. Es sind die Friedhöfe. Die eingegrabene Jahrzahl sagt uns nicht allein, seit wie lange da unten die Verstorbenen ruhen, sondern sie ist auch der Gradmesser der Verwitterung am Gedächtnissteine selbst.

Doch das Wasser — wobei wir jetzt vor der Hand nur das süße Wasser im Auge haben — beschleunigt seine Einwirkung; denn die Verwitterung geht allerdings oft so langsam, daß wir je nach dem Härtegrade des Gesteines nach Jahrtausenden noch uns der beinahe unangelhaften Unversehrtheit uralter Statuen und Bauwerke der Aegypter und Indier, Griechen und Römer erfreuen. Die Beschleunigung der zerstörenden Kraft des Wassers liegt in seiner Bewegung. Es wird unsere Reisen und schon unsere bescheidenen Ausflüge in das am kleinen Maßstabe groß

erscheinende Hügelgelände unserer heimatlichen Ebene belehrend und genüßreich machen, wenn wir wissen, welche Erscheinungen wir als die Werke des bewegten Wassers anzusehen haben.

Nicht bloß an den Ufern unserer Bäche und Flüsse, sondern auch mitten auf der wasserlosen Ebene oder im Gebirgslande finden wir die Spuren der Auswaschung, Erosion, des Wassers.

Jedes Gebirgsland nicht bloß, sondern auch manche Ebene hat seine Teufelsmühlensage, nach welcher der Teufel gerade um einen Stein mit dem Bau der Mühle nicht fertig werden konnte, die vor dem ersten Hahnschrei fertig seyn mußte, wenn er die Seele des Müllers sein nennen sollte. Mit diesem letzten Stein zertrümmerte dann der Gottseibeius im Aerger sein unvollendetes Werk. In den meisten Fällen ist das Wasser es gewesen, was zu der Sage Veranlassung gegeben hat, lange vor der Zeit, wo der Aberglaube der Menschen den Teufel geschaffen hat. Von jenem wie von diesem finden wir an solchen Teufelsmühlen jetzt keine Spur mehr. Dasselbe gilt von den sogenannten Teufelssteinen und Teufelsmauern, von denen ich nur die, welche einen Theil des Harzes an dessen Fuße umschließt und die Teufelsmauer im Haardtgebirge als die bekanntesten nenne.

Doch das sind ja keine Werke des Wassers aus unserer Zeit. Ich führte sie hier auch nur deshalb an, um nun in dieser auf Werke des Wassers hinzuweisen, welche den Schlüssel zur Entstehung jener geben.

Wer kennt nicht den furchtbaren Bergsturz von Goldbau. Der 5200 Fuß hohe Kamm des Rufs- oder Kopfberges, dem Rigi gegenüber, begrub am 2. September 1806 das blühende Dorf Goldbau am Ufer des Lowerzer See's, wobei 800 bis 1000 Menschen ihr Grab fanden. Die herabgleitenden Felsmassen trieben den See aus seinen Ufern und dieser richtete dadurch in seiner Umgebung bedeutende Verheerungen an. Der Abhang des Rufsberges besteht aus über einander liegenden Schichten von Nagelsluße und Mergelthon. Die mächtigen, stark zerklüfteten Nagelsluße-Schichten lassen das Schnee- und Regenwasser in die darunter liegenden Thonschichten dringen. Dadurch quollen diese auf und erweichten sich und die Nagelsluße-Schichten fuhren endlich auf der schlüpfrigen Bahn mit furchtbarer Gewalt unter einem Winkel von 45° in das Thal, wo sie im Nu das unglückliche Dorf unter sie begleitenden Schlammfluthen spurlos

verschütteten. Vielleicht redet man nach Jahrtausenden, wenn nicht inzwischen das Reich des Teufels aus den Köpfen der Menschen verbannt ist, dort auch von einer Teufelsmühle, wenn die Verwitterung die herabgestürzten Felsmassen geglättet haben wird. Den Namen eines Felsenmeeres wird die Stätte, wo einst Goldau stand, jedenfalls verdienen.

Manche Flüsse, namentlich wenn deren zwei sich unter einem großen Winkel in schnellem Laufe mit einander vereinigen, können mächtige Umgestaltungen ihrer Ufer hervorbringen.

Bei Bellegarde im Ain-Departement verbinden sich die Rhone und Valserine, indem sie über einen Boden fließen, der abwechselnd aus weichen Sandstein- und festen Kalkschichten zusammengesetzt ist. Der Strom des Wassers wäscht schnell die Sandsteinschichten durch und wühlt sich tief in ihre Seiten ein, während es alsdann länger dauert, ein Gleiches mit der nächstunteren Kalksteinschicht zu thun, in welcher das Flussbett natürlich schmaler wird, weil das Wasser in diese seitlich weniger tief einschneiden kann. So müssen die Uferwälle beider Flüsse aus abwechselnden tiefen Furchen und vorspringenden Wulsten oder Gesimsen den Lauf des Wassers entlang bestehen, wobei zuweilen die ihrer Unterlage beraubten Felsenvorsprünge der Kalkschichten einstürzen.

Man kann nicht leicht irgendwo die auswaschende Gewalt des Wassers besser und umfassender kennen lernen, als im südlichen Spanien, wo oben drein die durch unverantwortliche Entwaldung der Gebirge verarmten Flüsse ihre Uferwände bis hinunter auf ihr nun wasserloses Bett zeigen, um daran ihre Werke sehen zu können.

Außerordentlich lehrreich und die wunderbarsten Bodengestalten zeigend ist das Diluvialbecken, welches östlich am Fuße der mächtigen Sierra Nevada liegt. Ist es auch kein Werk der geschichtlichen Zeit, so arbeitet die Gegenwart doch immer noch daran fort, namentlich wenn die schmelzenden Schneemassen von den Vorbergen der Sierra ihre Wasserfluthen herabschicken.

Auch dem mit den geologischen Erscheinungen nicht Vertrauten muß es an jenem Orte klar werden, daß das Wasser seit Jahrtausenden bemüht ist, sein eigenes Werk wieder zu zerstören, welches es wahrscheinlich in kürzerer Zeit vollendet hatte. Stundenweit reißt man von Guadir bis Porrulleua zwischen steilen Wänden und tiefen Schluchten, übersieht endloses

schroffes Hügelgelände und doch erkennt man, daß Alles das verhältnißmäßig neu zu nennende Werk des Wassers ist, welches man großartig finden würde, wenn nicht dicht daneben die mit ewigem Schnee bedeckten Riesenberg der Sierra Nevada ein zu gewaltiger Maasstab wären.

Hier hat einstmals ein Meilen breiter Strom, vielleicht lange Zeit zu einem ruhenden See abgedämmt, mehrere hundert Fuß hohe Schichten von Sand und Gerölle abgesetzt. Eine spätere Wasserfluth, vielleicht auch die absetzende Wassermasse selbst bei der Durchbrechung ihrer Abdämmung, hat einen großen Theil dieses Schuttlandes wieder weggeschwemmt und dadurch weite Thalmulden, mit zahlreichen seitlichen Thalschluchten gebildet, in deren einer die alte Maurenstadt Guadir, in einer anderen der ärmliche Flecken Porullena liegt. Diese Thäler sind ringsum von steilen Abhängen von 100 — 200 Fuß Höhe eingefast, welche von tiefen gewundenen Schluchten durchfurcht sind und vor welchen auf der Thalsohle zahlreiche, theils ganz abgeforderte, theils mit ihnen noch zusammenhängende kleine Regel- oder Kammerberge stehen.

10.



Ansicht eines Theiles des Landes eines großen Diluvialbeckens bei Porullena in Spanien, nordwestlich von der Sierra Nevada.

Unsere Fig. 10. giebt ein deutliches Bild von dieser Erscheinung; sie ist das Porträt eines kleinen Theiles von dem Rande jenes großen Beckens von Porullena, wie man deren dort Hunderte zeichnen könnte, jedes anders in den Einzelheiten und doch alle zusammen genau von demselben Charakter. In einigen der tiefen furchenartigen vielfach hin und hergewundenen Schluchten arbeiten kleine Bäche noch fort und fort an der Vertiefung derselben. Die abgelagerten Schuttmassen hatten bei ihrer Ablagerung in weiter Horizontalerstreckung schichtenweise eine verschiedene Färbung, namentlich ist die oberste und letzte Schicht hell ziegelroth gefärbt gewesen. Das giebt der ganzen Landschaft ein eigenthümliches Gepräge. An den näher am Absturze des ganzen Beckens stehenden Hügeln sieht man deutlich wie an dem Absturze selbst die einander entsprechenden verschiedenfarbigen Streifen und am Rande des Absturzes glaubt man von weitem wegen der rothen Färbung der letzten Ablagerung das vielfach aus- und einspringende Gemäuer von Bastionen zu sehen, und die noch nicht entzipfelten nächsten Hügel scheinen kleine Forts zu tragen. Aber die höchste Täuschung bereitet dem Reisenden eine vielleicht zweihundert Fuß tiefe Schlucht neben der man von Granada herkommend in das Thal von Porullena hinabsteigt. Das linke vollkommen senkrechte Gehänge derselben ist mit zahlreichen horizontalen und senkrechten oder geneigten Furchen und vorspringenden Kanten und Wulsten, runderlichen Vertiefungen u. s. w. bedeckt, hervorgebracht durch die verschiedene Widerstandskraft der wechselnden Schichten gegen die auswaschende Wirkung des ehemals ohne Zweifel viel stärkeren Baches und durch den senkrechten Fall des von der oberen Kante an der Wand hinabfließenden Regenwassers. Das dadurch entstehende Relief der Wand gleicht selbst in der Nähe außerordentlich einem Gemäuer, so daß mein alter spanischer Koffelentker, sonst ein Mann ohne alle Empfänglichkeit für die phantastische Schönheit der Gebirge seines Landes, als ich ihn aufmerksam machte, lachend ausrief: „eine Kirchen-Façade!“ und damit allerdings einen treffenden Vergleich aussprach.

Doch hier handelte es sich um Beseitigung ziemlich lockeren Schuttlandes, welches dem Wasser wenig Widerstand leistet. Einen stärkeren Beweis von der Gewalt, welche in der ununterbrochenen Stetigkeit fließenden Wassers liegt, liefert der Simeo, ein unbedeutender Fluß am Fuße des Aetna.

Im Jahre 1603 wurde er von einem Lavaström quer durchschnitten und dadurch genöthigt, nun seinen Lauf über diesen zu nehmen. Aber obgleich die Lava ungewöhnlich fest und dicht, dem Basalt sehr nahe kommend ist, so hat sich der Simeto seitdem, also in 250 Jahren, dennoch ein etwa 50 Fuß tiefes und eben so breites Bett durch den Lavadamn gegraben. Wir sehen dies an einem Querschnitte jener Vertiefung, Fig. 11.

11.



Querschnitt durch das Bett des Simeto, welches durch einen Lavaström abgedämmt wurde. — l das frühere Bett des Simeto; l der Lavaström; s das neue Bett, welches der Simeto durch die Lava gewaschen hat.

Nicht weniger zeugen viele Wasserfälle von der auswaschenden Gewalt des Wassers, welche sich dabei weniger auf dem Punkte äußert, auf welchem es aufstürzt, als vielmehr an der Kante über welche hinweg und an der Wand an welcher es hinabfließt. Dadurch wird ein stetes zurückweichen der Wasserfälle bedingt: indem es die Fallstelle des Felsens abwäscht und so natürlich fortwährend hinter dieser liegende Partien desselben angreift. Das großartigste Beispiel liefert natürlich der Niagara-fall, welcher dadurch entsteht, daß der Niagara auf seinem Wege aus dem Erie-see in den 330 Fuß tiefer liegenden Ontario-see ein mit seinem Laufe ein wenig aufgerichtetes Schichtensystem überspringen muß.

12.



Profil des Niagara-falles.



Bestehende Fig. 12. giebt eine Anschauung von der Großartigkeit dieser Erscheinung. Eine genaue Erwägung ihrer Einzelheiten wird uns aber auch zugleich lehren, daß dieses prachtvolle Schauspiel, von welchem alle Reisende mit Bewunderung sprechen, einst verschwinden oder wenigstens an Großartigkeit sehr verlieren wird; freilich erst in so ferner Zeit, daß dann vielleicht kaum noch eine Sage von dem heutigen Naturwunder berichtet wird. Nur die Wissenschaft wird dann mit derselben Sicherheit das einstmalige Bestehen desselben nachweisen, wie sie jetzt sein Verschwinden vorherzusagen kann.

Unsere Figur zeigt uns einen senkrechten Durchschnitt des etwa zwölf Wegstunden betragenden Gebietes zwischen dem Eriesee und dem Ontariosee. *e* bezeichnet den Wasserspiegel des ersteren, *o* den des letzteren. Zwischen beiden Punkten sehen wir das von Ost nach West schwach aufgerichtete Schichtensystem. Diese Aufrichtung ist viel bedeutender dargestellt, als sie in der Wirklichkeit ist, weil das Bild die große Strecke zwischen beiden Seen sehr zusammenschieben mußte. Die Schichten sind vielmehr nur sehr sanft ansteigend und sind keineswegs als durch eine unterirdische Gewalt aufgerichtet zu denken. Sie sind vielmehr der Rand einer mächtigen Beckenablagerung, der natürlich im Vergleich zu dem Mittelpunkt derselben etwas ansteigen muß. Das Schichtensystem besteht aus weicheren, leicht zerstörbaren und härteren Schichten, und darauf beruht die Bedingung des Niagarafalles. Die gebrochene Linie *o f n e* bezeichnet den Lauf des Niagara unterhalb und oberhalb des Falles und *f* diesen selbst. Der Fall befindet sich jetzt auf dem Ausgehenden einer mächtigen sehr festen Kalksteinschicht, *h*, welche auf einer weicheren, *w*, ruht. Die letztere wird sehr leicht von dem Wasser ausgewaschen, und dadurch das Ende, die Schichtköpfe, der oberen unterwühlt, so daß dieses immer eine Zeit lang frei schwebt, bis es durch seine eigene Last und den Druck des Wassersturzes abgebrochen wird und auf den Grund des Wasserfalles stürzt. Dies muß sich nothwendig dann und so lange wiederholen, bis wieder und so oft eine neue Unterwühlung in der Schicht *w* statt gefunden hat. Wird einst bei diesem ununterbrochenen Zurückweichen der Fall bei dem Buchstaben *h* angekommen seyn, wo der Aufsturz des Wassers die weiche Schicht nicht mehr erreicht, so wird der Wasserfall bedeutend niedriger seyn, und viel

langsamer zurückweichen und nahezu auf diesem Punkte stehen bleiben. Auf der Strecke zwischen p, dem Ausgehenden einer anderen auch mit h bezeichneten festen Schicht, und n hat der Strom das Ausgehende der weichen Schicht w tief ausgewaschen, weshalb er hier besonders tief ist. Bei p muß er dagegen seichter seyn und diejenigen Massen, welche das Wasser über diesen Punkt hinüber aus dem Griesee fortgeschwemmt hat, haben allmählig die ganz junge Ablagerung unter der mit s bezeichneten Flußstrecke gebildet.

Wir können uns so die weitere Zukunft des mächtigen Stromes selbst malen, eben so wie wir leicht erkennen, daß der Fall einstmals bei dem Punkte a gestanden haben muß. Von a bis f müssen hohe Uferwände den Strom unterhalb des Falles von beiden Seiten eindämmen, welche ein grausenhaftes Amphitheater bilden, in welchem jeder andere Laut in dem donnerähnlichen Tosen des Falles erstickt.

Leicht tragen wir das am Niagarafall Gelernte als erklärendes Gesetz auf die Erscheinungen über, welche wir an den hohen Ufern vieler Flüsse und Ströme, ja selbst jetzt höchst unbedeutender Bächlein wahrnehmen. An denselben finden wir oft mehrere Terrassen über einander, von denen jede obere weiter zurückweicht und wir müssen zu der Ueberzeugung kommen, daß der Strom oder Fluß oder Bach in früheren Zeiten viel tiefer und breiter als jetzt gewesen seyn müsse.

Dabei muß man sich aber in Acht nehmen, nicht jedes tiefe Flußbett für das Werk des Wassers zu halten. Dieselben sind im Gegentheil sehr oft die Furchen von Hebungsspalten, welche das Wasser gern aufsucht. Leicht sieht man dies an dem Einwärts- oder Auswärtsfallen der aufgerichteten Schichten. Und auch wenn die beiden Spaltflächen des vielleicht nicht oder nur unmerklich gehobenen Schichtensystems kein Fallen der Schichten erkennen lassen, so kann man bei genauer Vergleichung an den Spaltwänden doch erkennen, ob an ihnen ein fließendes Wasser genagt habe oder nicht, ob also die Thalfurche eine Auswaschung oder nur ein Riß in einer dabei nicht gehobenen, sondern nur auseinander geschobenen Schicht sey. Fast immer aber wird man in beiden Fällen an dem untersten Theile der Spaltwände die Auswaschung des Wassers wahrnehmen, von welchem vielleicht jetzt nur noch ein schmaler Bach oder selbst gar nichts mehr

übrig ist. Es giebt nur wenige Flüsse, welche man aus der Betrachtung ihrer Ufer nicht als gesunkene Größen erkennen müßte.

Wir gehen nun zu den weit großartigen zerstörenden Umgestaltungen über, welche das Meer an seinen Ufern bewerkstelligt.

Auch hier übt natürlich die verschiedene Härte und Zerförbarkeit der Gesteine der Küste einen bedeutenden Einfluß auf den Grad der Umgestaltung aus. Nächstdem werden die Meere, welche, wie das Mittelmeer, keine Ebbe und Fluth haben, nur einen viel geringeren Einfluß auf die Gestaltung der Küste ausüben können, als andere, welche diese zeigen. Schon die zeitweilige regelmäßige Entblösung der Küste vom Wasser muß dieselbe den Einwirkungen der Atmosphäre, der Verwitterung und der Sonnengluth zugänglich machen und dem gewaltfamen Anprall der Fluthwellen in die Hände arbeiten.

Fast überall, wo das Meeresufer von Bergen gebildet wird, findet man einzelne Klippen aus dem Meere aufragend, gewissermaßen die verlorenen Posten des Küstenlandes. Sie sind in den meisten Fällen die Ueberreste härterer Schichten, zwischen denen und der Küste weichere Schichtenpartien, wodurch sie mit dieser zu einem Ganzen verbunden gewesen waren, vom Meere bereits weggespült worden sind. Solche Klippen können je nach ihrer Gestalt eben so wohl Schutzmauern für die Küste bilden, als sie auch gerade um so erfolgreicher nagende Wasserstrudel veranlassen können. Nicht weniger können solche Verhältnisse einen wesentlichen Einfluß auf die Schifffahrt haben, indem dadurch entweder das Aus- und Einlaufen von Schiffen durch die einzelnen umbrandeten Klippen sehr gefährdet, oder auch zuweilen dadurch ein natürlicher Hafendamm gebildet wird.

Fig. 13. giebt uns eine Ansicht von den granitischen Felsen südlich von Hillswick-Nes auf der Insel Schetland.

Nächst der Verschiedenheit in der Härte und dem inneren Gefüge der geschichteten Gesteine ist auch die Lagerung der Schichten auf den Grad der Küstenbildung von Einfluß. Sind die Schichten ein wenig nach dem Meere zu geneigt, so daß dessen Wellen sanft an ihnen in die Höhe steigen und wieder herabrollen können, so wird man leicht in dieser Lage ein Mittel erkennen, wodurch die Küste mehr gegen die Zerstörung durch die Wellen geschützt ist, als wenn die Schichten horizontal oder ein



Granitische Felsen bei der Insel Sletland.

wenig gegen das Meer aufgerichtet liegen. In den beiden letztgenannten Lagen, wo die Schichtenköpfe gegen die Brandung gerichtet sind, kann man sagen, daß diese gewissermaßen dem Meere die Stirn bieten, den Kampf mit ihm aufnehmen und darin nothwendig zuletzt immer unterliegen; während die zuerst genannte Schichtenlage ein Vermeiden, ein Abwehren des ungleichen Kampfes genannt werden kann. Ist das zum Kampf aufgerichtete Schichtensystem aus verschiedenen harten Schichten zusammengesetzt, so muß durch Unterwaschung die Umgestaltung der Küste in ähnlicher Weise begünstigt und beschleunigt werden, wie wir es bei dem Niagarafall kennen gelernt haben. Solche Fälle sind am meisten geeignet, die Veranlassung zu den Teufelsmühlen-Sagen zu geben. Unterwaschene härtere Schichten stürzten zuletzt durch ihr eigenes Gewicht, begünstigt durch die mit Wasser gefüllten Klüfte und Spalten ihres Gefüges, herab und bildeten mächtige Trümmerhaufen, dicht neben der Stelle, wo sie eben abriffen. Aber, wird vielleicht eingewendet werden, wie kann denn dies vom blindesten Aberglauben für eine Teufelsmühle gehalten werden, da diese ja mitten in die Brandung zu stehen kommt. Dieser an sich ganz begründete Einwand erledigt sich dadurch, daß wir mitten in Deutschland Küsten ehemaliger Meere aus verschiedenen Erdzeiten finden, oder richtiger Gebirgsformen, welche sich mit der vollsten Begründung als

ehemalige Meeresufer deuten lassen. Da findet man zuweilen nahe bei aufragenden Felswänden gewaltige Trümmerhaufen, was ganz mit der Sage stimmt, welche ja erzählt, daß Herr Urian die Steine aus einem benachbarten Steinbruche geholt habe.

14.



Seelüste mit unterwashedenen scwärts aufgerichteten Schichten; mehr nach vorn mit einfallenden Schichten, denen die Wellen nichts anhaben.

Fig. 14. zeigt dicht neben einander beide Neigungsverhältnisse von Küstenschichten gegen das anstürmende Meer.

Neben diesen wesentlich umgestaltenden Wirkungen des süßen und des Meerwassers an dem von ihm bespülten festen Gestein muß ich noch derjenigen Erscheinungen gedenken, welche mehr bloß die Oberfläche der Felsen

berühren. Dabei ist wieder die verschiedene Beschaffenheit, namentlich die Härte des Gesteines von wesentlicher Bedeutung, und nächst dem die Schnelligkeit der Bewegung des mehr oder weniger zusammengepressten oder ohne Pressung frei rinnenden Wassers.

Durch das Herabrieseln von Regen- oder Schneewasser entstehen an steilen, namentlich an Kalkfelsen der Alpen zuweilen streifenartige, dicht beisammenstehende glatte Rinnen, welche man mit dem sonderbar angebrachten Namen Karren belegt, vielleicht weil sie einigermaßen Wagen<sup>karren</sup>gleisen gleichen. Häufiger noch und verbreiteter finden sich die sogenannten Schliß-Flächen. Sie sind durch die abschleifende Wirkung des strömenden Wassers an den Felsenwänden hervorgebracht worden und haben je nach der Härte des Gesteines eine mehr oder weniger matte Politur. Härtere Einschlüsse des Gesteines, wie Krystalle oder Fossilien (Versteinerungen) stehen dann warzenartig aus der Schliß-Fläche hervor.

Eine sonderbare und doch vielleicht richtig gedeutete Erscheinung sind die sogenannten Riefentöpfe, welche namentlich in Schweden, am Harz, in Schottland, in der Bretagne und in den Schweizer Alpen an den Rändern von Landseen und schnell strömenden Flüssen und an Wasserfällen vorkommen. Die Riefentöpfe sind, wie ihr Name andeutet, große mehr oder weniger tiefe senkrechte vollkommen kreisrunde Aushöhlungen des Felsens, auf deren Grunde man gewöhnlich einen oder mehrere abgerundete Steine findet. In der Nähe der Grimsel findet sich am Ufer der Nar eine solche Vertiefung, welche bei niedrigem Wasserstande leer ist, in welcher dagegen bei hohem Wasserstande ein heftiger Wasserstrudel auf ihrem Boden liegende Steine im Kreise herumdreht. Höchst wahrscheinlich sind alle diese Riefentöpfe nichts Anderes, als die Wirkungen von Strudeln, welche sich der Steine als bohrender Werkzeuge bedienen. Im Kleinen kann man diese ausdrehende Wirkung des Wassers an jedem Flusse mit hohen senkrechten lehmigen Uferwänden sehen, in welchen nicht selten wenigstens halbkreisförmige Aushöhlungen durch Wasserstrudel gebildet werden.

Ehe wir die Wirkungen des flüssigen Wassers verlassen, um zu den Wirkungen des Eises überzugehen, ist es nothwendig, noch auf die Bildung der Kollsteine oder Geschiebe aufmerksam zu machen. Ueberall finden wir entweder einzeln zwischen der Ackererde vertheilt oder zu mächtigen

Kies = Schichten zusammengeschwemmt die weißen sogenannten „Kieselsteine“, wie man die abgerundeten Quarzstücke nennt, oder anders gefärbte, weil aus anderen Stein = oder Gesteinsarten bestehenden Steine, denen allen man es ansieht, daß sie lange von ihrer Heimathstätte losgerissen und seitdem so lange und gewaltfam im Leben des Steines herumgestoßen worden sind, daß aus den edigen und ungeschliffenen Gefellen glatte und polirte Bürger wurden. Die Geschiebe eines Gebirgsbaches sind wie die Passvija's im Wanderbuche eines lustigen Handwerksburschen. Jedes sagt uns, woher der Bach kommt, und wenn wir im hohen Sommer fast trocknen Fußes von Stein zu Stein über ihn hinweg schreiten können, so sprechen doch die in seinem Bette über einander gehäuften zentnerschweren Blöcke laut genug von seiner Gewalt, wenn er ringsum von den Höhen von Schneemassen oder von herabrauschenden Regenfluthen geschwellt wird.

## VI. Umgestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

### 1. Durch das Wasser. (Fortsetzung.)

Gletscherbildung; — Bedingungen derselben; Schneefeld, Firnfeld; Gletscher erster und Gletscher zweiter Ordnung; — Gletschereis, Plastizität desselben (Fig. 15), Fließen des Gletschers; — Schlift-Flächen; — Gletscherbach, Gletscherthor; — Absturz; — Gletschertische (Fig. 16.); — Seitenmoränen oder Gangeden; — Grundmoränen; Mittelmoränen oder Gufferlinien (Fig. 17., 18.); — Gletscherschub; Gletscherbruch; — Ab- und Zunahme der Gletscherbildung; alte Moränen, Gletscherblöcke; — Sedimentbildung (Fig. 19.); Niederschläge: Kalksinter, Erbsenstein (Fig. 20.), Travertin, Luffstein oder Kalksinter, Tropfsteinbildung: Stalaktiten und Stalagmiten, Süßwasserfalk; — Kieselnsinter; — Raseneisenstein oder Sumpferz, Bohnerz; — mechanische Sedimentbildung; Verwitterungsschutt oder Detritus; Schuttkegel; Delta (Fig. 21, 22.); Uferwälle; Nehrungen; Dünen; Martorf.

Die Erscheinungen in der Natur gewinnen für die Wissenschaft erst dadurch eine Bedeutung, daß sie entweder als Wirkungen oder als Ursachen mit andern in Zusammenhang treten.

Wir lernten in zahlreichen und manchfaltigen Fällen das Wasser als eine Macht kennen, welche bald in jäher Entfaltung Zerstörung um sich

verbreitet, bald ihren Einfluß wie schleichende Diplomatie in für den Unterliegenden unmerkbarer Allmähligkeit geltend macht.

Die letztere Handlungsweise liebt auch ganz besonders das Wasser im Zustande der Erstarrung, das Eis. Das millionenfache Zerklüften der Felsen durch gefrorene Wasserädrchen in der Oberfläche derselben lernten wir schon kennen. Ein großartiges Gegenstück, und doch nicht minder verborgen wirkend, bilden die Gletscher.

Die Gletscher faßt man gewöhnlich als das Bild der starren Todesruhe auf, und doch sind sie weit mehr ein Gleichniß der Macht, welche in unablässigen, sich verbergenden Beharren liegt. Sie sind nichts weniger als bewegungslos. Ich denke dabei nicht an die zerstörende Lawine, denn die hat mit der Gletscherbildung nichts zu thun.

Die Naturgeschichte der Gletscher hat erst in neuerer Zeit eine so vollständige Aufhellung erfahren, daß man jetzt ganz vertraut ist mit dem dämonischen Leben, welches diese im ewigen Wandel begriffenen Riesmassen beseelt. Sie spielten ohne Zweifel dieselbe Rolle wie jetzt, nur vielleicht großartiger, auch in der vorgeschichtlichen Zeit, und manche Erscheinungen aus der Diluvialperiode, welche lange unerklärbar waren, sind als das Werk der Gletscher erkannt worden. Namentlich sind drei Gletscher Jahre-lang einer fortgesetzten, mit Gefahren und Entbehrungen mancherlei Art verbunden gewesenen Beobachtung unterzogen worden, der Glacier des Bois in Chamouni durch den Engländer Forbes, der Unteraargletscher im Berner Oberland durch Agassiz und der Partstierzengletscher in Tyrol durch die Gebrüder Schlagintweit. Durch diese Untersuchungen hat man endlich auch die Erscheinung der Gletscherbewegung richtig gedeutet und dabei zugleich erfahren, weshalb diese Deutung nicht früher gelungen ist. Wir werden erfahren, daß hier einmal die am natürlichsten scheinende und zunächst liegende Deutung nicht die richtige war, sondern daß das Gletschereis eine Eigenschaft besitze, die man ihm, an anderes Eis denkend, nicht zugetraut hatte.

Bei der Großartigkeit der Erscheinung und der geologischen Bedeutung der Gletscher wird es vollkommen gerechtfertigt seyn, wenn wir ihnen jetzt eine besondere Aufmerksamkeit zuwenden.

Die erste Bedingung zur Gletscherbildung ist die Erhebung der sie tragenden Berge bis über die Schneegrenze hinaus. Diese ist bekanntlich



nicht auf allen Punkten der Erdoberfläche dieselbe, sondern liegt je näher dem Aequator desto höher, je näher den Polen desto tiefer. Während auf der Insel Island die Grenze des ewigen Schnees in etwa 3200 Fuß Höhe über dem Meere liegt, steigt sie unter dem Aequator bei Quito bis auf 16000 Fuß; in Mitteleuropa liegt sie zwischen 7000 und 8000 Fuß.

Doch hängt sowohl die Schneegrenze als noch mehr die Gletscherbildung nicht allein von der Seehöhe ab, sondern es kommen dabei auch einige andere Einflüsse in Betracht, z. B. die Umgebung des Berges, die Trockenheit oder Feuchtigkeith der Luftschichten, die mittlere Jahrestemperatur, die Richtung der herrschenden Winde und namentlich hinsichtlich der Gletscher die Richtung der Bergwand gegen Nord oder gegen Süd.

Die zweite Grundbedingung zur Gletscherbildung ist eine etwas aber nur wenig geneigte kesselartige Weitung der Bergwand, damit in ihr der fallende Schnee sich in großen Massen häufen könne, aus welchem dann das Gletschereis sich bildet. Hierdurch berichtigt sich die sehr verbreitete falsche Ansicht, daß die höchsten zackigen Kuppen der den ewigen Schnee tragenden Alpen die Gletscher seien. Im Gegentheile liegen oder endigen wenigstens dieselben immer an der unteren Grenze der Schneeregion, und immer grenzt unmittelbar an den Fuß des Gletschers die bekannte prangende Schönheit der Alpenkräuter und selbst nicht selten das Getreidefeld.

Die Schneefelder, welche im Hintergrunde der hohen Alpenthäler liegen, sind die Vorrathsbehälter, aus denen die Masse zu der Gletscherbildung herabtritt, und man kann daher einen Gletscher mit einem Flusse und das ihn bildende Schneefeld mit einem See vergleichen, von welchem der Fluß gespeist wird.

Man muß sich die Vertlichkeit nicht so denken, daß der Boden, auf welchem der Gletscher ruht, sehr geneigt sey; im Gegentheile ist die Grundfläche des Gletschers von vollkommener Ebenheit oft so wenig verschieden, daß das messende Auge die Bodenneigung kaum wahrnimmt. Gletscher mit stärkerer Neigung, welche dann auch nicht in Thalfesseln eingebettet liegen, sondern in großer Ausdehnung an den Seiten der Hochgebirge hängen, nennt man Gletscher zweiter Ordnung, während jene nur sanft abhängigen, von Bergwänden eingeschlossenen die Gletscher erster Ordnung bilden.

Die Umwandlung des gefallenen Schnee's in Gletschereis geht nicht unmittelbar von Statten; es muß vielmehr vorher die Mittelstufe des Firn durchlaufen. Dazu bedarf es unter allen Verhältnissen der Firnmulde, einer flach ausgehöhlten, oberhalb unmittelbar an das Schneefeld angrenzenden Fläche, in welcher die Umwandlung des Schnee's in Firn vorgeht, und welche immer einen beträchtlichen Umfang haben muß, um einen Gletscher erster Größe zu bilden; man meint mindestens eine Weite von 7000 Fuß und einen Flächenraum von 16,000000 Quadratfuß. Durch Einwirkung der Tageswärme schmilzt der bekanntlich aus zarten Eiskrystallen bestehende Schnee zu Körnern zusammen. Eine ähnliche oder vielmehr dieselbe Erscheinung können wir jedes Jahr auch in der Ebene beobachten, wo vor dem gänzlichen Schmelzen des Schnee's derselbe ebenfalls durch oberflächliche Zusammenschmelzung grobkörnig wird und sich sogar meist auch vor dem Zerfließen in Wasser förmlich in Eis verwandelt. Man kann daher beim Eintritt des Frühjahres an jeder Grabenböschung wenigstens einige Stufen der Gletscherbildung im Kleinen kennen lernen.

Hierdurch giebt sich der beträchtliche Unterschied des Gletschereises von gefrorenem Wasser kund, daß jenes, auch wenn es noch so dicht scheint, doch ursprünglich aus zusammengefrorenen Körnern besteht, während Wasser-eis, um dieses Wort zu gebrauchen, eine gleichartig dichte Masse ist, welche freilich nicht selten Luftbläschen und fremdartige Körperchen umschließt.

Dieses Zusammenfrieren der Firnkörner zu Gletschereis wird durch das nächtliche Gefrieren des Wassers bewirkt, welches den Tag über in den oberen Firnschichten von den Körnern abschmilzt und in die Zwischenräume der tieferen Firnschichten herabsickert. Je näher das Gletschereis dem Firnfeld liegt, je ähnlicher also es dem Firn ist, desto mehr ist es von Haarspalten durchzogen und desto mehr Luftbläschen enthält es. In den ersteren kreisen immer feine Wasserströmchen, welche des Nachts frieren; letztere werden von der Last der nachschiebenden hinteren Massen je weiter nach dem Gletscherfusse desto mehr durch Druck beseitigt, so daß das Eis am Gletscherfusse nur noch aus groben Bruchstücken dicht zusammengesetzt erscheint.

Wäre das Gletschereis eine eben so dichte gleichförmige Masse wie das Wassereis, und beruhte die Bewegung, das Abwärtsgleiten des

Gletschers, nur auf dem Drucke des Firnfeldes und auf der Schwere des Gletschers selbst, so müßte eine Erscheinung statt finden, welche eben nicht vorhanden ist. Wenn nämlich das Thal, in welchem der Gletscher ruht, sich nach unten verengt, zusammenzieht, so müßte entweder dadurch der Gletscher aufgehalten werden, oder, wenn der Druck diese aufhaltende Macht überwände, so müßte der Gletscher an seinen Rändern zertrümmert, gewissermaßen das die Breite der Thalverengung Ueberschreitende desselben abgestoßen und hinter der Verengung des Thales zurückbleibend aufgehäuft werden. Dann würde der Gletscher von der Verengung des Thales an die durch diese erfahrene Beschneidung, um diese Bezeichnung anzuwenden, beibehalten. Die beistehende, natürlich bloß erdachte, Zeichnung, Fig. 15.,

15.



Theorie der Gletscherbildung; s Schneefeld, f Firnmulde.

wird uns dies ganz anschaulich machen. Sie ist von dem gedachten Standpunkte einer hohen Bergspitze vor dem Fuße des Gletschers aus aufgefaßt, und zeigt uns unter einer Verengerung der Gletscherbahn rechts den Gletscher in seiner Fortsetzung so beschnitten, wie er es seyn müßte, wenn das Gletschereis starr wäre. Links sehen wir das Schema der Wirklichkeit gemäß dargestellt, die wir in dem Folgenden kennen lernen werden.

Von alledem bemerkt man das Gegentheil. Der Gletscher schmiegt sich seinen ganzen, oft mehrere Stunden betragenden Lauf entlang allen Formen, allen Erweiterungen und Verengerungen seines Thales an. Er ist gewissermaßen dem Wachs zu vergleichen, welches als starre Masse in eine künstlich nachgebildete, ein wenig geneigte, bald engere bald weitere Gletscherbahn gelegt und der Sonnenhitze ausgesetzt, ebenfalls langsam darauf herabfließen und dabei sich nach der Bedingung der Bahn bald zusammenziehen bald ausbreiten würde. Brodteig würde denselben Erfolg noch schneller zeigen und die Beweglichkeit des Gletscherfeldes am besten veranschaulichen.

Diese Schmiegsamkeit des Gletschers wäre bei einem starren Zustande seiner Masse vollkommen unerklärlich; sie setzt vielmehr eine Verschiebbarkeit des Gletschereises in seinem inneren Gefüge, eine Plastizität mit Nothwendigkeit voraus und man darf daher nicht sagen, daß der Gletscher von seiner eigenen Schwere oder von dem Druck des Schnee- und Firnsfeldes abwärts geschoben werde, sondern daß er abwärts fließt, so sehr sich auch ein Blick auf sein starres Eisgefüge anfangs gegen diese Auffassung sträuben mag.

Es steht auch ganz im Einklang mit dieser Auffassung, daß die Gletschermasse in ihrer Mitte sich stets etwas schneller bewegt, als an den Rändern: eben so wie in einem Strome das Wasser in der Mitte auch schneller als am Ufer fließt. Beide Erscheinungen beruhen auf demselben Gesetze, auf dem des Widerstandes, welchen die Reibung auf einen bewegten Körper ausübt.

Die Schnelligkeit der Gletscherbewegung, und daß er sich überhaupt bewege, hat man durch Querreihen von Signalstangen leicht zur augenfälligen Gewißheit erheben können. Man steckte quer über den Gletscher

eine schnurgerade Reihe von Stangen, deren beide äußerste auf den Felsen-  
uffern des Gletschers fest standen. Nach einiger Zeit waren nicht nur die  
Uferstangen, um sie so zu bezeichnen, zurückgeblieben, sondern die Gletscher-  
stangen bildeten auch einen abwärts gekrümmten Bogen, was ein deutlicher  
Beweis von der schnelleren Bewegung des Gletschers in seiner Mitte ist.

Wenn so die Bewegung der Gletscher und der Grund derselben,  
der in fortwährender Umbildung und Verschiebbarkeit ihrer Masse  
liegt, festgestellt war, so konnte man sich auch leicht einige andere Erschei-  
nungen erklären, die sogar selbst wieder zu Beweisen für die Bewegung  
wurden.

Da jeder Gletscher ununterbrochen an seinem oberen Ende aus dem  
Firn so viel Erzas erhält, als er am unteren durch Abschmelzen verliert,  
er also in gewissem Sinne ebenso wie seine Bewegung ewig ist, so müssen  
auch die Wirkungen, die er auf seine Umgebung ausübt, unablässig seyn.  
Diese sind sehr bedeutend.

Eine so gewaltige Last, welche ein oft 1000 Fuß dickes und noch  
viel breiteres und stundenlanges Eisfeld ist, muß auf ihre Unterlage, auf  
und an welcher sie ohne Unterlaß vorrückt, einen furchtbaren Druck und  
zugleich, eben weil sie sich bewegt, eine zertrümmernde Reibung ausüben.  
Alles, was an lose liegenden oder ablösbaren Steinen sich unter ihr  
befindet und zum Theil an ihrer unteren Fläche festfriert, muß theils  
zermalmt und zerrieben werden, theils auf die Umgebung zermalmend,  
abschleifend wirken. Daher findet man namentlich die Felswände, an  
denen der Gletscher hingleitet, immer abgeschliffen. Diese Schliff-Flächen  
unterscheiden sich aber von den durch Wasserfluthen bewirkten, die wir  
früher kennen lernten, immer durch vertiefte Furchen, Streifen und Rigen,  
hervorgebracht durch harte Körnchen und Steine und Blöcke, welche im  
Gletschereis eingefroren oder sonst wie an seiner Oberfläche haftend, ähnlich  
wirken müssen, wie die Zähne einer Raspel. Ein kühner Gedanke, und  
doch buchstäblich wahr: die Gletscher feilen sich ihre Thalassen glatt, und  
man sieht an diesen die Feilstriche wie an der Arbeit des Schlossers.

Auch die Rollsteine, welche der Gletscher an seinem unteren Ende  
immer ausstößt, unterscheiden sich stets durch diese Streifung von den  
glatten Rollsteinen, welche das Wasser gemacht hat.

Das Schmelzen des Gletschereises, was natürlich je nach der Lufttemperatur schwankend und an der unteren Hälfte des Gletschers beträchtlicher als an der oberen ist, hat immer einen Gletscherbach zur Folge, der am Fuße des Gletschers immer aus einem Gletscherthore abfließt. Das Wasser des Gletscherbachs ist immer trüb und unrein, da es natürlich eine Menge feinen Schlamm und Sand mit sich führt, durch die Reibung des Gletschers hervorgebracht.

Die Bewegung des Gletschers darf nicht verwechselt werden mit der Veränderung des Gletscherendes, von der Wissenschaft Absturz genannt, welche letztere durch das Abschmelzen bewirkt wird. Dadurch könnte man natürlich eher auf eine zurückweichende als eine vorschreitende Bewegung des Gletschers schließen. Das stärkste Abschmelzen findet nicht, wie man meinen sollte, in der heißesten Jahreszeit, sondern im Frühjahr zur Zeit des Schneeschmelzens statt, woraus hervorgeht, daß die Abschmelzung weniger durch die Luftwärme als durch das Schneewasser bewirkt wird. Eben so schmilzt bekanntlich auch ein kurzer Frühjahrsregen den Schnee schneller als ein vielmal länger dauernder warmer Sonnenschein.

Auf der Fläche, welche durch das am Gletscherende weggeschmolzene Stück entblößt worden ist, bleiben immer einzelne Blöcke zurück, welche der Gletscher allmählig unter seiner Wucht bis hier herab gewälzt hat und welche deshalb stets eine gestreifte Oberfläche haben.

Aber von weit größerer geologischer Bedeutung als diese von der Grundfläche des Gletschers thalabwärts geschobenen Steinblöcke sind diejenigen, welche er auf seiner Oberfläche ruhig herabträgt. Ehe wir einige in deren Vertheilung stattfindende streng gesetzmäßige Verschiedenheiten besprechen, müssen wir die auf der Oberfläche des Gletschereises vorgehenden Erscheinungen betrachten.

Während der wärmeren Jahreszeit zeigt sich an solchen Stellen, wohin durch Stürme fremde Körperchen, als Sandkörner, Steinchen, Blätter und Zweigstückchen geweht werden können, das Eis sehr rauh und mit zahllosen kleinen senkrechten Vertiefungen versehen. Auf dem Grunde jeder derselben liegt immer ein solches Körperchen. Da dieselben immer eine dunklere Farbe als das Eis haben, folglich, wie bekannt, sich schneller erwärmen, so thauen sie unter sich das Eis auf und senken sich in ihm

ein. Dadurch müssen nothwendig die zahllosen Grübchen im Gletschereise entstehen. Große, namentlich platte Blöcke, die nicht von der Sonnenwärme durchdrungen werden können, wirken demnach umgekehrt; d. h. rings um sie herum thaut die Gletscherfläche ab, verniedrigt sich, während sich, was dasselbe ist, der Stein auf einem Gispfeiler, den die Beschattung des Steines vor dem Abthauen schützt, nach und nach bis zu 3, 4 und 6 Fuß erhebt. Das sind die sogenannten Gletschertische. (Fig. 16.)

16.



Gletschertisch.

Sie bleiben aber nicht lange stehen, denn nach und nach wird der Pfeiler auf der Mittagsseite doch von der Sonnenwärme abgeschmolzen, wodurch der Stein allmählig eine schiefe Lage bekommt, bis er in südlicher Richtung von seinem Pfeiler herabfällt. Man sieht daher meist hinter solchen Steinen eine Zeit lang den noch nicht ganz wieder beseitigten Pfeiler stehen. Ist der Platz, wohin der Stein fiel, dem vorigen gleich, so muß er sofort wieder dieselbe Veranlassung geben, einen Gletschertisch aus sich machen zu lassen; und so wandern unter günstigen Umständen solche Blöcke unter fortwährendem „Tischrücken“ thalabwärts.

Keine Region der Berghöhen erleidet eine so starke Verwitterung und Zerklüftung des Gesteins, als der etwa 3000 Fuß breite Gürtel, innerhalb welches die Grenze des ewigen Schnees schwankt. Es ist daher kein

Wunder, daß von den Felsenwänden der Gletscherbahn eine Menge Feldblöcke und kleinere Trümmer auf die Oberfläche des Gletschers gelangen. Oft ist davon dieselbe an den Rändern ähnlich bedeckt, wie die Seiten eines aus dem Hohofen herausfließenden Erzstromes von erhärteten Schlacken.

Immer zeigt sich im großen Ganzen der Vertheilung dieser Trümmer eine gewisse Regelmäßigkeit. Sie sind als Längsreihen an den beiden Seiten, die Oberfläche entlang und unter dem Gletscherende aufgehäuft. Man nennt diese Trümmerreihen Moränen, und nach der eben angeführten Vertheilung unterscheidet man Seitenmoränen, Mittelmoränen und Grundmoränen: die ersteren werden auch Gandecken und die Mittelmoränen auch Gufferlinien genannt.

Die Seitenmoränen sind die wallartigen Ansammlungen aller Steine und Blöcke, welche theils von den Anhöhen des Gletscherthales, theils aus der Firnregion auf den Gletscher gelangen und von diesem getragen und vor sich hergeschoben werden. Der Rand des Gletschers, der die Moränen trägt, wird durch diese selbst vor dem Wegthauen wesentlich geschützt, zieht sich aber doch oft durch Abthauen zeitweilig unter der Moräne weg, wodurch diese an das felsige Gletscherufer angelehnt wird; greift dagegen nachher auch wieder unter dieselbe, nimmt sie gewissermaßen wieder auf seine Schulter und schiebt sie wieder weiter. Dabei bleiben aber die vom Rande des Gletschers etwas weiter nach innen zu liegenden Blöcke nicht in dieser Stellung, sondern werden allmählig nach dem Rande herausgetragen, da jeder Gletscher erster Ordnung auch eine Seitenbewegung hat. Die Mächtigkeit der Seitenmoränen hängt theils von der Größe des Gletschers, theils von der Beschaffenheit der Felsen ab, welche dessen Bahn einschließen, je nachdem diese letzteren mehr oder weniger steil und zum Zerfallen geneigt sind. Es kommen Seitenmoränen von 100 und mehr Fuß Höhe vor. Am Ende des Gletschers wird der hinabgeführte Moränenschutt von Jahrhundert zu Jahrhundert aufgethürmt.

Durch die Ansammlung aller vom Gletscher herabgetragenen Steine und Blöcke werden die Grundmoränen gebildet, welche als thalabwärts gekrümmte Wälle am Ende des Gletschers nicht selten bis 200 und 300 Fuß hoch aufgehäuft werden. In der Mitte hat die Grundmoräne immer

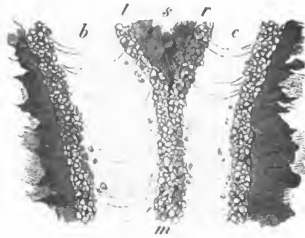


eine Oeffnung für den Abfluß des Gletscherbaches. Die Fläche, welche bei dem stärksten Abschmelzen des Gletscherendes bis zur Grundmoräne frei wird, heißt der Gletscherboden. Sie ist gewöhnlich mit einzelnen Trümmern bedeckt.

Die Gufferlinien oder Mittelmoränen endlich sind auf den verschiedenen Gletschern der Zahl nach sehr verschiedene schmale Schuttwälle, welche, ohne unter sich zusammenzuströmen, den Gletscher entlang laufen. Oft sind sie bloß aus einer schmalen Linie hinter einander liegender Blöcke gebildet und dabei bestehen zuweilen die neben einander einen Gletscher entlang verlaufenden Gufferlinien eine jede nur aus Blöcken einer anderen Gebirgsart. Diese Verschiedenheit der Steine der Mittelmoränen eines und desselben Gletschers wird sich aus dem Folgenden leicht von selbst erklären. Die Mittelmoränen schmiegen sich immer dem Flusse des Gletschers an, rücken näher an einander, wenn das Gletscherthal sich verengt, rücken weiter auseinander, wenn sich dieses wieder erweitert. Sie sind das wichtigste Beweismittel für das eigentliche Fließen der Gletschermasse und beruhen auf derselben Ursache, wie eine ganz ähnliche Erscheinung, welche man auf der Oberfläche zweier Flüsse von der Stelle an bemerkt, wo beide, wesentlich aus derselben Richtung kommend, unter einem spitzen Winkel zusammenfließen. Von dem Vereinigungspunkte an bildet eine Strecke weit das Wasser beider Flüsse eine Art Kanon, eine scharf gezeichnete Grenzlinie, auf welcher von beiden alles das zusammengetrieben wird, was von schwimmenden Gegenständen auf den beiden Flüssen geschwommen kommt. Ganz dasselbe ist es mit den Gufferlinien. Die Gletscher bestehen in sehr vielen Fällen zuletzt ebenso aus der Vereinigung vieler kleiner Gletscher, wie ein Fluß aus dem Zusammenflusse vieler Flüßchen und Bäche. Natürlich hat jeder dieser zuletzt zu einem großen Gletscher sich verbindenden kleinen Gletscher sein eigenes Schneefeld, seine eigene Firnmulde, seine eigenen zwei Seitenmoränen. Kommt ein Gletscher von rechts in das Bett eines anderen herein, so muß natürlich seine linke Seitenmoräne mit der rechten des letzteren zusammenfließen (hierbei ist natürlich das Rechts und Links ebenso bestimmt, wie bei den Ufern eines Flusses); es müssen daher alle Mittelmoränen ursprünglich aus zwei Seitenmoränen zweier vorher getrennt gewesenen Gletscher

bestehen. Es versteht sich daher ganz von selbst, daß ein großer, breiter Gletscher, auf welchem man 6 Mittelmoränen zählt, aus 7, wenn er 3 Mittelmoränen zeigt, aus 4 Gletschern zusammengesetzt ist.

17.



Zusammenfluß zweier Gletscher.

18.



Mittelmoränen des Unteraar-Gletschers.

Fig. 17 giebt uns ein Bild von der Entstehung der Mittelmoränen. Sie stellt den Punkt des Zusammenflusses zweier Gletscher, b und c dar, von welchem an die rechte Seitenmoräne r des Gletschers c und die linke l des Gletschers b in eine Mittelmoräne m zusammenschließen. s ist die Spitze des Bergrückens, welcher bisher beide Gletscher getrennt hatte. Dieses Verhältniß, auf Fig. 17 im Grundriß dargestellt, findet z. B. auf dem Unteraar-Gletscher statt, auf welchem wir an Fig. 18 die besonders mächtige Mittelmoräne entlang sehen. Der von links kommende ist der Gletscher des Finsteraarhorns, rechts der des Schreckhorns.

Was die Zusammensetzung der Moränen betrifft, so unterscheiden sich dieselben von den durch ehemalige Wasserfluthen zusammengeführten Schuttmassen darin, daß ihre Trümmer stets scharfkantig sind und ohne alle regelmäßige Schichtung so übereinander gehäuft liegen, wie sie der Zufall zuerst herbeiführte; während bei Wasserablagerungen alle Trümmer mehr oder weniger abgerundet und nach dem Gesetz der Schwere geordnet liegen, die schwersten unten, die leichteren und kleineren mehr nach oben. Wir werden bald sehen, wie dieser Charakter der Gletschermoränen von Bedeutung ist bei geologischen Deutungen.

Von den Blöcken, welche an der unteren Fläche des Gletschers thalabwärts geschleift und am Gletscherende allmählig angehäuft werden, unterscheiden sich die Moränen-Blöcke außerdem noch durch den Mangel der Streifung und Rißung, welche wir an jenen kennen lernten.

Wenn schon die Moränen von der großen Tragkraft der Gletscher zeugen, so ist die Gewalt des Gletscherschubes noch augenfälliger; denn man hat Felsenblöcke von 70 Fuß Länge dadurch am Boden fortgeschoben und mächtige Hochwälder unterwühlen und umstürzen sehen; Felsboden fand man zerrissen und aufgelöst, dagegen aber auch an anderen Gletschern lockeren Schuttboden, über den sich die Eismasse frei ausgebreitet hatte, unverändert, ja nach mehrjähriger Eisbedeckung durch das Gletscherende fand man nach Abschmelzen desselben den Grasteppich unverändert.

Diese auf das Wichtigste und Allgemeinste sich beschränkende Erklärung der Gletscherbildung — nicht Gletscherschilderung, welche malerische, großartige Bilder zu verwenden haben würde — muß eine tiefe Ahnung von

der mächtigen Gewalt der Gletscher hervorrufen und dieser einen bedeutenden geologischen Einfluß einräumen. Als ein Beispiel erwähne ich eines Gletscherbruches, bei welchem 1819 der Biesgletscher im Nicolaithale durch eine herabgleitende Eismasse eine große Fläche 200 Fuß hoch mit Schnee, Eis und Schutt bedeckte. Der dadurch hervorgebrachte Luftstoß vermochte auf der anderen Seite des Dorfes Ronda Baumstämme umzuknicken, Mühlsleine zu verrücken, Häuser umzustürzen, Menschen zu ersticken.

Besonders nahe legt sich uns nun die Frage, ob seit der historischen Zeit, oder wenigstens seit man sie genauer beobachtet hat, die Gletscherbildung ab- oder zugenommen habe, d. h. ob die Gletscher jetzt weniger tief oder tiefer an den Bergen hinabsteigen als in früheren Zeiten.

Behält man bei dieser Frage kleinere Zeiträume im Auge, z. B. die verflossene Hälfte unseres Jahrhunderts, so erhält man ein anderes Resultat, als wenn man ungemessene Zeiträume zuläßt und vielmehr bloß nach den Spuren früherer Vergletscherung sucht. Eine ziemliche Menge von Beobachtungen aus diesem und dem vorigen Jahrhundert drängen zu der Annahme einer seit dieser Zeit erfolgten Zunahme der Vergletscherung, indem viele Alpenpässe seit den letzten 40—50 Jahren dadurch verschlossen worden sind. Jedoch diese Erfolge können eben so gut auf größeren Schwankungen im Temperaturzustande mehrerer nach einander folgenden Jahre als in einer allgemein zunehmenden Vergletscherung beruhen. Andere Wahrnehmungen sprechen im Gegentheile von einer viel umfassenderen Abnahme der Gletscherbildung. In den Walliser Alpen allein sind 34 Fälle hievon nachgewiesen. Diese beruhen auf alten Moränen, welche zuweilen um viele Tausende von Fuß hinter dem gegenwärtigen Ende der nächsten Gletscher zurücliegen. Bei Kandersteg liegt eine mächtige Moräne eine halbe Stunde vom Ende des Deschenengletschers ab, dessen Werk sie unzweifelhaft ist. Die Orte Ried, Bodem und Halten in Oberwallis liegen auf einer alten Moräne des mächtigen Biesgletschers, der gegenwärtig um mehr als 10,000 Fuß davon absteht.

Aber diese Entfernungen bezeichnen noch lange nicht die Grenzen früherer Gletscherwirkungen. Die Spuren davon lassen sich viel weiter rückwärts oder bezeichnender thalabwärts verfolgen und man ist dabei vor Täuschungen und voreiligen Schlüssen gesichert durch die aus Vorstehendem

bekannt gewordenen unzweideutigen Kennzeichen der Moränenblöcke und derjenigen Gesteine, welche von der Unterseite der Gletscher auf dem Boden des Gletscherbettes abwärts geschleift worden sind. Die Abrundungen der Felsenecken an den Wänden des Gletscherbettes, die geritzten und gestreiften Schliß-Flächen an diesen Wänden lassen eben so wenig wie jene Moränen-Kennzeichen einen Zweifel zu über weit von jeder gegenwärtigen Gletscherbildung entfernt liegende Spuren ehemaliger Gletscherthätigkeit.

Man findet oft auf sehr hohen Bergplateau's riesige Felsblöcke, deren Gestein ein anderes ist, als ihre gegenwärtige Unterlage und Umgebung und auf viele Meilen weit entlegene Ursprungsstätten hinweist. Die von dem mächtigen Alpenstock nach allen Seiten hin ausstrahlende Gletscherthätigkeit hat rings um in der Gestalt von ungeheuren ganz unverfehrt gebliebenen Felsenstücken ihre Vermächtnisse hinterlassen und z. B. auf den Hochebenen und an den Berghängen des Jura abgesetzt. Sie können weder durch Herabstürzen aus Alpenhöhen, die in der Nähe gar nicht vorhanden sind, noch durch Wasserfluthen dahin gelangt seyn, denn ihre vollkommene Scharfkantigkeit und weite Entfernung von einer solchen Höhe spricht zu bestimmt dagegen. Solche Blöcke liegen oft noch in derselben genau und ängstlich abgewogen zu nennenden Gleichgewichtslage, in welcher sie vor Jahrtausenden als Moränenblöcke transportirt worden sind.

Gegen das Ende desjenigen Theiles unserer Betrachtungen, welcher von den verschiedenen Schichtenperioden der Erdoberfläche handeln wird, werden wir Gelegenheit erhalten, den weiten Umfang kennen zu lernen, welchen die Gletscherwirkungen in der sogenannten Diluvialzeit Europas gehabt haben.

Die Gletscher vereinigten, wie wir gesehen haben, in sich eine verniedrigende und eine erhöhende Umgestaltungskraft, jene in dem Ausschleifen der Thäler, diese in den Moränenbildungen, und bilden so einen passenden Uebergang zu den erhöhenden Einwirkungen des Wassers auf die Erdoberfläche, mit denen wir uns nun bekannt zu machen haben. Wir werden finden, daß dieselbe, auch wenn sie nur in ihren Werken uns vorliegt, viel unzweideutigere Erscheinungen darbietet, weil diese Erscheinungen positiver Natur, bewirkte Ablagerungen von greifbaren Stoffen, sind, während die erniedrigenden Wasserwirkungen sich in

negativer Form aussprechen, in der Entfernung früher dagewesener Massen, deren frühere Anwesenheit wir oft nur vermuthen können.

Die erhöhende Umgestaltung des Erdbodens durch Wasser beruht in der Hauptsache auf der Sedimentbildung, was wir durch Ablagerung, Bodensaßbildung übersehen können, während Niederschlag, Fällung, zwar dasselbe bewirkt, aber auf einem anderen Vorgange beruht.

Wenn es nicht durch oft sich von selbst darbietende Gelegenheit bekannt wäre, so würde eine Hand voll Gartenerde in eine Schüssel voll Wasser gerührt hinreichen, den ganzen Vorgang der Sedimentbildung anschaulich zu machen. Jedermann weiß, daß im Wasser unauflösliche Körper entweder weil sie leichter als Wasser sind, auf dessen Oberfläche schwimmen, oder in demselben, wenn sie schwerer als das Wasser sind, zu Boden sinken. Auch in letzterem Falle können sich die Theilchen lange im Wasser schwebend (suspendirt) erhalten, wenn sie sehr klein sind. Deshalb würde der bezeichnete Versuch mit Gartenerde erst nach mehreren Stunden als beendet zu betrachten seyn, obgleich die gröbersten Theile desselben sehr schnell im Wasser zu Boden sinken würden. Wenden wir diese allbekannte Erscheinung auf geologische Sedimentbildungen an, so können wir aus der größeren oder geringeren Feinheit ihrer Theilchen und der größeren oder geringeren Mächtigkeit ihrer Schichten einen Schluß machen auf die Zeitdauer, welche zu der Ablagerung derselben erforderlich gewesen ist.

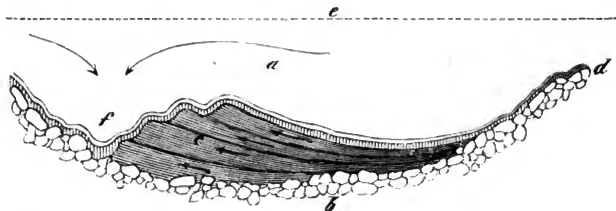
So wird das feine Schmirgelmehl, dessen man sich beim Schleifen der Edelsteine und Metalle bedient nach der Zeitdauer sortirt, welche es zur Abjegung im Wasser bedurfte; z. B. in 10-, 24- Minuten-Sorten u. s. w. Das auf dem ersten Abjaß, der der gröbste ist, stehende Wasser, wird abgegossen, und nachdem es in einem anderen Cylinderglase einen weiteren, natürlich feineren Abjaß gemacht hat, wird es wieder abgegossen und so fort, bis man zuletzt den geringsten, aber auch feinsten Abjaß erhält.

Haben wir auch schon früher es als ein Gesetz kennen gelernt, daß alle ungestört gebliebenen Sedimentbildungen eine horizontale Lage zeigen, so ist dies doch nicht so buchstäblich zu verstehen, daß nun unbedingt und ohne Ausnahme jede im Ganzen oder in den einzelnen Theilen ihrer Ausbreitung geneigt oder wellenförmig sich zeigende Sedimentbildung in diese

geneigte oder wellenförmige Lagerung nur erst durch eine spätere Störung gebracht worden seyn könne.

Einige aufmerksame Blicke auf die kleinen Anschwemmungen auf Wegen und Feldern nach einem anhaltenden heftigen Regen werden uns eines Anderen belehren und uns manche Erscheinungen an geologischen Sedimentbildungen erklärlich machen. Wir sehen an diesen kleinen Werken der Regengüsse, was von ihnen der Anschwemmung des bewegten und was der ruhigen Absetzung des stehenden langsam versickernden oder verdunsteten Regenwassers zuzuschreiben ist.

19.



Querschnitt einer Regenfurche; b kieseliger Boden; e aufgeschwemmte Sandschichten, d letzte Sedimentschichten; o gewesener Stand des Regenwassers; a Pfeilrichtungen des nach f eingesickerten Regenwassers.

Fig. 19. giebt uns eine Veranschaulichung eines Querschnittes von einer solchen Regenfurche. Ein Strömchen von Regenwasser hat von rechts herkommend den kleinen Thalkessel a in dem kieseligen Boden b ausgewaschen und dabei die Sandschichten c, welche durch zugleich die Stromrichtung andeutende Pfeile bezeichnet sind, angeschwemmt. Nach dem Aufhören des Regens blieb das Wasser bis zu der Höhe der Linie e stehen und alle in demselben enthaltene feine Schlamm- und Sandtheilchen senkten sich im Wasser zu Boden als die mit d bezeichnete Schicht. Jedoch unsere Figur belehrt uns darüber, daß diese Schicht vielleicht mehr der Bodensatz einer Durchseihung ist, denn wir sehen sie bei d sehr dünn, hingegen am dicksten unter f. Am letzteren Punkte versank das Wasser mit einer gewissen Schnelligkeit in den durchlassenden Kiesboden, welcher als Filter diente, und die hier vorhandene Vertiefung bewirkte einen Zustrom

der Wassermasse nach diesem Punkte, welchen die beiden Pfeile über *f* andeuten sollen. Dieser Strom ließ sich an der, ohnehin geneigten und am wenigsten absetzendes Wasser über sich tragenden, Wand bei *d* am wenigsten Sediment absetzen, während wir unter *f* dasselbe am dicksten finden. Diese ruhige Sedimentschicht *d* besteht aus einer unteren senkrecht schraffirten und einer oberen, etwas dünneren, weißen Lage. Jene besteht aus den schwereren zuerst zu Boden gefallenem Theilchen, diese aus den länger suspendirt gebliebenen leichteren und feineren.

Hier haben wir also eine unzweifelhafte Sedimentbildung, von der wir bestimmt wissen, daß sie in ihrer ursprünglichen Lage geblieben ist und doch sehen wir keine Spur von horizontaler Lagerung derselben. Es kam hierbei auf zwei Dinge an: auf die Oberflächegestaltung der Fläche, über welcher die Ablagerung statt fand und auf den Zustand des Wassers, ob nämlich letzteres ruhig oder bewegt war.

Diese kleinen geologischen Studien, die wir beinahe zu jeder Zeit überall machen können, dürfen wir getrost auf die Deutung der großartigsten geologischen Sedimentbildungen anwenden; denn es können bei den geologischen Ereignissen ganz gleiche Verhältnisse, freilich in viel großartigerem Maasstabe denkbar seyn. Zwischen solchen und unserem kleinen Regensediment steht das als ansehnliches Verbindungsglied in der Mitte, was ein Deichbruch hervorbringen kann, an denen das letzte Jahr so unheilvoll reich gewesen ist.

Indem wir nun die in der Gegenwart statt findenden Bodenerhöhungen durch Sedimentbildung betrachten, müssen wir zunächst zwei verschiedene Arten ihrer Entstehung unterscheiden. Die Schichten können nämlich entweder durch chemische Vorgänge gebildet seyn, in welchem Falle sie vorzugsweise den Namen Niederschläge verdienen; oder durch mechanisches bloß dem Gesetze der Schwere folgendes Niedersinken der im Wasser schwebenden Theilchen.

Wir haben schon erfahren, daß das Wasser durch seinen Gehalt an Kohlensäure die Fähigkeit erhält, selbst schwer lösliche Stoffe, wie z. B. Quarz, aufzulösen; wobei freilich 1000 Theile Wasser erst 1 Theil Quarz aufzulösen vermögen. Tritt dann noch Wärme hinzu, so wird dadurch die auflösende Kraft des Wassers merklich erhöht. Da es nun kein



Wasser giebt, welches frei von Kohlensäure ist, so giebt es auch kein Wasser, welches nicht wenigstens geringe Mengen von erdigen Stoffen aufgelöst enthält. Dabei kann es ganz hell und klar seyn, denn eine chemische Auflösung kann vollkommen farblos und ohne alle Trübung bleiben, z. B. Gummiwasser, Zuckerwasser. Es versteht sich von selbst, daß wir hier keine Verwechslung zwischen Auflösung und Mischung begehen dürfen. Wenn wir einen Tuschpinsel, mit welchem wir mit Bleiweiß gemalt haben, in reinem Wasser ausspülen, so wird dieses dadurch dem Ansehen nach in Milch verwandelt. Allein das Bleiweiß ist in dem Wasser nicht gelöst, sondern bloß suspendirt; von den feinen Bleiweißtheilchen, so fein daß der Inhalt eines kleinen Pinsels ein ganzes Wasserglas weiß färben kann, wird nichts, wenigstens zunächst nicht, im Wasser aufgelöst, und nach einigen Stunden sehen wir das Wasser wieder vollkommen klar und den Boden des Glases mit einem feinen Bodensatz von Bleiweiß bedeckt. Das Bleiweiß war dem Wasser bloß beigemischt und seine Theilchen darin schwebend, suspendirt. Denselben Zustand, in welchem wir eben das Bleiweißwasser verließen, können wir mit Leichtigkeit in dem hellsten Quellwasser ohne eine färbende Beimischung hervorbringen, sobald wir annehmen dürfen, daß in ihm Kalk aufgelöst, also unsichtbar enthalten ist. Einige Tropfen Kleeensäure, die wasserhell ist, dazu gemischt, bringen den bisher unsichtbaren Kalk darin sofort zur Erscheinung, indem sich die Kleeensäure schnell mit dem Kalk zu kleeaurem Kalk verbindet, der als feines schneeweißes Pulver schnell zu Boden fällt. Rühren wir dann das Wasser um, so färbt es der kleeaure Kalk ebenfalls milchweiß; dieser ist nun, ebenfalls unlöslich, in ihm bloß noch suspendirt.

Diejenigen Wässer, welche besonders reich an aufgelösten Mineralstoffen sind, nennen wir bekanntlich Mineralquellen, und wenn sie zugleich ungewöhnlich hoch erwärmt sind, Thermen oder Thermalquellen.

Am häufigsten findet sich Kalk in den Wässern aufgelöst und darum bestehen die jetzt noch staufindenden Schichtenbildungen durch chemischen Niederschlag in den meisten Fällen aus Kalk.

Dieser ist als doppeltkohlensaurer Kalk in dem Wasser enthalten, als welcher er in diesem leicht löslich ist. Tritt das Wasser aus der Erdoberfläche hervor und mit der Luft in Berührung, so verliert der in ihm

enthaltene Kalk an diese einen Theil seiner Kohlenäure und wird zu einfach kohlensaurem Kalk, den das Wasser nun nicht länger im aufgelösten Zustande zu erhalten vermag. Er wird daher nun als fester Kalk von dem Wasser ausgeschieden. Auf diesem Wege werden die sogenannten Kalktuffe, Süßwasserfalle, der Travertin, Sprudelstein, Kalksinter, die Stalaktiten oder Tropfsteine gebildet.

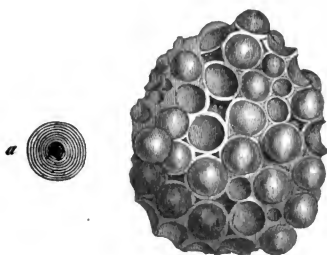
Wenn diese Bildungen auch nur selten erhebliche Massen hervorzubringen vermögen, so sind sie doch sehr wichtig für den Geologen, der aus ihrer vor Augen liegenden Entstehungsweise oft sichere Schlüsse auf den Ursprung geologischer Gesteinsbildungen machen kann.

Es ist wohl allen diesen auf chemischem Wege entstehenden Kalkablagerungen eigen, daß sie auf dem Bruche eine concentrisch schalige Struktur zeigen, wodurch sie immer von feinkörnigen, dichten, mechanisch entstandenen Sedimenten zu unterscheiden sind.

Wer kennt nicht den sich fort und fort bildenden Karlsbader Sprudelstein, der keineswegs alljährlich bei der Verarbeitung zu den unzähligen „Souvenirs de Carlsbad“ verbraucht wird, sondern der für einen großen Theil der Stadt Karlsbad Grund und Boden ist. Wir alle kennen an ihm die buntstreifige, durch schichtweise Ablagerung erfolgende Struktur, zu deren Biegungen und Krümmungen natürlich den ersten Anlaß die Oberflächengestaltung der Unterlage gab, auf welcher sich der Sprudelstein ansetzte. Das Wallen des heißen Sprudelwassers giebt zu einer eigenthümlichen Bildung der Kalkniederschläge Veranlassung. Durch das kochende Wallen wird eine Menge Sandkörner und kleine Steinchen im Wasser fortwährend im Kreise umhergetrieben, welche der Sprudel theils auf seinem Wege aus dem Erd-Innern mit sich reißt, oder die von außen hinein fallen. Während des unaufhörlichen Herumwirbelns dieser Körnchen setzt sich eine dünne Kalkschale nach der andern um sie an. Dies wiederholt sich so oft, bis sie so groß und in Folge davon so schwer werden, daß der Wasserwirbel sie nicht mehr zu tragen vermag. Sie fallen nun zu Boden und sintern dort an den Berührungspunkten zusammen, bis endlich alle Zwischenräume, die nicht durch Ueberflüthung abgeschlossen werden, mit Kalkmasse erfüllt sind und eine wie aus zusammengebackenen Erbsen bestehende Masse fertig ist, welche daher auch sehr bezeichnend Erbsenstein,

Pisolith, Fig. 20., genannt wird. Eine solche kleine Kugel zeigt, wenn sie gespalten wird, a, auf der Spaltfläche deutlich eine Menge concentrischer Schalen und im Mittelpunkte irgend einen kleinen fremdartigen Körper, dessen Gestalt, etwa würfelig oder vieleckig, nicht vermochte, die Rundung der um ihn sich bildenden Kreisschichten zu beeinträchtigen, weil schon die ununterbrochene Drehung des sich bildenden Erbsenkörpers eine Abrundung desselben veranlassen mußte.

20.



Erbsenstein. a ein vergrößertes Korn durchschnitten.

In der Regentschaft Algier finden sich einige heiße Quellen, welche nicht nur eine noch weit großartigere Erscheinung darbieten, sondern auch sehr bedeutende Niederschläge gebildet, ja sogar eine nicht unbedeutende Fläche mit kleinen Kegelbergen bedeckt haben. Es sind dies die Hammam Berda, Hammam Meskhutim. Wenn in einem solchen Kegelberge das Ausgangsrohr für das mit großem Getöse emporgetriebene Wasser, oben immer enger werdend, zuletzt sich ganz verschließt, so erzwingt sich die unterirdische Gewalt für ihren Spielball, das Wasser, einen neuen Ausweg und es beginnt dann ein neuer Bergaufbau.

Doch mit diesen und anderen heißen Quellen wollen wir uns bei der Besprechung der Betheiligung des Feuers an der Umgestaltung der Erdoberfläche (Vulkanismus) unterhalten.

Dagegen ist hier die beträchtliche Sinterbildung an dem berühmten Wasserfall von Terni in Oberitalien zu erwähnen, welcher deshalb auch die Marmor-Cascade genannt wird. Er wird durch den Velino gebildet, welcher in mehreren Fällen über eine gegen 1000 Fuß hohe Felsenwand herab in das Bett der Nera stürzt. Der Velino setzt, wie alle Flüßchen jenes vulkanischen Gebietes der Apenninen, rings um seine Cascaden überall eine Menge Kalksinter, Travertin genannt ab, wobei ohne Zweifel die Zerstäubung seines Wassers einen bedeutenden Vorschub leistet. Die dabei um kleine Mittelpunkte sich concentrisch ansetzenden Kalkschalen bilden kugelige Massen von oft vier Fuß Durchmesser.

Bei dem bekannten Badeort Canstatt bei Stuttgart finden sich mächtige Lager eines ganz jungen Gesteins, welches aus erbsen- bis kopfgroßen Trümmern von Gesteinen aller Art besteht, die mit beigemengten ganz unverletzten Schneckengehäusen noch lebender Arten zu einem festen Conglomerat durch Kalksinter eisenfest zusammengefügt sind. Die oft scharfkantigen Steintrümmer und die Unverletztheit der Schneckenhäuser läßt den Gedanken an eine Zusammenschwemmung derselben und nachherige Sinter-Verbindung nicht aufkommen; sondern man muß an lockere Hauswerke, in deren Lücken die Schnecken lebten, denken, zwischen welche später ein zusammenkittendes Kalkwasser sich ergoß. In diesem Falle ist demnach die Neubildung bloß auf die Verkittung älteren Materials beschränkt.

Zu den neuesten und mächtigsten Bildungen dieser Art, obgleich an vielen Orten ihr Zunehmen in der neuesten Zeit erloschen zu seyn scheint, gehört der sogenannte Tuffstein, Kalktuff oder eigentlich so genannte Kalksinter. Da man in ihm fast immer sehr viele Abdrücke von Blättern noch lebender Baumarten, namentlich von Erlen, und versteinerte oder vielmehr bloß verkalkte Knochen und Schneckenhäuser findet, so darf man um so mehr an eine chemische Absetzung des Kalkes auf einem pflanzenbedeckten Boden denken, als solche junge Kalktuffe auch meist von Röhren und Rinne durchzogen sind, welche unverkennbar die Hohlabgüsse von Ast- und Wurzelstückchen sind, über denen sich der Kalk absetzte, welche aber seitdem durch Verwesung beseitigt worden sind. Oft sind dabei Moosstengel stark theilhaftig, während solche Röhren oft auch bloß die Bahnen zu bezeichnen scheinen, in denen während der Sinterbildung

ununterbrochen Gasblasen aufgestiegen sind, welche das Absetzen von Sinter verhinderten.

Von allen diesen von der Chemie eingeleiteten Neubildungen von Steinmassen ist jedoch keine so weit verbreitet und keine mehr geeignet, das Interesse zu erregen, als die Tropfstein- oder Stalaktit-Bildung. Die berühmten Höhlen von Antiparos, Adelsberg, Gailenreuth, Ruggendorf, die Baumannshöhle und viele andere sind bekannte Beispiele. Seit unbestimmbar langer Zeit ist die Natur damit beschäftigt, in den feuchten Gewölben unterirdischer Höhlen gnomenhafte Zierrathen aufzuhängen, welche die Einbildungskraft der Besucher tausendfältig zu immer kühneren Vergleichen anregen. Zu Stein erstarrte Wasserfälle, Orgelpfeifen, Gardinen von ungeheurer Größe und doch oft im leichtesten Faltenwurf, himmelanstrebende Pfeiler, Bildsäulen, bald phantastischen Ungeheuern bald antiken Meisterwerken ähnelnd, Spitzbogen und Einse, kurz Alles, was eine tolle Phantasie aus unbestimmten Formen zu gestalten weiß, Alles dies findet sich in diesen Gnomen-Palästen. Der mächtige Eindruck, den namentlich die umfangreichste Tropfsteinhöhle Deutschlands, vielleicht Europas, die von Antiparos ausgenommen, macht, die von Adelsberg in Krain steigert sich zu einem stummen Anstaunen, wenn man sich daran erinnert, daß nur Millionen und aber Millionen einzelner Tropfen die kleinen Baumeister dieser Wunderwerke sind, deren Arbeit so unendlich langsam von Statten geht, daß ein Menschenalter z. B. in der Adelsberger Grotte kein in das Auge fallendes Vorschreiten derselben zeigt, obgleich die Arbeit keine Minute ruht. Die Tropfsteinbildung scheint immer bloß durch Tagewasser vermittelt zu werden, welches von oben durch die Decke der Höhlen hindurch sickernd unterwegs etwas Kalk auflöst und tropfenweise von der Wölbung der Höhle in den finsternen Raum herabfallend an seinem Abfallpunkte etwas von dem Kalk ausscheidet; etwas, aber nicht Alles; das sieht man in den meisten Stalaktitenhöhlen daraus, daß den von der Wölbung der Höhle abwärts wachsenden Tropfsteinen vom Boden aus Tropfsteine aufwärts entgegen wachsen, die nur dadurch entstehen können, daß das oben abgetropfte Wasser auch unten auf seinen Aufhals-Punkten Kalkmasse niederschlägt. Man unterscheidet diese nach entgegengesetzter Richtung sich verlängernden Tropfsteine als Stalaktiten,

d. i. hängende, und Stalagmiten, d. i. stehende Tropfsteine. Die letzteren zeigen immer eine breite und platte Spitze und wachsen viel langsamer als die Stalaktiten.

Man hat Berechnungen über das Alter der Tropfsteinhöhlen gemacht, und wenn man dabei nicht darin irrt, daß man die kalkauflösende und demnach die kalkabsetzende Kraft zu allen Zeiten als gleich annimmt, so ergeben sich schon allein für diese Höhlen, welche doch meist nur in den jüngsten Schichten der Erdrinde liegen, ungeheure Zeiträume. Demnach wären die Tropfsteinhöhlen recht eigentlich Verbindungsglieder zwischen der Vergangenheit und der Gegenwart der Erdbildung.

Die Tropfsteinbildung kommt übrigens allgemeiner vor, als man gewöhnlich meint, sobald man nämlich unter diesem Worte alle jene Erscheinungen zusammenfaßt, welche auf der Auflösung von Kalk durch kohlenstoffhaltiges Wasser und auf der nachfolgenden Wiederauscheidung des Kalkes beruhen. Fast jedes aus Kalksteinen oder anderen kalkhaltigen Gesteinen aufgeführte Gemäuer zeigt an seinen Wänden einzelne senkrechte Streifen von Kalküberzug, dem man an der Richtung seiner einzelnen Partien deutlich ansehen kann, daß er in langsamer Bildung durch das Herabrinnen des Regenwassers entstand, welches an den oberen Theilen des Gemäuers Kalk aufgelöst hatte und tiefer unten wieder abschied. An den Gewölben von gemauerten Schloten, Stollen u. s. w. hängen oft federfelddicke und fingerlange Stalaktiten herab.

Auf dem Boden von Teichen und Sümpfen, deren Wasser viel aufgelösten Kalk enthält, daher namentlich in den Regenlachen, welche sich in den Vertiefungen von Kalksteinbrüchen ansammeln, werden meist sehr langsam Schichten von Kalk ausgeschieden, welche auch immer andere im Wasser liegende, langsam verwesende Körper überziehen, namentlich die Schalen der darin lebenden Schnecken. Solche Schichten sind eigentlich nichts weiter, als besonders dichte Kalktuffe. Sie eröffnen uns das Verständnis mancher Kalklager, welche nach ihrer Lagerung und nach den von ihnen eingeschlossenen, den noch lebenden sehr nahe stehenden Schneckenschalen zu urtheilen, aus der letzten geologischen Epoche stammen, und welche man mit dem Namen Tertiärer oder Süßwasserfalk belegt.

Sieht man sich unter Berücksichtigung des hier über die noch heute stattfindenden Kalkausscheidungen Gesagten um, so findet man, daß der Kalk mit Hülfe des Wassers nicht unerhebliche Neubildungen auf der Erdoberfläche veranlaßt. Er ist dazu besonders durch die oben erwähnte Eigenschaft geeignet, von kohlen säurehaltigem Wasser leicht als doppeltkohlen saurer Kalk aufgelöst und nach Verlust eines Theiles seiner Kohlen säure durch Abgabe an die Luft als einfach kohlen saurer Kalk wieder fest zu werden.

Viel schwerer löst sich die Kieselsäure — der Quarz, das Bergkrystall u. s. w. sind Verbindungen von Kieselerde und Sauerstoff — in Wasser auf, und daher finden sich neue Kieselablagerungen viel seltner und in viel geringerer Mächtigkeit als Kalkablagerungen. Dennoch giebt es einzelne Lager von Kieselsinter von vielen Fuß Mächtigkeit, an deren Verdickung die Natur noch fort und fort arbeitet. Dadurch sind besonders die zahlreichen heißen Springquellen der Insel Island, Geysir's genannt, und die azorische Insel St. Michael denkwürdig. An letzterem Orte ist die Ablagerung 30 Fuß mächtig. Pflanzentheile, welche in das heiße kieselgeschwängerte Wasser gerathen, werden davon vollständig durchdrungen und erscheinen nachher, in der Sintermasse eingeschlossen, als echte Versteinerungen, an denen das zellige Gefüge vollständig erhalten ist. Bei solchen Einschlüssen durch heißes Kieselwasser kommt es jedoch meist ebenso, wie bekanntlich im Karlsbader Sprudel nur zu Ueberrindungen, Infrustationen, während die Masse des eingeschlossenen Körpers unverändert bleibt oder durch allmälige Auflösung ganz verschwindet.

Neben Kalk und Kieselerde ist es noch das Eisen, nächst jenen das verbreitetste Mineral, welches einen wesentlichen Antheil an geologischen Neubildungen einnimmt. Hier ist aber der chemische Proceß anders bedingt. Wenn sich jene durch einen Verlust an Sauerstoff reduciren, d. h. wieder feste Form gewinnen, so geschieht dies bei dem Eisen durch Aufnahme von Sauerstoff. Die aus Eisen entstandenen Neubildungen sind das Sumpferz oder der Raseneisenstein und das Bohnerz, welches letztere schon durch den Namen auf eine ähnliche, wenn auch Wärme ausschließende, Entstehungsweise wie bei dem Erbsenstein hindeutet. Da man Raseneisenerz auf Eisenerzeugung bergmännisch gewinnt, — freilich ohne große Mühe, da es meist gleich unter der Rasendecke der Moorländerceien

liegt — so kann man aus solchem Eisen verfertigte Gegenstände bis auf ihren ersten Ursprung recht eigentlich nagelneu nennen.

Bei der Bildung dieses jugendlichen Eisenerzes nehmen mikroskopische Organismen einen wesentlichen Antheil und es bildet dieses daher eine vorläufige Hinweisung darauf, daß wir auch in der Thier- und Pflanzenwelt Baustoffe zur Vergrößerung der Erdoberfläche finden werden. Bei dem Raseneisenerze sind dies die kleinen Gallionellen, unendlich kleine aus einer einzigen Zelle gebildete Wesen, welche von Einigen zu den Thieren, von Anderen jedoch ohne Zweifel mit mehr Recht zu den Pflanzen gestellt werden. Sehr oft findet man in den Gräben und Sümpfen mooriger Wiesen den Boden und in das Wasser hineinhängende Pflanzentheile mit einem rostbraunen schlüpfrigen sehr feinen Schlamm überzogen. Dieser besteht oft lediglich aus unermesslichen Mengen von Gallionellen und ist eine Vorstufe zur Bildung des Raseneisenerzes.

Wer hätte nicht schon davon gehört, daß die Kreideseifen der Insel Rügen und vieler anderer Orte fast lediglich aus den Kalkgehäusen unendlich kleiner Thierchen bestehen? Wer kann die Zahl derselben ausdenken?

Aber auch jetzt besteht diese Erdbildung aus kleinen Wesen in großem Maasstabe noch fort und bildet den interessantesten Abschnitt des ansprechenden Kapitels der Geologie, welches uns eben beschäftigt.

Doch wir dürfen den Gang unserer Betrachtungen nicht unterbrechen und müssen nach diesen auf chemischem Wege durch das süße Wasser vermittelten nun zu den mechanisch gebildeten Neubildungen übergehen. Diese werden aber diesen Namen nicht eigentlich verdienen, denn sie zeigen uns nicht neu gebildete, d. h. aus flüssiger in starre, feste Form übergeführte Stoffe, sondern solche, welche in unveränderter Gestalt oder nur zerkleinert von einem Orte an einen anderen übergeführt worden sind; wodurch entweder an dem früheren Orte ebenso eine sichtbare leere Stelle wie an dem neuen eine Ausfüllung einer solchen entstand; oder wobei anderwärts keine bemerkbare Massenabnahme statt fand, weil der vom Wasser entführte Stoff in kleinen Mengen, in sehr langer Zeit und von weit ausgedehnten Flächen genommen und dann auf einem kleinen Raum aufgehäuft wurde. Wenn wir den Staub von der Tafel eines Pianofortes abwischen, so können wir daraus einen kleinen Berg von Staub bilden, den wir



früher, auf der großen Fläche vertheilt, vielleicht nicht einmal wahrnahmen. —

Die mechanischen Ablagerungen durch das süße Wasser hängen hauptsächlich von dem Umfange und von dem Grade der Bewegung des letzteren ab und es versteht sich von selbst, daß die mechanische Schichtenablagerung eigentlich nur die zweite Hälfte des umgestaltenden Waltens des Wassers ist, als dessen erste Hälfte wir die Fortführung fester Massen kennen gelernt haben. Die eine besteht nicht ohne die andere; die Ablagerung ist die nothwendige Folge der Beführung, und wir sind darum bisher den richtigen Weg des ursächlichen Zusammenhanges gegangen.

Neben den kennen gelernten, in das Auge fallenden theilweisen Erniedrigungen der Erdoberfläche dürfen wir jetzt nicht unterlassen, uns an die fast unsichtbare, aber dennoch wesentliche und überall fließende Quelle zu Ablagerungen zu erinnern, welche in der fortwährenden Abnutzung jeden Punktes der festen Erdoberfläche beruht, und wodurch ein Ablagerungsvorrath entsteht, der in einem Jahre von einem Geviertfuß Felsen gewonnen freilich nicht bemerkbar ist, der aber von der ganzen festen Erdoberfläche auf einen Platz zusammengeführt einen ansehnlichen Berg geben würde. Die Verwitterung kennen wir bereits als die abnutzende Gewalt.

Die Wissenschaft hat für diese Stoffe, welche alljährlich durch Verwitterung der Oberfläche der Berge sich ablösen, das Wort *Detritus* eingeführt, was eine durch Abreibung gewonnene Masse bezeichnet. Man kann sich dafür recht füglich des deutschen Ausdruckes *Verwitterungsschutt* bedienen.

Dieser Schutt wird ohne Unterbrechung von den Stätten seiner Entstehung durch das Wasser tieferen Orten zugeführt. Von der großen Bedeutung dieser Schuttmassen wird man überrascht, wenn man in den Alpen wahrnimmt, daß die alljährlich wiederkehrenden, durch Regen und Schneewasser bewirkten Anschwellungen der Gebirgsbäche, Wildbäche, doch alljährlich noch Vorräthe davon vorfinden. Damit soll nicht gesagt seyn, daß die jährlichen Schutt-Ergüsse immer das Produkt des vorhergegangenen Jahres seyen; es soll nur sagen, daß die Vorräthe ohne Zweifel längst erschöpft seyn müßten, wenn nicht eben immer neuer Zuwachs erfolgte. Wir haben die Schneeregion bereits als den Heerd der wirksamsten Verwitterung der Berge kennen gelernt.

Schon unterwegs setzt der zu Thal herabschäumende Wildbach an seinen Ufern bald hier bald dort kleine Schuttkegel ab. Dies ist die von der Wissenschaft für diese Massen angenommene Benennung. Er behält aber immer noch Stoff für den größten Schuttkegel, den er bei seinem Anlangen im Thale aufhäuft, zu welchem jene oberen kleinen Schuttkegel früher oder später, ganz oder theilweise, von dem Wildbache selbst wieder mit fortgeriffen, ihren Beitrag liefern müssen.

Jeder Gebirgsbewohner oder aufmerksame Besucher des Gebirges kennt diese Schuttkegel. Wo eine auch noch so schmale Schlucht von rechts oder links in ein Gebirgsthal einmündet, da wird auch selten der Schuttkegel fehlen, den der in der Schlucht immer, oder wenigstens zur Zeit der Schneeschmelze und nach heftigen Regengüssen herabstürzende Bach nach und nach herabgeführt hat. Wenn wir in den so malerischen Thalgaßen unserer deutschen Gebirgsgegenden wandern, so führt uns der Pfad häufig über kleine Erhöhungen derselben. Wir dürfen dann nur rechts oder links blicken; wir werden stets an der Einmündung einer engen einfallenden Seitenschlucht stehen, aus welcher der Schuttkegel herabgeschwemmt wurde, der eben die kleine Erhöhung unseres Thalweges bildet. Ein jeder Platzregen hinterläßt auf Feldern und Wegen Hunderte und Tausende von kleinen Schuttkegelmodellen, wie denn überhaupt der von einem recht tüchtigen Platzregen aufgeriffene und durchwühlte Boden ein prächtiger Lehrmeister für uns ist.

Die geringere oder stärkere Neigung, die geringere oder bedeutendere Größe der Brocken des Schuttkegels geben uns einen sicheren Maastab für die geringere oder bedeutendere Gewalt und den Grad des Falles des Baches, auch wenn derselbe in der trocknen Jahreszeit ganz harmlos über das Werk seines Zornes herabrieselt.

Die bewegende Kraft unserer heutigen Flüsse und Wildbäche schlägt man dennoch gewöhnlich zu hoch an, denn sorgfältige Aufzeichnungen der heftigsten, in die Zeit der aufmerkzameren Beachtung solcher Erscheinungen fallender Wasserfluthen, haben nur von wenig Centner schweren fortgeschwemmten Blöcken zu berichten. Alles vom Wasser Fortgeführte wird desto weiter fortgeführt, je leichter es ist, während die schweren Brocken dicht bei dem Punkte liegen bleiben, wo der Fall und somit die größte Gewalt der Wasserbewegung zu Ende ist.

Oft ist ein Lauf von wenigen Stunden hinreichend, zugleich die Abnahme der bewegenden Kraft des Wassers und die deunoch während des Laufes immer statt findende Abnutzung und Zerkleinerung der Kollsteine zu beobachten. Auf dem langen Laufe des Rheines läßt sich diese Arbeit des Wassers von seinem Anfange bis an seine Mündung verfolgen. Er bringt von den Anfangs kopfgroßen Steinen zuletzt nur den Sand mit nach Holland, zu welchem jene, wenigstens ein Theil derselben, unterwegs zerrieben worden sind.

Eine eigenthümliche gegen die Vermuthung streitende Erscheinung ist es, daß ein Fluß sein Bett über die Ebene, in welcher er fließt, erhöht, wozu es natürlich eines ganz bestimmten Verhältnisses zwischen dem Fall des Flusses und der Beschaffenheit des Bodens bedarf. Der Po läuft auf dem Rücken eines Dammes, den er sich nach und nach selbst aufgefüllt hat, und nicht nur sein Wasserpiegel, sondern selbst sein Grund liegt nicht unbedeutend höher als seine Nachbarin die Stadt Ferrara.

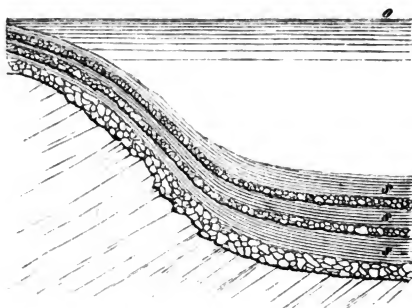
Bekanntlich hat das Dreieck, welches als Anfangsbuchstabe das griechische Delta (unser D) ist, zunächst bei dem Nil Veranlassung zu der Benennung der Schlamm- und Sandablagerungen an den Mündungen der Flüsse gegeben. Die Wissenschaft wendet diese Benennung jetzt im weitesten Sinne an, indem sie nicht nur das eben bezeichnete, von Jedermann so genannte Nil-Delta mit diesem Namen belegt, sondern auch die Schuttkegel zuweilen so nennt, wozu deren Gestalt und gleiche Entstehungsweise berechtigt. Findet die Bildung der Schuttkegel im Wasser statt, so nennt man sie Delta.

Von besonders lehrreichem Interesse sind die Deltabildungen, welche Alpenbäche und Flüsse in größeren Landseen ablagern, in welche sie sich ergießen, zumal wenn deren mehrere, von verschiedenen Seiten in den Landsee eintretend, dies thun. Die verschiedenen Schichten der einander auf dem Seeboden immer näher rückenden Deltabildungen greifen dann an den Rändern, in denen sich letztere berühren, abwechselnd über einander über, je nach dem bald dieser bald jener Fluß besonders angeschwellt war und eine größere Zufuhr brachte, als der andere.

An dem Delta des Durdelsbaches, welches man gegen 40 Fuß tief senkrecht durchstach, nachdem es durch die Tieferlegung des Lungenrsee's

troffen gelegt war, hat die lehrreiche Erscheinung gezeigt, daß die verschiedenen, oft nur wenige Zoll mächtigen Schichten, aus gröberem und feineren Kiesen bestehend, nicht, wie man erwarten sollte, nach dem Seeboden hin schnell an Mächtigkeit zunehmen, sondern von ihrem Eintritt bis auf den Seeboden eine gleiche Dicke zeigen, während jene Zunahme nur bei den Schlamm-schichten statt findet, indem sich diese schnell in die Horizontale ausgleichen und so den Seeboden bilden. Fig. 21. soll uns dies durch einen senkrechten Durchschnitt veranschaulichen.

21.



Ablagerungen der Schichten einer Deltabildung, s Schlamm-schichten zwischen Kiese-schichten; o Oberfläche des Wassers.

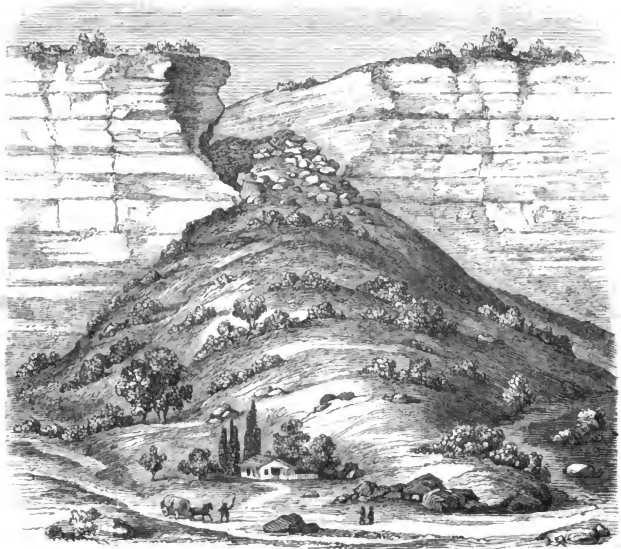
Die Deltabildungen können natürlich nur dann für uns sichtbar werden, wenn das flache Uferland sehr leicht unter den Spiegel des See's oder des Meeres einschneft: wir dürfen eben voraussetzen, daß jeder Fluß ein Delta bildet, welches wir bei steil abfallendem Ufer tief auf dem Grunde des Meeres oder des Landsee's zu suchen haben, wo es in der Gestalt mehr einem Schuttkegel gleichen wird.

Diese letztere Erscheinung können wir wieder durch den Regen kennen lernen. Auf leicht an Nässe leidenden Aekern pflegt der Landwirth sogenannte Wasserfurchen zu ziehen, die er an den Rand eines tiefen Grabens führt, um das Regenwasser dadurch von seinem Felde in diesen abzuleiten. Jede Furche bildet auf diese Weise in dem zuletzt ganz mit Wasser gefüllten

Graben ein kleines steil abfallendes Delta, welches sich aus dem von der Wasserfurche entführten Boden aufhäuft.

Wenden wir diese Belehrung auf das an, was wir in weiten Thalkesseln, welche von weiten Hochebenen eingeschlossen sind, wahrnehmen, so lernen wir manche großartige Bildung unserer Landschaften verstehen, und

22.



Schuttkegel vor einer Schluchtmündung am Rande eines Thalkessels.

Fig. 22., welche uns an den Rand eines Thalkessels vor dessen hohe Felsen-umfriedigung stellt, bedarf kaum einer Erläuterung. Solche Verhältnisse kommen häufig, z. B. in den großen Thalerweiterungen des schwäbischen Jura vor. Es mag oft schwer seyn, in solchen Fällen zu entscheiden, ob man den Schuttkegel eines verschwundenen Baches vor sich habe, der sich zeitweise in einer gesteigerten Fülle aus der Schlucht in das weite Thal

fürzte, oder ein tiefes Delta, welches ein Fluß in einen das Thal einströmenden See niederfüllte.

Denken wir uns noch einmal das Meer hinweg, so sehen wir in Gedanken vor den Mündungen der großen Ströme auf tiefem Grunde solche Bildungen.

Der Umfang der eigentlichen Delta's, der des Nil, Ganges, Mississippi und anderer ist oft von sehr beträchtlicher Ausdehnung. Solche Ströme nehmen den Eroberungskampf mit dem Meere auf und drängen es von seinen Grenzen zurück; was freilich kaum so viel sagen will, als wenn ein Nachbar dem russischen Kolos ein Dorf abgewinnt.

Ein wesentlicher Grund für die weit hinausreichende Erstreckung der Deltabildungen im Meere liegt darin, daß das süße Wasser leichter als das Meerwasser ist und demzufolge das einmündende Flußwasser sich nicht sofort mit dem Meerwasser mischt, sondern eine Zeit lang buchstäblich darauf schwimmt und erst weit draußen mit seinen feineren Schlammtheilchen niedersinkt. Dies muß in um so größerem Umfange und um so mehr in den Binnenseen geschehen, welche wie das Mittelmeer keine Ebbe und Fluth haben.

Es ist bekannt, daß durch das Wachsthum der Delta's manche Städte, die ehemals Hafensstädte waren, nach und nach meilenweit landeinwärts gerückt sind. Dies ist zuweilen in verhältnißmäßig sehr kurzer Zeit geschehen. Ravenna lag z. B. zu den Zeiten des Strabo, um Chr. Geb., an einer Bucht des Meeres, von dem es jetzt über 20,000 Fuß entfernt liegt. In vielleicht nicht mehr fernher Zeit wird es Venedig eben so ergehen.

Bei der Deltabildung vereinigt das Meer zuweilen seine Thätigkeit mit der des Schlamm und Gerölle zuführenden Flußwassers, indem es den äußeren Rand des Delta mit einem Uferwall umfriedigt, den es theils mechanisch aufwirft, theils durch chemisch vermittelte Verbindung seines Sandes mit den Kalktheilen des Flußabflusses bildet, wie es z. B. bei dem Nildelta der Fall ist. Dadurch wird für das Delta gewissermaßen ein Raum abgesteckt, ein Rahmen gebildet, innerhalb welches nur langsam und allmählig die Ausfüllung erfolgt, so daß anfänglich noch eine Menge Lachen, Lagunen, und Flußarme übrig bleiben. Im Nildelta sind auf diese Weise die Seen Mareotis, Burlos, Mansaleh und die kleineren Sedu und Madieh gebildet

worden, von denen die drei größeren durch Oeffnungen in dem Uferwalle mit dem Meer zusammenhängen.

Wenn durch die Delta-Bildung in den meisten Fällen fruchtbares Erdreich gewonnen wird, wodurch seit Menschengedenken Unteregypten fast allein bewohnbar wird, so ist dagegen eine andere Bodenaufhäufung, bei welcher das Meer mit dem Süßwasser großer Strommündungen sich verbindet, eine sehr unwillkommene Gabe, die obendrein in der Regel nicht einmal recht an das Tageslicht kommt. Ich meine die sogenannten Barren, welche für große Schiffe die Einfahrt in manche Flußmündung unmöglich machen. Sie werden theils durch den Meeresand theils durch die Zufuhr des Flusses veranlaßt und ohne Zweifel durch die stauende Einwirkung des Meeres auf die Flußmündung bewirkt.

Von dem Meere meist allein werden die sogenannten Nehrungen gebildet, wodurch Lagunen, in Norddeutschland Haff genannt, gebildet werden. Die Nehrung ist ein meist mit der Küstenlinie ziemlich gleichlaufender Uferwall, welcher das eingeschlossene Haff durch eine Oeffnung, die meist an dem einen Ende des Haffes liegt, mit dem Meere verbindet. Solche Uferwälle können sich natürlich dann nicht bilden, wenn das Ufer schnell zu bedeutender Tiefe sinkt; sie bilden sich aber fast überall da, wo seichte Ufer die Continente und großen Inseln umgeben, wodurch, wie jeder Blick auf unsere Landkarten zeigt, die Umrisse dieser so buchtenreich sich gestalten. Bei der Anhäufung dieser Uferwälle bilden die Tangen, die Pflanzenwelt des Meeresbodens, einen zuweilen nicht unwesentlichen Bestandtheil. Die Stürme reißen diese zähen Gewächse vom Meeresboden los und die gepeitschten Wellen häufen sie zuweilen haushoch an der Küste auf, wo sie dann durch darüber und dazwischen gewebeten Uferand befestigt werden.

So kommen wir zu den Dünen, den bekannten aus feinem Sand bestehenden Gürteln, welche in flachen Küstenländereien oft in weiter Ausdehnung Meer und Land scheiden. Sie sind bekanntlich meist in ununterbrochener Wandlung und Wanderung begriffen, indem die Seewinde sie fortwährend verändern. Oft sind die Nehrungen wenigstens streckenweise zugleich Dünen, wenigstens ist es jede gewiß anfänglich eine Zeit lang gewesen. Trotz ihrer Beweglichkeit und Lockerheit bilden doch an vielen

Küstenstrecken die Dünen einen festen Schutz für das hinter ihnen liegende Land, welches zuweilen tiefer als der Meeresspiegel liegt und in vielen Fällen eine Reihe von Sümpfen, Seen und Mooren zunächst hinter der Düne zeigt. Zu diesen giebt die Dünen-Erhöhung selbst Veranlassung, indem sie den Abfluß des Wassers kleiner Küstenflüsse in das Meer hindert und daher die Bildung des Martorfes hervorruft, welcher durch größere Schwere und Braunkohlen-Ähnlichkeit von den Torfen des Binnenlandes bedeutend abweicht. Die Wasser-Anhäufungen hinter den Dünen bilden oft bedeutende Becken, welche, da sie meist durch Kanäle mit dem Meere zusammenhängen, Brackwasser, aus Fluß- und Meerwasser gemischt, enthalten. Der Zuyder-See und das Harlemer Meer der Niederlande sind bekannte Beispiele.

Die Dünenbildung zeigt sich an manchen Küstenstrecken durch oft schnell überhand nehmende Versandung fruchtbarer Ländereien verderblich. In der Bretagne, in der Nähe von St. Paul de Leon, sind seit 1666 die Dünen sechs Wegstunden landeinwärts vorgedrungen und haben mehrere Dorfschaften unter einem Sandmeere begraben, aus welchem nur noch die Spitzen der Gebäude hervorragen.

## VII. Umgestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

### 2. Durch das Pflanzenreich und Thierreich.

Pflanzenbildungen: Kieselguhr, Bergmehl; Torfbildung, Torfmoore oder Moos-Moorbrüche; Treibholz; — Thierbildungen: Die Wurzelfüßler; Korallenpolypen, Korallen oder Polypenstöcke; Riffe: Strandriff (Fig. 23.), Kanalriff (Fig. 24.), Atoll (Fig. 25. u. 28.); Leben der Korallenpolypen; Entstehung und Umbildung der drei Riffarten (Fig. 26. u. 27.), Muschelbänke; Guano.

Alles, was lebt, erhält den Baustoff seines Leibes von der starren Erde. Er ist aber bloß ein Darlehn, welches die Erde zurückfordert und entweder anderweit ausleiht oder zu ihrem eigenen Ausbau verwendet.

Bevor wir nun nach der Würdigung der umgestaltenden Kraft, welche im Wasser ruht, zu den Wirkungen des unterirdischen Feuers, zu den



Erscheinungen des Vulkanismus übergehen, scheint es zweckmäßiger, an dieser Stelle einige Erscheinungen einzuschalten, welche deutlich zeigen, daß selbst organisirte Wesen, Thiere und Pflanzen, und zwar am meisten solche von mikroskopischer Kleinheit, fähig sind, mächtige Erdschichten neu aufzuhäufen. Diese erst in neuerer Zeit richtig gewürdigten Erscheinungen stehen deswegen hier an der richtigsten Stelle, weil sie fast ohne Ausnahme nur unter Vermittelung des Wassers, des süßen wie des Meerwassers, statt finden und die folgenreichste derselben auch noch mit dem Vulkanismus im Bunde steht.

Die gelegentliche Erwähnung des Martorfes ist uns genügende Veranlassung, die Erscheinungen des Pflanzenreichs im Bereiche der noch gegenwärtig stattfindenden Schichtenbildung vor denen zu besprechen, welche das Thierreich darbietet.

Gerade auf diesem Gebiete bewegt sich der noch immer nicht ganz zur Entscheidung gediehene Streit über die Natur einer Gruppe niederer Organismen, welche von den Einen immer noch mit Hartnäckigkeit für Thiere, von den Anderen, welche jetzt allerdings in der Mehrheit sind, für Gewächse erklärt werden.

Unter dem Namen der Infusorien oder Infusionsthierchen umfaßte man vor einigen Jahrzehnden eine sehr artenreiche, ungleichartige Gruppe mikroskopisch kleiner Wesen, welche seitdem als größtentheils dem Pflanzenreich zugehörig erkannt worden sind, so daß seit einiger Zeit jenem Namen durch die Benennung Infusionspflänzchen Widerpart gemacht wird.

Im Jahre 1836 wurde fast gleichzeitig in Schweden und in Böhmen die Entdeckung gemacht, welche sich bald nachher an vielen Orten bestätigend wiederholte, daß längst bekannte und zu verschiedenem Gebrauch ausgebeutete Schichten einer bald schneeweißen, bald gelblich oder silbergrau gefärbten, zarten Erde durchaus bloß aus den unverweslichen aus Kiesel bestehenden Ueberresten mikroskopischer Thierchen — dafür hielt man sie damals noch ziemlich allgemein — zusammengesetzt sey.

Bei Eger und Franzensbad in Böhmen sah man an einzelnen Stellen mooriger Ländereien eine feine aschgraue Erde sich bilden, die man ihrer chemischen Beschaffenheit wegen, und vielleicht auch wegen ihres Heraushergehens aus dem Erdboden, Kieselguhr nannte, und in diesem sowohl

wie in einem schwedischen sogenannten Bergmehle, was sogar von dem Hunger als Brodmehl benutzt wurde, fand Ehrenberg unaussprechlich große Mengen der zierlichsten Gebilde, die aus Kiesel bestehenden Schalenpanzer zahlreicher Arten von Infusorien, welche von den lebenden Arten fast sämmtlich längst bekannt waren. Seitdem ist es hauptsächlich Ehrenberg selbst gewesen, welcher diesen Erscheinungen eine unausgesetzte Aufmerksamkeit zuwendete, so daß er vor Kurzem ein Werk veröffentlichen konnte, dessen Titel vor wenigen Jahrzehnden noch wie eine unbegreifliche Uebertreibung geklungen haben würde, seine „Mikrogeologie“.

Derselbe unermüdete Forscher auf dem Gebiete des „Lebens im kleinsten Raume“ hatte auch in seinen viel früheren Arbeiten längst im voraus den Einwand gegen die Möglichkeit von Erdschichten, die durch so winzige Wesen allein zusammengefaßt seyn sollten, entkräftet, indem er die ungeheure Vermehrungsfähigkeit derselben nachgewiesen hatte. Wiederholt hatte er beobachtet, daß eines derselben binnen wenigen Tagen sich bis auf viele Millionen vermehrte.

Die stehenden Gewässer unserer Teiche und Sümpfe und Landseen, langsam fließende oder stehende Gräben, namentlich die Auffanggräben mooriger Wiesen sind die Welten für unaussprechliche Mengen mikroskopischer Pflänzchen, deren Zierlichkeit mit ihrer fabelhaften Vermehrungsfähigkeit wetteifert. Sie gehören zu der Klasse der Algen, welche uns in ihren Kieselformen — wobei uns natürlich die fast unsichtbare Kleinheit der anderen als Maßstab dient — bekannt ist; ich meine mit diesen die meist lebhaft grün gefärbten zarten schlüpfrigen Fäden, welche sich in Gräben und Brunnenkästen als grüne Schöpfe finden. Diese Formen sind es jedoch nicht, welche jene Erdschichten bilden, weil sie nur aus zarter leicht zerstörbarer Masse bestehen. Dagegen enthält die schöne Klasse der Algen eine große Menge von Arten, die man einzellige Algen nennen kann, weil sie immer nur aus einer Zelle gebildet werden. Diese hat äußerlich eine aus Kieselerde bestehende glashell durchsichtige Schale, den sogenannten Kieselpanzer, welcher oft die größte Zierlichkeit und Manchfaltigkeit der Formen und der Sculptur zeigt. Diese Kieselshalen, denn Kieselpanzer paßt für ein pflanzliches Gebilde nicht, sind im Feuer durch Glühen unzerstörbar, obgleich sie so klein sind, daß sie ein zwischen den Fingern

kaum fühlbares Pulver bilden. Wir werden später bei den Versteinerungen einige dieser lieblichen Formen durch Abbildungen kennen lernen.

Dennoch sind diese kleinsten Bildungen des an Schönheit auch in ihnen so reichen Pflanzenreichs fähig, mächtige Schichten von Erde zu bilden. Ganze Stadttheile von Berlin und Potsdam stehen auf solchen Schichten. Bei Oberrohr in der Lüneburger Heide findet sich ein langes über 30 Fuß dickes Lager, welches in dem zu Tage liegenden Theile noch fortlebt und wächst. Der feine Meeresschlamm der Nordseehäfen besteht zu einem Viertel ebenfalls aus solchen Kieselshalen, denn auch das Meerwasser besitzt eine reiche Miniaturflora dieser Art. In Schweden und namentlich in Lappland werden an einigen Orten schon seit langer Zeit alljährlich viele Wagenladungen dieser, dort beinahe schneeweißen, lebendigen Erde unter das Brodmehl gemischt, so daß man solches Brod buchstäblich Brod von Kieselstein nennen kann.

Eine fast noch größere Betheiligung an der Neubildung von festen Schichten zeigt in ganz ähnlicher Weise eine nachher zu besprechende Gruppe zum Theil ebenfalls mikroskopisch kleiner Thiere, welche in ähnlicher Weise lange Zeit verschiedenen systematischen Auffassungen unterworfen gewesen ist.

Wenn wir bei der Betrachtung der durch Pflanzen vermittelten Neubildung von Erdschichten uns die Reihenfolge von der von unvollkommenen zu immer höheren fortschreitenden Systematik vorschreiben lassen, so müssen wir hier die Torfbildung anschließen, weil sie in der Hauptsache von der Mooswelt, welche unmittelbar um eine Stufe höher über den Algen steht, veranlaßt wird.

Es ist bekannt, daß die Pflanzenwelt in der Vertheilung ihrer Formen sehr von der Beschaffenheit der Fertlichkeit, und zwar zumeist von dem Feuchtigkeitsgrade des Bodens abhängt. Jedermann unterscheidet 3. B. Sandpflanzen und Sumpfpflanzen. Von den letzteren unterscheidet man die Moor- oder Torfpflanzen als eine Unterabtheilung. Der mit der deutschen Flora genauer Bekannte kann in den meisten Fällen mit Bestimmtheit aus dem Vorhandenseyn gewisser Pflanzenarten schließen, ob unter dem meist nur niedrige Gestalten enthaltenden Rasenteppich einer Wiese ein Torflager ruhe. Diese Torfmoore, auch Moor- und Moosbrüche genannten Flächen sind eben so sehr für den Botaniker wie für den Geologen

anlockend, und doch muß gerade auf ihnen jeder Schritt mit Vorsicht gethan werden. Oft schwankt unter jedem Tritte der Grasteppich wie ein ausgespanntes Zeltbaldach, denn er ist über einem schwarzen aus verwesenden Pflanzentheilen gebildeten Brei ausgespannt, und wenn er unter dem Gewicht des unbedachten Besuchers der wunderschönen Torfpflänzchen nachgiebt, so sinkt dieser rettungslos in die schwarze Tiefe. Blühendes Pflanzenleben ist über dem verschlingenden Grabe ausgespannt, in welchem die Leichen der Pflanzen fast unverweslich bestattet werden und sich bloß in braune Mumien verwandeln. Dies ist der Torf, ein unserer Gegenwart verbliebener Ueberrest jenes Vorganges, welchem wir die Braun- und Steinkohlen verdanken. Die Torfbildung ist ein unvollendet gebliebener Versuch zur Bildung von Stein- oder Braunkohlen; unvollendet geblieben, weil ihm dazu zwei Bedingungen fehlten: ein lastender Druck und ein höherer Wärmegrad, begleitet von einigen chemischen Bedingungen, welche nothwendige Begleiter der urweltlichen Verkohlung gewesen zu seyn scheinen.

Diese so viele Eigenthümlichkeiten zeigende Betheiligung des Gewächsreiches an der Verjüngung und Erhöhung der Erdoberfläche ist ein Vorzug der gemäßigten Zone und in ihr vorzugsweise des nördlichen Theiles; denn gerade die niedrige Temperatur des wassertriefenden Bodens scheint eine wesentliche Bedingung für die Unverweslichkeit der abgestorbenen Torfpflanzen zu seyn.

Die nächste Bedingung zur Entstehung eines Torflagers ist eine nur sehr leicht eingesenkte Thalmulde, gebildet von einer das Wasser nicht durchlassenden Lettenschicht, welches Schnee und Regen darüber sich ausbreiten ließ. In diesem bilden sich bald die Bedingungen für das Gedeihen der Torfpflanzen, welche sich dann schnell ansiedeln. Algen beginnen, Moose folgen ihnen, und deren weicher Schooß wird dann die Wiege für die eigentlichen Torfpflanzen, unter denen sich viele unserer schönsten Arten finden. Fingerlange Weidenbüschchen und krüppelhafte Birken und Kiefern, selten mehr als einige Fuß hoch, bilden zuweilen einen fast niemals einen geschlossenen Bestand bildenden Wald des Torfmooses, über dessen Wipfel der Mensch oft als Riese hinwegschaut.

Das Wasser, welches wir als den mächtigen Auflöser der Felsen kennen gelernt haben, wird hier fast schon durch sein todes Ruhen zum

Schützer vor Auflösung der zarten Pflanzentheile. Oft genügt es daher schon, eine beginnende Vertorfung einer Wiese zu hemmen, wenn man durch Gräben das Wasser in Bewegung bringt. Ebenso kann man die Gewinnung des Torfes als Brennstoff passend vorbereiten und die Dichtigkeit desselben und damit seinen Brennwerth befördern, wenn man unter dafür günstigen Umständen an der Sohle des Torflagers das Wasser abzapft oder dadurch, daß man die undurchlassende Lettenschicht durchbohrt, dem Wasser einen Abzug in tiefer liegende durchlassende Erdschichten öffnet.

Wenn man schon zufolge seiner Entstehung aus wachsenden Pflanzen sagen kann, daß Torfmoor wachse, so kann man es auch von ihm als einem Ganzen sagen. Man kennt einige Fälle, in welchen Torfmoore sich in wenigen Jahrhunderten so bedeutend erhoben haben, daß Ortschaften, welche, einander gegenüber an deren Rändern liegend, früher einander sehen konnten, dies jetzt nicht mehr können.

Um diese Erscheinung erklärlich zu finden, da doch eigentlich an den niedrig bleibenden Rändern das Wasser der höher emporgestiegenen Mitte der Torfläche abfließen müßte, muß man sich erinnern, daß das Torflager auch in seinen oberen Schichten ähnlich einem Badeschwamme ist, welcher ganz voll Wasser gesaugt, dasselbe in seinen zahllosen kleinen Räumen fest zu halten vermag, wenn man ihn auf eine Fläche legt. Diese wasserhaltende Kraft besitzt das Torflager in seiner oberen Schicht namentlich durch die Moose, welche zwischen den übrigen Pflanzen in ihr alle leeren Räume ausfüllen. So wird die überraschende Erscheinung erklärlich, daß Wasser einen Hauptbestandtheil einer beträchtlichen Bodenerhebung bilden kann, ohne abzufließen.

Von oben nach unten durchstochen finden wir die Beschaffenheit des Torfes oft sehr wechselnd. Dies hat seinen Grund theils darin, daß zu verschiedenen Zeiten die Pflanzenwelt, woraus er entstand, wechselte, einmal vorherrschend aus Moosen, dann wieder einmal aus zahlreichen zwerghaften Bäumen bestand; theils rührt diese Verschiedenheit der Torfmasse daher, daß die unteren Schichten, welche längere Zeit und einem je weiter nach unten desto größerem Druck ausgesetzt sind, in der Zersetzung und Zusammenpressung weiter vorgeschritten sind, als die oberen.

Die Torflager sind nicht nur eine immer wichtiger werdende Quelle von Brennstoff, sondern auch von Geschichte. Man findet auf dem Grunde tiefer Torflager nicht selten die Ueberreste von menschlichen Werken, als Waffen und andere Geräthschaften, roh gearbeitete Nachen, sogar Blockhäuser; ja man hat schon in braune Mumien verwandelte menschliche Leichname, noch mit ihrer Kleidung aus Thierfellen gefunden, in Gesellschaft von Knochen und anderen Ueberresten ausgestorbener Thierarten, welche von dem Menschengeschlechte überlebt worden sind, während für sie die Lebensbedingungen an diesem Orte nach und nach sich verschlechterten und zuletzt ganz aufhörten. Für die Geschichte des europäischen Nordens bergen seine mächtigen Hochmoore als noch unerschlossene Archive vielleicht noch manchen wichtigen Beitrag. Die Humusäure verhindert die Fäulniß thierischer Stoffe und bereitet sie für fast ewige Dauer zu. Mächtige Torflager werden oft von noch aufrechtstehenden nur ihrer Aeste ermangelnden Baumstämmen durchsetzt, die also auf demselben Boden erwachsen seyn müssen, auf welchem sich dann die Vertorfung einnistete, die ihnen ein weiteres Gedeihen unmöglich machte und ihre Leichen allmählig in wachsende Torfmasse begrub.

Man hört nicht selten die Frage aussprechen, ob nicht aus den Torflagern mit der Zeit Steinkohlen oder wenigstens Braunkohlen werden könnten, ja ob nicht unsere Stein- und Braunkohlenlager ehemals Torflager gewesen seyen. Die erstere Frage ist ohne Zweifel unter gewissen Voraussetzungen zu bejahen, und diese Voraussetzungen liegen nicht außer dem Bereiche der Möglichkeit. Es ist kein Grund vorhanden, an der Möglichkeit neuer gewaltfamer Katastrophen zu zweifeln, durch welche über mächtige Torflager berghohe Schichten vulkanischer oder schlammiger Massen, durchdrungen von gewissen Salzlösungen, aufgehäuft werden könnten, unter deren furchtbarem Druck die Torfmasse zu feinen und braunkohlengleichen Flözen zusammengedrückt werden müßten, namentlich wenn dieser Vorgang von bedeutender Wärmentwicklung begleitet wäre. Vielleicht bedecken die ungeheuren Lavamassen der isländischen Vulkane mit ihrer Wucht solche junge allerdings vielleicht kaum liniendicke Steinkohlenflöze.

Noch unsicherer ist die Beantwortung obiger zweiten Frage, und um so weniger in bejahendem Sinne zu wagen, als an den Orten und zu

der Zeit, wo die Stein- und Braunkohlenpflanzen erwachsen, nach den erkennbaren Ueberresten zu urtheilen ein für Torfbildung viel zu warmes Klima geherrscht hat.

Aber nicht bloß in den zarten Moosen und den in ihrem Schooße erwachsenden Kräutern und Gräsern liegt eine geologische Kraft. Die Wälder der Tropen unterliegen zuweilen in großer Ausdehnung entweder dem Zorne des Orkanes oder dem unwiderstehlichen Andringen der Wasserfluthen und werden so, mit Sand und Schlamm ausgegossen, das Gerippe für neue Erdschichten. Das Treibholz der mächtigen Ströme Amerikas, den undurchdringlichen Urwäldern entrisen, häuft sich an tiefer an dem Strome gelegenen Stellen zu ungeheuren Schichten an, bildet schwimmende Inseln und sich festsetzende Holzbänke an den Mündungen, und theils durch die Harze und andere säulnißwidrige Säfte, theils schon durch den Abschluß der Luft durch das Wasser vor Fäulniß geschützt, werden sie durch eingeschwemmte Erdmassen in dauernde Wälle umgewandelt, denen man bald ihren Ursprung nicht mehr ansieht.

Ein nicht unbeträchtlicher Theil dieses Treibholzes findet durch den Golfstrom seinen Weg über den Ocean hinweg nach nördlichen Ufern, selbst bis nach Island, wo die Stämme den baumlosen Gegenden eine willkommene Beute sind. Wenn solche Holzwälle schnell von sehr mächtigen Erdschichten bedeckt werden, so können sie wohl mit der Zeit eine braunkohlenähnliche Beschaffenheit annehmen.

Wir gehen nun zu den Fällen über, in denen die Thierwelt mit noch größerem Erfolge als die Pflanzenwelt felsenbildend auftritt. Obgleich die Thiere hierin den Pflanzen nachstehen zu müssen scheinen, da sie wegen ihrer unstäten Beweglichkeit weniger dazu geeignet erscheinen, als die unbeweglichen Pflanzen; so wird dieser Vorzug der letzteren von den Thieren doch mehr als aufgewogen durch die ihnen in so hohem Grade zukommende Eigenschaft, in oder an ihrem Körper beträchtliche Massen von kohlen- und phosphorsaurem Kalk zu binden und dadurch im buchstäblichen Sinne des Wortes Stein, Felsenstoff zu zeugen.

Um auch hier zunächst mit den niederen Thieren zu beginnen, so ist vor allen übrigen gewissermaßen als eines Seitenstückes zu den kieselchaligen einzelligen Algen der kleinen Wurzelfüßler oder Rhizopoden

zu gedenken, die man früher Foraminiferen oder Polythalamien nannte und im Thiersystem anders unterbrachte, als es jetzt geschieht, wo man sie trotz ihrer kleinen schneckenhaus-ähnlichen, vielkammerigen Schalen doch tief unter die Weichthiere so ziemlich an die unterste Stufe des Thierreichs gestellt hat.

Diese höchstens stecknadelkopfgroßen, meist aber noch kleineren Geschöpfchen kommen in ungeheurer Menge in dem feinen Küstensande des Meeres vor, von welchem sie zuweilen bis 25 Procent bilden und somit sich nicht unerheblich an der Entstehung der bei der Deltabildung beschriebenen Uferwälle betheiligen; und da der übrige Theil solches feinen und leichten Küstensandes vorherrschend aus winzig kleinen Trümmern zerriebener Weichthiergehäuse besteht, und eigentliche Sandkörner oft den geringsten Antheil daran haben, so kann man diesem Sande und den daraus sich bildenden festen Massen allerdings einen wesentlich thierischen Ursprung beilegen. Weit größer jedoch ist die geologische Bedeutsamkeit der Rhizopoden zu jener Zeit gewesen, wo sich im nordwestlichen Europa die jetzt zu Tage stehenden weißen Kreidefelsen auf tiefem Meeresgrunde ablagerten, welche wir später größtentheils aus unschätzbaren Mengen der niedrigsten Kalkgehäuse dieser Thierchen gebildet finden werden.

Unter allen Thieren und Pflanzen, welche wir als Baumeister an der Erdrinde kennen lernten und noch kennen lernen werden, stehen die Korallen-Polypen oben an, deren Werke Alles übertreffen, was von anderen Geschöpfen hierin geleistet wird. Wenn wir alle die hunderte von Koralleninseln und die Korallenriffe, welche noch unter dem Meerespiegel versteckt liegen, oft genug aber den Kielen der Schiffe ihr Daseyn empfindlich bemerkbar machen — wenn wir sie alle zu einer einzigen Fläche zusammenschieben könnten, wir würden hunderte von Viertelmilen Felsenbodens erhalten, welcher lediglich das Werk kleiner zarter Thierchen von sehr einfacher Körperbildung ist.

Ein wunderbarer Socialismus macht diese Thiere geschickt, durch Vereinigung ihrer kleinen Kräfte Großartiges zu leisten. In den Meeren der heißen Himmelsstriche haben die Korallen-Polypen die in ihren zarten Leibern ruhende chemische Kraft vereinigt, um den im Meerwasser aufgelöst enthaltenen Kalk aufzusaugen und zu binden und so Inseln zu schaffen,



deren Boden hundert und mehr Fuß tief lediglich aus ihren Gehäusen, den Korallen, besteht. Auf dem Festlande finden wir hoch oben auf den Gipfeln weit hin sich erstreckender Berggründen, namentlich aus der Juraformation, mächtige Schichten von Kalkfelsen, welche in den Meeren der Urzeit von ähnlichen Thierchen aufgebaut worden sind. Die Säulen unserer Paläste sind oft aus prächtigem buntem Marmor gemischt, auf dessen polirter Oberfläche wir zierliche strahlige Figuren sehen. Jedes Atom dieses Marmors ist einst durch den Leib eines solchen kleinen Thieres gewandert. Man muß unwillkürlich daran denken, daß die Polypen das lebende Seitenstück zu der Eiterbildung kalk- und kieselhaltigen Wassers sind. Hier wie dort chemische Ausscheidung, nur dadurch verschieden, daß diese in den Korallen durch thierisches Leben vermittelt ist.

Es ist nicht nöthig, meinen Lesern und Leserinnen die Korallen zu beschreiben; denn wir Alle kennen diese zierlichen bald baumartigen, bald kugeligmassigen Steingebilde. Sie sind entweder, wie die rothe Edelkoralle, die Spenderin der beliebtesten Schmuckfachen, vollkommen dicht, oder innen mit Löchern und Röhren versehen, in denen die einzelnen Korallen-Polypen leben, während die der dichten Korallen in Löchern und Kammern einer forkartigen Rinde leben, welche den festen Korallenkern überzieht.

Es sey von dieser durch Mannfaltigkeit und Schönheit der Formen so ausgezeichneten Thierklasse nur noch erwähnt, daß nur wenige Korallen-Polypen ihren PolypenstocK nicht auf dem Meeresboden befestigen, sondern — es sind die bekannten Seefedern — in und mit diesem frei im Meere schwimmen; und daß nicht alle festigende Polypenstöcke — wie man mit einem allgemeiner geltenden wissenschaftlichen Namen die Korallen belegt — kalkig und bedeutende Massen darstellend sind; viele Polypen\*)

\*) Es dürfte nicht überflüssig seyn, hier zu dem im Munde des Volkes mit einem Beigeschmack des Grausen erregenden lebenden Begriffe Polyp einige naturwissenschaftliche Erläuterung zu geben. Das Wort hat jetzt drei Bedeutungen. Außer den Polypen, die uns jetzt beschäftigen, giebt man diesen Namen zuweilen auch der höchsten Ordnung der Weichthiere, den Kopffüßlern, Cephalopoden, unter denen der Aberglaube der Küstenbewohner und der Seeleute an eine riesenmäßige Art glaubt, was dem Namen Polyp die furchterregende Bedeutung gegeben hat. Daß man krankhafte Auswüchse im Innern des lebenden Thier- und Menschenleibes auch Polypen nennt, ist die dritte Auffassung dieses Wortes.

gleichem den zartesten fein verästelten Pflanzengebilden, so daß manche leicht mit den zierlichen Gestalten der See-Tange (Algen) verwechselt werden können. Diese tragen wenig oder nichts zur Bildung der Korallenriffe bei.

Die Korallen-Polypen leben meist nur in geringen Meerestiefen, was ihnen eben die Möglichkeit gewährt, Inseln zu bilden. Die dadurch gebildeten Korallenbänke oder Riffe unterscheidet man je nach ihrer Gestalt und ihrer räumlichen Beziehung zu einem Küstenlande, sey dies eine Insel oder das Ufer eines Festlandes, in Atolls oder Lagunen-Riffe, in Kanal- oder Dammriffe und in Strand- oder Küstenriffe.

Betrachten wir sie in einer solchen Reihenfolge, wobei wir ihre Selbstständigkeit immer größer werden sehen. Demnach müssen wir zunächst der Strand- oder Küstenriffe gedenken. Wie ihr Name sagt, so bilden sie eine Korallenkruste, eine Koralleneinfassung, an den Küsten des Festlandes mit dem sie also unmittelbar zusammenhängen, ohne daß sich zwischen ihnen und diesem eine trennende Wasserlinie findet. Es ist selbstverständlich, daß ein Küstenriff leicht aus einem Kanalriff entstehen kann, indem nach und nach der dieses von dem Ufer trennende Kanal, wenn er dazu nicht zu breit ist, durch Sand, Steine und Schalthierüberreste ausgefüllt wurde. Hiermit ist zugleich die Erklärung eines Kanalriffs gegeben. Beide, die Kanal- und die Strandriffe ragen übrigens nicht überall über den Meeresspiegel empor, sondern sind zunächst bald breiter, bald schmaler und bald mehr bald weniger, bald noch nicht über den Meeresspiegel empor getaucht. Daß bis zu dieser Höhe nicht von den Korallen-Polypen selbst gebaut werde, braucht kaum hervorgehoben zu werden, da diese Thiere eben nur im Meerwasser, mindestens einige Fuß tief, leben können. Die Erhöhung bis über den Meeresspiegel wird zuletzt durch die Wogen bewirkt, welche Schutt aller Art aufhäufen.

Fig. 23. stellt die Insel Neu-Caledonien dar, welche auf der einen Seite mit einem Korallenriff von 200 Wegstunden Länge eingefast ist. Es ist dieses theils Strand- theils Kanalriff und zeigt sich an dem einen Ende dieser großen Insel in kleine Korallen-Inseln aufgelöst.

23.



Die Insel Neu-Caledonien.

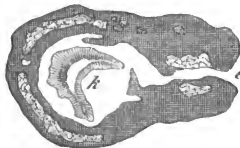
Zwei Kanalariffe zeigen uns die Figuren 24. a und b; ersteres die Insel Bolabola im Stillen Ocean, letzteres die Insel Maurua zur Gruppe der Gesellschaftsinseln im östlichen Polynesien gehörig.

24. a.



Insel Bolabola im Stillen Ocean.

24. b.



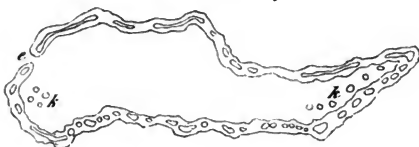
Insel Maurua, zu den Gesellschaftsinseln im östlichen Polynesien gehörig.

Wenn derjenige Theil des Riffes von Neu-Caledonien, welcher Kanal- und nicht Strandriff ist, sich der lang gestreckten Gestalt jener Insel

anschließt, und daher fast geradlinigt erscheint, so sind die beiden Kanalariffe, Fig. 24., gerundet und schließen sich an ihren Enden beinahe zu einem vollkommenen Ringe zusammen; denn es bleibt bei beiden bloß eine Oeffnung, *e*, wodurch die eingeschlossene Wassermasse, welche die Insel umgiebt, mit dem Meere zusammenhängt. Das Riff mit dem eingeschlossenen Wasser umgiebt die Insel ähnlich wie einen Wall mit seinem Wallgraben eine Festung.

Ehe ich einiges allen Arten der Korallenriffe gemeinsam Zukommende mittheile, lasse ich vorerst noch ein Bild eines Lagunen=Riff's oder Atoll's folgen, Fig. 25.

25.



Das Atoll Hapou im stillen Ocean.

Es unterscheidet sich von einem Kanal- oder Dammriff bloß dadurch, daß es keine Insel, sondern eine freie Lagune umschließt.

Bei der Entstehungsweise der Korallenriffe, namentlich der kreisförmigen Kanalariffe und der Atoll's, die wir kennen lernen werden, werden wir dann finden, daß sich ein Atoll in ein Kanalariff und umgekehrt dieses in jenes umwandeln kann.

Ich schalte hier eine kurze Schilderung ein, welche der Naturforscher J. B. Inkes, der in den Jahren 1842 bis 1846 die Südsee bereiste, von dem Anblicke eines lebenden Korallenriffes macht:

„Die Massen von Mäandrinen und Alsträen\*) contrastirten mit den laub- und becherförmigen Ausbreitungen der Crplanerien und der vielfach verzweigten Madreporen und Seriatiporen, welche theils eine fingerförmige, theils baumartige Verästelung zeigen oder sich in die zierlichsten Verzweigungen zertheilen.

\*) Runde, polsterförmige, mit zierlich gewundenen Furchen und sternförmigen Vertiefungen bedeckte Massen von bedeutender Größe bildend.

Das Colorit war unübertrefflich; lebendiges Grün wechselte ab mit Braun und Gelb, mit reichen purpurnen Schattirungen, vermischt mit bleichem Rothbraun bis zum dunkelsten Blau. Hellrothe, gelbe und pfirsichfarbige Milleporen bekleideten die abgestorbenen Massen und waren wieder mit perlfarbigen Flächen von Escharen und Reteporen, welche letztere einem elsenbeinernen Schnitzwerk glichen, durchwoben. Wie Vögel zwischen den Zweigen der Bäume, so spielten von Silber und Scharlachroth glisierende oder phantastisch gelb und schwarz getüpfelte Fische um ihre Nester. Hier sah man den weißen rauhen Sand des Bodens, dort dunkle Höhlen und überhängende Klippen, Alles vom klarsten Wasser bedeckt, welches leise wogend mit Licht und Schatten spielte und so einen Anblick seltener Schönheit bot, welche weder an Zierlichkeit der Form, noch an Glanz und Harmonie der Farben etwas zu wünschen übrig ließ.“

Von den vielen Beschreibungen, welche uns Seereisende von Korallenriffen gegeben haben, ist diese eine der nüchternsten und darum glaubwürdigsten. Es gehört aber beinahe als nothwendig dazu, um sie ganz zu begreifen, daß man die lautere Klarheit des Seewassers einmal in einer ruhigen Felsenbucht selbst gesehen habe, wo man dann, wenn der Uferfelsen nicht, wie es allerdings meist der Fall ist, durch die Benetzung einen dunkleren Schein seiner Färbung als die über dem Wasserspiegel hervorragenden trocknen Partien annimmt, in Wahrheit geneigt seyn muß, das Seewasser flüssige Luft zu nennen, weil man dann an einem geneigten Uferfelsen aus etwa 20 Fuß Höhe oft Mühe hat, die Grenze des Wasserspiegels zu unterscheiden. Man fühlt sich da gedrungen, dem Seewasser eine noch größere Klarheit und Farblosigkeit zuzuschreiben, als dem dafür sprichwörtlich gewordenen Quellwasser.

Und die uns eben geschilderte Pracht eines ruhigen, sich in pflanzliche Formen hüllenden Thierlebens ist gleichwohl fähig, Felsen aufzubauen, mitten im tosenden Weltmeere dem Menschen neue Ansiedlungspunkte zu schaffen!

Diese wunderbaren kleinen Baumeister haben lange darauf warten müssen, bis die Wissenschaft sie richtig erkannte. Sie waren, da man ihre Gehäuse mehr als sie selbst beachtet hatte, lange Zeit Lithophyten, Steinpflanzen, genannt worden. Dann nannte man sie eine Zeit lang

Zoophyten, Thierpflanzen, und endlich Phytozoen, Pflanzenthier, so daß diese drei Benennungen allein schon den Gang der allmählig dem Richtigen näher kommenden Erkenntniß der Korallenpolypen andeuten. Man betrachtete sie als ein neutrales Gebiet zwischen dem Steinreiche und Pflanzenreiche und nachher zwischen dem Pflanzen- und dem Thierreiche, welche letztere Ansicht noch bis in die neuere Zeit einige Anhänger gehabt hat. Jetzt wissen wir, daß die Korallenpolypen unzweifelhaft Thiere sind, und daß sich ihre Pflanzenähnlichkeit lediglich auf Gestaltverhältnisse beschränkt. In das Steinreich werden sie durch ihre steinernen Korallen eben so wenig verbannt, als die Weichthiere durch ihre Gehäuse und — wir selbst durch unsere Knochen.

Wie schwer es die Umstände machten, daß auch über diese räthselvollen Wesen sich das Licht der Wissenschaft verbreite, geht unter anderem besonders auch aus Folgendem hervor:

Im Jahre 1725 verbreitete sich das Gerücht, daß der berühmte Réaumur in einer Sitzung der französischen Akademie der Wissenschaften einen Bericht über neuere Beobachtungen eines Dritten über die Natur der Korallen erstattet habe, welche eben so sehr und in so unglaubwürdiger Weise von der damals geltenden Auffassung abwichen, daß sich Réaumur aus Schonung für diesen Ungenannten bewogen gesehen habe, dessen Namen zu verschweigen, um ihn nicht dem Spotte preis zu geben. Dieser Entdecker der wahren Natur der die Korallen erzeugenden Wesen wurde erst viele Jahre später bekannt, es war Peyssonnel. Bald darauf wurden dessen Beobachtungen, zur Nachfolge auffordernd, mehrfach bestätigt.

Es würde uns hier zu weit führen, wollte ich die innere Körperbildung der Korallenpolypen ausführlich beschreiben; ich beschränke mich daher auf eine Hervorhebung derjenigen Verhältnisse, wodurch sie eben zu Erbauern so kolossaler Werke geschickt werden.

Derjenige Theil eines einzelnen Polypen, der aus der diesem zukommenden Zelle des Stockes abwechselnd heraustritt und sich darin zurückzieht, ist nie größer als ein Stecknadelknopf. Doch kann man eigentlich gar nicht von einzelnen Polypen sprechen, denn in der That bilden alle einen Polypenstock vereint bewohnenden und vereint bauenden Thiere zusammen bloß Ein Thier, da sie alle mit einander durch fadenartig sich verflechtende

Organe zu einem einzigen tausendfach verzweigten Körper zusammenhängen. Man kann daher sagen, die einen Korallenstock von 7 Ellen Höhe, deren man beobachtet hat, bewohnenden Polypen sind zusammen ein Thier mit Millionen Köpfen. Aber schon die Einheit ihrer Arbeit zeigt, daß das Sprichwort „viel Köpfe viel Sinne“ bei den Polypen keine Anwendung findet. Sie haben Einen Sinn, wenigstens Ein Wahrnehmungs-Vermögen, denn eine von einem Theile eines umfangreichen Stockes wahrgenommene Empfindung einer Berührung oder Erschütterung pflanzt sich bald plötzlich und schnell, bald langsam auf alle lebenden Theile desselben fort, indem die als kleine Sternblümchen ausgestreckt gewesenen Polypenköpfe sich in ihre Zellen zurückziehen.

Ganz im Einklange mit ihrer geologischen Bedeutsamkeit steht es, daß die Korallen=Polypen nicht nur überhaupt eine sehr große Vermehrungsfähigkeit haben, sondern daß sie auch außer einer eigentlichen geschlechtlichen Fortpflanzung durch Eier noch eine Menge anderer Vermehrungsweisen zeigen, welche bei anderen Thieren nicht vorkommen.

Die Verbreitung der Polypen ist natürlich auf das Wasser beschränkt, und zwar meist auf das Seewasser, denn nur wenige Gattungen leben im süßen Wasser unserer Ströme und Landseen. Die riffbauenden Korallen=Polypen sind fast ausschließlich auf den Erdgürtel beschränkt, welcher zwischen dem 28° der südlichen und der nördlichen Breite liegt; obgleich man einzelne Korallen=Polypen auch näher nach den Polen hin findet; wie z. B. die rothe Edelkoralle nur im Mittelmeere gefunden wird.

Wichtiger für unseren Zweck ist ihre Verbreitung in die Tiefe, worüber sehr abweichende Angaben bestehen. Das natürlich auch ihnen eigene Bedürfnis des Sauerstoffes, die Nothwendigkeit des Lichtes zum Hervorbringen der oft so glänzenden Farben und der mit der Tiefe zunehmende Druck des Wassers muß verhindern, daß die Korallen=Polypen bis in ungemessene Tiefen hinab die Bedingungen zum Leben finden können. Aus zahlreichen Messungen ergibt sich als Mittelstufe der Tiefe, bis zu welcher die Korallen=Polypen gewöhnlich vorkommen, 20—25 Faden oder 120 bis 150 Fuß. Doch hat man sogar in 1620 Fuß Tiefe noch lebende Korallenstöcke gefunden.

Dies sind jedoch die Ausnahmen.

Obgleich unter den manchfachen Weisen der Vermehrung auch eine durch frei werdende Eier ist, wodurch eine weite Verbreitung der Korallen-Polypen vermittelt wäre, und obgleich das Weltmeer einer solchen Verbreitung kein räumliches Hinderniß in den Weg legt, so sind doch die Korallenarten ziemlich auf gewisse Vertlichkeiten beschränkt. Von den 306 im indischen Meere und in der Südsee lebenden Arten sind nur 27 Arten beiden Meeren gemeinschaftlich eigen; von den übrigen finden sich 117 ausschließlich in dem indischen Meere und 162 gehören der Südsee an. Von den 60 bekannten Arten der westindischen Gewässer kommt keine einzige in den östlichen Meeren vor.

Was nun die für unseren Zweck wichtigste Seite des Lebens der Korallen-Polypen betrifft, die Ausscheidung der Baustoffes und die daraus gebildete Koralle, so muß ich hinsichtlich der letzteren hier besonders hervorheben, daß man sie keineswegs als das gemeinsame Haus der Polypen, die wir ja als einen Gesamtkörper bereits kennen gelernt haben, aufzufassen hat, sondern als einen Theil dieses letzteren selbst, als die Haut desselben. Es giebt auch eine Menge Polypen, die dann freilich keine riffbildenden seyn können, bei denen der Polypenstoß weich und häutig ist. Das Ei eines Polyps ist ein fast unsichtbar kleines Körperchen und doch hat man abgeschlossene, also von einem einzigen Ei abstammende Korallenkörper beobachtet, welche kleine Hügel von 12—20 Fuß Höhe und noch viel bedeutenderem Umfang bildeten, also in einem gewöhnlichen Wohnzimmer nicht Platz finden würden. Auch diese Seite ihrer Natur erinnert an die Pflanzen. Das Samenkorn der riesenmäßigen Pappel ist kaum so groß wie ein mittelmäßiges Sandkorn. Das Ueberraschende dieser Thatfache wird um so größer, wenn man erfährt, daß die Polypen am liebsten und förderksamsten nicht etwa an ruhigen Stellen, sondern an solchen Küstenstellen bauen, wo die Wogen des Meeres am heftigsten bewegt sind.

Die Ausscheidung der Kalkmasse, aus welcher bekanntlich die Steinkorallen bestehen, geschieht entweder nach innen, oder nach außen oder nach unten. Bei diesen Vorgängen sind unzählbare unendlich feine Kanälchen oder Röhrchen die Vermittler, welche alle mit dem Darmkanal zusammenhängen. Sie werden nach und nach verstopft und bilden so zuletzt eine so dichte und harte Korallenmasse, daß diese bekanntlich bei

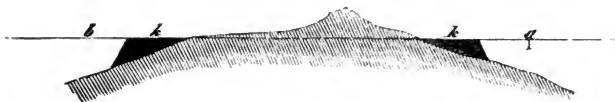


manchen eine glänzende Politur annimmt. Es findet also an einem Polypenstocke ein fortwährendes Absterben und Versteinen lebendig gewesener Körpertheile und ein Nachwachsen junger Theile statt. Bei der außerordentlichen Feinheit der Kalkäderchen muß zuletzt der Gehalt eines Stückes Koralle an thierischer Substanz sehr gering seyn. Er schwankt bei den verschiedenen Arten zwischen 2 und 9 Procent. Das Uebrige ist kohlen-saurer Kalk, mit welchem in sehr geringen Mengen einige andere stetige Bestandtheile des Seewassers verbunden sind.

Indem wir nun zu der Entstehung der Korallenriffe übergehen, erinnern wir uns zunächst noch einmal an die drei Hauptformen, in denen sie auftreten: Strandriffe, Kanalariffe und Atolls.

Die einfachsten und am wenigsten Ungewöhnliches zeigenden sind natürlich die Strandriffe, denn die in das Meer einschließende Küste bietet den kleinen Ansiedlern einen gelegenen Platz für ihre Werke.

26.



Insel Baniforo, senkrechter Durchschnitt, k k Strandriff, b a Meeresspiegel.

Fig. 26. zeigt uns einen senkrechten Durchschnitt der Insel Baniforo, welche sich 3032 Fuß über dem Meeresspiegel (die wagerechte Linie a b) erhebt und zu beiden Seiten das Strandriff (k k) trägt. Die kleine senkrechte Linie unter a bezeichnet eine Meerestiefe von 1200 Fuß, und wir können nach ihr die Mächtigkeit des Riffs auf eine Dicke von 3000 Fuß schätzen, was eine bedeutend größere Tiefe seines Fußes ergibt, als gewöhnlich Korallen-Polypen lebend angetroffen werden. Diese Tiefe kann man leicht berechnen, wenn man die Linie der Neigung der Uferfelsen sich unter dem Meere verlängert, und von der bekannten äußersten Grenze des Riffes eine senkrechte Linie auf jene Verlängerung denkt, welche die letztere erst bei etwa 3000 Fuß Tiefe treffen kann.

Die so gefundene Tiefe des Fußes dieses Strandriffs, welche von vielen Kanalariffen und Atolls noch weit übertroffen wird, steht mit der

Thatsache, daß die Korallen-Polypen gewöhnlich nur in viel geringerer Tiefe leben und bauen, so sehr im Widerspruch, daß die frühere sehr einfach scheinende Erklärung der Entstehung der Riffe und Koralleninseln sich als irrig erweisen mußte. Man meinte nämlich, die Polypen fangen einfach auf dem Meeresgrunde zu bauen an, sey die Tiefe bedeutend oder nicht, und setzten ihren Bau bis dicht unter den Meerespiegel fort, wo dann die Wogen durch darüber hin geführten Schutt die Erhöhung des Riffes bis über den Meerespiegel hinweg vollends bewerkstelligten.

Die uns bereits bekannte Begrenzung der Tiefe, bis zu welcher die Polypen leben können, und die uns nicht minder bekannte ungeheure mittlere Tiefe des Meeres, um vieles beträchtlicher als jene, nöthigt zu der Annahme, daß die erste Ansiedelung der Polypen nur auf den Kuppen und Kämmen untermeerischer hoher Berge statt finden können.

Besondere Schwierigkeit macht die Erklärung der Lagunen-Riffe oder Atolls und man suchte sich durch die sehr willkürliche Annahme zu helfen, daß die Polypen instinktmäßig im Kreise bauten. Da man aber Atolls von 80 geogr. Meilen Durchmesser kennt, so klingt es beinahe lächerlich, daß die Erbauer derselben, deren Zahl unsere Einbildungskraft übersteigt, alle zusammen nach einem gemeinsamen Plan, gewissermaßen nach einem ihnen vorliegenden Grundriße, verfahren sollten.

Viel wahrscheinlicher erschien auf den ersten Anblick eine andere Erklärungsweise, welche annahm, daß die Atolls auf dem Rande der Krater untermeerischer Vulkane erbaut seyen. Wenn auch vielleicht angenommen werden kann, daß diese Vulkane umfangreicher seyn mögen als die Landvulkane, so würden dennoch Krater von 80 Meilen Durchmesser, in denen beinahe ganz Deutschland Platz haben würde, im Hinblick auf die wüthigen Vulkane des Festlandes in einem zu großen Widerspruche stehen, selbst den größten bekannten, den Kirauca auf der Insel Hawaii, mehr als 20mal übertreffen.

Vollständiger als diese und einige andere aufgestellte Vermuthungen wird die Sache in neuerer Zeit, besonders durch das Verdienst des Engländer's Darwin erklärt.

Wir haben durch die drei Säulen des Serapistempels von Pozzuoli (S. 45. Fig. 9.) mit Bestimmtheit ein langsames Einsinken beschränkter Punkte der Erdoberfläche kennen gelernt, wie wir im folgenden Kapitel

darüber noch mehr erfahren werden. Eben so unzweifelhaft steht es fest, daß mehr oder weniger umfangreiche Landstrecken auch jetzt noch in langsamer aber ununterbrochener Erhebung begriffen sind.

Es ist ohne Zweifel anzunehmen, daß einer jeden Einsinkung des Erdbodens entweder in unmittelbarer Nachbarschaft oder weiter von ihr entfernt eine Bodenerhebung entspreche: daß also Hebungen und Senkungen des Erdbodens in ewiger Wechselwirkung zu einander stehen. Sollte dem nicht so seyn, so müßte der erhobene Theil Erdboden unter sich eine hohle Blase haben, oder die gehobene Masse müßte neu entstanden seyn. Letzteres ist nach allen übrigen wissenschaftlichen Erfahrungen eine Unmöglichkeit und Ersteres im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Die Säulen des Scrapistempels haben uns, was bei der Erklärung der Atollbildung von großer Bedeutung ist, ebendrein gelehrt, daß dieselbe Stelle eine Senkung und nachher eine Hebung erleiden kann.

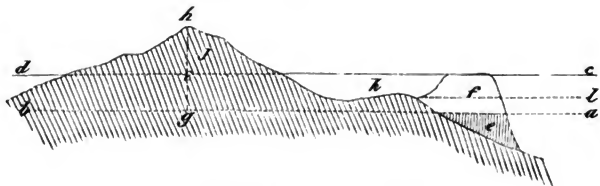
Wenden wir diese Erfahrungen auf ein Atoll an, so gewinnt die Entstehung desselben Licht und Begreiflichkeit.

Begannen die Polypen 120 — 150 Fuß unter dem Meerespiegel zu bauen und war der Boden, auf welchem dies geschah, in einem fortdauernden langsamen Sinken begriffen, so wurde dadurch vielleicht viele Jahrtausende hindurch für die Polypen diese ihrem Leben nothwendige Tiefe immer erhalten, und so konnten eben nach und nach so mächtige Korallenbänke entstehen, wie wir sie finden. Man kann sich dieses Verhältniß leicht vorstellen. Da der Boden, auf welchem ursprünglich 150 Fuß unter dem Meerespiegel der Riffbau begann, nicht ruhig blieb, sondern immer sank, so konnten die Polypen niemals den Meerespiegel erreichen, sie bauten gleichen Schrittes mit dem Einsinken des Bodens immer fort. Dadurch mußte also ein viel höheres Riff entstehen, als es auf einem fest ruhenden Boden möglich gewesen seyn würde.

Auf diese Weise ergibt es sich auch von selbst, daß ein Küstenriff in ein Dammriff, und dieses in ein Atoll- oder Lagunenriff übergehen kann. Folgende Figur wird uns davon eine deutliche Anschauung verschaffen.

Die Insel J, Fig. 27., ragte einst von g bis h in ihrem höchsten Punkte über den Meerespiegel a b hervor. Sie war von dem senkrecht schraffirten Strandriff e eingefaßt. Sie senkte sich nach und nach um den

27



Umwandlung eines Küstenriffes in ein Kanalriff.

Theil *g i* ihrer senkrechten Höhe, so daß sie jetzt nur noch die Höhe *h i* hat und nun für sie der Meeresspiegel *c d* ist. Das Strandriff wurde gleichen Schrittes mit der Senkung durch Fortbauen erhöht und blieb bis zu der punktirten Linie *f l* ein Strandriff. Von da an aber drang das Meer wegen der unter *k* liegenden Einsattelung des Küstenlandes so schnell landeinwärts, daß das Riff nicht mehr Strandriff bleiben konnte, sondern Kanalriff werden mußte, wie *f* über der Linie *l* zeigt. So mußte der Kanal *k* entstehen.

Es bedarf nun keiner weiteren bildlichen Erläuterung darüber, wie aus diesem, aus einem Strandriff gewordenen Kanalriffe, möglicherweise ein Lagunentriff oder Atoll entstehen kann. Setzt sich das Senken der Insel nämlich bis über deren höchste Spitze *h* fort, so muß (da wir uns auf der linken Seite unserer Figur dasselbe Verhältniß denken können, wie das abgebildete der rechten) die Folge ein Atoll, d. h. ein ringförmiges Korallenriff mit einer Mittel-Lagune ohne Insel darin seyn.

Auf diese Weise bleiben die Korallenriffe und noch mehr die Korallen-Inseln immerhin zwar staunenerregende Erscheinungen, aber nichts Unerklärliches. In dem letzten Abschnitt dieses Kapitels werden wir Thatfachen genug kennen lernen, welche so stetig andauernde und dabei so langsam fortschreitende Bodensenkungen als einen ganz gewöhnlichen Vorgang, als ein Geses in der Geschichte der Umgestaltung der Erdoberfläche erscheinen lassen.

Zugleich ist die Entstehungsgeschichte der Koralleninseln ein bedeutungsvoller Maßstab, nach welchem wir seiner Zeit die Zulässigkeit der am

entschiedensten von Hüll ausgesprochenen Meinung zu beurtheilen haben werden, daß die Höhen- und Tiefenbildungen der Erdoberfläche mit Ausnahme der entschieden vulkanischen, durch langsam wirkende Ursachen entstanden seyen, wie diese auch gegenwärtig noch in Thätigkeit sind.

Es ist beinahe unmöglich, daß wir uns in diesem Augenblicke an etwas nicht erinnern sollten, was gewissermaßen eine weitere Bestätigung der eben besprochenen Erklärungsart der Atoll- und Korallriffbildung genannt werden kann: ich meine den geographischen Charakter desjenigen Theils unserer Erde, den der stille Ocean einnimmt. Ueberfüet mit zahllosen kleinen Inseln, von denen die meisten in einer der unterschiedenen drei Formen Korallriffe tragen, muß uns nicht diese weite Wasserwüste als das Grab eines ungeheuren Festlandes erscheinen, welches langsam versunken ist, so daß nur noch seine höchsten Bergspitzen sichtbar geblieben sind? Auch ohne geologische Anschauung scheint es jedem Beschauer eines Erdglobus, als ob dort „etwas fehle“.

Neuere Beobachter, unter denen namentlich Darwin hervortragt, haben auf eine Menge Erscheinungen hingewiesen, aus denen mit Bestimmtheit hervorgeht, daß jenen noch immer fortbauenden großartigen Einsenkungen des Festlandes in der Nachbarschaft nicht minder umfangreiche eben so langsam statt findende Hebungen zur Seite stehen. Südamerika, die Sunda-Inseln, die Heberiden und die afrikanischen Küsten sind in einer fortdauernden Hebung begriffen.

Die Zahl und die Ausdehnung der Korallriffe in den uns bekannt gewordenen Formen ist außerordentlich groß. Die Nordküste von Neuholland wird von einem Kanalariff von mehr als 300 Meilen Länge eingefaßt. Aus wirklichen Atolls bestehen die Gruppen der Carolinen, der Marschall-Inseln, der Malediven, aus mehreren tausend kleinen Inseln bestehend, der Gilbert-Inseln, der Lage-Inseln und eine Menge einzelner Atolls liegen zwischen diesen Inselgruppen zerstreut. Kanalariffe und Atolls kommen häufig nebeneinander vor, z. B. im Archipel der Carolinen, der Fitz-Inseln, der Gesellschafts- und der Gambier-Inseln.

Können wir eine großartigere Erscheinung denken? Kleine zarte Thierchen sind unablässig beflissen, unermessliche Landstrecken von dem völligen spurlosen Verschwinden unter dem Meerespiegel abzubalten, indem sie

deren höchste Kuppen in demselben Maaße erhöhen, in welchem das Versinken vorschreitet! — So sind es diese wunderbaren Geschöpfe allein, welche in jenen endlosen Gewässern eine Menge kleiner Wohnplätze für den Menschen geschaffen haben und fort und fort erhalten, auf welchen die Kokospalme, von weiten Fernen in der Frucht herbeigeschwommen, sich ansiedelte und nun nächst den Thieren des Meeres beinahe allein dem Menschen, der zuletzt von den neuen Wohnstätten Besitz ergriff, das Leben auf diesen möglich und behaglich macht.

Noch mehr! Die Korallen=Polypen scheinen auch für das Trinkwasser zu sorgen. Man sah in nur wenige Fuß tiefen Löchern, die man in geringer Entfernung von der Küste in den felsigen Korallenboden grub, süßes Wasser — kein Regenwasser — sich ansammeln. Mithin scheint die poröse Korallenmasse das Seewasser von seinem Gehalt an Salz und sonstigen es ungenießbar machenden Bestandtheilen zu reinigen.

Fig. 28. giebt ein Bild von der Pfingstinsel, welche zu dem Archipelagus der niedrigen Inseln in den australischen Gewässern gehört. Sie

28.



Ansicht eines Atolls, die Pfingstinsel aus dem Archipelagus der niedrigen Inseln in Polonisien.

gehört zu den regelmässigsten Atollen und ruht wie ein Kranz auf dem weiten endlosen Spiegel des Meeres, umsäumt von einem Gürtel fast

weißen Korallenbodens, von welchem die regelmäßige Wiederkehr der Fluth die Ansiedelung von Pflanzen und also auch von Menschen abwehrt.

Indem wir diese kleinen Wesen, und dennoch eine so einflußreiche geologische Macht, verlassen, kann ich nicht unterlassen, meine Leser und Leserinnen darauf aufmerksam zu machen, daß die uns mit den Augen und dem Senkblei erreichbaren Korallenriffe ohne Zweifel der geringste Theil der überhaupt vorhandenen Korallenmasse seyn mögen. Wenn die zahllosen kleinen Koralleninseln entschieden nichts anderes sind, als die Spitzen versunkener Berge, welche hier einstmals vielleicht als Chimborazo's emporragten, so muß bei ihrem wahrscheinlich stets nur sehr langsam von Statten gegangenen Einsinken bis hinab an ihren Fuß ein, wenn auch nicht ununterbrochenes, Korallenkleid sie umhüllen. Unermeßliche Korallenriffe, nun freilich seit Aeonen abgestorben, müssen auf des Meeres unterstem Grunde liegen, wenn dieser einst hoch genug lag, daß sich Korallenbänke darauf bilden konnten.

Neben dieser großartigen Erscheinung wird das nun sehr kleinlich erscheinen, was andere Thiere zu der Erhöhung der Erdoberfläche beitragen.

Dennoch ist das, was hierin die Muscheltiere leisten, nicht unerheblich. Eine nicht unbedeutende Zahl von Muschelarten leben gesellig und erinnern dadurch an die Korallen, daß die eine ihrer Schalen immer auf dem Meeresboden, und zwar immer auf festen Stellen desselben, nie auf Schlamm fest aufsitzt. Die nächsten befestigen sich auf ihren Vorgängerinnen und so entstehen die sogenannten Muschelbänke, welche nicht selten eine beträchtliche Ausdehnung gewinnen. Mit ihnen verbinden sich einige andere Seethiere — denn das süße Wasser zeigt diese Erscheinung nicht — namentlich einige, wurmförmige Kalkröhren bauende, Ringelwürmer (Anneliden). Diese Thiere füllen die Lücken in den Muschelbänken aus und vermögen für sich schon nicht unbedeutende Massen zu erzeugen. Ein Stück aus einer solchen Muschelbank ist ein hundertfältiges Gemengsel von niederen Seethieren aller Art, welche hier auf und durch einander sich angesiedelt haben.

Wenn man sich daran erinnert, daß das Meer eine reichere Thierwelt umschließt, als auf dem festen Lande und im süßen Wasser zusammen lebt, so versteht es sich ganz von selbst, daß der Boden des Meeresbergehoch

bedeckt seyn müsse mit den fortdauernd sich vermehrenden festen Ueberresten von Seethieren, welche durch verkittende Kalknieder schläge zu fester Masse verbunden werden. Hieran denkend ahnen wir jetzt schon, daß es keiner gewaltsamen Katastrophen bedürfe, um die Bildung mächtiger, zahlreiche Versteinerungen einschließender, Schichten zu erklären.

Endlich ist hier noch eine Erhöhung der Erdoberfläche durch Thiere zu erwähnen, von welcher erst die neueste Zeit Kenntniß genommen hat; es ist der Guano. An der peruanischen Küste und auf einzelnen Punkten der Südsee finden sich unter einem fast regenlosen Himmel kleine Inseln, welche bis 40 Fuß hoch mit einer hellfarbigen feinen Erdschicht bedeckt sind. Diese Erde ist ohne Zweifel nichts anderes, als ungeheure Ansammlungen von Koth der Seevögel, welche hier von ihren Schwärmen ausruhend ihre Verdauungsstunde halten. Die chemische Beschaffenheit des Guano und seine Einschlüsse lassen kaum einen Zweifel über seine Abstammung. Erst seit kaum 20 Jahren haben es die Europäer den Eingebornen von Peru in der Benutzung des Guano als Dünger nachgethan und mit den Düngewagen unserer Landwirthschaft wetteifernd fahren jetzt zahlreiche Düngerschiffe um das Cap Horn herum, um unseren Feldern Fruchtbarkeit zu bringen.

So haben wir denn auch in den organischen Reichen Vermittler nicht unerheblicher Umgestaltungen der Erdoberfläche kennen gelernt, von denen weitaus die Korallen die bedeutendsten sind. Wir vergessen dabei nicht, daß der verwendete Kalk, der wesentlichste Baustoff dieser Baumeister, seine Neubildung, nicht erst durch Vermittelung dieser Wesen entstanden ist. Vielmehr findet hier wie überall auf der Erde, wo wir bisher nicht Dagewesenes entstehen sehen, nur eine Ortsveränderung und eine Umgestaltung des Stoffes statt. Außer den Meteorsteinen, welche wohl mit vollstem Grund für Geschenke aus dem Weltraum gehalten werden, findet keine auch nicht die kleinste Vermehrung des Stoffes auf unserer Erde statt. Nur seine Form und Zusammensetzung verändert sich. Eben so wenig nimmt auf Erden der Stoff ab, denn die Atmosphäre umschließt und die Anziehungskraft hält ihn so fest, daß er nicht entrinnen kann. Der Stoff ist ewig, es wechseln nur seine Formen.



## VIII. Umgestaltung der Erdoberfläche in der Gegenwart.

## 3. Durch den Vulkanismus.

Was ist Vulkanismus? — Centralfeuer; Dicke der Erdrinde; — Vulkanreihen (Fig. 29); thätige und erloschene Vulkane; — gestaltliche Bildung der Vulkane; Erhebungs- und Auswurfshöhe; Erhebungs- und Auswurfskrater; — frühere und gegenwärtige Gestalt des Vesuv (Fig. 30., 31.), senkrechter Durchschnitt desselben (Fig. 32.); Varren=Island (Fig. 33.); Insel Santorin (Fig. 34., 35.); — Untermeerische Vulkane; — Zustand der Ruhe und Zustand der Aufregung der thätigen Vulkane; Aushauchungen von Gasen und Dämpfen, Fumarolen, Solfataren, Mofetten; Lavafäule im Kraterschachte, Kirauca auf Hawaii; — Aufeinanderfolge der Aufregungsperioden; Auswurfstoffe: Schlacken, vulkanischer Sand, Asche, Lava; — Salse oder Schlammvulkane; Luftvulkane oder Macaluben; Gasquellen; Sauerbrunnen; Feuerquellen oder Erdfeuer; Thermen, der große Geysir und der Stoftr auf Island; — Erdbeben, plutonische und vulkanische, Meeres-Erdbeben, senkrechte, wellenförmige oder kreisende Bewegung der Erdbeben; Seismometer (Fig. 36.); Vorzeichen der Erdbeben; Dauer und Wiederholung derselben, Gleichzeitigkeit, Richtung, Umfang; — Umgestaltungen der Erdoberfläche durch den Vulkanismus; Schlacken-, Sand- und Aschenauswürfe; Lavaströme; Geschwindigkeit, Höhe, Umfang derselben; Zerreißung und Spaltung des Erdbodens, Ausbrüche dabei; Erdtrichter oder Rindlöcher; Erhebungen und Senkungen des Erdbodens.

Derjenige muß ganz verschlossen sein für die Stimme der Natur, der bei Vulkanen und Erdbeben nicht an Erdgeschichte denkt.

Eine treffende Vergleichung nennt die etwa 160 noch thätigen Vulkane der Erde „die Sicherheits-Ventile“ derselben. Der Urheber dieser sehr bezeichnenden Benennung, Alexander v. Humboldt, erklärt den Vulkanismus als den Inbegriff der Gegenwirkungen (Reaktionen) des Inneren unseres Planeten gegen dessen Rinde und Oberfläche.

Beide Bezeichnungen beruhen auf der mit Grund nicht zu bestreitenden Annahme, daß alle noch thätigen Vulkane Kanäle sind, welche eine Verbindung der Oberfläche mit dem Inneren der Erde unterhalten.

Diese Auffassung setzt wieder einen feuerflüssigen Zustand des Erdinneren voraus, das sogenannte Centralfeuer. Es giebt jetzt nur noch

wenige Naturforscher, welche das Centralfeuer in Abrede stellen und sich die unfruchtbare Mühe geben, mit einer weit schwieriger zu begründenden Auffassung den Heerd der Vulkane in geringe Tiefe unter die Erdoberfläche zu versetzen, oder die Feuererscheinungen des Vulkanismus von anderen Kräften, z. B. der Elektrizität herzuleiten.

Schon der Gedanke, daß Alles was da lebt, auf dem Mantel eines nie verlöschenden Feuerheerdes wandelt, ist geeignet, den Unkundigen zu erschrecken und zu Einwendungen gegen das Centralfeuer zu bestimmen. „Man fühlt ja nicht, daß der Boden unter unseren Füßen warm wäre!“

Das vermeintliche Berechtigte zu dieser letzteren Bemerkung scheint sogar zu gewinnen, wenn man die Angaben der Wissenschaft über das Maasverhältniß der erstarrten Erdrinde zu dem noch flüssigen Erdinnern erfährt. Diese Angaben schwanken allerdings nicht unbedeutend, zwischen 50 bis 200 Meilen vom Erdhalbmesser. Bekanntlich beträgt dieser 860 Meilen. Folglich würde nach jenen verschiedenen Annahmen die starre Erdrinde nur ein Siebzehnthel bis etwa ein Viertel des Erdhalbmessers betragen, oder um uns das Verhältniß durch eine Vergleichung anschaulicher zu machen, die feste Erdrinde würde sich zu dem flüssigen Innern verhalten etwa wie die Schale einer dünnschaligen Citrone zu deren Fleisch, oder wie das Fleisch einer Melone zu deren Kernhaufe.

Es ist aber im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die Annahme von nur etwa 50 Meilen die richtigere ist. Für diese Ansicht spricht schon die Erwägung, welche sich schon der Schätzer von 200 Meilen, der Engländer Hopkins, selbst vorhält, daß es schwer zu glauben sey, daß ein enger Kanal von der ungeheuren Länge von 200 Meilen sich immer sollte offen erhalten können.

Ein weit wichtigerer Beweisgrund gegen die Annahme von 200 Meilen Dicke der Erdrinde liegt in den so genannten Vulkanenreihen. An mehreren Stellen der Erdoberfläche finden sich nämlich mehr oder weniger beträchtliche Mengen thätiger Vulkane deutlich in Reihen geordnet, was darauf zu deuten scheint, daß diese Reihenvulkane unter sich in irgend einer gegenseitigen Beziehung stehen. So liegen z. B. auf der Westseite von Mittel-Amerika in einer zusammenhängenden Reihe von 170 Meilen Länge 38 Vulkane. Diese Reihe beginnt mit sechs, ziemlich in einem Kreise um

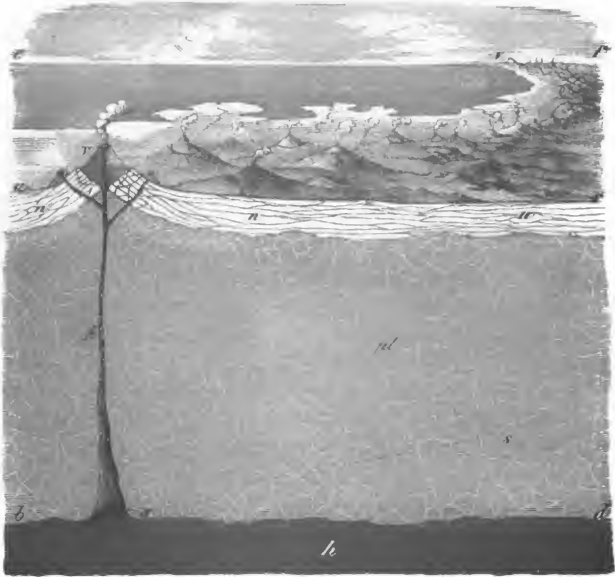
die Hauptstadt San José des Staates Costarica liegenden Vulkanen, und endet mit dem Vulkan Socomusco in der nordwestlichen Spitze von Guatemala. Sie folgt also genau der schmalen Landenge, welche Nord- und Südamerika verbindet. Erinnern wir uns jetzt an das, was wir auf Seite 29 von der wirklichen Höhe der Continente und Inseln (nach Hinwegdenkung des Meeres) erfahren haben, so müssen wir jenen schmalen Streifen Festland als einen Gebirgskamm betrachten, der himmelhoch aus dem Meeresgrunde aufsteigt. Er ist jedenfalls seit unbestimmbar weit zurückliegenden Zeiten entweder auf einmal oder wahrscheinlicher nach und nach durch den Vulkanismus des Erdinnern emporgeschoben worden, wobei für ewige Zeiten, wenigstens bis jetzt, am Westrande jener aus ihrer früheren Lage losgerissenen Scholle jene 38 Feuereschlünde offen geblieben sind.

Was liegt nun wohl näher, als die Vermuthung, daß dieser 170 Meilen langen Vulkanenreihe ein mindestens eben so langer tiefer Spalt auf der inneren Seite der Erdrinde entspreche? Wäre nun dort die Erdrinde 200 Meilen dick, so wäre der Spalt, der dann noch 30 Meilen weniger betrüge, kaum ein Spalt zu nennen; denn in der Regel sind Spalten länger als tief. In den zollthicken Dielen unserer Zimmer bilden sich nicht zolllange, sondern viel längere Risse und Spalten. Ursprünglich mochten diese Spalten die ganze Erdrinde bis herauf an die Oberfläche aufgerissen haben, wofür auch der Umstand spricht, daß oft in der ganzen Linie der Vulkanenreihen sich eine Bergkette, welche dabei aufgethürmt wurde, findet. Der Spalt schloß sich aber wieder und ließ eben nur die Kanäle der Vulkane offen.

Demnach sind die Vulkanenreihen sicher durch Furchungen oder Spalten auf der Innenseite der Erdrinde bedingt. Dafür spricht auch die Erscheinung, daß auf dem Punkte, wo sich solche Vulkanreihen durchschneiden, immer eine Anhäufung von Vulkanen zu finden ist, was sich von selbst erklärt.

Bevor wir auf die hauptsächlichliche Aufgabe dieses Abschnitts, auf die vulkanischen Aufschüttungen und Erhebungen des Erdbodens und dadurch noch jetzt statt findende Umgestaltungen der Erdoberfläche übergehen, haben wir von dem Vulkanismus eine möglichst umfassende Anschauung zu gewinnen. Es ist dies um so unerläßlicher, weil er entschieden den allergrößten Einfluß auf die Gestaltung der Erdoberfläche von jeher ausgeübt hat und noch immer ausübt.

29.



Ideeller Querschnitt eines Stückes der Erdrinde.

Wir kehren zunächst noch einen Augenblick zu den Vulkanenreihen zurück, die wir also wahrscheinlich als die von tiefen Furchen auf der Innenseite der Erdrinde ausgehenden Feueradern ansehen dürfen. Obenstehende Fig. 29. giebt uns eine Veranschaulichung davon, wobei es wohl kaum nöthig seyn wird, das Widernatürliche in den Größenverhältnissen derselben zu entschuldigen; denn im richtigen Größenverhältniß gezeichnet würde z. B. der Vulkan *v* im Vergleich zu *a b*, dem Durchmesser der Erdrinde, kaum darstellbar gewesen seyn, so winzig klein würde er dann haben seyn müssen. Das Bild, welches natürlich nur ein nach wissenschaftlicher Auffassung erdachtes (ein Schema) ist, zeigt in *a c e f* ein Stück

der Erdoberfläche, auf welcher in der gekrümmten Linie  $v v$  eine Vulkanenreihe verläuft. Ich habe bei Entwerfung des Bildes an die oben bezeichnete Reihe von Central-Amerika gedacht, wie meine Leser leicht errathen werden.  $a b c d$  zeigt den senkrechten Durchschnitt des Stückes Erdrinde, auf welchem die Vulkanenreihe liegt. Wir unterscheiden daran die im Verhältniß zu dem plutonischen oder Massengestein (pl.) sehr unbedeutenden oben auf liegenden neptunischen oder Schichtgesteine (n). Der gedachte senkrechte Durchschnitt geht rechtwinklich durch den Spalt der Erdrinde, welchen wir als die bedingende Ursache der Vulkanenreihe betrachten, und ist gerade durch den Kanal  $k$  und den Berg eines Vulkanes  $v$  gegangen. Die punktirte Linie  $ss$ , welche mit der Linie der Vulkanenreihe parallel läuft, deutet den Verlauf des Spaltes an der Unterseite der Erdrinde an. Unter  $h$  endlich haben wir uns den Heerd des Centralfeuers zu denken, aber natürlich nicht als Flammenofen, sondern als schmelzende Masse in einem Schmelztiegel.

Um sich von dem Grade der noch bestehenden Wirksamkeit des Vulkanismus eine richtige Vorstellung zu machen, müssen wir uns erinnern, daß es mehrere Vulkanenreihen von ungeheurer Ausdehnung giebt. Von diesen ist die mächtigste der Vulkangürtel, welcher, ohne ein großes Festland zu berühren, den großen Ocean durchzieht. Nehmen wir einen Erdglobus oder die Planigloben zur Hand, so finden wir den Anfang dieser ungeheuren Vulkanenreihe, die sich vielmehr aus drei in einem Punkte zusammen treffenden Reihen bildet, auf der nördlichen der beiden großen Inseln, welche Neuseeland bilden; also östlich von Neuholland ungefähr unter  $175^{\circ}$  W. L. von Paris und  $40^{\circ}$  S. Br. Die Reihe dehnt sich, allerdings mit großen Unterbrechungen, in einem gegen Nordwest auswärtig gekrümmten Bogen bis in die Nordwestspitze von Neu-Guinea, zwischen welcher und der Insel Celebes der erwähnte Vereinigungspunkt mit den beiden anderen Reihen liegt. Man nennt diese Vulkanenreihe den Australischen Vulkangürtel. Der Vereinigungspunkt ist ein großes etwa acht Grade in's Geviert einnehmendes Gebiet, in dessen Mittelpunkte die Inseln Ceram und Amboina liegen mit ungefähr 6 thätigen großen Vulkanen. Von hier setzt sich der einwärts, d. h. seine Oeffnung nach Norden richtende Bogen des zweiten Vulkangürtels, in Anfangs rein westlicher, dann nördlicher

Richtung, durch die Sunda-Inseln bis zu der Insel Narcondam im Bengalischen Meerbusen fort, und gewinnt seine größte vulkanische Thätigkeit auf der Insel Java (neuerdings oft Djava geschrieben), welche überhaupt auf der ganzen Erde der Punkt der größten Machtentwicklung des Vulkanismus ist.

Die dritte Vulkanenreihe wendet sich von dem bezeichneten Vereinigungspunkte zunächst eine weite Strecke lang rein nördlich, dann nordöstlich durch die Philippinen, die japanischen Inseln, die Kurilen bis an das nördliche Ende der Halbinsel Kamtschatka, an deren Ostküste eine dichte Reihe von 21 thätigen Vulkanen diesen ungeheuren Gürtel endet.

Gewöhnlich faßt man die zweite und dritte Vulkanenreihe unter dem Namen des Ostasiatischen Gürtels zusammen, der dann dem Buchstaben S ähnelt.

In diesen Reihen, die wir also in einem gemeinsamen Mittelpunkte verknüpft fanden, liegen über 100 thätige Vulkane und eine bedeutende Anzahl jetzt erloschener.

Es muß uns auffallen, daß diese ungeheuren Vulkanenreihen in der Hauptsache längs der Küste von Neuholland und Asien verlaufen, wie es auch mit der von Centralamerika der Fall war und mit den Reihen von Mexiko, von Quito, von Peru und von Chili der Fall ist. Erinnern wir uns nun, daß es fast keinen einzigen Vulkan tief im Innern irgend eines Festlandes giebt, so müssen wir auch hierin eine Bestätigung der zuerst von Leopold von Buch aufgestellten Spalt-Theorie finden. Unsere heutigen Festländer wurden, gleichviel ob gleichzeitig oder nach einander, ein jedes als mächtiges Ganzes emporgehoben und indem das nicht ohne eine nach der einen Seite gerichteten Neigung der ungeheuren Scholle geschehen konnte, so mußte auf der entgegengesetzten Seite der Spalt mehr klaffen und Gelegenheit zu bleibenden Vulkanen bieten. Wir finden das durch die Profilanfsicht von Südamerika bestätigt, welches sich von West, wo die Vulkanenreihen liegen, nach Ost neigt. (S. Fig. 7 auf S. 37.) Auffallend ist es, daß gerade Asien, das größte Festland, eine Ausnahme macht, wo tief im Innern von China einige thätige Vulkane bestehen sollen. Sonst sind die im Innern der Festländer liegenden Vulkane fast sämmtlich erloschen und haben sogar diesen Namen nicht mehr behalten.

Ich schalte hier ein, daß der Begriff „erlösen“ ein sehr trügerischer ist.

Als im Jahre 79 u. Chr. der Vesuv Herculanium und Pompeji verschüttete, hatte er seit Menschengedenken für erlösen gegolten. Sein vollkommen geschlossener Krater war mit friedlichen Weinreben ausgekleidet und Spartakus konnte während des Sklavenkrieges sein Heer von 10,000 Mann darin lagern. Seit jenem furchtbaren Erwachen des für todt gehaltenen Schläfers trat für diesen mit dem Anfange des 14. Jahrhunderts abermals eine beinahe dreihundertjährige Ruhe ein, bis im Jahre 1631 und seitdem ohne Aufhören, wenn auch nur unter einzelnen Ausbrüchen, seine Thätigkeit wieder erwachte.

Diese Erscheinung, welcher sich zu gleichem Ergebniß weiter unten noch andere verwandte anreihen werden, beruht ohne Zweifel auf dem unterirdischen Zusammenhang der Vulkane, selbst wenn dieselben nicht nahe Nachbarn sind. Es ist mehrfach zwischen zwei Vulkanen die Beobachtung gemacht worden, daß sie sich in ihrer Thätigkeit gewissermaßen einander ablösen. Wenn der eine im Gange ist, ruht der andere und umgekehrt. Hier bleibt der kommenden Zeit noch ein weites Feld zu Beobachtungen übrig. Wahrscheinlich haben viele Vulkane auf diese Weise ihren Kameraden und Gehülfsen, worüber sich vielleicht dadurch Aufschluß erlangen läßt, daß man das Beginnen und Aufhören der Ruheperioden aufmerkt und von verschiedenen mit einander vergleicht. Es kann mit dem Vulkanismus nicht anders wie mit den Freiheitsbestrebungen seyn. Hier unterdrückt sucht sich die nie sterbende Kraft dort einen neuen Durchbruch. Ich überlasse es meinen Lesern, sich den gewiß ganz begründeten Vergleich weiter auszuführen oder nicht. Sie werden an dieser Stelle das Schlagende tief begreifen, was in der Bezeichnung der Vulkane als Sicherheitsventile der Erde liegt.

Ich habe mich bisher immer des fremden Wortes Vulkan bedient, während wir doch die deutsche Bezeichnung feuerpeiender Berg haben. Allein da sich der Vulkanismus nicht bloß durch Feuererscheinungen kund giebt, sondern wir auch Schlammvulkane und andere haben, so wollen wir das fremde Wort beibehalten und wenn wir es ohne Beisatz anwenden, darunter stets feuerpeiende verstehen, die übrigen aber durch eine näher begrenzende Verbindung, wie z. B. Schlammvulkane, bezeichnen.

Betrachten wir nun die gestaltliche Bildung der Vulkane im engeren Sinne, so unterscheiden sich hierin die kleinen von den großen durch ein erhebliches Kennzeichen. Die kleinen sind meist nichts weiter als kegelförmige Aufhäufungen von Auswurfsmassen, ohne daß man an ihrem Fuße eine Betheiligung der durchbrochenen Felschichten an der Bergbildung bemerkt; sie gleichen also in ihrer Entstehung und inneren Zusammensetzung einem Maulwurfshaufen.

Die großen Vulkane dagegen zeigen fast immer gewissermaßen einen Fuß, der nicht durch das Ausschütten der Auswurfsmassen, sondern aus den emporgerichteten Schollen der durchbrochenen obersten Schichten der Erdrinde besteht. Diese Schichten sind allerdings in den meisten Fällen ebenfalls vulkanischen Ursprungs, aber, wie wir bald sehen werden, in ihre gegenwärtige Lage nicht durch einfache Ausschüttung gelangt. Auf diesem Fuße, und zwar meistens aus einer muldenförmigen Einsenkung seines stumpfen Gipfels, erhebt sich dann der eigentliche Vulkan.

Diese zwei Theile eines großen Vulkanes nennt man den Erhebungskegel und den Auswurfkegel oder Eruptionkegel.

Die Felsmasse, aus welcher der Erhebungskegel besteht, ist fast immer ebenfalls das Erzeugniß der vulkanischen Thätigkeit, wenn auch nicht eruptive Masse des Eruptionkegels, unter welchem Namen wir hier die vulkanische Asche, Tuff, vulkanische Schlacken, Sand und Lava verstehen. Auch sind die Erhebungskegel nicht immer, wahrscheinlich sogar nur sehr selten, beim Beginn der vulkanischen Thätigkeit an dem betreffenden Orte gebildet worden, wie man anzunehmen geneigt ist. Vielmehr sind sie erst nach und nach bei fortgesetzten Ausbrüchen, wodurch der Auswurfkegel gebildet wurde, emporgehoben worden. Die Masse der Erhebungskegel besteht aus alten Laven, Basalten und porphyrartigen Gesteinen, namentlich dem sogenannten Leucitophyr, so genannt wegen zahlreicher Leucitkrystalle, welche die Masse umschließt.

Die Masse dieser Gesteine stieg bei dem Beginn der vulkanischen Thätigkeit an einem gegebenen Orte aus dem weit geöffnetem Schlunde empor und breitete sich in großer Mächtigkeit in ruhigem Flusse horizontal aus, was ein langsames Erkalten und Erstarren derselben und dadurch ein regelmäßiges Auskrystallisiren einzelner ihrer Bestandtheile gestattete; während



letzteres und ein langsames Erkalten durch die schnellere Bewegung der aus dem Eruptionöfegel hervortretenden Lava auf einer mehr geneigten Ebene verhindert wird.

Später wurden diese ersten Erzeugnisse des Vulkanismus mehr und mehr gehoben und so der Erhebungöfegel aufgerichtet, auf dessen Spitze sich der Erhebungökrater bildete, aus welchem der Auswurföfegel mit dem Auswurfökrater (Eruptionökrater) emporstieg.

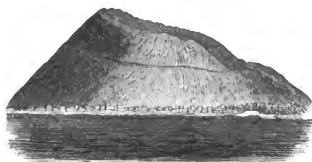
Es kommen jedoch auch, wie sich das leicht vermuthen läßt, außerhalb des Erhebungöfegels, wie wir ihn jetzt aufgefaßt haben, zuweilen noch andere erhabene Wälle vor, welche nicht aus vulkanischen Gesteinen, sondern aus solchen Gebirgsarten bestehen, wie sie zur Zeit des ersten Aufstoßens der unterirdischen Gewalt an der betreffenden Stelle die oberste Schicht der Erdrinde bildeten. So finden sich rings um den Erhebungökrater von Roccamonfina bei Neapel, die Schichten des Apenninenkalkes wallartig aufgerichtet.

Wie Ausbruchöfegel ohne Erhebungöfegel, so giebt es auch letztere ohne erstere. Sie erklären sich leicht dadurch, daß in ihnen nach der Bildung des Erhebungöfegels die vulkanische Thätigkeit erloschen, oder vielmehr gar nicht bis zu eigentlichen Ausbrüchen gediehen ist, so daß sich kein Ausbruchöfegel bilden konnte.

Wir wollen nun einige weitere Erscheinungen an den Vulkanen an bestimmten Beispielen kennen lernen, wodurch das Verständniß und das Gedächtniß wesentlich unterstützt werden wird.

Fig. 30. giebt uns ein Bild des Vesuv, wie es zu Strabo's Zeit, etwa 70 Jahre v. Chr., ausjah. Er hatte damals keinen Eruptionöfegel und galt, wie wir bereits gehört haben, überhaupt gar nicht als ein Vulkan.

30.



Ansiht des Vesuv zu Strabo's Zeit.

31.



Gegenwärtige Gestalt des Vesuv.

Der Eruptionfegel, der aus dem weiten Erhebungfkrater jetzt emporragt, ist wahrſcheinlich 79 v. Chr. bei jenem zerſtörenden Ausbruche aufgefchüttet, Fig. 31., und ſeitdem durch die verſchiedenen Ausbrüche bald höher bald niedriger geworden. Auf den erſten Blick unterſcheiden wir an Fig. 31. den Erhebungf- und den Ausbruchfegel.

32.



Senfrecchter Durchschnit des Vesuv's von Süd nach Nord.

Ein ſenfrecchter, von Süd nach Nord geführter, Durchſchnitt des Vesuv, Fig. 32., belehrt uns über den innern Bau deſſelben, womit im Weſentlichen alle Vulkane übereinſtimmen. Die mit 1. bezeichneten aufgerichteten Schichten bilden den Erhebungfegel, welcher nach Süden offen iſt und daher bloß einen Halbkreis bildet und deſſen höchſter Kamm die Somma (S.) bildet. Aus dem Erhebungfkrater erhebt ſich der von Auswurfſmaſſen gebildete Eruptionfegel (2.) mit dem Eruptionfkanal. Er trägt in dem Eruptionfkrater, deſſen nördlichſte Spitze den Namen Punta del Palo führt (P.), den Aſchenfegel (K.), als Endpunkt des Eruptionfkanales. Zwischen den Wänden der Somma und dem Eruptionfegel liegt die Schlucht des Atrio del Cavallo (A.). Nach Süden breitet ſich der Strom der Auswurfſtoffe bis zur Meeresküſte aus, bis Camaldoli (C.) und Torre del Annunciata (T.). Die äußeren Wände des ganzen Erhebungfkegels ſo wie die Ebene um den Vesuv beſteht aus vulkaniſchem Tuff (3.) und die Schichten des Erhebungfkegels (1.) aus den älteren urſprünglich horizontal aufgefloſſenen vulkaniſchen Maſſen, namentlich dem erwähnten Leucitophyr.

Neben dem Vesuv, der die einfachſten Verhältniſſe eines Vulkanes darbietet, zeigen andere dieſelben vielfach verwickelter.

Der Gegenſatz zwischen Eruptionfegel und Erhebungfegel, wenn beide vorhanden ſind, iſt oft nicht ſo rein ausgeprägt, wie am Vesuv.

Dies ist vorzüglich dann der Fall, wenn die Ausbrüche nicht immer an derselben Stelle statt finden, sondern bald hier bald dort hervorbrechen.

Was den Umfang der Vulkane betrifft, so herrscht auch darin eine große Verschiedenheit. Bald ist die vulkanische Thätigkeit wie bei dem Vesuv auf ein verhältnißmäßig geringes Gebiet beschränkt, bald zeigen sich Gebiete von mehreren Geviertmeilen bedeckt mit den mannichfaltigsten Thal- und Höhenbildungen als die Erzeugnisse eines einzigen Punktes vulkanischer Thätigkeit.

Zwei der großartigsten Belege hiezu bildet die Insel Barren-Island im Meerbusen von Bengalen und die Insel Santorin im griechischen Inselmeere.

Jene Insel, welche wir in Fig. 33. dargestellt sehen, besteht aus einem gegen 1700 Fuß hohen Eruptionssägel, welcher seit vielen Jahren in

33.



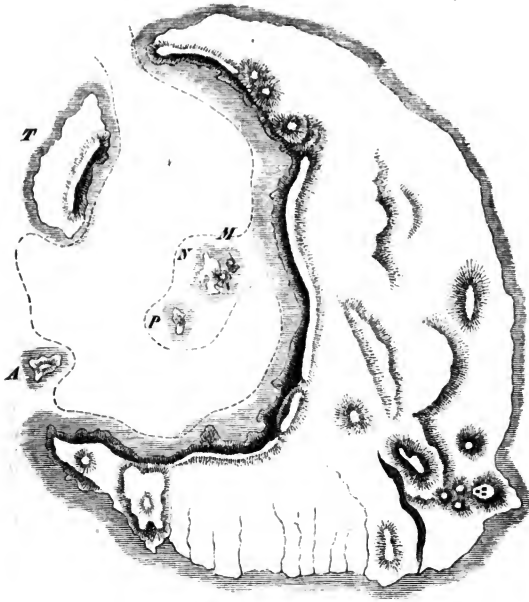
Der Vulkan Barren-Island im Meerbusen von Bengalen.

ununterbrochener Thätigkeit ist. Er ragt in vollkommener Kegelform aus einem Becken empor, welches durch einen ringförmigen Wall von gleicher Höhe gebildet und nur durch eine schmale Oeffnung des Walles mit dem Meere zusammenhängt. Dieser, wie unsere Abbildung zeigt, aus verschieden gestalteten Kuppen und Kämme zusammengesetzte Wall ist der Krater des hoch aus der Tiefe des Meeres emporsteigenden Erhebungssägels.

Die Insel Santorin bildet einen nach Westen offenen Halbkreis, dessen Oeffnung die Inseln Theresia T. und Asproniji A. nur zum Theil schließen. In dem dadurch umfriedigten Becken liegen die kleinen

Inseln Paläo-Kaimeni, Mikro-Kaimeni und Neo-Kaimeni. (Siehe die Karte Fig. 34. P. M. N.) Diese ganze kleine Inselgruppe steht unter

34.



Die Insel Santorin im griechischen Inselmeer.

der Fortwähigkeit des Vulkanismus, der noch fortwährend an ihr sich bethätigt. Man kennt seit 233 v. Chr., also seit 2088 Jahren ihre Entwicklungsgeschichte, die auch heute noch zu keinem Abschluß gekommen ist.

Im Jahre 233 v. Chr. wurde unter Begleitung eines heftigen Erdbebens ein Stück der nordwestlichen Spitze der Hauptinsel, die damals Thera hieß, abgerissen und zur selbstständigen Insel Therasia gemacht. Jene vulkanische Katastrophe ging aber vorüber, ohne daß im eigentlichen Heerde

des Vulkanismus, dem eingeschlossenen Meeresbecken, eine Erscheinung zu Tage kam. Dies geschah erst 33 Jahre später, im Jahre 196 v. Chr., wo aus dem Becken die Insel Paläo-Kaimeni emportauchte und sich fort-dauernd wenn auch nur sehr langsam erhob. Eine andere untermeerische Felsstuppe mußte weitere 177 Jahre warten, ehe sie den Meeresspiegel erreichte, über welchem sie nur etwa 250 Schritte neben Paläo-Kaimeni erschien. Doch da die Erhebung fortbauerte, so verschmolz sie bald mit dieser Insel, indem sich die zwischen ihnen beiden liegende Fläche ebenfalls über dem Meeresspiegel erhob. Heftigere Erscheinungen unterbrachen in den Jahren 726 und 1427 n. Chr. den ruhigen Gang der Erhebung und vergrößerten den Umfang von Paläo-Kaimeni immer mehr. Im Jahre 1573 tauchte Mikro-Kaimeni empor und zwischen 1707 bis 1709 erhob sich Neo-Kaimeni an einer Stelle, die vorher 400 Fuß Tiefe gezeigt hatte. Sie bestand anfänglich aus zwei Inseln, einem einzigen weißen Riesenblock von leichtem und porösem Bimsstein, während die andere schwarz und von zahlreichen Trachytfelsen gebildet war. Ohne Erderschütterung stiegen beide Inseln anfänglich getrennt empor; aber nachdem in Folge der fort-dauernden Erhebung beide in Eins verschmolzen waren, erhitzte sich das Meerwasser und es bildete sich auf dem Hügel ein Krater, der bis nach 1712 Flammen, Asche und Lava ausspie. Gegenwärtig steigt dicht neben Mikro-Kaimeni eine neue Insel empor, welche sich 1835 dem Meeresspiegel bereits bis auf nur noch 2 Faden Tiefe genähert hatte.

Die innere punktirte Linie unseres Kärtchens, Fig. 34., bezeichnet den Heerd des Vulkanismus dieser interessanten Verlichtheit. Bei dem Sternchen ist der Meeresboden 213 Faden (1278 Fuß) tief, die tiefste Stelle innerhalb des Inselkranzes, während zwischen der südwestlichen Spitze von Santorin und Aspronisi und von dieser Insel bis Therasia der Meeresboden nur 7—9 Faden tief liegt, so daß es nur noch einer geringen Erhebung bedürfte, um den Ring bis auf den nördlichen in das Meer ausmündenden 136 Faden tiefen Kanal zu schließen. Dies ist die lehrreiche Entwicklungsgeschichte dieser Inselgruppe, an welcher wir Folgendes besonders zu beachten haben.

Zunächst muß es uns auffallen, daß mit Ausnahme der Erderschütterung von 233 v. Chr., wodurch Therasia von Santorin losgerissen wurde,

und der kurzen bloß wenig mehr als 5 Jahre (1707—1712) dauernden Eruption Alles in ruhigem Verlauf vorging, obgleich die Erfolge gerade hier ein besonderes mächtiges Wirken des Vulkanismus voraussetzen lassen.

35.



Zentraler Durchschnitt durch die Gruppe der Santorin-Inseln.

Ein Blick auf den Durchschnitt, Fig. 35., welcher durch die Inseln Santorin, Therasia, Neo- und Mikro-Kaimeni geht, zeigt durch die Schichtenaufrichtung, daß erstere beiden, zu denen in dieser Hinsicht noch Aspronisi und die vorhin erwähnten geringen Meerestiefen gehören, einen mächtigen Erhebungskegel bilden, welchem im Mittelpunkte der entsprechende Eruptionskegel fehlt. Der kurze fünfjährige Versuch dazu hatte keine erheblichen Folgen und auch die kleinen Inseln im Centrum des Beckens selbst scheinen noch zu dem Bestande des Erhebungskegels zu gehören; denn ihre Felsenmasse erweist sich als sehr alt, da man bei ihrem Erscheinen über dem Meerespiegel Auster und andere Schalthiere daran befestigt fand, die sich auf ihr unter dem Meere angesiedelt hatten.

Fassen wir die Hauptpunkte in dieser lehrreichen Entwicklungsgeschichte zusammen, so drängt sich uns die Ueberzeugung auf, daß aus Santorin einstmals ein barren=Island werden könne. Dies müßte eintreten, wenn irgend welche Verhältnisse eine größere Kraftentfaltung des Vulkanismus an dieser Stelle herbeiführten. Es würde dann entweder gleichzeitig oder nach einander der Kreis des Erhebungskraters mit alleiniger Belassung des nördlichen Kanals durch Erhebung sich schließen, und in Mitte einer Lagune ein Eruptionskegel aufgeworfen werden, der jetzt noch ganz und gar fehlt. Eben so gut aber kann das Gegentheil eintreten, d. h. es kann der gegenwärtige Zustand der langsamen Erhebung bis auf einen nicht zu bestimmenden Punkt bleiben, oder es kann sogar der gegenwärtige Grad der unterirdischen vulkanischen Spannkraft, welche das langsame Empor-treiben des Meeresbodens hervorbringt, allmählig abnehmen und dann gleichen Schrittes ein Einsinken des Meeresgrundes mitsammt seinen Inseln eintreten.

Hier ist der passende Ort, der untermeerischen Vulkan = Eruptionen zu gedenken, welche sich hier und da gezeigt haben und die Entstehung bald wieder verschwindender Inseln zur Folge haben, welche aus Lava und vulkanischer Asche bestehen.

Die neueste und bekannteste Erscheinung der Art ist die Insel Ferdinaudea oder Julia, welche im Juli 1831 an der Ostküste von Sicilien entstand. Der Geburt dieses jüngsten Kindes des Vulkanismus gingen viertägige Beben heftiger Erderschütterungen voraus mit donnerähnlichem unterirdischen Getöse. In weitem Umkreise wurde das Meerwasser so stark erhitzt, daß unzählige Fische todt oder betäubt den Meeresspiegel bedeckten und bis an das Ufer bei Sciacca trieben. Etwa 12 Stunden von dieser Stadt sah man anfangs leichte weiße Dampfwolken aufsteigen, die immer dichter wurden und endlich in ihrer Mitte eine bei Tage schwarze, des Nachts leuchtende Garbe vulkanischer Asche einschloß. Erst nachdem dieser Ausbruch einige Zeit gedauert hatte, erschien die fast kreisrunde Insel, die in ihrer vollkommensten Ausbildung einen Umfang von etwa 2000 Fuß und einen Rand von 30 bis 200 Fuß Höhe hatte. Die Insel hatte nur ein kurzes Leben, denn schon 1833 war sie von dem Meere wieder ganz hinweggespült.

Wir wenden uns nun zu der Betrachtung der oft so überwältigend großartigen Erscheinungen, welche wir oben unter dem Namen Vulkanismus zusammengefaßt haben.

Der schon mehrmals gemachte Unterschied erloschener und thätiger Vulkane schließt nicht aus, und daß auch die letzteren zeitweise, oft während langer Zeit, keine Eruption zeigen, ohne deshalb für erloschen gelten zu dürfen. Wir müssen vielmehr auch an den thätigen Vulkanen einen Zustand der Ruhe und einen Zustand der Aufregung unterscheiden, von denen sogar der letztere als die Ausnahme und als Regel der Ruhezustand angesehen werden muß.

Ruhende Vulkane, wobei wir jetzt nur an die eigentlichen feuerspeienden denken, zeigen immer entweder ein Aushauchen von Gasen und Dämpfen, oder ein Auswerfen von Asche und Schlacken oder ein Auf- und Absteigen der Lava in dem Kraterschachte, zuweilen auch ein ruhiges Ueberfließen kleiner Lavaströme.

Die Aushauchung von Gasen und Dämpfen, entweder ununterbrochen oder zeitweilig, kommt bei jedem noch thätigen Vulkane vor und ist für manche der letzte Rest ihrer übrigens erloschenen Thätigkeit. Dies letztere gilt z. B. von der Solfatara bei Pozzuoli, welche seit 1198 keinen Ausbruch mehr gehabt hat und seitdem bloß Schwefeldämpfe aushaucht.

Unter den Aushauchungen ruhender Vulkane stehen Wasserdämpfe oben an. Dieselben enthalten aber meistens zugleich verschiedene flüchtige Stoffe. Man nennt diese Aushauchungen von Wasserdämpfen Fumarolen. Die Dämpfe brechen meist zischend und brausend aus den Wänden und dem Boden des Kraters in zahlreichen sich kräuselnden Säulchen hervor und vereinigen sich zu der einen großen Rauch- oder richtiger Dampf säule, welche schon aus weiter Ferne den Vulkan verkündigt. Die Fumarolen der vulkanischen Insel Pantellaria neben Sicilien haben die dortigen Ziegenhirten erfinderisch gemacht. Diese legen nämlich große Reissigbündel über die Fumarolen, wodurch der Wasserdampf sich an jenen verdichtet und den Ziegen hinlängliche Tränke gewährt.

Außer Wasserdämpfen hauchen die Vulkane noch Schwefelwasserstoff, schweflige Säure, Chlornwasserstoffsäure, Kohlensäure und Stickgas aus.

Die Aushauchung von Schwefelwasserstoff ist zuweilen, z. B. in der Solfatara bei Pozzuoli, die Quelle zu bedeutender Schwefelgewinnung. Man nennt daher alle solche Vulkane, deren Thätigkeit auf die Aushauchung von diesem schwefelhaltigen Gas beruhet, nach dem Vorgang des genannten, überhaupt Solfataren.

Besonders wichtig ist die Aushauchung von Kohlensäure, jener bedeutungsvollen Lustart, welche eingeathmet dem thierischen Leben ein tödtliches Gift, jedoch dem Wasser beigemischt eine erquickende Labung, den Pflanzen aber die gedeichlichste Speise ist. Manche Vulkane hauchen sie für gewöhnlich aus; am Vesuv entwickelt sie sich meist bloß nach einem Ausbruche, und zwar in weitem Umkreise seines Fußes, namentlich in den Kellern der umliegenden Ortschaften, welche sie dadurch zuweilen Monate lang unzugänglich macht, da sie, schwerer als atmosphärische Luft, nur sehr langsam wieder verschwindet. Die Hundsgrotte bei Neapel verdankt bekanntlich der etwa 2 Fuß hohen Kohlensäureschicht, welche unsichtbar auf ihrem Boden ruht, ihren Namen und ihren Ruf. Die Benennung solcher



Kohlensäure-Quellen, welche um Neapel gebräuchlich ist, Mosetten, hat man ebenfalls auf anderwärts vorkommende angewendet. Daß auch reines Wasserstoffgas von den Vulkanen ausgehaucht werde, bekanntlich eine brennbare Luft, auf welcher die Döbereiner'sche Zündmaschine beruht, scheint außer Zweifel zu seyn, und davon bei manchen Vulkanen die aus den Lavaströmen aufsteigenden bis 50 Fuß hohen Feuerpyramiden herzurühren.

Die übrigen Erscheinungen, welche die Vulkane im Zustande der Ruhe darbieten, sind im Allgemeinen weniger genau beobachtet, weil die Beobachtung des Innern eines in trügerischer Ruhe liegenden jeden Augenblick Verderben drohenden Kraters natürlich immer gefährlich ist.

Wie in einem Topfe das siedende Wasser bald aufwallt bald ruhig niedersinkt, je nachdem das Feuer stärker oder schwächer wirkt, so auch die Lava in dem Kraterschlunde. Ich schalte hier eine Beschreibung dieser Erscheinung ein, welche Fr. Hoffmann vom Stromboli giebt.

„Während der über 200 Fuß weite Hauptschlund des Kraters nur Dämpfe ansaucte, fand in einem seitwärts gelegenen Schlunde von zehnmal kleinerem Durchmesser das regelmäßige Spiel der auf- und absteigenden Lavasäule statt. Hellglänzend wie geschmolzenes Roheisen schwoh die Lava ruckweise unter einem puffenden Geräusche aus der Tiefe herauf; nach jedem Rucke entwich eine dicke weiße Dampf Wolke, welche rothglühende Lavaklumpen mit sich fortrassite und zu Tage ausschleuderte, worauf die Lava wieder zurückank. Dieses ruhige, fast alle Sekunden taktmäßig wiederholte Spiel wurde in größeren Zwischenzeiten, nachdem sich die Lava höher erhoben hatte, durch eine heftigere Explosion unterbrochen, bei welcher die Kraterländer erzitterten, große Dampfmassen unter polterndem Getöse hervorbrachen, und Tausende von glühenden Lavaklumpen zum Theil bis zu 1200 Fuß Höhe aufwärts flogen. Unmittelbar nach jeder solchen Explosion trat eine augenblickliche Ruhe ein; die Lavasäule schien verschwunden, bald aber stieg sie wieder herauf aus der Tiefe des Schlundes, um dasselbe Spiel der Bewegungen zu wiederholen.“ Während dieser Erscheinungen floß aus einer anderen etwa 150 Fuß tiefer gelegenen Oeffnung ein kleiner Lavaström ruhig bergabwärts.

Dieselbe Erscheinung hat man gerade eben so an anderen Vulkanen in ihrem Ruhezustande beobachtet. Am großartigsten in dem kolossalen

Krater des Kirauca auf der Insel Hawaii, eines der vier thätigen Vulkane, welche diese kleine, wenn auch größte der Sandwich-Inseln besigt. Der Krater liegt am jähem Rande eines Plateau's in einer Höhe von etwa 3500 Fuß an der Seite des über 14000 Fuß hohen Bergkotoses. Mitten im Krater, dessen Umfang von 8 bis 15 engl. Meilen angegeben wird, liegt von 2 senkrechten Terrassen eingeschlossen ein weiter Lavasee, dessen Masse so blendend leuchtet, daß sich in den darüber hinziehenden Regenwolken Regenbogen bilden. Das furchtbare Spiel des Zubaltes in diesem ungeheuren Schmelztiegel zeigt die eben nach Hoffmann beschriebenen Erscheinungen im großartigsten Maasstabe. Man sah die Lava so dünnflüssig wie Wasser gegen den Kraterrand branden wie das wogende Meer und an niedrigeren Stellen desselben in Kaskaden abfließen. Dann bildete sich über dem wieder gesunkenen Lavasee eine feste Schlackendecke, die nach wenigen Secunden von Neuem aufriß, so daß die Schlackenmassen wie Eisschollen darauf schwammen und auf- und niedertauchten und von neuem schmolzen, so daß sich nach wenigen Augenblicken die blendende flüssige Oberfläche wieder herstellte.

Dieses ruhige Spiel auf der Oberfläche der im Kraterschlunde eingeschlossenen Lavafäule beruht ohne Zweifel auf der sich darauf bildenden Schlackenhaut, durch welche die Hitze der Lavamasse gewissermaassen verschlossen und eine Spannung der Dämpfe bewirkt wird. Die Spannung der Dämpfe überwindet bald den Verschluss der Schlackenhaut, durchbricht sie und so wird dieses ewige Spiel unterhalten.

Der Uebergang eines Vulkanes aus dem Zustande der Ruhe in den der Aufregung kündigt sich meist durch unterirdisches Getöse und erdbebenartige Erscheinungen an, denen dann mehr oder weniger bald der Ausbruch zu folgen pflegt.

Das Bedingende, das Wesen eines vulkanischen Ausbruches liegt offenbar in dem Zusammenstoß zweier feindlicher unmischbarer Elemente: der leichten elastischen Dämpfe der vorhin beschriebenen Art und der schweren, zähen flüssigen Lavamassen. Der Kampf beider miteinander in dem Augenblicke des Hinausdrängens aus dem engen Ausgange des Kraters kann nicht anders als im höchsten Grade stürmisch seyn.

In der Aufeinanderfolge der Aufregungs-Perioden, der Eruptionen, zeigt sich bei den verschiedenen Vulkanen eine große

Verschiedenheit. Kleinere Vulkane haben meist häufigere Eruptionen als sehr große und der Ausbruch pflegt dann um so gewaltiger zu seyn, eine je längere Ruhezeit ihm vorausging. Man kann zu dessen Erklärung sagen, daß zu dem neuen Kampfe beide Theile, die den Krater verstopfende Masse und die dadurch zu hoher Spannung zurückgedrängte Gluth, frische Kräfte gesammelt haben. Daher war denn auch jener geschichtlich gewordene Ausbruch des für erloschen geltenden Vesuv's von 79 n. Chr. ein so furchtbarer und darum war nach abermaliger fast dreihundertjähriger Ruhe seitdem und von allen späteren der vom J. 1631 der schrecklichste. Dasselbe gilt von dem gar nicht für einen Vulkan gehaltenen Galungung auf Java, der 1822 eine fürchterliche Eruption hatte.

Ein sehr gewöhnliches Vorzeichen eines bevorstehenden Ausbruches ist das zuweilen Monate lang vorher stattfindende Versiechen oder wenigstens Abnehmen der Brunnen und Quellen rings um den Fuß des Vulkans. Ein gleichbedeutender Vorläufer ist bei Vulkanen, die mit ewigem Schnee bedeckt sind, ein plötzliches zuweilen in wenigen Stunden stattfindendes Schmelzen des Schnee's, wodurch den Lavafluthen noch verheerendere Wasserfluthen vorhergehen.

Das furchtbar schöne Schauspiel einer Eruption, von welchem Augenzeugen mit Entzücken und Entsetzen erzählen, wird meist mit einem gewaltigen Anwachsen der bis zu diesem Moment unbedeutend gewesen Rauchsäule zuweilen bis zu einer Höhe von mehreren 1000 Fuß eröffnet. Sie breitet sich oben zu einer weithin reichenden Schicht von Wolkenballen aus, so daß man sie in dieser Ausbildung mit dem bekannten Wuchs einer Pinie verglichen hat. Die Rauchsäule enthält gewöhnlich außer Dämpfen auch feinere Auswurfstoffe, ohne doch schon die später folgende Aschensäule zu seyn. Die zur Nachtzeit im hellsten Feuerchein leuchtende Ape der Rauchsäule ist nicht sowohl irgend eine brennende Masse, sondern bloß der Widerschein der im Kraterschlunde noch ruhenden Lavaoberfläche.

Die Rauch- wie die Aschensäule pflegen von zahllosen Blitzen durchzuckt zu seyn, indem sich in den Wolken heißer Wasserdämpfe heftige Gewitter bilden, deren ununterbrochenes Donnerrollen und herabbräufende oft von Hagelwettern begleitete Magregen sich mit dem Getöse in den Eingeweiden des Berges mischen.

Dieses innere Getöse besteht bald in einzelnen furchtbaren Schlägen, bald im donnerähnlichen Rollen oder in einem ununterbrochenen Brüllen, was sich bis zu unerträglicher Stärke steigert. Es wird oft in weitem Umkreise wahrgenommen und zwar nicht durch die Luft, sondern in der Masse der Erdoberfläche fortgepflanzt; denn oft scheint es bis auf weit über 100 Meilen Entfernung unmittelbar aus der Erde heraufzudröhnen. Daher umfassen die Erztitterungen der Ausbrüche zuweilen ein Gebiet von vielen Tausend Quadratmeilen. Die unterirdischen Detonationen des Cosiguina in Centralamerika wurden bei dem fürchterlichen Ausbruche 1834, 230 Meilen weit davon in Santa Fé so stark wie der Donner eines ganz nahe stehenden Gewitters vernommen. Diese unterirdischen Schläge sind ohne Zweifel nichts anderes als die Explosionen bis auf das höchste gespannter ungeheurer Dampfmassen im Herde des Vulkanes.

Diese furchtbaren Wirkungen stehen übrigens in keinem bestimmten Verhältnisse zu der Höhe des Vulkanes, denn z. B. der Cosiguina ist ein kleiner Berg von nur 500 Fuß Höhe; so daß wenigstens der gegenwärtigen Wirksamkeit gegenüber, der Berg die Nebensache an einem Vulkane ist.

Was die Auswurfstoffe der Vulkane betrifft, so haben wir Schlacken, vulkanischen Sand, vulkanische Asche und Lava zu unterscheiden.

Davon bildet in sofern die Lava die Hauptsache, als sie ohne Zweifel die wesentliche Ursache der Eruption bildet. Die Lava muß um jeden Preis aus dem Kanale des Kraters hinausgetrieben werden — erst dann kann der Ruhezustand eines thätigen Vulkanes zurückkehren. Denn das Zeichen zum Kampfe ist, wie wir oben gesehen haben, gegeben, nachdem eine Lavafäule von unten in den Kanal getreten war und der ruhigen Entweichung der Dämpfe und Gase den Ausweg versperrte.

Den Lavaergüssen gehen gewöhnlich die anderen genannten Auswürflinge voraus. Die Schlacken bestehen aus der von den explodirenden Dämpfen durchbrochenen und emporgerissenen Erstarrungsrinde der noch im Krater ruhenden Lavafäule. Die Schlackenstücke von oft 8 bis 10 Fuß Durchmesser, so wie die kleineren Körper des vulkanischen Sandes sind im Augenblicke des Aufstiegens meist noch rothglühend und fallen theils immer wieder in den Schlund zurück, theils häufen sie sich auf dem oberen Saume und an den äußeren Seiten des Kraters auf, weshalb eben jede große

Eruption meist mit einer Umgestaltung des Kraters verbunden ist. Nach der Gestalt, Größe und sonstigen Beschaffenheit sind diesen Auswürflingen theils von der Wissenschaft, theils von den Anwohnern der Vulkane bestimmte Namen gegeben worden: Schlackenstücke, vulkanische Bomben (Besuwöthranen der Neapolitaner), Schlackenfladen, Lapilli, oder Rapilli.

Der vulkanische Sand besteht aus den kleinsten, unter haselnußgroßen Lavastrücken und den interessantesten Erzeugnissen des Vulkanismus: Myriaden von freien Krystallen. Diese, namentlich Augit- und Leuzit-Krystalle, sind oft von vollkommener Reinheit der Ausbildung ihrer Flächen, Kanten und Ecken.

Ueber die Entstehungsweise dieser Krystalle, man möchte sie Vulkans Schneeflocken nennen, sind die Ansichten noch nicht ganz in Uebereinstimmung gebracht, da die allerdings ziemlich vereinzelt stehende Behauptung von Pilla, daß sie während des Fluges in der Luft entstehen, doch gewiß Manches für sich hat. Man wird dabei an die bei Hohofenschlacken beobachtete Erscheinung erinnert, daß diese im Momente der Erkaltung Krystalle entwickeln.

Besitzt der vulkanische Sand eine staubähnliche Feinheit, so nennt man ihn vulkanische Asche, denn es versteht sich von selbst, daß wir dabei nicht an eigentliche Asche, d. h. an den Rückstand irgend welcher verbrannter Körper zu denken haben. Die vulkanische Asche ist hinsichtlich ihrer Erscheinung nicht weniger, als in ihren Wirkungen staunenerregend und in letzterer Hinsicht zuweilen noch verheerender als die stärksten Lavaergüsse, wenn sie sich mit den vulkanischen Gewitterfluthen zu Schlamm verbindet.

Wo bergegroße Massen in feurigem Fluß erhalten werden, muß es eigentlich auffallen, daß daneben Staub ungeschmolzen bleiben kann. Dennoch lassen sich zwei entweder gleichzeitig oder je nach Umständen abwechselnd wirkende Ursachen zur Bildung der vulkanischen Asche denken. Bedenkt man, daß die Erstarrung der ausgeschleuderten Massen im Momente ihres Emporsteigens über den Kraterrand erfolgt, und daß zwischen diesen und den wieder zurückfallenden ein heftiger ununterbrochener Zusammenstoß statt finden muß, so muß eine fortwährende Zertrümmerung und Reibung beider erfolgen und das Ergebniß davon ein feiner Staub seyn.

Eine andere Ursache der Aschenbildung kann namentlich zu Erklärung der zuweilen ganz allein bergehoch aufsteigenden Aschensäulen, darin liegen, daß bei heftigen Dampf- und Gasexplosionen alle Lava ähnlich zerstäubt wird, wie ein mit Wasser geladenes Schießgewehr beim Abschießen das Wasser in den feinsten Dunst zerstäubt. Wie dieser Wasserstaub in strenger Kälte sich sofort in einen Eißtaub verwandeln würde, so muß sich jener Lavastaub durch die sofortige Erstarrung in einen Steinstaub verwandeln.

Für diese zweite Erklärungsweise der vulkanischen Asche spricht die Erscheinung, daß man zuweilen förmliche Strömchen davon sich aus dem Krater ergießen sah, die man aus der Ferne anfänglich für Lavaströme hielt.

Die vulkanische Asche hat meist eine dunkle bis schwarze Farbe, sie erscheint aber auch zuweilen fast weiß, und namentlich gegen das Ende einer Eruption hat man wenigstens bei dem Vesuv regelmäßig weiße Asche auswerfen sehen. Sie wird daher immer mit Jubel als ein Zeichen begrüßt, daß nun die Schreckenszeit ihr Ende erreicht habe.

Die Ausbreitung der Ascheneruption übersteigt zuweilen fast das Glaubliche. Der Vulkan Cosiguina, den wir schon als einen Beweis kennen lernten, daß der Berg an einem Vulkane die Nebensache ist, verfinsterte bei seinem fürchterlichen Ausbruch im Jahre 1834 nach 26jähriger Ruhe durch seine Aschenmenge einen Bezirk von 70 Meilen Durchmesser und eine obere Luftströmung führte ihn 170 Meilen weit bis nach Kingston auf Jamaica.

Im Jahre 1822 verfinsterte der furchtbare 12 Tage anhaltende Aschenausbruch des Vesuv die Luft dermaßen, daß man sogar in dem acht Stunden weiten Amalfi am Tage Lichter anzünden mußte.

Furchtbar lauten die Beschreibungen von den Aschenmengen, welche 1812 der Vulkan der westindischen Insel St. Vincent verbreitete. Auf der 16 Meilen entfernten Insel Barbados war die dadurch veranlaßte Finsterniß so groß, daß man am Tage in den Zimmern die Fenster wie in der schwärzesten Nacht nicht zu erkennen vermochte.

Vor einer Betrachtung der Wirkungen, welche die vulkanischen Ausbrüche hervorbringen, deren furchtbare Größe wir bereits ahnen, schalte ich einige andere vulkanische Thätigkeitsformen ein, welche meist nicht von

Feuererscheinungen begleitet sind, deren Zusammenhang mit dem Vulkanismus des Erd-Innern jedoch außer Zweifel ist.

Die Salsen (so genannt wegen der meist etwas salzigen Beschaffenheit ihres Auswurfstoffes) oder Schlammvulkane sind mit den Luftvulkanen oder Macaluben im Wesentlichen gleichbedeutend. Ihre Thätigkeit äußert sich durch ununterbrochenes Emportreiben meist ziemlich geringer Massen eines feinen weißlichen fast immer kalten Schlammes. Meist ist dieser Vorgang ein ruhiger und gleicht dann einigermaßen der bekannten Erscheinung, welche eine schadhafte unterirdische Wasserleitungsröhre darbietet, indem das austretende Wasser emporgepreßt wird, und auch kleine Sand- und Schlammhügel um sich absetzt. Selten kommen jedoch auch bei den Salsen heftigere Ausbrüche vor, die sich sogar bis zu Feuererscheinungen und Emporschleudern von Steinen und Felsmassen steigern können. Der am längsten bekannte Schlammvulkan ist der Macaluba bei Girgenti auf Sicilien, dessen Namen man auf alle übrigen übertragen hat, und dessen schon Strabo gedenkt. Man hat ihrer an vielen Orten der Erde gefunden, die bedeutendsten auf der Insel Island. Die Schlammegel sind meist klein, 1 oder 2 Fuß, selten über 100 Fuß hoch. Sie haben oben immer eine trichterförmige Vertiefung, aus welcher der Schlamm entweder unaufhörlich heraussprudelt oder langsam hervorquillt. Bergöl oder Naphtha findet sich oft dem Schlamm der Macaluben beigemischt, oder es kommen davon auch in deren Nachbarschaft ganze Quellen vor.

Von den Macaluben sind die Gasquellen wesentlich bloß darin verschieden, daß letztere ihre Gasaushauchungen rein emportreiben, während sie bei ersteren flüssigen Schlamm mit sich fortreißen. Viele Gasquellen stehen mit dem Vulkanismus nicht oder wenigstens nur sehr entfernt im Zusammenhang, namentlich solche, welche sich aus den Spalten und Klüften solcher Gebirgsschichten ergießen, in denen früher sehr umfangreiche Zertrümmerungen und Störungen statt gefunden haben. Hierher gehört auch das, was schon oben auf Seite 133 von den gasförmigen Erzeugnissen des Vulkanismus gesagt ist. Als ein großartigeres Seitenstück der bereits dort erwähnten Hundsgrotte trage ich hier noch das „Thal des Todes“ bei Batur auf Java nach, einen etwa 50 Schritt weiten von steilen Wänden

umschlossenen kleinen Thalkessel, aus dessen Boden namentlich nach einem vorhergegangenen Regen eine solche Menge Kohlensäure sich entwickelt, daß darin Thiere und Menschen umkommen.

Sehr viele wenn nicht die meisten Gas- namentlich Kohlensäure-Quellen werden in die so bekannten und geschätzten Sauerbrunnen oder Säuerlinge umgewandelt, indem das aufsteigende Gas von den Wasseradern der Erdrinde verschluckt wird.

Trägt diese Erscheinung auch nichts zur Umgestaltung der Erdoberfläche bei, wenigstens nicht unmittelbar, so ist ihr fördernder Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzenwelt doch sicher sehr bedeutend und auch der Einfluß auf Gesundheit und Behagen durch das Geschenk der Sauerbrunnen dankbar zu erwähnen.

Weniger verbreitet als die Kohlensäurequellen sind die Kohlenwasserstoff-Quellen. Da dieses brennbare Gas entweder zufällig oder absichtlich entzündet worden ist, so nennt man solche Quellen auch Feuerquellen oder Erdfeuer. Aber trotz ihrer Feuer-Erscheinung stehen sie weniger mit dem Vulkanismus als mit tiefen Steinsalzlagern oder Salzquellen in Verbindung, aus denen das Gas sich entbindet. Am reichsten an diesen „natürlichen Gasbeleuchtungs-Anstalten“, die auch vielfach benutzt werden, ist China, besonders in der Provinz Schansi.

Als letzte Thätigkeitsform des bis zu uns herausdringenden Vulkanismus der Erde sind nun noch die warmen Quellen oder Thermen zu betrachten. Ihre Wärme schwankt zwischen einem oder wenigen Graden über derjenigen ihres Austrittspunktes und der des siedenden Wassers. Es ist daher der Begriff einer Therme ein sehr unbestimmter. Unter den Tropen würde eine Quelle von  $+ 20^{\circ}$  R. — dort ungefähr die mittlere Jahrestemperatur — noch keine warme Quelle genannt werden dürfen, während sie neben unserer viel niedrigeren mittlen Jahreswärme unzweifelhaft dafür gelten würde.

Obgleich man die Thermen von je als eines der Beweismittel für den feuerflüssigen Zustand des Erdinnern angesehen hat und allerdings auch in der Nähe der Vulkane die meisten und wärmsten Thermen vorkommen, so finden sich doch mehrere in solchen Gegenden, wo weit und breit weder noch thätige noch erloschene Vulkane vorkommen,



was namentlich von einigen Thermen der Regentschaft Algier und des Caplandes gilt.

Das Wasser der Thermen bricht aber immer aus Zertrümmerungs- und Verschiebungsspalten mächtiger Gebirgsformationen hervor, welche einen Zusammenhang mit den Tiefen der Erdrinde vermitteln. Es kann dahin nicht anders als von der Oberfläche der Erde auf ähnlichen Wegen gelangt seyn und kehrt dann erwärmt wieder an die Oberfläche zurück. Jede anhaltend und in reicher Fülle fließende heiße Quelle setzt mit Nothwendigkeit einen sie speisenden Behälter kalten Wassers voraus und wir dürfen uns zwischen beiden ein ähnliches Verhältniß denken, wie zwischen den unter dem Aequator aufwärts steigenden warmen und den von den Polen nach dem Aequator hin gerichteten kalten Luftströmungen, zwischen welchen wir eine einander bedingende Gegenseitigkeit fanden (S. 32.).

Indem wir jetzt die allgemein bekannten warmen Heilquellen von Karlsbad, Wiesbaden, Aachen, Albano, die Pyrenäen-Thermen u. a. m. unbeachtet lassen, beschränke ich mich auf eine kurze Beschreibung des seit langer Zeit am meisten bewunderten Geyfir und seines Nachbarn Stokkr auf Island, für deren bekanntlich so eigenthümlich unterbrochenes Sprüngen in neuester Zeit durch Bunsen eine vollkommen befriedigende Erklärung gegeben worden ist.

Der große Geyfir — Geyfir nennen die Isländer jeden heißen Springquell — liegt am Fuße des Barnafell und hat sich durch fortwährende Sinterbildung (S. 79 u. f.) einen flachen Kegel aus Kieselstuf und Kieselstinter von 25 bis 30 Fuß Höhe und 200 Fuß Durchmesser gebildet. Den Gipfel dieses Kegels bildet ein rundes Becken von 6—7 Fuß Tiefe und 50—60 Fuß Durchmesser, in dessen Grunde der 9 Fuß weite Kanal mündet, durch welchen das Wasser emporsteigt, und dessen Wände, so weit man sie untersuchen kann, ebenfalls aus Kieselstinter gebildet werden. Gewöhnlich ist das Wasser ruhig und steigt allmählig bis zum Rande des Beckens und zeigt an seiner Oberfläche eine Wärme von 61 bis 70° R., dagegen in einer Tiefe von ungefähr 60 Fuß ist es vor jedem Ausbruche bis 102° R. und nach demselben bis 97° R. erhitzt, also weit über den gewöhnlich angenommenen Siedepunkt von 80° R. In Pausen von 24 bis 30 Stunden tritt eine heftige Eruption des Wassers

ein, welcher jedesmal einige kleinere vorausgehen. Diese letzteren beginnen mit starken unterirdischen donnerähnlichen Schlägen, nach welchen das Wasser aufwällt, bis an den Rand des Beckens steigt und endlich durch aufsteigende mächtige Dampfblasen bis an 20 Fuß hoch emporgeschleudert wird. Nach mehreren solchen Vorbereitungs-Eruptionen, die sich zuletzt in kürzeren Zeiträumen folgen, tritt endlich die Haupt-Eruption ein, welche Sartorius von Waltershausen folgendermaßen beschreibt: „ein stärkeres Donnern wird aus der Tiefe vernommen: das Wasser schwillt im Bassin, schlägt hohe Wellen und wirbelt umher; in der Mitte erheben sich gewaltige Dampfblasen und nach wenigen Augenblicken schießt ein Wasserstrahl, in feinen blendend weißen Schaum zerstäubt, in die Luft: er hat kaum eine Höhe von 80 bis 100 Fuß erreicht und seine einzelnen Perlen sind noch nicht im Zurückfallen begriffen, so setzt ein zweiter und dritter, höher emporsteigender dem ersten nach. Größere und kleinere Strahlen verbreiten sich nun in allen Richtungen; einige sprühen seitwärts, kürzeren Bogen folgend; andere aber schießen senkrecht empor mit tausendem Zischen; ungeheure Dampfwolken wälzen sich über einander und verhüllen zum Theil die Wassergarbe; nur noch ein Stoß, ein dumpfer Schlag aus der Tiefe, dem ein spitzer, alle anderen an Höhe übertreffender Strahl, auch wohl von Steinen begleitet, nachfolgt, und die ganze Erscheinung stürzt, nachdem sie nur wenige Minuten gedauert, in sich zusammen, wie eine phantastische Traumgestalt beim Einbrechen des Morgens. Ehe noch der dichte Dampf im Winde verzogen und das siedende Wasser an den Seiten des Kegels abgelaufen ist, liegt das vorher ganz mit Wasser gefüllte Bassin trocken vor dem Auge des Beobachters, der in dem tieferführenden Rohre, fast zwei Meter unter dem Rande, das Wasser ruhig und still wie in jedem andern Brunnen erblickt.“

Der von dem großen Geysir etwa 100 Schritt entfernt liegende Stoftr hat ein nach unten spitz zulaufendes nach oben nur etwa 7 Fuß weites Rohr, welches ebenfalls von Kiefelsinter ausgekleidet ist, aber nur einen 4—5 Fuß hohen Sinterwall hat. Das Wasser steht gewöhnlich 10—14 Fuß unter der Mündung, ist fortwährend im heftigsten Sieden begriffen und hat im unteren Theile des 41 Fuß tiefen Rohres 91° R. Wärme. Er zeigt nur alle 2—3 Tage eine Eruption, welche noch

großartiger als die Eruptionen des Geyſir ſeyn ſollen. Mit fürchterlicher Gewalt wird dann das Waſſer zu außerordentlicher Höhe hinausgetrieben und zuletzt in feine Nebel zerſtäubt; große Steine werden hoch emporgeſchleudert, daß ſie dem Auge faſt verſchwinden, oft ſo vollkommen ſenkrecht, daß ſie in den Schlund zurückfallen und dieſe Luſtreiſe mehrmals machen. Zuletzt beſteht die ganze Säule nur aus Waſſerdampf, der ſich pfeifend und zifchend mit unglaublicher Geſchwindigkeit zu den Wolken erhebt, biß nach etwa einer Viertelſtunde die Eruption ihr Ende erreicht.

Dieſe großartigen Erſcheinungen beruhen im Weſentlichen auf dem Wechſelſpiel zwiſchen dem Druck der oberen im Rohre ſtehenden Waſſerſäule auf der tieferen ſtärker erwärmten Waſſermaſſe und auf der Ueberwindung dieſes Druckes durch letztere.

---

Wenn wir bißher in den Vulkanen und den Quellen von Gaſen, Waſſer und Schlamm die vulkauiſche Thätigkeit an gewiſſe Punkte geſeſſelt ſahen, ſo finden wir ſie in den Erdbeben — offenbar einer der Thätigkeit der Vulkaue innig verwandten Erſcheinung — in weiterer Erſtreckung ſich ausbreiten. Man kann die Erdbeben gewißermaaßen den krampfhaften Zuckungen eines von tauſend Schlingen geſeſſelten Ungeheuers vergleichen, welche die Bande zu ſprengen drohen und bald dieſen bald jenen Ring auch wirklich aufreißen; während in den Vulkanen der Vulkanismus uns als ein Rieſe im Kerker erſcheint, der in ohnmächtiger Wuth den aufgewühlten Boden ſeines Kerkers aus Löchern in der ſicheren Mauer herausſchleudert. Beide Bilder vervollſtändigen ſich durch das Gebrüll erboster Wuth, welches bei Erdbeben wie bei vulkauiſchen Eruptionen Alles mit bebendem Entſetzen erfüllt.

Wenngleich Furcht und Schrecken die ſchlechteſten Beobachter ſind, ſo haben ſie doch darin Recht, Erdbeben und vulkauiſche Ausbrüche für nahe Verwandte zu halten. In der That ſind beide in vielen Erſcheinungen einander ſo ähnlich, daß man leicht geneigt ſeyn kann, beide in der Hauptſache für eines und daſſelbe zu erklären und ihre Verſchiedenheit nur in die Form ihrer Wirkſamkeit zu ſetzen. Nur der Umſtand kann dieſe Auffaſſung in etwas zurückhalten, daß zuweilen auch in ſolchen Gegenden

umfangreiche Erdbeben vorgekommen sind, wo weit und breit kein thätiger Vulkan zu finden ist. Solche Erdbeben nennt einer unserer ersten Geologen, Professor C. F. Naumann in Leipzig, plutonische, diejenigen aber vulkanische, welche entweder in räumlicher oder sogar in thätiger Verbindung mit Vulkanen stehen. Allein auch die vulkanischen Erdbeben, d. h. die vor einem statt findenden Ausbruche eines Vulkanes sich ausbreitenden Erdschütterungen erlangen zuweilen eine so außerordentlich weite Erstreckung von ihrem Ausgangspunkte, dem Vulcane aus, daß dieselben, die vulkanischen Erdbeben, nicht mehr für eine Wirkung des Vulkan-ausbruches gelten können, sondern beide für gleichzeitige an verschiedenen Orten statt findende Wirkungen derselben Ursache angesehen werden müssen. Demnach können wir es ganz gut mit den Gesetzen des Vulkanismus in Einklang bringen, daß er Erdbeben bewirken kann, mit denen kein vulkanischer Ausbruch verbunden ist. Man hat aber zuweilen eine Gleichzeitigkeit zwischen plutonischen Erdbeben und Ausbrüchen fern von deren Bereiche liegender Vulcane beobachtet, so daß also an dem ursächlichen Zusammenhang zwischen Erdbeben und vulkanischen Eruptionen überhaupt nicht gezweifelt werden kann.

Unabhängig von den Vulkanen giebt es auch sonst keine Gegend der Erde, kein Klima, keine Bodenbeschaffenheit, welche frei von Erdbeben wären. Dies beweist bestimmt, daß die Beschaffenheit der oberen Erdschichten und der in der Atmosphäre liegenden Kräfte ohne Einfluß auf die Entstehung der Erdbeben sind. Die Quelle derselben kann also nur tief im Erdinnern liegen.

Wie kein Gebiet der Erde ganz frei von Erdbeben ist, so ist auch sicher kein Tag, wo nicht an irgend einer Stelle die Erde erbebt, und wir dürfen daher — wenn auch nur mit ausdrücklicher Verwahrung gegen jedes tiefere Auffassen der Vergleichung — sagen, daß die vulkanische Thätigkeit unter der Erdrinde eben so pulst, wie die Blutwellen in den Adern unseres Körpers.

Die Wirkungsart und Stärke der Erdbeben zeigt sich in hohem Grade verschieden und schwankt zwischen dem leisesten, fast nur dem geübten Ohre wahrnehmbaren unterirdischen Grollen und den heftigsten nur mit Meereswogen vergleichbaren Schwankungen der Erdoberfläche.

Man hat die auf dem Meerespiegel sich sichtbar machenden Erdbeben mit dem unnöthigen besonderen Namen Meeres- oder Wasserbeben belegt, unnöthig, weil das Meer ein Theil der Erdoberfläche ist und ein Meeresbeben nicht anders gedacht werden kann denn als eine im Wasser fortgepflanzte Erhebung der darunter liegenden festen Erdrinde. Die zuweilen mächtige Aufregung des Meerespiegels selbst über sehr bedeutenden Tiefen ist aber ein Beweis von der in den Erdbeben sich äussernden furchtbaren Gewalt des Vulkanismus. Am 7. Nov. 1837 erhielt ein Wallfischfahrer in der Nähe der Insel Chiloe so bedeutende Stöße durch das erschütterte Meer, daß er seine Masten verlor, und anfänglich glaubte gestrandet zu seyn, während doch das Schiff sich über einer bedeutenden Meerestiefe befand.

Die Wirkungen der Erdbeben zeigen sich entweder in senkrechter, auf- und abwärts gerichteter mehr stoßweise erscheinender Bewegung, oder in wellenförmiger oder endlich in kreisender Bewegung.

Die senkrechte oder succussorische Bewegung steht wahrscheinlich der eruptiven Thätigkeit der Vulkane am nächsten und ist vielleicht durch Detonation furchtbar gespannter Gasmengen bedingt, welche eine wirkliche Eruption machen würden, wenn über ihnen die Erdrinde nicht zu dick oder sonst für diese Detonationen zu widerstandskräftig wäre. Bei dem großen Erdbeben Calabriens im J. 1783 sah man die höheren Theile der Granitberge deutlich auf- und niederspringen; ja bei dem Erdbeben in Chile am 7. Nov. 1837 wurde ein 30 Fuß tief im Erdboden stehender und mit Eisenstangen befestigter Mastbaum herausgestoßen, so daß ein rundes Loch im Boden dessen ehemaligen Stand bezeichnete.

Die wellenförmige oder undulatorische Bewegung der Erdbeben ist die häufigste und mag wohl nach denselben physikalischen Gesetzen statt finden, wie die Wellenbewegung einer Wasserfläche. Die Höhe der Wellenberge der Bewegung bedingt die Gefährlichkeit solcher Erdbeben, weil wenn diese bedeutend ist, alle senkrechten Gegenstände, z. B. Gebäude, aus dieser Lage in eine geneigte gebracht werden, was ihren Einsturz veranlaßt, abgesehen von der damit nothwendig verbundenen Zerreißung des Gemäuers, welches ja nicht biegsam ist, um den Undulationen folgen zu können. Die Erscheinung dieser Wellenbewegung des bebenden Erdbodens

hat man an mehreren Orten, namentlich an Waldungen wahrgenommen, welche dabei einem von dem Winde bewegten Getreidefelde glichen. Der Mensch glaubt dabei auf dem schwankenden Verdeck eines sturmbewegten Schiffes zu stehen.

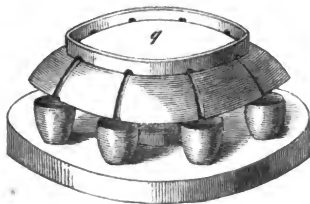
Die verheerendste von allen, aber glücklicherweise auch die seltenste, ist die kreisende oder wirbelnde, rotatorische, Bewegung der Erdbeden. Als Belege für dieselbe führt man die Umwendung von Gemäuern ohne Einsturz, die Verdrehung vorher gradliniger Baumalleen und Ackerbreiten an.

Oft kommen, wie sich das vermuthen läßt, diese drei verschiedenen Bewegungen zugleich und neben einander vor, so daß man dann die Bewegung des Erdbebens eine verworrene oder kreuzende genannt hat, wobei natürlich die geognostische Beschaffenheit der Erdoberfläche einen Einfluß ausübt.

Bereinigen sich die verschiedenen Bewegungen des Erdbebens, so wird jenes furchtbare Chaos hervorgebracht, welches namentlich an Küstenorten alle Vorstellungen übersteigt.

So wild und dämonisch das Walten des Vulkanismus in den Erdbeben ist, so hat ihm dennoch die Wissenschaft die Regeln ihres Verfahrens angepaßt; sie hat Mittel erfunden, durch welche die Erdbeben selbst in der Sprache der Wissenschaft reden müssen. Wie die Thermometer und Barometer die Wärme und den Druck der Luft messen, so messen die Seismometer, Erdbebenmesser, die Richtung und Stärke der Erdbeben.

36.



Seismometer, Erdbebenmesser.

Die Abbildung, Fig. 36., stellt den seit 1818 in Palermo angewendeten Seismometer von Cacciatore dar. Auf 8 feststehenden Bechern ruht, ebenfalls fest und unverrückbar, ein Gefäß, welches einer umgekehrten Untertasse mit einem hohen Fußrande gleicht, so daß der Rand eine ganz flache Schale bildet. In diesem Rande befindet sich genau über jedem Becher ein Loch, alle 8 genau in einer Horizontalebene, und von jedem geht eine Rinne herab nach der Oeffnung des untenstehenden Bechers. Dieses Instrument wird an einem vor zufälligen Erschütterungen gesicherten Ort so aufgestellt, daß die 8 Oeffnungen den acht Weltgegenden Nord, Nordost, Ost, Südost u. s. w. entsprechen und dann die obere flache Schale  $q$  bis an den unteren Rand der 8 Löcher mit Quecksilber gefüllt. Jede Erdserschütterung muß nun das Quecksilber aus einem der Löcher ausfließen machen. Dadurch wird nicht nur die Richtung, sondern, durch die Menge des in einem der 8 Becher ausgeflossenen Quecksilbers, auch die Stärke der Erdserschütterung angezeigt.

Obgleich man viel von Vorzeichen der Erdbeben gesprochen hat und noch spricht, so sind doch unbefangene Beobachter zu der Ueberzeugung gekommen, daß es außer den anfangs oft nur leisen ersten Erzitterungen und unterirdischen Tönen durchaus kein nur einigermaßen sicheres Merkmal eines bevorstehenden Erdbebens gebe und der Natur der Sache nach auch nicht geben könne. Auch die Schwankungen des Barometers haben eben so oft wider als für einen Zusammenhang mit der Atmosphäre dieser rein inneren Angelegenheit unseres Planeten gesprochen. Selbst jene leise grollenden Vorboten kündigen das Erdbeben nicht immer an, sondern es tritt dieses zuweilen sogleich in seiner ganzen fürchterlichen Größe auf.

Das Getöse oder überhaupt die auf das Ohr wirkenden Erscheinungen der Erdbeben zeigen sich sehr mannfaltig und werden mit anderen ähnlichen Tönen verschieden verglichen. Bald gleicht das Getöse einem unterirdischen Trommelwirbeln, bald klingt es wie ein Rasseln von Ketten oder wie das Rollen des Donners oder wie das Erdröhnen des Straßenpflasters unter der Wucht schwer beladener Wagen; bald auch hört man eine Reihe einzelner krachender Schläge oder es klingt, als wenn in Kellergewölben Glas oder Porzellan zertrümmert würde und zuweilen ahmt es das Brausen des Sturmwindes nach.

Alle diese verschiedenen Töne werden oft gleichzeitig über große Strecken hin vernommen, wobei, wie auch auf die Art der Töne, die geognostische Beschaffenheit der Erdrinde einen großen Einfluß ausüben muß. Besonders deutlich tönen sie aus tiefen Brunnen herauf, die dabei einfach als die Schallwellen sammelnde Schallrohre wirken.

Ganz lautlose Erdbeben sind sehr selten. Man hat mehrere in Chili beobachtet und auch der mächtige Erdstoß bei Riobamba im Staate Ecuador am 4. Feb. 1797 war von keinem Getöse begleitet.

Wenn wir die Töne fast nothwendige Begleiter der Erdbeben nennen müssen, so sind einige andere sie begleitende Erscheinungen mehr zufälliger Natur, z. B. Gewitter und andere elektrische Erscheinungen, heftige Windstöße, Ausströmungen von Gasen und Dämpfen u. s. w. Häufig brechen die Gase brennend aus dem zerrissenen Boden hervor. Dagegen scheint an der Magnethadel keine mit Sicherheit den Erdbeben zuzuschreibende Schwankung statt zu finden.

Bemerkenswerth ist die kaum zu erklärende Thatsache, die gleichwohl aus sehr zahlreichen Vergleichen hervorgeht, daß im Herbst und Winter die meisten Erdbeben vorkommen.

Die Dauer und Wiederholung der Erdbeben sind sehr verschieden. Gewöhnlich schwankt die erstere zwischen einigen Sekunden und mehreren Minuten und zuweilen waren wenige Augenblicke hinreichend, um Städte in Trümmerhaufen zu verwandeln und Tausende unter den Trümmern zu begraben. Das Erdbeben des Jahres 1693 zerstörte im Ru die Stadt Catania und 49 andere Ortschaften, wobei 60,000 Menschen das Leben verloren. Der benachbarte Aetna sah diesem furchtbaren Zerstörungswerke ruhig zu, ohne sich durch einen Ausbruch zu betheiligen. Am 26. Mai 1812 verwandelte ein einziger 5—6 Secunden dauernder Stoß die schöne Stadt Caracas in einen Haufen von Leichen und Trümmern.

Sehr oft wiederholen sich solche Paroxysmen in längeren oder kürzeren Pausen mehr oder weniger oft, was einen Zeitraum von Monaten einnehmen kann. Humboldt macht darauf aufmerksam, daß solche lang andauernde Wiederholungen von Erdstößen ihm nur aus solchen Erdstrichen bekannt seyen, die fern von allen Vulkanen liegen. Es ist dies nicht unerklärlich, denn der Mangel der Vulkane, dieser ausgleichenden



Sicherheitsventile, muß veranlassen, daß auf andere Weise und erst nach langen Kämpfen die Ausgleichung durch Erdbeben erfolge.

Eben so unbegründet wie die geglaubten Vorzeichen ist der Glaube an eine regelmäßige Umlaufszeit, Periodicität der Erdbeben, die man in Canada auf 25, und für die Umgegend von Copiapo in Chili auf 23 Jahre annehmen wollte, da letztere Stadt 1773, 1796 und 1819 von Erdbeben heimgesucht wurde. Es läßt sich für eine solche regelmäßige Wiederkehr gar kein nur irgend haltbarer Erklärungsgrund angeben.

Dagegen läßt sich in manchen Fällen eine Gleichzeitigkeit, Synchronismus, der Erdbeben nicht bestreiten, welche um so bemerkenswerther ist, wenn diese zu gleicher Zeit an weit aus einander liegenden Punkten der Erde statt finden und dabei ihre Richtung von dem einen Punkte auf den anderen weist, wie es mit dem am 16. Nov. 1827 in Columbien und gleichzeitig 1900 Meilen weit in Sibirien statt gehabten Erdbeben der Fall war. In ähnlicher Weise, wie wir es bei den Vulkanen kennen lernten, und, in der Gleichzeitigkeit entgegengesetztem Sinne, nicht minder für den Zusammenhang entlegener Erdbebenherde sprechend, ist hier noch die Abwechselung der Erdbeben zwischen zwei weit gelegenen Orten zu erwähnen, so daß dieselben an dem einen ruhen, während sie an dem anderen in Thätigkeit sind.

Neben diesen zeitlichen Verschiedenheiten sind nun noch die räumlichen oder die Richtungsverhältnisse der Erdbeben zu erwähnen. In dieser Hinsicht lassen sich namentlich zwei Arten unterscheiden. Bei der einen geht die Wirkung des Erdbebens wie die Wellenkreise um einen in das Wasser geworfenen Stein von einem Mittelpunkte — wo sie am stärksten ist — nach allen Seiten hin aus und wird nach außen hin immer schwächer, auch an manchen Stellen des Erschütterungskreises durch Bergketten und andere Verhältnisse der Erdrinde unterbrochen. Das große Erdbeben in Calabrien hatte seinen Mittelpunkt bei der Stadt Oppido, von wo es sich noch mit fast gleicher Stärke in einem Kreise von 11 geographischen Meilen Durchmesser erstreckte, innerhalb dessen alle Ortschaften gänzlich zerstört wurden. Jenseits dieses Kreises nahm die Wirkung allmählig ab und das Erdbeben wurde sogar durch eine Granitkette nicht weit von Oppido gehemmt, so daß eigentlich bloß ein Halbkreis, dessen Mittelpunkt Oppido war, getroffen wurde.

Zuweilen hat man bemerkt, daß der Mittelpunkt während des Erdbebens sich in einer geraden Linie verändert, wodurch ein Uebergang von dem centralen Erdbeben zu dem linearen oder longitudinalen gebildet wird.

Letztere, wo die Erschütterung sich in einer mehr oder weniger geraden und langen Linie oft über eine weite Strecke verbreitet, treffen die in dieser Linie liegenden Orte nicht gleichzeitig, sondern nacheinander. Es läßt sich ihre Bewegung mit den Wellenbewegungen eines schlaff gespannten Seiles vergleichen. In dem Umstande, daß die linienförmig verlaufenden Erdbeben in der Regel dem Fuße langer Bergketten oder der Meeresküste folgen, finden wir eine natürliche Uebereinstimmung mit dem gleichen Verhalten der meisten Vulkanreihen und der früher einmal gelegentlich gemachten Bemerkung, daß die großen Continente durch vulkanische Hebung emporgehoben worden seyen. (Vergl. S. 37.)

Ueberhaupt zeigt sich in der Fortpflanzung der Erdbeben eine große Abhängigkeit von der Oberflächengestaltung und von dem inneren Gefüge der Erde, wodurch es erklärlich wird, daß zuweilen die Wahrnehmbarkeit eines Erdbebens von dem Mittelpunkte desselben aus eine Strecke weit unterbrochen ist und dann wieder zurückkehrt. In solchen Fällen finden sich in der Strecke, wo man das Erdbeben nicht wahrnimmt, solche Verhältnisse der oberen Erdschichten, wodurch die Leitung der Schallwellen bis an die Oberfläche verhindert wird, während an weiter vom Centrum abliegenden Orten diese Leitungsfähigkeit wieder vorhanden ist.

Der Umfang der Erdbeben ist bald sehr beschränkt, bald sehr bedeutend. Die beiden umfangreichsten centralen Erdbeben sind, seitdem man dergleichen gewaltige Ereignisse mit wissenschaftlicher Kaltblütigkeit zu beachten angefangen hat, das vom 1. Nov. 1755, durch welches Lissabon zerstört wurde, und das Erdbeben vom 7. Nov. 1837, welches sich über einen bedeutenden Theil des großen Oceans verbreitete. Ersteres erstreckte seine Wirkungen fast auf ganz Europa, das nördliche Afrika und sogar bis nach den kleinen Antillen und den Küstenländern von Nordamerika, so daß sein Erschütterungskreis auf ungefähr 700,000 geogr. Meilen oder mehr als den 13. Theil der ganzen Erdoberfläche geschätzt wird. Während der heftigsten Erschütterung wurde dagegen der Vesuv plötzlich ruhig und

dessen Rauchsäule schlug in den Krater zurück. Die heißen Quellen von Tepliz erlitten dabei eine plötzliche Trübung, versiechten dann auf kurze Zeit, um dann durch Eisenoryd geröthet mit einer solchen Fülle wieder hervorzubrechen, daß sie einen Theil der Stadt überschwemmten. Dieselbe Färbung erfuhren die Quellen von Bristol und wurden dadurch lange Zeit unbrauchbar. Während des Erdbebens am 7. Nov. 1837, welches gewöhnlich nach Valdivia in Chile benannt wird, betrug an mehreren Inseln das plötzliche Steigen und Fallen des Meeres 30 Fuß, und bei dem von Lissabon sogar das Steigen allein 40 Fuß über den Fluthstand.

Bevor wir nach diesen Betrachtungen der verschiedenen Thätigkeitsäußerungen des Vulkanismus zu dessen bleibenden Wirkungen, zu den Hebungen und Senkungen einzelner Theile der Erdoberfläche — der Aufgabe dieses Abschnittes — übergehen, schalte ich hier eine Stelle aus Hoffmann (hinterl. Werke II. S. 336) ein, welche meine Leser und Leserinnen recht geflissentlich auf den Einfluß aufmerksam machen soll, den die Beschaffenheit der Erdrinde auf die Erscheinungen der Erdbeben ausübt:

„Alle festen Körper sind im Allgemeinen fähig, durch mechanische Einwirkungen erschüttert und in Schwingungen versetzt zu werden; die Art der Fortpflanzung dieser Schwingungen hängt aber von der eigenthümlichen Natur und Anordnung ihrer Theilchen ab; so auch die Schwingungen der Erdbeben von der Beschaffenheit und Struktur der Gebirgsarten, welche in so mannfaltigen Verbindungen die Erdrinde zusammensetzen. In ununterbrochen gleichförmigen Gesteinen, deren Theilchen unter sich fest zusammenhängen, werden diese Schwingungen gleichförmig sich ausbreiten, wie die Wellen auf einem in Erschütterung versetzten Wasserspiegel. Wo aber Trennung in Platten und Tafeln, wo Schichtung und Zerklüftung sich einstellen, wo endlich ganze Gebirgsmassen nur von locker und unregelmäßig durcheinander gemengten Bruchstücken gebildet werden, da muß sich auch die regelmäßige Fortpflanzung der Erschütterungen auf das Mannfaltigste abändern, und ein und dasselbe über einen größeren Theil der Erdoberfläche verbreitete Erdbeben wird daher an verschiedenen Punkten die verschiedensten Wirkungen ausüben.“

Hieran knüpfe ich bloß noch die Hinweisung auf eine Erscheinung an, welche ohne eine wissenschaftliche Prüfung ihrer Begründung unerwartet

erscheinen könnte, während sie doch im Gegentheile ganz mit den Gesetzen der Physik übereinstimmt.

Man hat nämlich oft beobachtet, daß die auf felsigem, mithin die Erztitterungen vollkommen leitenden, Boden stehenden Gebäude viel weniger litten, als die auf angeschwemmtem also lockeren und nachgiebigen Boden stehenden. Dies ist darin bedingt, daß diese äußeren Theile der Erdkruste, welche die von den inneren empfangenen Erschütterungen nicht auf andere über ihnen liegende fortleiten können, wenn sie nicht innig mit den zunächst unteren verbunden sind leicht von ihnen losgelöst werden.

Indem wir nun zu den Umgestaltungen der Erdoberfläche durch den Vulkanismus übergehen, so wissen wir schon im voraus, daß dieser hierin die beiden anderen Mächte, das Wasser und das organische Leben, weit übertrifft und wir haben ihn sogar bei den Werken der Korallenpolypen als unterstützenden Vermittler kennen gelernt.

Wie Vulkane und Erdbeben nahe verwandte Erscheinungen eines Ursprunges sind und zuweilen dicht neben einander ihre furchtbare Arbeit verrichten, so vereinigen sie auch zuweilen ihre Werke, und namentlich wurden die Vulkane von dem mächtigen Geschwister, dem Erdbeben, zuweilen zu größerer Wuth aufgereizt, nachdem vorher lange Zeit der Vulkan der Beschwichtiger der lauerten Tücke des Erdbebens gewesen war.

Wir trennen die bleibenden Werke der Vulkane von denen der Erdbeben und betrachten zunächst die ersteren.

Die Schlacken-, Sand- und Aschen-Auswürfe breiten sich in der Regel zu weit aus, vertheilen sich zu sehr, um bedeutende Bodenerhöhungen bewirken zu können, wenn gleich zuweilen viele Quadratmeilen Flächenraum mehrere Fuß hoch mit Asche bedeckt werden. Dagegen sind die Lavaströme bei manchen Vulkanen schon so mächtig gewesen, daß dadurch in verhältnißmäßig weitem Umkreise die Oberflächengestaltung des Landes wesentlich verändert worden ist. Dies ist besonders auf der durchaus vulkanischen Insel Island der Fall. Eine anziehende Schilderung dieser in jeder Hinsicht so merkwürdigen feuer- und meergeborenen giebt der Amerikaner Pliny Miles \*), und erweckt dadurch in seinen Lesern das

\*) Eine Nordfahrt. Streifzüge in Island von Pliny Miles, aus dem Engl. von Drugulin. Leipzig, bei Lortz.

Verlangen, jenem europäischen Rauchfange Vulkans einen Besuch abzustatten, wo fast überall auf dem großen Flächenraum von 1800 Quadratmeilen nur Steine und Felsen vulkanischen Ursprungs zu finden sind, wo fast ununterbrochen alle Formen der vulkanischen Thätigkeit ihre erhabenen schönen Schauspiele vorführen.

Da seit einigen Jahrzehnten der Vulkanismus, als Haupttriebfeder der Umbildung der Erdrinde, die besondere Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen hat, so bin ich jetzt in der Lage, die ich benutzen zu müssen glaube, über die Erscheinungen, von welchen die Lavaergüsse begleitet sind, ausführliche Mittheilungen machen zu können.

Wir haben schon früher erfahren, daß die Lava die eine der beiden Kräfte bildet, durch deren Kampf eine Eruption erfolgt, während innere Gas- und Dampfwickelungen die andere sind. Letztere bestegen zuletzt den Druck der Lava und treiben sie aus. Dieses Austreiben geschieht häufiger unterhalb des Kraters durch Bersten des Aschenkegels: doch gehören Kraterausflüsse nicht gerade zu den Seltenheiten. Man kann daher Gipfel- ausflüsse und Seitenausflüsse unterscheiden.

Der Austritt der Lava geschieht entweder ziemlich ruhig oder diese wird in einem mehr oder weniger hohen Bogen wie eine Cascade emporgetrieben und fließt dann abwärts ganz nach den Regeln eines zähen Schlammstromes. Doch verursacht eben die Zähigkeit der Lavaströme, wovon dieselben, anfangs dünnflüssig, im weiteren Verlaufe schnell übergehen, zuweilen durch Stauung durch entgegenstehende Bodenhindernisse ein Aufwärtsströmen. Dies war 1669 an der Ringmauer von Catania der Fall, an der sich die Lava emporstauete und dann auf der anderen Seite wie ein Wasserfall herabstürzte.

Die Oberfläche des Lavaströmes ist immer mit einer erkalteten Schlackenschicht überzogen, welche durch die von innen aus wirkende Gewalt der Dämpfe und Gase unaufhörlich aufgerissen und in Schollen aufgerichtet wird, wodurch die bizarrsten Gebilde entstehen. Aber auch auf der Unterseite, ohne Zweifel durch den abkühlenden Einfluß seiner Bahn, erhält der Lavaström eine Schlackenschicht, so daß dadurch das vorwärtsschreitende Ende eine Walzenbewegung zeigt, als werde es von oben nach unten in sich selbst zurückgerollt. Elie de Beaumont bezeichnet dies sehr treffend mit

dem Gleichnisse, daß sich die Lava in einem Schlackensacke bewege. Dabei lösen sich aber unaufhörlich von der übergebogenen vorderen Kante des Stromes Schlackenstücke ab, die gewissermaßen die Bahn des Stromes, sie vorarbeitend, mit einem Pflaster belegen.

Die Geschwindigkeit der Lavaströme hängt natürlich von dem Grade ihrer Flüssigkeit, von ihrer Menge und von der Neigung und sonstigen Beschaffenheit ihrer Bahn ab. Merkwürdiger als die Geschwindigkeit mancher Lavaströme, die den 12. Aug. 1805 am Vesuv 3 italienische Meilen in 4 Minuten zurücklegte, ist das oft außerordentlich langsame Vorschreiten des Endes. So sah man 1819 einen Lavastrom des Aetna noch nach 9 Monaten in Bewegung und in jeder Stunde nur 3 Fuß weit vorrücken. Es ist dies ein Beweis von der sehr langsam vorschreitenden Erstarrung der Lava innerhalb des Schlackensackes, der die abkühlende und erstarrende Wirkung der Luft von ihr abhält, und giebt einen lehrreichen Maaßstab für den Gang der Abkühlung der zuweilen so mächtigen vulkanischen Auswurfstoffe. In Folge der wechselnden Geschwindigkeit eines Lavaströmes zeigt sich nach Beendigung seines Laufes am oberen Ende, oder vielmehr am Anfange, wo die Bodenueigung und die Dünnflüssigkeit am bedeutendsten war, nur eine wenig mächtige Lavaschicht mit wenigen lang gezogenen Schlackenhausen; in der Mitte des Laufes finden sich die vorhin erwähnten bizarren Schlackenfelsen darauf und unten zeigt sich die Oberfläche ziemlich eben, wie es die daselbst erlangte zähe Beschaffenheit der sich sehr langsam ausbreitenden Lava voraussetzen läßt.

Die Anfangs sehr große Hitze der Lava fällt schnell sehr bedeutend, nachdem sie sich ringsum mit dem Schlackenmantel bedeckt hat, welcher als ein sehr schlechter Wärmeleiter einmal die innere Hitze zusammenhält und die Gesamtmasse des Lavaströmes nur sehr langsam erstarren läßt, einmal die sehr auffallende Erscheinung erklärlich macht, daß man nicht selten auf kleinen, mitten in Lavaströmen eingeschlossnen Plätzen von nur 20 — 30 Schritt Breite die Vegetation ganz unbeschädigt bleiben sieht, und daß man vollkommen sicher dicht neben dem sich noch bewegenden Ströme stehen kann.

Ein Aetnastrom des Jahres 1614 war nicht weniger als 10 Jahre lang in Bewegung und legte in dieser Zeit doch nur einen Weg von einigen

Stunden zurück. 1787 strömte die Lava des Aetna über eine mächtige Schneeschicht, die dadurch nur zum Theil geschmolzen wurde.

Doch kennt man auch Beispiele sehr starker Hitze noch am Ende der Lavaströme. Als im Jahr 1739 die Lava in das Kloster bei Torre del Greco in das Karmeliterkloster eindrang, schmolzen die gläsernen Trinkgeschirre, obgleich die Lava nicht in unmittelbare Berührung mit ihnen kam.

Interessant und lehrreich für die Deutung geognostischer und selbst oryktognostischer Vorkommnisse waren die Wirkungen des Lavastromes des Vesuv von 1794, welcher erst nach einem sechsständigen Laufe einen Theil von Torre del Greco begrub. Bei den Ausgrabungen fand man später Glas, Kalk und metallene Gegenstände zum Theil zu ähnlichen Massen umgewandelt, wie sie theils das Produkt unserer Hohöfen sind, theils in der Erde gefunden werden. Messing z. B. fand sich in seine beide Bestandtheile, Zink und Kupfer, zerlegt und letzteres zum Theil in schöne Krystalle verwandelt.

Was nun den Umfang der Lavaströme nach Länge, Breite und Dicke oder Mächtigkeit betrifft, was uns an dieser Stelle am wichtigsten ist, so sind sie natürlich in dieser Hinsicht sehr verschieden. Ich führe hier einige Beispiele von besonders großen Lavamassen an.

Der bereits erwähnte Lavastrom des Vesuv, welcher 1794 Torre del Greco verwüstete war 17,500 pariser Fuß lang und erreichte die Stadt mit einer Breite von 2000 Fuß und einer Höhe von 40 Fuß. Sein Masseninhalt ist auf 457 Millionen Cubikfuß berechnet worden. Gleichzeitig ergoß sich in einer anderen Richtung ein zweiter Strom von etwa der halben Mächtigkeit, so daß ungerechnet des Aschen- und Schlacken- auswurfes diese einzige Eruption eine Masse von 685 Millionen Cubikfuß Lava lieferte, was, in einen Würfel vereinigt gedacht, einen solchen von 882 Fuß Höhe giebt.

Zwei Lavaströme eines Vulkanes der Insel Bourbon in den Jahren 1776 und 1787 haben zusammen 4546 Millionen Cubikfuß Lava geliefert. Wenn man die auf einen Würfel berechnete Lava sich als Berg denkt, so würde dieser Berg bei einer Grundfläche von 1362 Fuß in's Geviert und einer viereckigen Gipfelsfläche von 1264, 2626 Fuß hoch seyn; und würde man

aus dieser Masse einen regelrechten Berg formen, so würde dieser dem Brocken nicht nachstehen.

Der größte Lavastrom jedoch, der in die Zeit menschlichen Gedenkens fällt, ist der, welchen auf Island der Skapta-Jökull 1783 lieferte. Er ergoß sich am 11. Juni in das 400—600 Fuß tiefe Thal des Skapta-Flusses, welches sich weiter unten in ein Becken mit einem See ausweitete. Der Strom füllte nicht nur dieses Thal sammt dem Becken und See vollkommen aus, sondern breitete sich beiderseits über die die Thalschlucht einschließenden Höhen noch weiter aus und stieß an seinem Ende an einen alten Lavastrom, den er zum Schmelzen brachte. Am 18. Juni ergoß sich ein zweiter Strom über den ersten und stürzte als Feuerkaskade über den Thalrand des Wasserfalles Napafos. Ein dritter Strom am 3. August wurde von den beiden vorhergehenden in eine andere Bahn genöthigt. Wo diese Ströme die freie Ebene erreichten, bereiteten sie sich zu Lavaseen von 12—15 engl. Meilen Durchmesser und 100 Fuß Tiefe aus. Der bedeutendste dieser Ströme hatte eine Länge von 50 engl. Meilen und 15 engl. Meilen Breite bei einer durchschnittlichen Höhe von 100 Fuß.

Wäre diese Eruptionsmasse nicht flüssige Lava, sondern starres Gestein gewesen, so würde sie den höchsten und mächtigsten Berg der Erde gebildet haben — das Werk weniger Stunden.

Und dennoch, wie groß diese Massen sind — gegen den Erdbkörper gehalten sind sie fast nichts; und wenn Cordier darin Recht haben sollte, die durch die vorschreitende Abkühlung bewirkte Zusammenziehung der starren Erdrinde als die nächste Ursache der vulkanischen Eruptionen zu betrachten, so würde ein gradehin unmerkbarer Grad dieser Zusammenziehung ausreichen, um so enorme Lavamassen heraus zu pressen. Man hat berechnet, daß um 100 Jahre lang jährlich fünf der beschriebenen Lavaströme aus der Erde heraus zutreiben, eine Verkürzung des Erdhalbmessers um 1 Millimeter ausreichen würde!

Es ist gut, an so gewaltige Erscheinungen dann und wann den Maßstab der Erde zu legen, um nicht zu vergessen, daß jene nicht im Stande sind, den ruhigen Fortbestand der Erde und ihrer Bewohner im großen Ganzen im geringsten zu beeinträchtigen.



Solche Ereignisse, welche unseren kleinen Gesichtskreis mit Entsetzen erfüllen, sind im Verlaufe des Erblebens gleich dem Schweißtropfen, der aus den Poren unserer Stirn rinnt und auf unserer Wange wieder vertrocknet.

Aber nicht bloß die Lavaströme und die sich über weite Landstriche ausbreitenden Aschenregen, welche durch vulkanische Gewitterfluthen in Schlammströme verwandelt werden, sind die vulkanischen Mittel zu erhöhenden Umgestaltungen des Bodens — es kommen hierzu noch die Aufschüttungen und Emportreibungen neuer Kegelberge, die zuweilen eine ansehnliche Höhe zeigen.

Die Seiten des Aetna enthalten eine Menge im Vergleiche zu dem Hauptkolosse des Berges klein erscheinende und doch nicht unbedeutende Kegel, welche zu verschiedenen Zeiten von der vulkanischen Gewalt emporgetrieben wurden. 1669 wurden hier die 450 Fuß hohen Monti Rossi gebildet. An der Bai von Bajä ragt bei Pozzuoli dicht an der Meeresküste der Monte Nuovo 540 Fuß hoch auf, welcher 1538 in der Nacht des 29. September aufgestoßen wurde.

Einen passenden Uebergang von den umgestaltenden Wirkungen der Vulkane zu denen der Erdbeben bietet uns der durch ein solches neu gebildete Vulkan Jorullo in Mexiko. Ende Juni des Jahres 1759 wurde eine blühende reich angebaute Ebene, 36 Stunden von der westlichen Küste gelegen, von einem heftigen Erdbeben heimgesucht. Es wüthete mit geringen Unterbrechungen zwei volle Monate hindurch und zuletzt wurde Anfang September der Vulkan Jorullo zu einer Höhe von 1600 Fuß emporgetrieben. Die ehemals blühende Ebene war vorher schildähnlich aufgebläht und ringsum die Aufblähung von ihrer Umgebung durch einen tiefen Spalt losgerissen worden. Auf dieser aufgetriebenen Ebene, die nun den ihre üble Beschaffenheit ausdrückenden Namen Malpays trägt, befinden sich außer dem Jorullo zahlreiche kleine, nur wenige Fuß hohe Fumarolen, von den Spaniern hornitos, Defen, genannt, aus denen heiße Wasserdämpfe aufsteigen. Der Jorullo, der also bald seinen hundertsten Geburtstag begehen wird, ist seitdem in die Zahl der thätigen Vulkane eingetreten und gehört zu der merikanischen Vulkanenreihe, welche, aus 6 thätigen Vulkanen bestehend, eine 119 Meilen lange ziemlich genau von

Ost nach West gehende Linie bildet, in welcher der neue Vulkan zwischen den Toluca und Colima in die Mitte trat. Es sey hier in Beziehung auf die merikanische Vulkanenreihe eingeschaltet, daß sie gegen die Regel eine hohe Gebirgskette quer durchschneidet. Man fühlt sich zu der Ansicht veranlaßt, der Spalt, auf welchem diese Vulkanenreihe steht, sey dadurch bedingt, daß die schmale Landenge von den beiden kolossalen Massen von Süd- und Nord-Amerika bei der Hebung zerbrochen wurde.

Die Wirkungen der Erdbeben, welche wir eben in ihrer höchsten Machtentfaltung vulkanbildend kennen lernten, sprechen sich zunächst in Zerreißen und Spaltungen des Erdbodens aus, obgleich bekanntlich nicht alle Erdbeben diese Folge haben, sondern meist sich darauf beschränken, den Boden nur in schwingende Bewegung zu bringen, welche allerdings nicht selten selbst dem Auge so deutlich wahrnehmbar ist, daß granitne Berge ein deutliches Auf- und Abwogen zeigen, ohne doch dabei in ihrem inneren Zusammenhange wesentliche Zerreißen zu erleiden. Die Zerstörung trifft bei solchen Erdbeben meist bloß die Werke der Menschen.

Die während eines Erdbebens sich bildenden Spalten und Risse sind oft bloß vorübergehend, indem die einander folgenden Erdstöße sie wieder schließen; oft aber auch werden zuerst nur schmale Spalten von den folgenden Stößen ruckweise immer weiter aufgerissen.

Am genauesten hat man die Wirkungen des schon mehrmals erwähnten großen Erdbebens aufgezeichnet, welches 1783 Calabrien heimsuchte und Oppido zum Mittelpunkte hatte. Nach Grimaldi erfuhren viele bei dem ersten Stoße am 5. Febr. gebildete Spalten eine bedeutende Verlängerung, Erweiterung und Vertiefung während der sehr heftigen Erschütterungen des 28. März. In der Gegend von San-Filli sah derselbe eine Spalte von einer halben Meile Länge, 2 1/2 Fuß Breite und 25 Fuß Tiefe, im Distrikte von Plaisano aber eine förmliche Schlucht von 105 Fuß Breite und beinahe 1 Meile Länge. Andere Spalten hatten 100 und 225 Fuß Tiefe. Der Kalksteinberg Jesitio war auf eine halbe Meile Länge in zwei Hälften gespalten. In der Nähe von Oppido bei Cannamaria, Terranuova und anderen Orten wurden viele Häuser von den unter ihnen aufklaffenden Spalten so völlig verschlungen, daß sie spurlos verschwanden, und da sich

diese Spalten oft mit großer Hefigkeit wieder geschlossen hatten, so fand man später beim Nachgraben die Häuser mit ihrem gesammten Inhalte zu einer einzigen festen Masse zusammengequetscht. Bei Jerocarne liefen die Spalten von einem gemeinsamen Mittelpunkte, um welchen sie zunächst ein Netzwerk bildeten, strahlenförmig nach allen Seiten aus, ähnlich wie eine dünne Eisrinde eines Teiches springt, wenn man einen Stein darauf wirft. Bei Terranuova war diese Spaltenbildung mit bedeutenden Berwerfungen, d. h. mit ungleichmäßiger Erhebung der Spaltenwände verbunden, so daß von benachbarten Häusern alsdann das eine oft viele Fuß höher als das andere stand. Ein runder aus sehr dickem Gemäuer bestehender Thurm wurde senkrecht gespalten und die eine Hälfte 15 Fuß hoch senkrecht emporgeschoben.

Daß aus diesen Spalten oft auch verschiedene Ausbrüche erfolgen, ist leicht zu vermuthen. Unter diesen steht Wasser und Schlamm obenan. Die dadurch emporgetriebenen Massen breiten sich entweder zu Seen aus oder bilden auch mehr oder weniger ausgedehnte Ströme je nach der Beschaffenheit des Terrains. Das Wasser wird zuweilen in hohen Springquellen emporgeschleudert. 1702 und 1703 bei dem Erdbeben in den Abruzzen, wobei die Stadt Aquila beinahe ganz zerstört wurde, riß das Wasser Steine mit empor und sprang höher als die höchsten Bäume. Vor dem ersten Erdstöße des Erdbebens in Calabrien floß bei Laureano aus dem Grunde zweier Schluchten eine Menge Kalkschlamm hervor, der sich eine italienische Meile lang als ein 225 Fuß breiter und 15 Fuß tiefer Strom ergoß. Auch Gas und Feuerflammen, jedenfalls entzündete Gase, brechen zuweilen aus den Spalten hervor.

Eine eigene Erscheinung sind die sogenannten Erdtrichter oder Rundlöcher, welche sich in Calabrien bei Rosarno bildeten; es sind mehrere Fuß im Durchmesser haltende runde nach unten trichterförmig sich verengende Löcher, welche nach unten in einen engen Kanal endigen, aus denen das sie ausfüllende Wasser emporgetrieben worden war. Vom Rande dieser Erdtrichter strahlen eine Menge kurzer Spalten aus. Im Jahre 1811 und 1812 entstanden bei dem Erdbeben im Mississippi-Thale solche Erdtrichter bis 90 Fuß Durchmesser und 20 Fuß Tiefe, die noch jetzt dort dem Erdboden ein eigenthümliches Ansehen geben.

Mächtige Einwirkungen müssen die Erdbeben nothwendig auf die Quellen und andere Gewässer hervorbringen, da jene nicht nur den Wasserstand sondern auch die Zuflüsse wesentlich stören. Thermen werden dadurch, ohne Zweifel durch Beimischung kalten Wassers oder Abschließung der heizenden Kanäle, vollkommen erkältet, zuweilen aber auch in ihrer Wärme bedeutend erhöht. Die Einwirkung des Erdbebens von Lissabon auf die Quellen von Tepliz haben wir schon früher erfahren (S. 152.) Während desselben Erdbebens überstieg der Neuchâtelser See seine Ufer, wogegen der benachbarte Murtensee 6 Fuß gesunken seyn soll. Ähnliche Schwankungen erlitten die Landseen von England, Schweden und Norddeutschland. Ein neuer Beweis von der weiten Erstreckung und Gewalt jenes fürchterlichen Erdbebens.

Aber alle menschlichen Vorstellungen übersteigen die Verwüstungen und Umgestaltungen der Erdbeben, wenn an Küstenstrichen das Meer seine Gewalt mit ihnen verbindet.

Dadurch wurde eben das Erdbeben von Lissabon so furchtbar verheerend. Ich schalte das ein, was Raumann (Lehrbuch der Geognosie I. S. 344.) hierüber mittheilt:

„Etwa eine Stunde nach dem ersten heftigen Stöße erhob sich das Meer plötzlich vor den Mündungen des Tago und stieg, ungeachtet die Ebbe bereits eingetreten war und der Wind vom Lande her wehte, sehr rasch bis zu 40 Fuß Höhe über den höchsten Fluthstand, stürzte sich in die Straßen der Stadt und verursachte dort große Verwüstungen. Eben so schnell strömte die Fluthwoge wieder zurück, brach aber noch drei bis vier Mal mit verminderter Höhe und Heftigkeit wieder in das Land ein, bevor das Meer seinen gewöhnlichen Stand annahm. An der ganzen Küste Portugals fand dieselbe Bewegung in mehr oder weniger starkem Grade statt und richtete vielorts großen Schaden an; sie erstreckte sich auch südlich bis an die Straße von Gibraltar und erreichte namentlich bei Cadix einen außerordentlich hohen Grad von Heftigkeit. Obgleich dort das eigentliche Erdbeben keine bedeutende Zerstörungen verursacht hatte, so stieg doch bald nachher das Meer in etwa 8 Seemeilen Entfernung (vom Lande) zu einer 60 Fuß hohen Woge an, welche sich mit großer Geschwindigkeit gegen das Land fortwälzte und daselbst mit so fürchterlicher

Gewalt anprallte, daß sie Wälle und Mauern zerstörte, Kanonen vom schwersten Kaliber bis 100 Fuß weit fortrollte und die Landzunge zerriß, durch welche der Felsen von Cadix mit dem Festlande in Verbindung steht.“

Noch schrecklicher erging es bei dem Erdbeben von Lima der Hafenstadt Callao, welche von einer 80 Fuß hohen Fluthwoge bis auf geringe Ueberreste mit fast der ganzen Bevölkerung im Nu weggeschwemmt wurde. Von 23 im Hafen vor Anker liegenden Schiffen versanken 19 auf der Stelle, während die übrigen 4 fast eine Stunde weit landeinwärts auf das Land gesetzt wurden. 1692 wurde auf Jamaica eine Fregatte über die Häuser hinweg getragen und mitten in der Stadt Port-Royal auf dem Dache eines Hauses niedergesetzt.

In solchen Fällen scheint diesen Fluthwellen jedoch immer ein eben so bedeutendes Zurückweichen des Meeres voraus zu gehen, als wolle es einen Anlauf zu seinem furchtbaren Sprunge nehmen.

Ganz besonders haben Küsten-Erdbeben zuweilen bedeutende Veränderungen des Niveau's der Küste zur Folge. Am bedeutendsten hat sich dies nach dem Erdbeben am 19. Nov. 1822 längs der Küste von Chile gezeigt. In weiter Erstreckung fand man nach demselben die Küste 3—4 Fuß höher über dem Meerespiegel liegen. Es würde dies eben wegen der Ausdehnung dieser Erscheinung über weite Küstengebiete nicht leicht in's Auge gefallen seyn, wenn nicht dabei diejenigen Schalthiere als Maasstab gedient hätten, welche unmittelbar unter dem Meerespiegel an und in den Felsen festsetzend leben, und die man nach dem Erdbeben meilenweit mehre Fuß hoch an ihrem natürlichen Wohnsitze aber außerhalb des Wassers fand. Eine engl. Meile weit landeinwärts diente eine Mühle in ähnlicher Weise, weil sie durch das Erdbeben auf nicht ganz 300 Fuß Länge 14 Zoll Gefälle ihres Mühlbachs gewonnen hatte, was auf eine noch bedeutendere Hebung des Bodens hinweist als jene Schalthiere unmittelbar an der Küstenlinie. Diese Erhebung wiederholte sich dort bei dem Erdbeben am 20. August 1835, wodurch die Küste abermals um 4—5 Fuß sich erhob, davon aber innerhalb einiger Wochen wieder um 1—2 Fuß sank; so daß die gebliebene Erhöhung nur 2—3 Fuß über dem Meerespiegel beträgt.

Fällt in solchen Fällen eine felsige Seeküste jäh in das Meer ab, so erfolgt bei einigen Fuß Erhebung natürlich kein Gewinn an horizontaler Bodenfläche: dieser muß schon bei so geringer Erhebung jedoch bedeutend seyn, wenn eine flache Küste sehr leicht unter den Meeresspiegel einschließt. —

Es ist namentlich der Engländer Darwyn, welcher solche durch Erdbeden vermittelte Küstenhebungen an vielen Orten nachgewiesen hat. Von den weiter unten zu betrachtenden sogenannten säcularen oder ruhig und ohne plötzliche Rucke und daher sehr langsam und ununterbrochen statt findenden Hebungen des Erdbodens sind diese ruckweise erfolgten Erhebungen wenigstens an den Küsten immer sicher durch die sogenannten Uferterrassen und Strandlinien zu unterscheiden. Die Erinnerung an das, was wir alle an dem Ufer eines in Folge anhaltender Trockenheit einen sehr niedrigen Wasserstand zeigenden Flusses gesehen haben, überhebt mich einer weiteren Erklärung dieser Bezeichnungen. Ob, wie am Flusse, das Wasser fällt, oder, wie an der Meeresküste, die Küste steigt, in der Hauptsache muß die gleiche Erscheinung die Folge davon seyn. Die felsens bewohnenden Muscheln und die Ablagerungen von Meeresgeschieben und Muschelschalen bilden die sicheren Kennzeichen solcher Uferterrassen und Strandlinien. Sind dieselben deutlich stufenartig mit dazwischen liegenden horizontalen Streifen, über- und hintereinander abgesetzt, so bezeichnet sicher jede Stufe einen vulkanischen Ruck. Finden wir aber zwischen der Küstenlinie und der oberen Grenzlinie des emporgehobenen Gürtels keine Absätze, so haben wir natürlich das Ergebnis einer säcularen Erhebung vor uns.

Darwyn hat solche Strandlinien an den Küsten von Peru und Chile bis zu 1300 Fuß Höhe über der jetzigen Küstenlinie nachgewiesen. Hierbei kann ich nicht umhin, ausdrücklich darauf aufmerksam zu machen, daß die Spuren, welche viele Seethiere immer in den Küstenfelsen zurüclassen, dem Gedanken keinen Augenblick Raum lassen, daß solche Niveauveränderungen von einem Fallen des Meeresspiegels herrühren. So dient dem Scharfblicke der Wissenschaft auch das Unbedeutende zur Entscheidung über die gewaltigsten Erscheinungen der Erdgeschichte. Zu diesem Zeugniß der Schalthiere gegen ein unmittelbares Sinken des Meeres tritt noch der

Umstand hinzu, daß zuweilen eine und dieselbe Strandlinie längs ihres Verlaufes an verschiedenen Orten eine verschiedene Höhe zeigt, was bei einem Sinken des Meeresspiegels nicht würde der Fall seyn können.

Die durch solche vulkanische Ereignisse sich ergebenden bleibenden Erhebungen oder Senkungen des Erdbodens (die nicht mit Auflagerung oder Abschwemmung verwechselt werden dürfen) sind aber dann oft nur an der Meeresküste sicher zu messen, — wo der unveränderliche Stand des Meeresspiegel einen sichern Maasstab dafür giebt — wenn diese Niveauveränderungen sehr langsam von Statten gehen, wobei dann die bewegende Kraft selbst, der Vulkanismus, verborgen bleibt, und nur von dem erfahrenen Geologen als solche erkannt wird.

Mit Recht macht Raumann darauf aufmerksam, daß für diese fortwährenden aber sehr langsamen Hebungen, von denen nun noch Einiges zu erwähnen ist, in Zukunft die genau abgewogenen Linien der Eisenbahnen einen zuverlässigen Maasstab geben werden.

Die Insel Santorin (S. 129.), und noch mehr deren kleine Nachbarinseln haben uns bereits ein sehr lehrreiches Beispiel von der ruhigen Hebung des Erdbodens gezeigt. Auch erinnern wir uns hier wieder an den Serapistempel von Pozzuoli (S. 45.). Dergleichen Hebungen sind in neuerer Zeit an sehr vielen Stellen fast aller Festländer, oft in großer Küstenerstreckung, nachgewiesen worden.

Die Geognosie bedarf dieser säcularen Erhebungen, und der ihnen entsprechenden Versenkungen, um manche Erscheinungen in der Beschaffenheit der geschichteten und selbst der plutonischen Gesteine zu erklären; und meine Leser und Leserinnen, die vielleicht mit einiger Ungebuld einer Schilderung der so verschiedentlich zusammengesetzten Erdrinde und ihrer Einschlüsse entgegensehen, werden zugestehen, daß wir uns an diese nicht wagen durften, ohne vorher in der Gegenwart uns nach solchen Erscheinungen umgesehen zu haben, welche uns als Dolmetscher der Bildungsgeschichte der Erdrinde dienen können.

Von besonderem Interesse müssen uns diejenigen säcularen Hebungen seyn, welche an Küsten des nördlichen Europa statt finden.

Das Empортаuchen Scandinaviens ist schon seit mehr als hundert Jahren beobachtet worden und wurde lange Zeit für ein wirkliches Fallen

des Meeresspiegels gehalten. Seit 1803 wurde durch Playfair die gegen-  
 theilige Ansicht verfochten und im Jahre 1834 durch Hüll nach umsichtigen  
 Untersuchungen die Hebung festgestellt und dabei berechnet, was mit einer  
 früheren Annahme übereinstimmt, daß ganz Scandinavien in jedem Jahr-  
 hundert um etwa 3 Fuß sich über den Meeresspiegel erhob. Derselbe fand  
 aber auch zugleich, daß an der Ostseite dieser Hebung eine Senkung vor-  
 ausgegangen war und zwar seitdem Scandinavien von Menschen bewohnt,  
 und diese bereits die Kenntniß des Eisens und der Schifffahrt besaßen.  
 Dies ergab sich mit Sicherheit daraus, daß man bei Södertelje bis 64  
 Fuß tief in einer feinen Sandschicht beim Graben eines Kanales eine  
 Hütte, Ueberreste von Rachen, Anker und eiserne Nägel fand. Diese  
 Schichten bilden dort eine zum Theil bis 60 Fuß hohe Terrasse und  
 tragen die unverkennbarsten Spuren davon, daß sie in sehr junger Zeit,  
 d. h. höchstens vor einigen Jahrtausenden, sich unter dem Meeresspiegel  
 gebildet haben. Wir haben also hier nur in weit bedeutenderen Maas-  
 verhältnissen ein Seitenstück zu den drei Säulen von Pozzuoli, nämlich  
 ein Sinken und darauf folgendes Emporsteigen eines Erdstriches.

Ganz ähnliche Erscheinungen, wie die geschilderten, sind an den  
 englischen Küsten, in Dänemark und im nördlichen Rußland mit Zuver-  
 lässigkeit nachgewiesen, und da man sie auch anderwärts angetroffen hat,  
 auch an Inseln, z. B. an den Küsten der Sundainseln, der Philippinen,  
 auf vielen Inseln des großen Oceans, auf Neuholland und Vandiemens-  
 land, und da wir ferner durch die Koralleninseln ebenfalls ein Sinken und  
 Steigen des Meeresbodens kennen gelernt haben, so müssen wir aus allen  
 diesen Erscheinungen den Schluß ziehen, daß dieses langsame Auf- und  
 Absteigen der Erdoberfläche eine ganz allgemeine Wirkung des Vulkanismus  
 ist. Uebrigens besteht zwischen den ruckweisen und den ruhigen Hebungen  
 nicht immer ein scharfer Unterschied. Manche Erscheinungen sprechen für  
 ein Nebeneinanderbestehen beider, und wir können es auch sehr begreiflich  
 finden, daß der ruhige Gang der Erhebung dann und wann durch einen plöz-  
 lichen Ruck unterbrochen wird. So erscheint uns die Erde wie ein in ruhigem  
 Schlummer Liegender, dessen Brust von den Athemzügen sich hebt und senkt.

Die gleichmäßigen Senkungen des Erdbodens sind in der Regel  
 ebenfalls am sichersten an den Meeresküsten obgleich auch da natürlich nicht



immer so sicher zu bemerken, als die Hebungen. Jedoch fehlt es, außer den uns bereits Bekannten, nicht an Beweisen dafür.

Hier sind namentlich die unter dem Meerespiegel begrabenen Wälder mit zum Theil noch aufrechten Stämmen, und menschliche Bauwerke zu nennen, die man vorzüglich an den englischen und französischen Küsten antrifft.

Die erwähnte Hebung Scandinaviens nimmt nach dem Süden dieses Landes nicht nur allmählig ab, so daß sie bei Calmar nur noch etwa einen Fuß für das Jahrhundert beträgt und weiterhin ihre Grenze erreicht, sondern es findet in Schonen dagegen geradehin eine allmähliche Senkung statt, für welche namentlich Nilsson die unzweifelhaftesten Beweise gesammelt hat.

Diese Senkung mit jenen Hebungen zusammengehalten bilden eine Thatsache, welche ihrer geheimnißvollen Langsamkeit wegen zwar keine ängstliche Besorgniß erregt, aber dennoch für den Nachdenkenden etwas Dämonisches hat. Das Emporsteigen an dem einen Ende und das Untertauchen an dem anderen erinnert an das Wack, welches sich langsam im Wasser umwendet bis zuletzt der Kiel herauf kommt.

Auch ein Theil Grönlands ist im Sinken begriffen und nicht minder zeigen die dalmatischen Küsten unverkennbare Beweise derselben Erscheinung.

## IX. Folgerungen.

Charles Lyell; — die Ereignisse und Erscheinungen der Erd-Gegenwart erklären die Vergangenheit; — Bild eines der früheren Zustände Deutschlands; — Einfluß des Druckes und der Erschütterung auf erstarrende und erstarrte Massen. — Die Länge der Zeit unterstützt die Wirkungen der Kraft.

„Wir wissen, daß ein Erdbeben die Küste von Ghili auf fast 100 Meilen Länge zu einer durchschnittlichen Höhe von 5 Fuß emporgehoben hat. Eine Wiederholung von tausend gleich heftigen Stößen würde eine Gebirgskette von gleicher Länge von 10,000 Fuß Höhe emporgehoben haben. Ereignet sich nun nur eine von diesen Erschütterungen in einem Jahrhundert, so trifft dies mit der Ordnung der Ereignisse, wie sie die Bewohner Ghili's seit den frühesten Zeiten erfahren haben, überein.“

Lyell, Bd. I. S. 72.

Den vier langen Abschnitten über die Umgestaltung der Erdrinde in der Gegenwart, muß ich nun einen um so kürzeren aber auch um so

bedeutungsvolleren folgen lassen. Er soll in wenigen Worten aus jenen die Folgerungen ableiten, die sich für eine unbefangene Darstellung der Geschichte der Erde ergeben.

Hätte es der Umfang, den ich mir für meinen Versuch gesteckt hatte, nicht verboten, so hätte ich hier noch die Wandelungen ausführlich besprechen müssen, welche in einem gegebenen Landstriche in Folge klimatischer und tellurischer Veränderungen mit den Thieren und Pflanzen dieses Landstriches vorgehen. Wir würden gefunden haben, daß diese Wandelungen nicht unerheblich sind, nicht sowohl durch gestaltliche Veränderung, als vielmehr durch Aussterben und Auswandern gewisser Arten und dafür stattfindendes Einwandern anderer.

Da wir schon am Anfange unserer Unterhaltungen die Thier- und Pflanzenwelt als ein nothwendiges Glied unseres Planeten erklärten, so gehört auch sie im weitesten Sinne in das Bereich der Geologie und alle sie gegenwärtig betreffenden Wandelungen berechtigen uns zu Schlüssen auf die Ursachen, auf welchen die Mannfaltigkeit derjenigen Thier- und Pflanzenwelt beruht, deren versteinerte Ueberreste wir in den Erdschichten finden.

Ich kann nicht umhin, hier auf ein bedeutsames Werk aufmerksam zu machen, welches seinem Urheber mit jedem Tage die ihm gebührende Anerkennung mehr und mehr zuwendet. Es ist dies das Werk von Charles Lyell, welches in der Uebersetzung von Carl Hartmann den Titel führt: „Lehrbuch der Geologie. Ein Versuch die früheren Veränderungen der Erdoberfläche durch noch jetzt wirkende Ursachen zu erklären.“

Dieses Buch ist nicht nur das Werk eines bewunderungswürdigen Fleißes und des durchbringendsten Scharffsinns neben nüchternen Unbestechlichkeit der Betrachtung, sondern es ist ein Markstein auf dem weiten Gebiete der Geologie.

Es kann nicht fehlen, daß die Geologie wie kein anderer Zweig der Naturwissenschaft die Phantasie in Anspruch nimmt, ja um so mehr geradezu aufruft, als es sich bei dieser Wissenschaft großentheils um die Erklärung von Erscheinungen und Ergebnissen handelt, deren Vorgang weit außerhalb des Bereiches unmittelbarer Betrachtung liegt.

So hatte sich allmählig in der Geologie eine Richtung gebildet, welche nicht selten allzuleicht bereit war, Möglichkeiten an die Stelle von

Wahrscheinlichkeiten zu setzen, wobei ganz unbedenklich die Geogenie mit zu der Geologie gezogen wird.

Da trat 1830 das Buch von Lyell auf und gebot diesem Wesen dadurch einen Halt, daß es aller Welt den thatsächlichen Beweis gab, wie weit man bei der Erklärung geologischer Erscheinungen kommen könne, wenn man dabei noch jezt wirkende Ursachen zu Rathe ziehe.

Gleich im 1. Capitel des 1. Bandes hebt Lyell nachdrücklich hervor: „daß das Vermengen der Gegenstände der Geologie mit denen der Kosmogonie die verbreitetste und eine bedenkliche Quelle von Verwirrungen geworden sey“.

Er hat jedenfalls Recht, wenn ihn dabei die Ansicht leitet, daß man in das Gebiet des der unmittelbaren Beobachtung sich Entziehenden nicht eher eintreten dürfe, wenn man auf dem Gebiete des unmittelbar Wahrnehmbaren oder wenigstens mit wissenschaftlicher Nothwendigkeit Erschließbaren noch nicht am Ziele sey.

Dabei kann es dahin gestellt bleiben (es geht wenigstens weder das Eine noch das Andere mit Bestimmtheit aus Lyell's Buch hervor), ob er der Kosmogonie (Lehre von der Entstehung der Welt) überhaupt abhold sey oder nicht, und im ersteren Falle ob er dogmatische oder sensualistische Bedenken dagegen habe, ob er also eine von der Gottheit eingesetzte oder eine ewige Weltordnung anerkenne.

Immerhin bleibt es Lyell's großes Verdienst, daß er die Frage mit Entschiedenheit aufgeworfen hat, ob es nicht richtiger sey, Geogenie und Geologie vollständig von einander zu trennen.

Allein dieses Verdienst war weit entfernt, sogleich anerkannt zu werden. Man hielt und hält noch an dem Belieben fest, sich die Entstehung der Erde zu denken und sogar über ihren Verfall und ihr Ende, wenn auch nicht der Zeit nach, im Voraus die gewagtesten Hypothesen aufzustellen. Erst in neuerer Zeit fängt man an, die Geogenie in geologischen Lehrbüchern, die man daher dann auch lieber geognostische nennt, aus dem Spiele zu lassen, und giebt zu, daß die Lyell'sche Lehre eine Wahrheit ist.

Jedoch ich muß mich hier auf diese Andeutungen über Lyell's wichtige Arbeit beschränken, und bemerke bloß noch, daß die Lektüre derselben im Originalabdruck zu den befriedigendsten geistigen Genüssen gehört, welche

in der geannten Uebersetzung durch Ungenauigkeit und Ungelenkheit leider nicht unbedeutend beeinträchtigt wird.

Werfen wir nun einen zusammenfassenden Blick auf den Inhalt der vier letzten Abschnitte, welche nur eine sehr beschränkte Auswahl aus einem großen Vorrathe lehrreicher Thatfachen bieten konnten, so müssen wir mit Eyell die Ueberzeugung gewinnen, daß die noch fort und fort statt findenden Umgestaltungen der Erdoberfläche unleugbar die erste Stelle einnehmen unter den Mitteln, uns die Bildung der vorgeschichtlichen oder der sogenannten vorweltlichen Gestaltungen derselben zu erklären.

Aus dem, was diese vier Abschnitte enthalten, geht als Gesamtresultat hervor, daß die Erdoberfläche in einer ewigen Wandelung begriffen ist, ja daß man mit buchstäblicher Richtigkeit sagen kann, die Erdoberfläche sey in jeder Minute eine andere, wenn auch diese Veränderungen gegenüber der Größe des Erdkörpers an räumlicher und stofflicher Ausdehnung immerhin sehr unbedeutend erscheinen.

Aber die Geringfügigkeit der auf einmal bewegten Massen wird aufgewogen durch die unbegrenzten Zeiträume, in welchen die Bewegung statt findet.

Blickten wir nach dem stillen Ocean, so fanden wir dort ein wunderbares Bündniß zwischen zwei sehr ungleichen Mächten; kleine zarte Wesen, aus den Feengärten der Märchenwelt stammend, verbinden sich mit dem furchtbaren Vulkanismus, welcher zu diesem ungleichen Bunde sich gar sanft und friedfertig anstellt, um zahllose Inseln zu bilden. Anderwärts stemmt der Riese seinen glühenden Rücken unter die Festländer, um sie langsam über den Meerespiegel empor zu heben, oder donnert gegen ihre Unterseite, daß sie weit und breit erbeben und darauf die kleinen Menschenwerke wie Kartenhäuser zusammenstürzen. Als Gegner dieses Aufwieglers lernten wir das gern Alles gleichmachende Wasser kennen. Was dieses seit unbestimmten Jahrtausenden von der Oberfläche der Erde abspülte und auf seinen tausend Kanälen auf den Grund des Meeres hinabführte, um dort daraus neue Schichten zu bilden, muß früher oder später dem Vulkanismus wieder verfallen, der es wieder emporhebt. So ist halb Deutschland entstanden. Wo am Neckar die Rebe grünt, da wogte einst ein Meer, in welchem eine große buchtenreiche Insel lag. In späteren Zeiten hatte diese Insel an Umfang gewonnen und hatte sich mit zwei

anderen westlich und südwestlich liegenden Inseln verbunden, während rings um diese zerrissene Insel Deutschland und Frankreich von einem Meere bedeckt war, aus welchem sich die mächtigen Schichten absetzten, welche als „sächsische Schweiz“ jetzt zahllose Reisende herbeilocken, nachdem

37.



Karte des Jura-Meeres.



Jura-Meer.



Unbekannte Localitäten.



Festland.

Festgestellte Ufer des Jura-Meeres.

Ufer der jetzigen Meere.

sich die Elbe ihr tiefes Bett mitten hindurch gewaschen hatte. Beistehendes Kärtchen giebt uns ein Bild von dem Aussehen Deutschlands, welches dieses in jener grauen Vorzeit hatte, in welcher sich die Juraformation auf dem Boden des Deutschland zum Theil bedeckenden Meeres absetzte. — Kann dies noch einmal so werden? Werden sich vielleicht ferne Menschengeschlechter ihre Häuser auf einen Grund bauen, der jetzt hunderte von Fußes unter dem Meerespiegel liegt? Wir können nicht daran zweifeln; wenn wir auch nicht wissen wo und wann das geschehen wird. Aber wenn vielleicht auch nicht einer meiner Leser, eben so wenig wie ich die furchtbare Lehre erhalten hat, daß die Lebensart „fest wie der Erdengrund“ eine Täuschung ist, so haben wir es doch durch die Wissenschaft erfahren, daß die Erdkugel nicht unwandelnbar ist.

Der Geolog spricht meist von einer größeren Macht des Vulkanismus in früheren Erdepochen und ist geneigt, die gegenwärtige vergleichsweise einen Zustand der Ruhe, der erfolgten Ausgleichung zu nennen. Er denkt dabei an einen rasch erfolgten Verlauf der Emportreibungen derjenigen plutonischen und vulkanischen Massen, die wir jetzt als Berge und Kettengebirge anstaunen. Allein die Geologie ist noch viel zu jung, um solche Ansichten mit Grund hegen zu dürfen. Dies „jung“ ist hier buchstäblich zu verstehen, und soll keineswegs sagen, daß die Geologie noch arg in der Kindheit stecke. Wie lange es gedauert habe, bis die Pyrenäen in ihrer majestätischen Größe aufragten und die mächtigen Schollen der durchbrochenen Uebergangs- und Flözgebirgsschichten schräg an sich anlagerten — ob dies in einem einzigen gewaltsamen Ruck oder in unendlich langem und langsamen Emporquellen geschehen sey, darüber haben wir keine Kunde. Und sehen wir uns nach entscheidenden Erscheinungen in der Jetztwelt um, so finden wir ebensowohl vergleichbare Ähnlichkeitsbeispiele für einen langsamen als für einen gewaltsamen und schnellen Gang. Wenn sich die Uferlinie von Chili und Peru immer noch hebt, so wird es ohne Zweifel auch mit der mit ihr gleichlaufenden Andenkette der Fall seyn. Wenn uns nun auch nichts zwingt, eine so ungeheure Gewalt dem Vulkanismus nicht zuzutrauen, wie sie nöthig gewesen seyn würde, jene ungeheure Bergkette auf einmal emporzutreiben, so scheint es doch natürlicher und näher zu liegen, anzunehmen, daß seit dem ersten Beginnen der Hebung der Westküste

küste Südamerika's mit ihren mächtigen Bergketten bis heute die Schnelligkeit dieser Hebung wesentlich immer dieselbe gewesen sey, als anzunehmen, daß diese Schnelligkeit im Laufe der Jahrtausende immer geringer geworden sey. Und will man durchaus annehmen, daß, um bei unserem Beispiele zu bleiben, die Andenkette durch einen mächtigen Erdstoß in kürzester Zeit emporgetrieben worden sey, so ist auf der andern Seite kein Grund vorhanden, in Abrede zu stellen, daß eine ähnliche Erscheinung nicht hier oder dort noch einmal, noch oft wiederkehren könne. Allerdings kennt das Menschengeschlecht seit es Geschichte kennt, keine so umfassende Umgestaltung eines Stückes der Erdoberfläche als unser Beispiel es zeigt; aber was beweist dies?

Die Alpen, um ein uns näher liegendes Beispiel zu wählen, haben sehr junge Sedimentschichten, reich an Versteinerungen von Thier- und Pflanzenformen, welche denen der Jetztwelt schon sehr nahe stehen, durchbrochen und aufgerichtet und zum Theil sehr hoch mit emporgehoben. Jene Schichten bildeten sich auf demselben Wege auf dem Boden des Meeres oder auf dem großer Landsee'n, wie sich heutzutage dergleichen auch bilden; jene wurden allmählig über die Oberfläche des Wassers emporgetragen, wie es früher oder später mit diesen vielleicht auch geschieht.

An der Insel Santorin lernten wir eine solche Emporhebung im Kleinen kennen, welche immer noch fortbauert. Wer kann sagen, ob nicht vielleicht in späteren Jahrtausenden, deren Zahl freilich nicht anzugeben ist, dort weit und breit Festland ist, wovon jetzt das griechische Inselmeer nur die höchsten Kuppen über seine Oberfläche als Inseln herausragen läßt. Dann werden die Schichten zu Tage oben auf liegen, an denen seit unbestimmbar langer Zeit die Sedimentbildung des Meeres arbeitet; und wenn dann in dem neugebornen Festlande das süße Wasser sich eingefunden haben wird, so werden alsdann seiner Zeit auch Süßwasserablagerungen mit Versteinerungen von Land- und Süßwassergeschöpfen nicht fehlen.

Daß wir alle diese Vorgänge nicht sehen und deren Erzeugnisse nicht vor unseren Augen erscheinen sehen — bei Santorin ist sogar auch dies der Fall — das beweist nicht gegen das Bestehen derselben, sondern beweist nur für die Langsamkeit und Allmähligkeit derselben.

Einen Hauptbeweis dafür, daß die Emportreibung der plutonischen oder Massengesteine, z. B. des Granites, des Grünsteines, der Porphyre

u. s. w., unter andern, so zu sagen gewaltfameren Verhältnissen stattgefunden haben, als die Emportreibungen sind, welche der Vulkanismus jetzt bewirkt, sucht man in der Beschaffenheit jener plutonischen Gesteine, welche allerdings meist sehr verschieden ist, von der der vulkanischen Gesteine.

Hiergegen muß aber zunächst eingewendet werden, daß diese Verschiedenheit keineswegs eine durchgreifende, beiderlei Gesteinsarten vollkommen trennende ist. So kommen z. B. nicht selten Grünsteine (eine plutonische Gebirgsart) vor, welche außer sonstiger Ähnlichkeit auch die schalig-kugelige Absonderung zeigen, welche dem Basalt, einem vulkanischen Gestein, sehr eigenthümlich ist.

Von erheblicherer Bedeutung dürfte aber hierbei die Erwägung seyn, daß die Erkaltung und Erstarrung der plutonischen oder Massengesteine (z. B. Granit, Syenit) unter anderen Verhältnissen — die aber recht gut auch noch jetzt stattfinden können — erfolgte, als die der entweder ganz zu Tage ausfließenden oder wenigstens bis hoch unter die oberste Decke der Erdoberfläche heraufgetretenen vulkanischen Gesteine.

Es ist bekannt, daß es auf Gefüge und sonstige Beschaffenheit geschmolzener und dann erstarrter Massen von erheblichem Einfluß ist, ob die Erkaltung und Erstarrung schnell oder langsam, unter einem niedrigen oder starken Druck erfolgte. Es bestätigt sich dies im Kleinen. Wir alle wissen, daß Wachs- und Talgkerzen zuweilen eine Neigung zeigen, zu schaligen Stücken zu zerbrechen, während andere dies nicht zeigen. Der Grund davon liegt ohne Zweifel darin, ob die zinnernen Gießformen bei der Bereitung der Kerzen sehr kalt oder etwas erwärmt waren, in ihnen also das Wachs oder der Talg sehr schnell und ungleichmäßig oder langsam und gleichmäßig erhärtete.

Die eisernen Achsen unserer Wagen und namentlich der Eisenbahnwagen müssen bekanntlich geschmiedet werden, weil Gußeisen krystallinisch und deshalb leichter brüchig ist. In neuerer Zeit hat man auf den Eisenbahnen die Beobachtung gemacht, daß die schmiedeeisernen Achsen nach langem Gebrauch und offenbar durch die bloße Erschütterung krystallinisch werden und dann leicht brechen; wie denn überhaupt wahrscheinlich alle Achsenbrüche der Eisenbahnen auf dieser Erscheinung beruhen.

Läßt man eben geblasene Glasflaschen an der Luft schnell erkalten, so bekommen sie ein Netzwerk unsichtbarfeiner Haarspalten und zerbrechen



bei dem geringsten Stoß. Man läßt daher das Glas sehr langsam in dem sogenannten Kühllofen erkalten.

Sollten diese Erscheinungen nicht einige Fingerzeige geben für die Beantwortung der Frage: bestehen die Bedingungen zur Bildung der plutonischen oder Massengesteine noch jetzt oder nicht?

Ich glaube sie bestehen noch jetzt, sind nur so tief unter der Erdoberfläche zu suchen, daß sie unserer unmittelbaren Beobachtung unzugänglich sind, und dieser Sitz ist ohne Zweifel nie ein anderer gewesen.

Granitene Bergketten sind vielleicht unter dem ungeheuren Druck tiefer Meere erstarrt und dann im Verlaufe langer Zeiträume emporgeschoben worden. Warum soll dies nicht auch noch jetzt statt finden können? warum sollen wir nicht annehmen dürfen, daß dies fortwährend statt findet?

Man hat durch Versuche den bedeutenden Einfluß festgestellt, den ein hoher Druck auf erkaltende geschmolzene Massen ausübt; aber ich habe nicht erfahren können, ob man darüber Beobachtungen und Versuche angestellt habe, welchen Einfluß es ausübe, wenn geschmolzene Massen während unter einem hohem Druck stattfindender Erstarrung zugleich einer andauernden heftigen Erschütterung ausgesetzt sind. Die Aufgabe liegt ebenso nahe, als sie nicht schwer zu lösen seyn kann.

An Erschütterung fehlt es den erstarrten und den erstarrenden Massen der Erdrinde nicht und vielleicht nur der kleinere Theil derselben dringt als Erdbeben bis an unsere Sinne.

Doch es würde mich über die Grenze des Umfangs und der Aufgabe dieses Buches hinausführen, wenn ich hier diese Frage weiter ausführen wollte. Diese Andeutungen reichen für den Zweck dieses Abschnittes vollkommen aus, und dieser ist kein anderer, als der, vor dem so oft eingehaltenen Verfahren zu warnen, welches annimmt, daß unsere Erde jetzt wesentlich andere Zustände und Erscheinungen in ihrem Innern und in ihrer Rinde berge, als in einer sogenannten Urzeit.

Wir dürfen nie vergessen, daß wir ungemessene Zeiträume hinter uns und vor uns haben. In diesen kann und wird noch oft geschehen, was in jenen geschehen ist.

## Zweite Abtheilung.

## X. Gesteinslehre oder Petrographie.

Mosaikartige Bildung der Erdrinde; nur wenige Steinarten sind dabei massenhaft betheiligt; Begriff des Individuums im Steinreiche; Gefüge oder Struktur der Gebirgsarten, einfache und zusammengesetzte Gebirgsarten; krystallinische, dichte, amorphe Gesteine; granitisches Gefüge, Porphyr-, Mandel-, Dolith-, Sandstein-, Trümmer-Struktur, Reibungcongglomerate, Schlackenstruktur, erdige oder Mergel-Struktur; — Minerogene, phytogene- und zoogene Gesteine. . .

Gesteinsformen, Morphologie der Gesteine; Fugen und Klüfte; Rutsch- oder Spiegelflächen; Fugen- oder Klufttraum; — Geschichtete Gesteinsform; schiefe geneigte, saigere Richtung der Schichten; Streichen und Fallen der Schichten (Fig. 38.); Mächtigkeit der Schichten; Zerklüftung oder Absonderung in Blatten, in Säulen (Fig. 39.), in quadratische, in unregelmäßige Stücke.

Unterscheidung der Gebirgsarten; krystallinische Gesteine: Familien des Glimmerschiefers, des Granites, des Serpentine, des Felsitporphyrs, der Basalte, Trachyte und Laven, des Kalksteines, des Gypses, des Kochsalzes; — die Trümmergesteine.

Lehre von der Zerlegung und Umbildung der Gesteine, Alösologie oder Metamorphismus. Entstehungsweise oder Genesis der Gesteine, auf wässerigem Wege, hydrogene, oder auf feurigem Wege, pyrogene Gesteine; Metamorphose der Gesteine durch die Verwitterung, Kaolinisirung des Feldspathes; durch hydrochemische Vorgänge, Dolomitisirung; durch das vulkanische Feuer, Frittung, Schmelzung, Verkohlung, Verkohlung, prismatische Absonderung, Umkrystallisirung. Metamorphische Gesteine.

Tausende von Pflanzenarten bilden die deutsche Flora und doch sind es nur wenige derselben, welche einer Gegend den landschaftlichen Stempel aufdrücken; so sind es auch nur wenige von den vielen Steinarten, welche die Masse der Erdrinde bilden, während die übrigen sich vereinzelt darin verlieren.

Derjenige, welcher aus seiner Heimath, welche vielleicht eine weite fruchtbare von aufgeschwemmtem Lande gebildete Ebene ist, nicht weg kam, vermag sich nur schwer vorzustellen, wie die Erdrinde mosaikartig aus allerlei Gesteinen zusammengesetzt ist. Ihm ist sie eine tiefe Fundgrube von Kies und Sand, Lehm, Thon, Torf, Moor und das Versteck für das Wasser seiner Brunnen. Und auch der Gebirgsbewohner, so wie der viel gereiste Wanderer denkt selten daran, wie bunt die Erdoberfläche ausseh-

würde, wenn nicht die Farben ihrer verschiedenen Felsarten verhüllt wären, bald von dem Grau der Verwitterung, bald von dem Grün der Pflanzenwelt, bald von dem Weiß der Schneedecke.

Hätten wir für einen senkrechten Durchschnitt der Erdrinde von meilenweiter Länge und berg Hohem Durchmesser ein Riesenauge, um ihn mit einem Blick übersehen zu können, wir würden ihn einer aus großen und kleinen verschiedenfarbigen Bruchsteinen aufgeführten Mauer ähnlich finden. Die Geognosie im engeren Sinne, die wir darum auch nicht unpassend den anatomischen Theil der Geologie nannten, hat sich mit diesem Felsengefüge der Erdrinde zu befassen und sie heißt Gesteinslehre oder Petrographie, indem sie uns lehrt, die verschiedenen Gesteinsarten, aus denen die feste Erdrinde wie ein Mosaik zusammengesetzt ist, nach bestimmten Merkmalen zu unterscheiden.

Wenn wir einmal absehen von der verschwindenden Kleinheit unserer Erde, welche ihr dem Weltall gegenüber zukommt, und an sie den Maßstab unserer eigenen Körperkleinheit anlegen, so erscheint uns immerhin die Masse der Erdrinde von ungeheurem Umfange und es muß uns dann überraschen, wenn wir hören, daß von den etwa 700 bis jetzt unterschiedenen Steinarten es nur sehr wenige sind, welche im Wesentlichen die feste Erdrinde bilden; denn wenn auch natürlich alle Steinarten in ihr ihre Ursprungsstätte haben, so sind die meisten doch in so kleinen Mengen darin vertheilt, daß viele für die Steinsammlungen oft nur schwer zu erhalten sind, und daher bloß in der Seltenheit ihr hoher Kaufpreis bedingt ist. Naumann (Lehrbuch der Geognosie I. S. 415.) drückt sich hierüber sehr angemessen so aus: „Wir begegnen mitten in den Hauptwerken der vorherrschenden Mineralien den übrigen Species, gleichsam nur wie einzelnen Schmucksteinen und Kleinodien des Mineralreichs.“

G. Vogt zählt in seinem Lehrbuche der Geologie und Petrefaktenkunde 44 Steinarten auf, welche die wesentlichen mineralischen Bestandtheile der Felsarten\*) sind. Von diesen sind die wichtigsten, d. h. am häufigsten allein oder vorwaltend ganze Felsarten bildend, der Quarz, die verschiedenen Feldspatharten, der Glimmer, der Serpentin, das

\*) Siehe Seite 17. ff.

Eisen in den verschiedenen Stufen der Oxydation oder in Verbindung mit Schwefel als Schwefeleisen, der Kalk (kohlen-saurer Kalk), der Gyps (Schwefelsaurer Kalk), das Steinsalz, der Talk, der Thon, die Braun- und Steinkohlen. Sie sind so allgemein bekannt, daß hier eine Beschreibung derselben überflüssig seyn würde.

Die Art, wie die 44 wichtigsten Steinarten die Gesteine der Erdrinde zusammensetzen, ist sehr verschieden. Entweder bildet eine Steinart ganz allein und unvermischt mit anderen oft in mächtiger Ausdehnung eine Gebirgsart und umschließt dann höchstens nur in kleinen Mengen andere Steinarten; oder es vereinigen sich deren mehrere zur Zusammensetzung einer Felsart. Am verbreitetsten kommt bekanntlich der kohlen-saure Kalk als reine Gebirgsart vor, in welchem Falle wir ihn dann oft Marmor nennen, eben so wie in diesem Falle der körnige Gyps Marmor genannt wird. Wenn der Kalk in demselben Sinne eine Steinart ist, wie die Weißtanne eine Pflanzenart, so gleichen beide einander zufällig auch darin, daß sie oft in großer Menge allein weite Flächen bedecken und andere Pflanzen und Steinarten verdrängen oder wenigstens nur in wenigen Exemplaren zwischen sich dulden.

Meine denkenden Leser und Leserinnen fühlen sich vielleicht an dieser Stelle durch einen ihnen aufsteigenden Zweifel belästigt. Was ein einzelner Tannenbaum, ein Vertreter der Tannenart sey, das ist uns Allen geläufig. Wir nennen auch im gemeinen Leben einen Tannenbaum, gleichviel ob jung und klein oder groß und alt, ein „Exemplar“ \*) der Tannenart. Was ist nun in gleicher Geltung ein Exemplar der Kalkart? Man sieht leicht, daß ein für die Sammlung in beliebiger Form geschlagenes Stück Kalkstein nicht in demselben Sinne ein Exemplar, ein Individuum ist, wie eine Tanne; denn wir hätten ihm eine andere Form und eine andere Größe geben können, ohne daß dadurch das Wesen des Steines gestört worden wäre. Gibt es denn im Steinreiche nicht eben so bestimmte Artformen, wie im Thier- und Pflanzenreiche? \*\*) Das Krystall ist

\*) Die deutschen Wörter ein Stück, ein Beispiel, ein Muster, könnten dies Fremdwort wohl verdrängen, es ist aber noch nicht geschehen.

\*\*) Es ist hier nicht der Ort, auf den Unterschied einzugehen, welcher zwischen thierischen

eine solche. Eine Krystalldruse, das ist bekanntlich ein Stein, der an einer seiner Seiten oder rundum mit Krystallen bedeckt ist, ist also dasselbe, was ein kleines Tannengehölz, ein Stück Tannenwald ist; die einzelnen Krystalle sind dort dasselbe, was hier die einzelnen Tannen. Wir kommen bald noch einmal auf diese Bedeutung der Krystalle als der Einzelwesen im Steinreiche zurück.

Das Gefüge oder die Struktur der Gebirgsarten kann aus verschiedenen Gesichtspunkten aufgefaßt werden und darnach die Arten derselben sich verschieden aneinander reihen. Man kann dabei entweder die Verschiedenheit der Steinarten, welche eine Felsart zusammensetzen, als Eintheilungsgrund benutzen oder die Art und Weise, wie jene unter einander verbunden sind.

Als ein Beispiel der Steinarten, welche allein ganze Felsarten bilden, aber untergeordnet andere Steinarten einschließen können, diene uns der bekannte Serpentin, der oft Krystalle von rothen Pyropen und seidenglänzende Adern von Asbest einschließt. In den geschichteten, also durch Wasserniedererschlag entstandenen Felsarten sind diese Einschlüsse oft Versteinerungen (Fossilien), welche dann aber meist ebenfalls in die Steinart umgewandelt sind, welche sie umschließt. Dies ist besonders häufig mit dem Kalk der Fall.

Die ganz gleichartigen, d. h. nur aus Einer Steinart gebildeten Felsarten, die aber nicht häufig vorkommen, da sich meist andere Steinarten, wenn auch nur als einzelne kleine Beimengungen eindrängen — sind in ihrem Gefüge entweder krystallinisch oder dicht.

Die krystallinischen Felsarten zeigen auf einem frischen Bruche — den man einer zu untersuchenden Felsart stets mit dem Hammer geben muß — eine Aehnlichkeit mit einem Stück weißen Zuckers, der in der That ganz in gleicher Weise eine krystallinische Masse ist, nur mit dem Unterschiede, daß im Zucker zwischen den einzelnen Kryställchen kleine leere Räume geblieben sind, was bei den krystallinischen Felsarten meist nicht der Fall

---

und pflanzlichen Einzelwesen, Individuen, statt findet. Ich verweise hierüber auf den S. 52 des II. Theils meines: „der Mensch im Spiegel der Natur.“ Leipzig bei G. Reil.

ist. Wenn wir oben sahen, daß ein Krystall die Form, der Ausdruck des Einzelwesens im Steinreiche sey, so erscheint uns ein gleichartiges krystallinisches Gestein als ein Hauswerk gleichartiger kleiner Steinwesen, welche im Augenblicke ihres Entstehens in und aus der Flüssigkeit, in welcher ihr Stoff bis dahin aufgelöst enthalten war, sich dicht an einander drängten. In diesem Gedränge konnte es nicht anders kommen, als daß die Krystalle einander vielfach im Wege waren, eines das andere in seiner Ausbildung hemmte. Daher zeigt der frische Bruch eines solchen Gesteines meist nur ziemlich unregelmäßig die Umrisse der bunt durcheinander und aneinander gefügten Krystalle, von denen man deutlich nur die spiegelnden Spaltflächen sieht. Dabei sind die Krystalle nicht durch einen Kitt (Cement) verbunden, welcher von der Masse derselben verschieden wäre, sondern diese haften ohne einen solchen innig und fest aneinander.

Die Krystalle eines krystallinischen Gesteines sind bald bis 1 Zoll groß, bald so klein, daß nur eine starke Vergrößerung sie zu erkennen und dann das Gestein von einem dichten zu unterscheiden vermag. Jedoch sind die Krystalle eines und desselben Gesteins = Vorkommens\*) selten von sehr ungleicher Größe, sondern meist ziemlich übereinstimmend, d. h. nicht große und kleine untereinander gemengt. Dies schließt jedoch nicht aus, daß an verschiedenen Stellen eines Gesteines, z. B. an den Begrenzungsflächen einer Schicht oder eines Stockes, die Krystallgröße eine andere ist, als an anderen Stellen, was offenbar auf eine Verschiedenheit in den Krystallisationsbedingungen hinweist.

Die dichten gleichartigen Felsarten lassen selbst unter Vergrößerung keine bestimmten Formen der sie zusammensetzenden Massentheilechen unterscheiden, weshalb sie auch amorphe, gestaltlose, genannt werden. Wenn uns für die krystallinischen gleichartigen Felsarten der Zucker ein anschau-

---

\*) „Vorkommen“ ist ein in der beschreibenden Naturgeschichte namentlich in der Steinkunde sehr gebräuchliches Wort. Man versteht darunter die von einer bestimmten Dertlichkeit stammenden und nach dieser oft besonders ausgeprägten Exemplare einer Art. Eine reiche geognostische Sammlung hat z. B. 20 Vorkommen des Granites, d. h. Granite von eben so vielen verschiedenen Dertlichkeiten, welche in den meisten Fällen auch zugleich Spielarten oder Abänderungen an Farben, zufälligen Beimengungen, Größe der krystallinischen Bestandtheile u. s. w. sind.

liches Bild war, so ist es für die dichten ein Stück Glas oder Pech. Der Feuerstein und der Pechstein sind bekanntere Beispiele.

Indem wir an diese zwei Arten der Massenzusammensetzung der Gebirgsarten einige andere anreihen, muß hier zunächst des granitischen Gefüges (Struktur) gedacht werden. Es ist ein vollkommen kristallinisches, nur mit der Besonderheit, daß die Masse nicht gleichartig, sondern ungleichartig, z. B. bei dem Granit selbst aus Quarz, Feldspath und Glimmer, oder vielmehr aus Krystallen dieser 3 Steinarten zusammengesetzt ist.

Zunächst steht die Porphyrstruktur, von der kristallinischen dadurch unterschieden, daß die Krystalle, meist verschiedenen Steinarten, z. B. Quarz und Feldspath, angehörend, durch einen bald sehr vorwaltenden bald mehr zurücktretenden Kitt verbunden sind. Dieser Kitt zeigt jedoch in vielen Fällen selbst ein kristallinisches Gefüge, und es darf daher, wenn man bloß auf die Form des Gefüges und nicht auf die Zusammensetzung desselben aus verschiedenen Steinarten sieht, die Porphyrstruktur von der kristallinischen ebenso wenig getrennt werden, wie die granitische.

Die Mandelstruktur ist von der vorigen dadurch verschieden, daß die in der meist sehr überwiegenden Grundmasse eingebakenen Stücke nicht Krystalle oder kristallinische, sondern rundliche, ei- oder mandelförmige Körper sind. Diese Körper existirten aber nicht als lose, freie vor der Bildung des Mandelsteins und sind also nicht erst später von der Grundmasse umgossen worden; vielmehr haben sie sich entweder gleichzeitig mit der Bildung der Grundmasse oder selbst später in den in dieser verbliebenen Hohlräumen gebildet. Hierin liegt der Unterschied der Mandelstruktur von der der Conglomerate oder Breccien.

Die Kogen- oder Dolithstruktur zeigt Verhältnisse, welche an den Fischrogen erinnert; kleine, selten die Größe eines Schrotkornes übersteigende Kügelchen sind durch nur wenig Kitt so verbunden, daß sie sich berühren und letzterer bloß die Zwischenräume ausfüllt. Beide bestehen aus derselben Steinart. Colithische Gesteine kommen namentlich in der Juraformation häufig vor. Hierher gehören auch die auf S. 79 beschriebenen Erbsensteine, in deren einzelnen Kügelchen freilich immer ein fremdartiger Kern ist.



Die Sandsteinstruktur besteht in der innigen Verbindung kleiner einander gleicher Körner durch eine von diesen verschiedene Grundmasse. Als Regel ist dabei anzusehen, daß die Körner, fast immer eigentliche Sand: d. h. Quarzkörner, bei der Bildung des Sandsteines nicht erst mitgebildet, sondern von Wasser herbeigeführt und zusammengefügt wurden. Man findet daher oft in der Sandsteinstruktur das Gesetz der Schwere wirksam, nämlich in einer auf einmal abgesetzten Schicht die größeren und schwereren Körner, welche faustgroße und noch größere Brocken seyn können, in der unteren Hälfte derselben.

Im Wesentlichen mit der Sandsteinstruktur übereinstimmend und nur durch Nebendinge davon verschieden ist die Conglomerat- oder Breccien- und die Trümmerstruktur. In beiden sind die durch das Bindemittel zusammengefügteten Brocken in der Regel größer. Beide sind dadurch von großer Wichtigkeit für das Studium der Erdgeschichte, daß ihr Aussehen sehr deutlich sagt, wie sie entstanden sind.

Der Monserrat in Spanien, ein etwa 3000 Fuß hoher Berg von sehr ausgedehnter Grundfläche, besteht durchaus nur aus einem Gemengel von abgerundeten Geschieben aller Größen und von verschiedenen Gebirgsarten, welche durch ein rostbraunes Bindemittel zu einem sehr harten und vollkommen dichten Gestein verbunden sind. Das Bindemittel selbst enthält wieder zahllose kleine Trümmer von allerhand Gesteinen. Daß die Einschlüsse keine scharfkantigen und eckigen Stücke, sondern eben Geschiebe oder Kollsteine sind (s. S. 59) und daß das Bindemittel selbst wieder zahllose kleine Trümmer enthält und also kein feiner, ruhig geflossener Schlamm gewesen seyn kann, daß die Geschiebe nicht nach der Schwere geordnet sind, die kleineren mehr oben, die größeren unten, das Alles zeigt deutlich, daß bei der Bildung solcher Breccien nicht ein ruhiges Fliesen und allmähliges Ablagern, wie es die Sandsteinstruktur voraussetzt, statt gefunden habe, sondern daß dabei die ganze ungeheurere Masse in einer heftigen Bewegung gewesen seyn müsse, wobei ein Theil der Geschiebe in kleine Brocken zerrieben und diese in dem Bindemittel vertheilt wurden. Ganz anders bedingt lernten wir die Conglomeratstruktur gelegentlich der Sinterbildung früher kennen (S. 81), wo miteingeschlossene Schneckenhäuser bestimmt auf eine ruhige Entstehungsweise hindeuteten.

Die Trümmerstruktur unterscheidet sich äußerlich dadurch von der Conglomerat- oder Breccienstruktur, daß die Brocken scharfzantige Trümmer und nicht abgerundete Geschiebe sind. Dies weist unverkennbar darauf hin, daß die Trümmer nicht durch Wasserfluthen weit hergeführt worden sind, sondern daß Felsmassen durch irgend eine Gewalt — ohne Zweifel die des Vulkanismus — in Stücke zertrümmert wurden, und daß sich zwischen die nur wenig verschobenen Trümmer dann das Bindemittel ergoß, welches oft von derselben mineralischen Beschaffenheit ist, wie die Trümmer. Zuweilen liegen in der Trümmerstruktur die Trümmer noch ganz so beisammen, wie sie ursprünglich zusammengehangen haben, und dann war das Gestein, wahrscheinlich durch einen vulkanischen Stoß, bloß in zahlreiche Trümmer gesprungen, zwischen welche dann das Cement eindrang. Dies ist der Fall bei vielen Marmorarten. Der bekannte Trümmerachat vereinigt die Scharfzantigkeit der Trümmer und eine große Verschiebenartigkeit derselben, welches Letztere auf ein Zusammenführen der Trümmer aus von einander entlegenen Vertikalitäten deutet. Die große Härte des Achat und seine bekannte Farben- und Zeichnungsmanchfaltigkeit in verhältnißmäßig kleinen Stücken erklärt jenen Widerspruch einigermaßen.

Einen weiteren Beleg für die Bedeutsamkeit der Trümmerstruktur bilden die sogenannten Reibungsconglomerate. Sie finden sich ziemlich häufig auf der Grenze zweier Gebirgsarten, wenn die eine die andere gewaltsam durchbrochen hat, wobei die beiderseitigen Trümmer zu einem Conglomerat zusammengefittet worden sind, und die in erweichtem Zustande durchbrechende Gebirgsart meist den Kitt abgibt. War diese dabei in feuerflüssigem Zustande, so sind die eingeschlossenen Trümmer der anderen meist umgewandelt, namentlich umgefärbt, gefrittet oder verglast oder auch ganz geschmolzen. In solchen Fällen wird die Trümmerstruktur zur entscheidenden Dolmetscherin geologischer Vorgänge.

Die Schlackenstruktur wird schon im Namen hinlänglich erklärt; sie findet sich natürlich am häufigsten bei den vulkanischen Auswurfstoffen, besonders bei der Lava.

Noch ist endlich die erdige oder Mergelstruktur zu erwähnen, welche sehr feine Theilchen durch Wasser zu einem kneibaren Teige verbindet.

Außer diesen wichtigsten Strukturformen kommen noch manche andere vor, welche sich entweder leicht selbst erklären oder die später gelegentlich ihres Vorkommens bei zu betrachtenden Felsarten erläutert werden sollen.

Absehend von dem Gefüge kann man hinsichtlich ihres Ursprungs, ihres Massenbestandes die Felsarten noch mit Naumann in minerogene, zoogene und phytogene eintheilen. Die ersteren könnte man deutsch Steingesteine, die zweiten Thiergesteine und die letzten Pflanzengesteine nennen. Bei den letzten beiden, welche Ehrenberg zusammen sehr gut bezeichnend biogene, Lebensgesteine nennt, sind nicht bloß Steinarten die Quelle ihres Ursprungs und ihrer Bildung, sondern, wenigstens zu einem bedeutenden Antheile, Thiere oder Pflanzen. Daß Braun- und Steinkohlen Pflanzengesteine sind, ist außer Zweifel. Aber nicht minder häufig und oft in noch mächtigeren Schichten kommen Thiergesteine vor. In dem Mainzer Tertiärbecken kommen z. B. bei Oppenheim am Rhein, ganze Felsen vor, welche wesentlich aus unermesslichen Mengen kleiner versteineter Schnecken- und Schalen bestehen; man nennt das Gestein deshalb Litorinellentalk, nach dem Namen der Schnecke, deren Schalen fast ganz allein den Stein bilden. Wir werden bei der Betrachtung der verschiedenen Gebirgsarten noch mehrere zoogene Gesteine kennen lernen.

Nach der Betrachtung der inneren feineren Gefügeverschiedenheiten gehen wir nun einen Schritt weiter zu den Gesteinsformen, zur Morphologie der Gesteine, wobei wir uns unbekümmert darum lassen, ob eine Gebirgsart von krystallinischer oder gestaltloser Textur, einfach oder aus mehreren Steinarten zusammengesetzt sey.

Viele Felsarten eignen sich nicht zur Herstellung großer vollkommen dichter und haltbarer Blöcke für den Bildhauer oder Steinmetzen, weil sie innen von zahlreichen Sprüngen und Klüften durchsetzt sind, so daß sie leicht in größere und kleinere Stücke zerfallen, wenn sie aus dem Steinbruche genommen worden sind. Dabei kommen bei den verschiedenen Felsarten mancherlei beachtenswerthe Verhältnisse vor, welche eben den Gegenstand der Lehre von den inneren Gesteinsformen bilden. Diese Lehre hat es also mit dem gröberem (nicht mit dem letzten feinsten) Gefüge der Felsmassen zu thun, nach welchem diese entweder von selbst in Stücke zerfallen, oder durch eine geringe, auflösende oder mechanisch trennende,

Gewalt leicht zertheilt werden können. Diese Theile oder Stücke entsprechen etwa den leicht von einander lösbaren Muskelbündeln eines Stückes gekochten Fleisches, während die feinen Muskelfasern etwa den krystallinischen Partien eines Stückes Granit entsprechen.

Es begreift sich leicht, daß wenn ein großer Steinblock, wenn er etwa von einem Felsen herabstürzt, in Stücke zerspringt, dies etwas Anderes ist, als wenn ein irdener Topf zu Boden fällt und zerbricht. In dem Blocke waren wenigstens größtentheils die Sprünge schon vorhanden, nach denen derselbe mehr zerfiel als zerbrach; im zerbrochenen Topfe war dies nicht der Fall.

Die Entstehung dieser Absonderungsf lächen der Felsarten erfolgte entweder zugleich mit der Bildung des Gesteines durch die abgesetzweise erfolgende An- oder Aufeinanderlagerung immer weiterer Gesteinsmassen; oder sie erfolgte erst nachdem das Gestein gebildet und erhärtet war durch innere Zusammenziehung und damit verbundene Zerberstung und Zerklüftung desselben. Im ersteren Falle erhalten wir Fugen, im anderen Klüfte; und erstere sind also Zusammensetzungs-, letztere Trennungsf lächen.

Die Flächen der Theilstücke eines Gesteines sind sowohl bei den Fugen wie bei den Klüften gewöhnlich eben und namentlich dann, wenn zwischen ihnen kein oder nur ein sehr schmaler gleichmäßiger Raum — Fugen- oder Klufttraum geblieben ist, entspricht natürlich jeder Kluft- oder Fugenfläche eines Theilstückes eine andere ziemlich ebenso vollkommen, wie der Abdruck eines Petschaftes diesem selbst; Alles, was am Petschaft eben ist, muß es auch am Abdrucke seyn, das daran Vertiefte jedoch erhaben und das Erhabene vertieft. Liegen die beiden Fugen- oder Kluftflächen dicht aneinander, so nennt man die Fuge oder Kluft geschlossen; offen dagegen, wenn zwischen ihnen ein Raum blieb, auch wenn dieser von fremdartiger Steinmasse erfüllt ist.

Abgesehen von diesen Eigenschaften der Fugen- und Kluftflächen sind sie entweder ziemlich glatt, oder auch gestreift, gefurcht, striemig oder sonstwie uneben.

Die Gesteinsklüfte sind häufig, seltner die Gesteinsfugen, geglättet bis spiegelglatt und heißen dann Rutschflächen oder Reibungs- auch Spiegelflächen, weil sie dadurch entstanden sind, daß durch eine spätere

Erzhütterung das bereits festgewordene und zerklüftete Gestein schichtenweise in seinem Innern aufgelöst, und die Schichten an einander hinabgerutscht sind, was dieselben glätten mußte. In der Richtung der Bewegung sind die Rutschflächen oft gestreift.

Die Klust- und Fuguräume sind, wie schon bemerkt wurde, zuweilen ziemlich weit und dann entweder leer oder mit fremdartiger Steinmasse ausgefüllt.

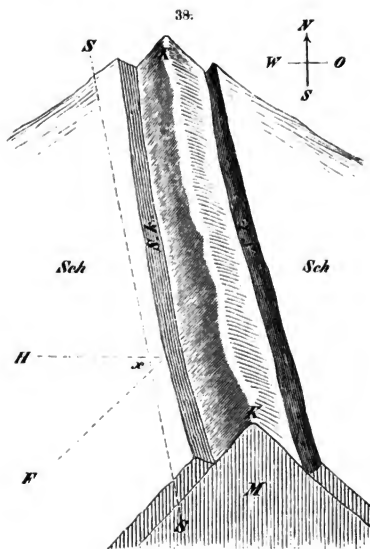
Daß von den inneren Gesteinsformen die geschichtete besonders wichtig und weit verbreitet ist, haben wir bereits aus dem Gegensatz der neptunischen Gesteine als Schicht- oder geschichteter Gesteine gegenüber den plutonischen oder Massengesteinen ersehen (S. 16 ff.). Eine geschichtete Gebirgsart, und wenn sie mehrere hundert Fuß mächtige und meilenweit sich erstreckende Gesteinsmassen bildet, ist stets das Erzeugniß von Bodensatz- (Sediment-) Bildung im Wasser und die Gesteinsfugen darin deuten auf die Ungleichzeitigkeit der Bildung der übereinander gelagerten Schichten. Nur in der Minderzahl der Fälle zeigen sich die geschichteten Gebirgsarten in ihrer ursprünglichen söhlichen (horizontalen) Lage, sondern meist durch spätere Störungen mehr oder weniger geneigt bis saiger (senkrecht aufgerichtet).

Hierdurch werden sie so sehr geeignet, an ihnen die Geschichte der Umgestaltungen der Erdoberfläche zu studiren, wozu die Massengesteine weniger tauglich sind, weil sie die störenden Gebilde sind und in ihrem inneren Gefüge nicht so bestimmte Maßstäbe bergen, wie es die Schichtenformen sind.

Daher ist es für den Bergbau von der allergrößten Wichtigkeit, nicht nur die inneren Formen, sondern auch die Lage der Schichtgesteine zu den übrigen starren Massen der Erdoberfläche zu kennen.

Die Lage der Schichtgesteine wird nach zwei Richtungen bestimmt, welche man das Streichen und das Fallen der Schichten nennt.

Nächstehendes Schema, Fig. 38., soll uns zeigen, was man darunter versteht. Das Schema gewährt uns aus der Höhe einen Blick auf ein Stück einer Bergkette, welche ein früher horizontal abgelagert gewesenes Schichtensystem durchbrochen und die beiden Schollen desselben rechts und links an ihre Seiten angelehnt hat.



Das emporgetretene Massengestein, welches die Schicht durchbrochen hat, ist sammt letzterer bei M senkrecht durchschnitten, und wir sehen von K bis K den Kamm der dadurch gebildeten Gebirgskette. Sch, Sch sind die beiden Hälften des durchbrochenen Schichtensystems, deren Bruchflächen oder Schichtenköpfe oder Ausgehendes (S. 21.), dem Zug der Bergkette zugewendet, wir mit Sk bezeichnet finden. Denken wir uns in die Wirklichkeit des hier bloß gedacht Dargestellten, und zwar eins der beiden Thäler zwischen K K und Sk entlang wandernd, so wandern wir in der Richtung des Streichens der Schichten, welches von der Richtung des centralen Massengesteines bedingt ist, und welche sich an den Schichtenflächen aussprechen muß. Diese Linie wird von Bergleuten und Geognosten durch den Kompaß bestimmt, indem man mit diesem feststellt, wie weit diese Linie östlich oder westlich von der Mittagslinie abweicht. Auf unserem Schema weicht diese Linie (SS) etwas gegen West ab. Zieht man recht-

winkelig mit dieser Linie auf einer entblösten Schichtfläche eine zweite Linie, so ist dies die Falllinie (F); und vergleicht man die Neigung derselben mit einer Horizontallinie (H), so erhält man die Größe des Winkels (X), unter welchem die Schicht emporgehoben und um dessen Betrag sie aus ihrer früheren horizontalen Lage gerückt worden ist.

So einfach dieses Bedingtfeyn des Streichens und Fallens (auch Einschießen genannt) ist, so erheischt doch eine sichere Bestimmung desselben eine längere Uebung, weil die örtlichen Zerklüftungen der Gesteine die wahren Schichtenfugen zuweilen sehr undeutlich machen.

Es versteht sich von selbst, daß bei ungestört in ihrer horizontalen Lage gebliebenen Schichten von diesem Unterschiede zwischen Streichen und Fallen nicht die Rede seyn kann.

Die Mächtigkeit, d. h. die Dicke der Schichten zwischen ihren zwei Fugen oder Klüften ist sehr verschieden. Die Schichten des lithographischen Kalkschiefers bleiben oft weit unter einem Zoll, während manche andere Kalksteine und Sandsteine Schichten von 30, 50 ja 100 Fuß Mächtigkeit haben. Hierbei müssen wir uns vor einem Mißverständnis hüten, indem manche meiner Leser und Leserinnen jetzt die Mächtigkeit von 100 Fuß für etwas Geringes halten, vielleicht an die mächtigen Sandsteinschichten der sächsischen Schweiz denkend. Wir müssen aber hier zwischen einer einzelnen Schicht und einem Schichtensystem oder einem Schichtencomplex unterscheiden. Fig. 22. auf S. 90 zeigt uns einen Schichtencomplex, aus vielen einzelnen Schichten zusammengesetzt. Eine solche ist in ihrem Innern nicht weiter aus dünneren Schichten zusammengesetzt, sondern bricht beim Zerbrechen nach anderen Richtungen ebenso leicht als in der ursprünglichen horizontalen Ablagerung. Jedoch haben vielleicht viele ganz gleichmäßig dicht erscheinende und nicht die feinsten Fugen oder Klüfte zeigenden Schichten eine ähnliche geheime Hinneigung zum Zerspringen in der Ablagerungsrichtung, wie dies die Taunus-Eisenbahn zu ihrem Schaden vom bunten Sandstein erfahren hat. Man hatte vor 3 Jahren etwa einen Fuß dicke und 2 Fuß in's Geviert haltende auserlesene dicke Sandsteinschwellen unter die Schienen gelegt. Nach kaum einem Jahre mußte man sie wieder herausnehmen, weil sie durch die Erschütterung sich in Platten aufgelöst hatten, welche genau der Richtung der Ablagerung des Sand-

steines bei seiner Bildung im Wasser entsprachen. Sollte nicht auch hierin ein anderweiter Fingerzeig liegen für den Einfluß der Erderschütterungen auf die Bildung des Gefüges erstarrender Gebirgsarten? (Vergl. S. 173. ff.)

Sowohl in den geschichteten Gebirgsarten, als in den plutonischen oder Massengesteinen kommen, und zwar in ersteren neben den Schichtenfugen, sogenannte Contraktionsformen vor. Sie entstanden in beiden, wenigstens in den meisten Fällen ohne Zweifel dadurch, daß die Masse des Gesteines bei seiner Erhärtung, theils durch Austrocknung, theils durch Erkaltung bewirkt, sich innerlich ungleichmäßig zusammenzog (contrahirte), wodurch das vorher in seiner Bestandmasse innig zusammenhängende Gestein vielfach zerklüftete, wie dies schon der Ausdruck des gewöhnlichen Lebens für diese Erscheinung ist. Wie dieselbe eben sowohl bei neptunischen wie bei plutonischen Gesteinen statt haben konnte, davon belehrt uns das nebartige „Aufspringen“ der Schlamm-schichten abgelassener Teiche und das ähnlich aussehende Zerreißen, welches gebrannte Mauerziegel zuweilen zeigen.

Wenn auch die aus dieser echten Zerklüftung hervorgehenden Theilstücke eines Gesteines meist eine unregelmäßige Gestalt haben, so kommen doch nicht selten auch ziemlich oder sogar sehr regelmäßige Gestalten derselben vor. Am häufigsten sind dies Platten, und zwar haben wir dabei weniger an die Platten zu denken, in welche Schichten geschichteter Steine durch Querklüfte sich zertheilen, sondern vielmehr an diejenigen, in welche in weniger selbstverständlicher Weise selbst Massengesteine, wie Granit und Porphyr, sich auflösen. Erinnern wir uns an das, was wir oben zur Unterscheidung von Fugen und Klüften sagten, so wissen wir jetzt, daß die Platten geschichteter Gesteine zugleich von Fugen- und Klüftflächen, dagegen die der Massengesteine bloß von Klüftflächen begrenzt sind und man kann jene als Schichtungsplatten von diesen als Absonderungsplatten unterscheiden.

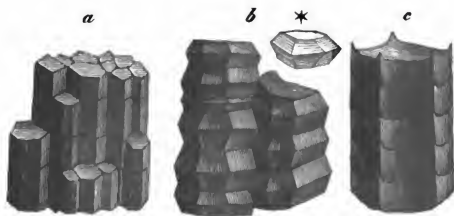
Diese Platten sind gewöhnlich ebenflächig, zuweilen jedoch auch krummflächig oder, wie man sie dann meist nennt, krummschalig. Letztere Form zeigt im großartigsten Maasstabe der Trachyt (ein vulkanisches Gestein) des Stenzelberges im Siebengebirge. Dort bildet der Trachyt mächtige spitzkegelförmige Massen, welche thurmartig aus den Wänden des Steinbruches hervortreten. Man wird bei ihrem Anblick lebhaft an



Erde auf die S. 173. erwähnte gleiche Erscheinung an Talg- und Wachskerzen erinnern. Höchst wahrscheinlich hängen diese krummschaligen Platten, welche beim Trachyt fast wirkliche einander umschließende Röhre sind, von dem Gange der Erkalting ab.

Noch eigenthümlicher und landschaftliche Naturschönheiten bildend ist die säulenförmige Absonderung, die man nicht bloß am Basalt, der dadurch die Fingalshöhle der Insel Staffa berühmt gemacht hat, findet, sondern an sehr vielen anderen plutonischen und vulkanischen (S. 22.) Gesteinen, namentlich an Porphyr, Laven, Trapp, Phonolith, Grünstein und anderen. Sehr selten kommen sie auch bei für gewöhnlich geschichteten Gesteinen vor, z. B. bei dem Sandsteine. Immer aber befinden diese sich dann in der unmittelbaren Nachbarschaft von plutonischen oder vulkanischen Gesteinen, welche bei ihrem feuerflüssigen Durchbruch durch jene ihnen mit starker Erhitzung auch die säulenförmige Zerklüftung mittheilten, welche letztere offenbar mit dem Gange der Erkalting, unter gleichzeitig wirkenden anderen noch unerforschten Ursachen, im Zusammenhang steht. Die Säulen sind stets länger als dick, immer kantig und ebenflächig, und zwar meist mit 5 oder 6, überhaupt mit 3 bis 9 Seiten und Kanten. Sie sind zuweilen außerordentlich zierlich und regelmäßig und man kennt deren von 200 und 300 Fuß Länge. Oft sind sie, namentlich die Basaltsäulen, durch Querklüfte gegliedert und zwar so, daß diese Theilungsklüfte einer Säulengruppe in einer Fläche durch alle Säulen hindurch gehen, nicht in verschiedenen Höhen die Säulen gliedern.

39.



Wir sehen dies aus vorstehenden Figuren 39 a und c, Basaltfäulen darstellend, von denen namentlich Fig. 39 c noch durch die eigenthümlichen Spitzen bemerkenswerth ist, mit welchen jedes Glied an den oberen Enden seiner Kanten die Basis des zunächst oberen Gliedes umfaßt. Fig. 39 b macht eine Ausnahme hiervon, indem die Klüfte der benachbarten Säulenglieder abwechseln. Dieser Basalt, von der Casseler Ley bei Ober=Cassel unweit Bonn, besteht aus Säulengliedern, deren jedes eine abgestumpfte Doppelpyramyde (\*) ist, wodurch dieser Basalt, dessen Säulen 30—40 Fuß hoch und 5—7 Zoll dick sind, mit dem Markzellgewebe der Pflanzen große Aehnlichkeit gewinnt. Wie eigenthümlich muß der Erstarrungsvorgang dieses Basaltes bedingt gewesen seyn! Dieses wird noch durch einige andere merkwürdige Erscheinungen in der Beschaffenheit solcher Basalte bestätigt, welche wir hier nicht näher besprechen können.

Die quaderförmige Absonderung kommt besonders häufig bei Schichtgesteinen vor und hat dem bekannten Quadersandstein Sachsens, Böhmens und Schlesiens seinen Namen gegeben. Sie entsteht im Wesentlichen ebenso wie die kurz vorher beschriebenen Platten geschichteter Gesteine, nur müssen dabei die Klüftflächen die Schichtungsflächen rechtwinkelig durchschneiden.

Endlich ist noch der unregelmäßig vielseitigen Absonderung zu gedenken, welche die gemeinste ist, und namentlich bei Massengesteinen vorkommt, indem regellose Klüfte nach allen Richtungen das Gestein durchziehen.

Es bedarf wohl kaum der Hinweisung, daß die Fugen und Klüfte der Gesteine die thätigen Helfershelfer beim Abtragen der Berge sind; möge nun dieses Abtragen durch das eindringende und gefrierende Wasser, möge es durch die sich hineinpressenden Pflanzenwurzeln oder endlich durch das Brecheisen des Steinhauers geschehen.

---

Den wichtigsten Theil der Gesteinslehre, Petrographie, bildet die Unterscheidung und Aufzählung der Gebirgs- oder Gesteinsarten selbst. Dennoch muß ich mich in dieser gedrängten Darstellung der Geschichte der

Erde darauf beschränken, nur eine kurze Uebersicht der wichtigsten, d. h. derjenigen Felsarten zu geben, welche den wesentlichsten Antheil an der Zusammensetzung der Erdrinde haben. Folgen wir dabei dem Gange, welchen uns das unvergleichliche Lehrbuch der Geognosie von C. Naumann vorschreibt.

Danach zerfallen die Gebirgsarten in die drei Klassen der krystallinischen Gesteine, der Trümmer- oder klastischen Gesteine und derer, welche keines von beiden sind.

1. Die krystallinischen Gesteine, deren Struktur wir auf S. 178 bereits kennen gelernt haben, sind von Naumann nach ihrem chemisch-oryktognostischen Verhalten wieder in Ordnungen getheilt, die wir jedoch unberücksichtigt lassen und nur die wichtigsten der sieben Familien krystallinischer Gesteine durchgehen wollen.

Die Kieselerde, oder vielmehr die Kieselsäure, einer der verbreitetsten Mineralstoffe, kommt gleichwohl nur selten in ganzen Gebirgsmassen vor, in welchem Falle sie dann die Familie des Quarzites bildet. Wir finden zuweilen an Wegen als Marksteine nicht unbedeutende Blöcke reinen Quarzes, welche allerdings meist nicht von selbständigem Quarzfels herühren mögen, sondern mehr unzerstörbare Ueberreste aus irgend einer quarzführenden zerfallenen Gebirgsart, namentlich Gneis, sind.

Wichtig als Baustoff der Erdrinde ist die Familie des Glimmerschiefers, welche den Glimmerschiefer, den Talkschiefer, den Chloritschiefer und zum Theil den Thonschiefer umfaßt. Wie schon der Name ausdrückt besitzen alle Gebirgsarten dieser Familie eine schiefelige, geschichtete Struktur. In denselben herrscht der als Kagensilber allgemein bekannte Glimmer und der Quarz vor und in den meisten Fällen bilden diese beiden Steinarten allein die Gesteine der Glimmerschieferfamilie.

Wichtiger noch durch ihr massenhaftes Auftreten ist die Familie des Granites, zu welcher theils geschichtete Gebirgsarten gehören, wie der Gneis und der Granulit oder Weißstein, theils ungeschichtete oder Massengesteine, wie der Granit und der Syenit. Namentlich der Gneis und der Granit, beide aus Quarz, Glimmer und Feldspath zusammengesetzt, und daher bloß durch die Struktur verschieden, bilden einen beträchtlichen Theil der festen Erdrinde.

Mit Uebergangung der in ihren Gesteinen wesentlich von gemeiner Hornblende gebildeten Familie der Diorite hebe ich dagegen, besonders ihrer technischen Bedeutung wegen, die Familie des Serpentinus hervor. Sie wird wesentlich nur durch diese allbekannte Steinart, welche hier und da als umfangliches Gebirge vorkommt, gebildet.

Sehr verbreitet und oft in großen Gebirgsmassen auftretend sind die Gesteine der Familie des Felsitporphyrs. Sie hat ihren Namen von dem Felsit genannten Bindemittel, durch welches die krystallinischen Gemengtheile dieser Porphyre verbunden sind. Von den fünf verschiedenen Porphyrrarten ist als der wichtigste der Felsitporphyr selbst hervorzuheben.

Einander sehr nahestehend, sowohl in bildungsgeschichtlicher als in mineralogischer Hinsicht, sind die Familien der Trachyte, der Basalte und der Laven. Sie sind von allen Gesteinen am unverkennbarsten das Erzeugniß des Vulkanismus, in welcher Hinsicht die Basalte zwischen den beiden anderen in der Mitte stehen. Die meisten, wenn nicht alle Felsarten dieser drei Familien sind nicht sowohl als bestimmt unterschiedene Arten zu betrachten, sondern nur als besondere Ausbildungsformen anderer. Dies gilt namentlich z. B. von den Bimssteinen, welche zu anderen Gesteinsarten, zu Obsidian, Perlit oder Trachyt geworden seyn würden, wenn nicht während ihres Erstarrens eine so große Entwicklung von Gasen und Dämpfen statt gefunden hätte, daß sie eben zu der aschgrauen schaumig-blasigen Masse aufgebläht wurden, welcher man die Verschiedenheit ihrer Abstammung nicht ansieht. Die Obsidianströme, unter den Auswurfsmassen mancher Vulkane eine sehr bedeutende Rolle spielend, bestehen nur oben nahe dem Krater aus wirklichem Obsidian, indem sie unten in andere vulkanische Gesteine übergehen, woraus deutlich hervorgeht, daß diese Gesteine ihre ihnen beigelegten Kennzeichen in der Hauptsache nur von den ihre Erstarrung und Erstaltung begleitenden Umständen erhielten.

Außer den hier gelegentlich genannten Gesteinen dieser drei vulkanischen Gesteinsfamilien nenne ich als wesentlich noch den Phonolith oder Klingstein und den Trapp.

Die Familie des Kalksteins umfaßt solche Gesteinsarten, welche wesentlich oder allein durch kohlenfauren Kalk gebildet werden. Es ist

bekannt, daß die Kalkgesteine oft ganze Gebirgsketten und das Gebiet großer Landstriche bilden. Die Gesteinslehre unterscheidet sehr viele Arten von Kalksteinen, von denen vor allen der körnige Kalkstein oder Urkalk zu nennen ist, welcher der alten und neuen Bildhauerei den Marmor von Paros und Carrara, vom Pentelikon und Hymettos liefert.

Zunächst steht hier die Familie des Gypses, welcher neben Kalk bekanntlich anstatt der Kohlensäure Schwefelsäure enthält. Im Alabaster, wie man den körnigen Gyps nennt, bietet dieses Gestein ein technisches Seitenstück des Marmors.

Hier erscheint sogar die einzige wirklich unentbehrliche Würze unserer Speisen als Gebirgsart, das Kochsalz, welches allein für sich eine kleine Familie der Gesteinsarten bildet. Bekanntlich wird das feste Kochsalz gewöhnlich Steinsalz genannt, welches blätterig, körnig oder faserig ist. Nicht bloß das bekannte Salzwerk von Wieliczka zeigt das Kochsalz in ungeheurer Massenanhäufung, Catalonien hat bei Cardona ansehnliche Felsen aufzuweisen, welche aus Steinsalz bestehen.

Von hervorragendem Interesse sind die klastischen oder Trümmergesteine, denn sie richten in vielen Fällen geradehin geschichtliche Fragen an die Geologie, und sind dann selbst schwer zu lösende Räthsel, wenn sie aus Trümmern mehrerer Felsarten bestehen, über deren Zusammenkommen im Trümmergestein sich die Wissenschaft keine Rechenschaft zu geben weiß.

Ueber die Natur der Trümmergesteine haben wir schon in diesem Abschnitte erfahren, daß sie immer aus Stücken anderer Gebirgsarten bestehen, welche durch ein Bindemittel, durch einen Kitt (Cement) verbunden sind. Dort (S. 183.) unterschieden wir die Trümmer- von der Breccien- oder Conglomeratstruktur durch die Scharfkantigkeit der Trümmer in der ersteren, während wir hier das Wort Trümmergesteine in einem weiteren Sinne auffassen.

Ihrer Entstehungsart zufolge zeigen sie namentlich in der Anordnung ihrer Bestandtheile mancherlei Verschiedenheiten. Die meisten Trümmergesteine sind entschiedene Wassergebilde, d. h. sie entstanden dadurch, daß Gesteinschutt durch Fluthen zusammengeführt und nachher zu einer festen bunt zusammengesetzten Masse verkittet wurde. Dabei zeigen sich die Trümmer zugleich abgerundet und das Trümmergestein hat dann meist

eine deutliche Schichtung. Zuweilen ist dabei Feuer und Wasser zugleich thätig gewesen; untermeerische Vulkane lieferten die Trümmer, die dann lediglich Auswurfsmassen sind, und das Wasser ließ sie sich schichtenweise absetzen und durch einen Kitt verbinden.

Verschieden von diesen Wasser- oder Alluvionsgebilden sind die ebenfalls schon erwähnten Reibungsbreccien oder Reibungsconglomerate (S. 182).

Wenn wir, wie es der Begriff mit sich bringt, unter Trümmergesteinen, um das allerdings umfassendere Fremdwort klastische Gesteine zu umgehen, alle solche Gesteine verstehen, welche aus Bruchstücken zertrümmerter Felsarten zusammengesetzt sind, wobei es uns nicht auf die Größe der Bruchstücke ankommen darf, so müssen wir folgerichtig manches Gestein ein Trümmergestein nennen, welches nach gewöhnlicher Auffassung nimmermehr dafür gehalten werden würde. Dann sind z. B. die Sandsteine, und wenn sie noch so gleichmäßig und feinkörnig sind, nichts anderes als Trümmergesteine; denn sie sind dadurch gebildet worden, daß sich über Sand, kleine Quarztrümmer, ein flüssiges Bindemittel ergoß und ihn zu festem Gestein verkittete. Auch die äußerst feinkörnigen Schieferthone, welche die Steinkohle begleiten, sind dennoch Trümmergesteine, was schon die häufige Beimengung von Pflanzenresten beweist.

Aus diesen Andeutungen geht schon hervor, daß die Trümmergesteine ein sehr verschiedenes Aussehen zeigen müssen und man hat sie danach auch nach Naumann's Vorgange in psöphitische, psammitische und pelitische eingetheilt, je nachdem die Trümmer, aus denen sie bestehen, die Größe kleiner oder größerer Steine, oder die Größe der Sandkörner oder die Feinheit der Schlammkörperchen haben. Es läßt sich aber schon errathen, daß selbst in einer und derselben Ablagerung in den oberen und unteren Schichten, und zwar einfach nach dem Gesetze der Schwere, die Größe der Trümmer verschieden ist.

Der Natur der Sache nach giebt es fast so viele Arten von Trümmergesteinen als es Familien von Felsarten giebt, weil die Veranlassung zur Bildung jener jede andere Gesteinsart treffen kann, und es werden daher die Benennungen Granit-Conglomerat, Syenit-Conglomerat, Grünstein-Breccien, Porphyr-Breccien sich leicht selbst erklären. Polygene

Conglomerate nennt man diejenigen, welche aus Bruchstücken verschiedener Gesteine zusammengesetzt sind, weshalb man sie deutsch gemischte nennen könnte. Sie bilden den Uebergang zu den bekannten oft so weit ausgedehnten Kiesel- oder Geröllablagerungen, welche sich von dem gemischten Conglomerate bloß dadurch unterscheiden, daß ihre Massen innerlich unverbunden geblieben sind. Man wird aber an dieser Stelle vollkommen gerechtfertigt finden, daß die Wissenschaft von solchen Geröllablagerungen, ja selbst von mächtigen Sandschichten als von Gebirgsarten spricht.

Es bleiben nach der oben gemachten Eintheilung der Gebirgsarten noch einige zu nennen übrig, welche weder krystallinische noch Trümmergesteine sind. Es sind solcher nur wenige und meist so nahe mit einer von jenen beiden Abtheilungen verwandt, daß sie sich schwer davon trennen lassen. Lehm und Thon, welche hieher gehören, sind eigentlich klastische durch Wasser verbundene Gesteine.

---

Die Betrachtung der Trümmergesteine führt uns eigentlich folgerichtig zu einem ebenso wichtigen als anziehenden, aber auch räthselvollen Abschnitt der Petrographie, zu der Lehre von der Zersetzung und Umbildung der Gesteine, Allöozoologie; ich schalte aber vorher einige Worte über die Entstehungsweise der Gesteine, Genesis der Gesteine, ein.

Bei der Frage, wie entstanden die Felsarten, kommt es uns jetzt nicht darauf an, zu wissen, wie sich der Stoff derselben bildete, sondern lediglich darauf, wie dieser Stoff in die Formen und Zustände gerieth, in welchen wir ihn jetzt die Felsarten bilden sehen.

Die Beantwortung dieser Frage muß sich bei den Trümmergesteinen sehr einfach gestalten, indem es sich bei diesen fast lediglich um den Nachweis mechanischer Kräfte zum Herbeischaffen und eines chemischen Mittels zur Verbindung der Trümmer handelt. Bei den krystallinischen Gesteinen ist die Frage weit verwickelter.

Die Krystallisation setzt immer eine freie Beweglichkeit kleinster Stofftheilchen voraus, entweder in dampfförmigem oder in tropfbar-flüssigem Zustande, wobei letzterer immerhin auch bloß ein zäh-flüssiger oder nur

erweichter seyn kann. Da feste Körper in tropfbar-flüssige Form nur durch Auflösung in Flüssigkeiten oder durch Schmelzung im Feuer gelangen können, so werden dies die beiden Mittel seyn, um die Entstehungsweise der großen Felsmassen krystallinischer Gesteine zu erklären, während hierzu die Sublimation, die Krystallbildung aus Dämpfen, schwerlich ausreichen kann und diese Bildungsweise sich wohl auf die Krystallbildung in den Gängen, die wir noch näher kennen lernen werden, beschränkt.

So behalten wir wesentlich nur zwei Bildungsweisen der Gesteine und wir kommen dabei zu dem ursachlichen Verständniß der schon so oft gebrauchten Wörter neptunisch und vulkanisch, welche die Wasser- oder Feuerbildung der Gesteine ausdrücken. In neuerer Zeit verdrängt man sie durch hydrogen und pyrogen, was durch wassergeboren oder feuergeboren oder durch Wassergesteine und Feurgesteine gut verdeutscht werden kann.

Wir haben im gewöhnlichen Leben so oft Gelegenheit, die Einwirkungen dieser beiden mächtigen Elemente auf feste Massen zu sehen, daß es bei vielen Gesteinen kaum nöthig ist, ihre Bildungsweise durch eines von beiden nachzuweisen. Wir kennen schon die Schichtenbildung als ein Zeichen von Wasserwirkung, lassen uns aber dadurch nicht irren, wenn wir auch Lava geschichtet finden, die wir entweder als ruhig aufgeschossen oder als schichtenweise niedergefallen erkennen.

Es läßt sich schon leicht vermuthen, daß bei vielen, ja vielleicht bei den meisten Gesteinen während ihrer Bildung Wasser und Feuer zugleich oder nach einander thätig waren. Dies ist z. B. bei den Basalten und den übrigen zu dieser feuergeborenen Familie gehörenden Gesteinen der Fall. Daß die in den Blasenräumen derselben oft vorkommenden Krystalle von Zeolith und anderen Steinarten durch eingedrungenes Wasser entstanden, in denen der Stoff zu diesen Krystallen entweder aufgelöst enthalten war, oder den es aus dem durchdrungenen Basalt aufgelöst hatte, dagegen spricht selbst die große Härte und Dichtigkeit des Basaltes nicht. Fournet sah bei Pontgibaud große Blöcke eines äußerst harten Basaltes, welche zum Theil unter Wasser gelegen hatten, welche, als man sie zerstückte, in ihren Blasenräumen Wasser enthielten, während diese Räume in anderen Blöcken, die nicht im Wasser gelegen hatten, leer waren.



Bei manchen Gesteinen ist es wohl nie bezweifelt worden, daß sie durch Schmelzung entstanden sind. Dies gilt namentlich von den glas- oder schlackenähnlichen, z. B. von dem Obsidian, Perlit und Pechstein. Die große Ähnlichkeit mancher Basalte und Trachyte mit neuen Laven, also unzweifelhaft im geschmolzenen Zustande ausgeflossenen Massen, ist mit kaum minderer Berechtigung als Beweis für den Feuerursprung derselben benutzt worden.

Oft kommen Gesteine vor, deren Vertheilung und Ausbreitung zwischen anderen Gesteinen, auf welche sie unverkennbar eine verändernde Einwirkung geäußert haben, offenbar auf einen einstimals schmelzflüssigen Zustand so zu sagen im Großen deutet, deren innere Struktur aber andere Erscheinungen darbietet, als wir an geschmolzenen und dann erstarrten Massen gewöhnlich finden. Dies gilt z. B. von dem durchaus krystallinischen Granite, von dem es übrigens aus anderen Gründen nicht zweifelhaft seyn kann, daß er sich einstimals in einem geschmolzenen oder wenigstens durch Hitze erweichten Zustande befunden haben müsse. Aber gerade der Granit und andere krystallinische Gesteine, welche aus mehreren verschiedenen Steinarten zusammengesetzt sind, werden auch jetzt noch zuweilen dadurch als Beweismittel gegen ihre pyrogene Natur angeführt, indem man sich darauf beruft, daß die sie zusammensetzenden Steinarten so sehr verschiedene Schmelzpunkte haben, daß sie unmöglich gleichzeitig sich im Fluß befunden haben können. Der Einwand scheint richtig und die Entkräftung desselben um deßwillen noch nicht möglich, weil man eben noch nicht weiß, wie es zu erklären sey, daß Glimmer, Feldspath und Quarz, die sehr verschiedene Schmelzpunkte haben, doch zugleich sollen flüssig gewesen seyn. Dennoch ist an dieser Thatsache nicht zu zweifeln, denn in Leucitlaven also unzweifelhaft geschmolzen gewesenen Massen, findet man Leucit- und Augitkrystalle auf's innigste mit einander verwachsen, obgleich der Leucit um vieles schwerer schmelzbar ist, als der Augit.

Die krystallinische Struktur an sich, so sehr sie von dem ganz strukturlosen Glase oder den bekannten Schlacken verschieden ist, ist kein Beweis gegen die pyrogene Natur eines Gesteines, denn neben der bekannten krystallinischen Struktur des Gußeisens hat man in neuerer Zeit eine Menge von Fällen gesammelt, daß in den Schmelzprodukten unsrer Hohöfen sich

Krystalle gebildet haben. Die Schichtung von plutonischen oder Massengesteinen, oder wie wir sie jetzt genannt gefunden haben, pyrogenen Gesteinen, kann uns an ihrem Feuerursprung nicht irre machen, denn ob eine Masse durch Feuer oder durch Wasser flüssig gemacht ist, in beiden Fällen kann eine schichtenweise Ausbreitung derselben statt finden.

In den meisten Fällen fehlt aber den pyrogenen eben deswegen so genannten Massengesteinen die geschichtete Struktur gänzlich, immer aber wenigstens der Schieferartige Bruch.

Ein begleitendes, wenn auch nur negatives Kennzeichen des Feuerursprunges eines Gesteines ist das gänzliche Fehlen der Versteinerungen darin, obgleich einerseits auch entschieden hydrogene Gesteine versteinungsfrei seyn und andererseits hydrogene versteinungsreiche Gesteine nachträglich durch Hitzeeinwirkung das Ansehen eines pyrogenen Gesteines erhalten haben können. Daß aber den pyrogenen Gesteinen die Versteinerungen fehlen, hat seinen Grund theils darin, daß an ihrer Bildungsstätte sich keine Thiere und Pflanzen befanden, theils darin, daß, wenn letzteres doch der Fall war, der Schmelzprozeß die Thier- und Pflanzenformen spurlos vernichtete.

Ueber die hydrogene Natur der Gesteine waltet in der Regel weniger Zweifel ob und entscheidet darüber in den meisten Fällen endgiltig das Vorhandenseyn von Versteinerungen. Dennoch giebt es einige Gebirgsarten von zweifelhaftem Ursprung, als welche namentlich der Glimmerschiefer, der Thonschiefer und der Serpentin zu nennen sind.

Nach diesen Bemerkungen über die Entstehungsweise der Gesteine, gehen wir zu dem wichtigeren Abschnitt der Gesteinslehre über, welcher von der Zerfetzung und Umbildung der Gesteine handelt. Es ist nämlich in vielen Fällen einer Gesteinsart und zwar oft in sehr bedeutender Ausdehnung anzusehen, daß sie, nachdem sie an dem Orte, wo wir sie jetzt finden, als festes Material abgelagert worden war, später durch eine bedingende Ursache verändert worden ist. Oft ist über die einwirkende Ursache kein Zweifel, oft aber ist man andererseits auch in der Annahme und Deutung solcher Metamorphosen zu weit gegangen.

Die Zerfetzungen der Gesteine sind in der Regel der Art, daß auch der ungeübte Verstand sie als solche erkennt, denn sie sprechen sich durch

veränderte Farbe, Verringerung oder Verlust des Glanzes und der Durchsichtigkeit, Verminderung der Härte und eine mehr oder weniger fortgeschrittene Auflösung aus.

Die wesentlichen Ursachen solcher Zerfetzung sind die atmosphärischen Wärmezustände, Gase und Dünste des Wassers und aus dem Erdinnern empordringende Aushauchungen.

Wenn wir die Zerfetzung und Umbildung der Gesteine mit dem beide umfassenden Namen *Metamorphismus* belegen, so müssen wir einen gewöhnlichen oder allgemeinen und einen außerordentlichen oder örtlichen *Metamorphismus* unterscheiden.

Jener spricht sich zunächst als Verwitterung durch Einwirkung der atmosphärischen Stoffe und Kräfte und des Wassers aus und diese kann hier als allgemein bekannt und beachtet unverändert bleiben. Jedoch hebe ich hier einige der wichtigsten Wirkungen und als technisch außerordentlich wichtig, namentlich einen Fall von Verwitterung oder Verwesung eines Gesteines hervor, die sogenannte *Kaolinisirung* des Feldspathes in feldspathreichen Gesteinen. Sie besteht darin, daß durch das atmosphärische Wasser und durch Kohlensäure der Feldspath in ein pulveriges Mineral, *Kaolin* genannt, zerfällt, welches als Porzellanerde allgemein bekannt ist. Es würde kaum möglich seyn, auf künstlichem Wege diese nützliche Erde aus Feldspath in hinreichender Menge darzustellen. Die Atmosphäre ist ohne Unterlaß beflissen, namentlich manche feldspathreiche Granite aufzulösen und so unerforschliche Massen von Porzellanerde zu schaffen. Wir haben schon früher kohlenstoffhaltiges Wasser als ein mächtiges Auflösungs- mittel kennen gelernt und müssen uns hier daran erinnern, daß wenn wir auch dessen Wirkung an einer Felsenwand in einem Jahrzehend nicht merkbar finden, sie doch in Myriaden von Jahren unermessliche Erfolge haben kann.

Eine der bemerkenswertheften Wirkungen der Verwitterung ist das Zerklüften und allmälige Zerfallen zusammengesetzter Gesteine in größere oder kleinere Brocken. Einestheils helfen hierzu die vorhin besprochenen Klüfte und Fugen der Gesteine, anderentheils der verschiedene Grad der Löslichkeit derjenigen Gemengtheile, welche ein zusammengesetztes Gestein bilden. Der am leichtesten lösliche Feldspath, der eine der drei Gemengtheile des Granites, macht, daß mancher Granit ziemlich leicht in einen Schutt

zerfällt, der zuletzt mit vollkommener Auflösung des Feldspathes sich in groben Sand von Glimmer- und Quarzkörnern auflöst.

Durch diese nur theilweise Zersetzung der Gemengtheile eines Gesteines wird dessen Oberfläche zuweilen grubig und löcherig, so daß man zuweilen geneigt seyn möchte, nach dem Ansehen der Oberfläche das Gestein für blasig und daher für pyrogen zu halten,

Eine sehr bedeutende zersetzende Wirkung üben die vulkanischen Dämpfe auf die Gesteine aus, was uns nach der S. 133. kennen gelernten Beschaffenheit derselben nicht Wunder nehmen kann. Sie zerfressen nicht nur die vulkanischen und selbst nicht vulkanischen Gesteine, sobald diese nur von den Dämpfen durchdrungen werden können, und lösen sie in erdige Massen auf, sondern bilden mit ihnen oft neue chemische Verbindungen, die alsdann als besondere Gesteine oder Steinarten erscheinen. So kann durch das Schwefelwasserstoffgas Schwefelsäure gebildet und durch diese Kalkstein in Gyps umgewandelt werden; so sind in Ungarn trachytische Gesteine in Alaunstein umgewandelt worden.

Weit erheblicher aber als die Zersetzung ist die wahre Umbildung der Gesteine durch hydrochemische Vorgänge und durch die Einwirkung des Vulkanismus. Die Ergebnisse der Zersetzung sind entweder geradehin Auflösungen oder wenn, wie vorstehend erwähnt, Neubildungen von Gesteinen, so sind diese doch stets von wenig dichter und fester Beschaffenheit. Dagegen sind die hydrochemisch und die durch das Feuer umgebildeten Gesteine sehr oft von festerer und so zu sagen vollkommenerer Beschaffenheit als sie vorher es waren; erdige und matte werden dicht und glänzend, strukturlose krystallinisch u. s. w.

Auf hydrochemischem Wege, d. h. durch wässerige Lösungen, welche die Gesteine durchdringen, oder durch reines auf sie einwirkendes Wasser werden nicht unerhebliche Umbildungen der Gesteine hervorgerufen. Die wichtigsten so bedingten Umbildungen sind die des Anhydrites in Gyps durch einfache Einwirkung des atmosphärischen Wassers und des Temperaturwechsels, so daß man sagen kann, der Anhydrit verwittere zu Gyps, und die des Kalksteins in Dolomit durch Magnesiaverbindungen, die sogenannte Dolomitisirung des Kalksteins. Die umbildende Einwirkung der unterirdischen Gluth besteht nicht sowohl in einer unmittelbaren Berührung der



Gesteine durch flammendes Feuer, als welches wir überhaupt das Centralfeuer uns nicht zu denken haben, sondern in der Einwirkung der Gluth geschmolzener Massen auf die älteren Theile der Erdrinde, welche von jenen durchbrochen oder auseinander geschoben werden.

Die Ergebnisse dieser Feuereinwirkung sprechen sich je nach dem Grade und nach der Art der empordringenden Massen und noch mehr nach der Beschaffenheit der von jenen berührten Gesteine verschiedentlich aus. Meist kommen diese Umbildungen den gewöhnlichen Erscheinungen der Feuerwirkung mehr oder weniger gleich, die wir aus Hohl-, Ziegel- und Koföfen, ja sogar aus umfänglichen Feuersbrünsten kennen; in welcher letzteren Beziehung ich daran erinnere, daß die Geologie auf der furchtbaren Brandstätte von Hamburg manche lehrreiche Beobachtung gemacht hat.

Bei der Beurtheilung solcher Erscheinungen kommt der eigenthümliche Fall vor, daß das Beweisende zum Bewiesenen und das Bewiesene zum Beweisenden wird. Niemand hat jemals den Basalt anders, als in starrem Zustande gesehen und daß er jemals feuerflüssig gewesen sey, kann nächst seiner Ähnlichkeit mit manchen unzweifelhaften Laven wesentlich nur damit bewiesen werden, daß er seine Umgebung oft in einen Zustand gebracht hat, welchen wir anderwärts vor unseren Augen nur durch Feuer hervorbringen sehen.

Die glasige Beschaffenheit des von Basalt durchbrochenen Sandsteines beweist den einstmaligen feuerflüssigen Zustand jenes, und wenn anderwärts der Basalt andere Veränderungen als Verglasung hervorgebracht hat, so beweist die durch letztere bewiesene Feuerflüssigkeit des Basaltes, daß auch jene anderen Zustände von dieser Eigenschaft des Basaltes herrühren müssen. —

Die Einwirkung der pyrogenen Gesteine, wenn sie mit älteren Gesteinen in Berührung kommen, spricht sich durch Verfärbung, Härtung, Frittung, durch Schmelzung und Verglasung, durch Verkokung, durch prismatische Absonderung und durch Umkrystallisirung aus. Es versteht sich von selbst, daß solche Umbildungen am meisten und am bedeutendsten durch Basalte und Trachyte, also durch die eigentlichen vulkanischen Gesteine bewirkt werden.

Die Frittung zeigt sich besonders deutlich an durchbrochenen Sandsteinen, und besteht in einer Umwandlung des meist thonigen Bindemittels in eine festere und dichtere Masse und oft auch in einer leichten Anschmelzung der Sandkörner, ohne daß jedoch das Sandsteinansetzen verwischt würde. Gefrittete Sandsteine sind härter, und auf dem Bruch meist fettglänzend.

Bei Tharand kommt Frittung und Verglasung zusammen vor. Der Basalt hat dort den Felsitporphyr und den über diesem liegenden Quadersandstein durchbrochen. Von ersterem hat er kleinere Brocken in seine flüssig gewesene Masse eingeschlossen und ziemlich stark verglast, obgleich in ihnen der Porphyr noch deutlich zu erkennen ist. Der Sandstein ist an der Grenze des Basaltdurchbruchs stark gefrittet.

Eine Umwandlung des von Basalt durchbrochenen Thonschiefers auf der Insel Anglesea in ein porzellanjaspisähnliches Gestein bis auf 30 Fuß Entfernung von der Basaltgrenze fand ihr neuzeitliches Seitenstück im Hohen zu Mägdesprung, wo Thonschieferstücke, welche lange dem Feuer ausgesetzt gewesen waren, ein kieselschieferähnliches Ansehen bekommen hatten.

Ganz besonders beweiskräftig für den Feuerursprung der Basaltfamilie sind die Einwirkungen ihrer Gesteine auf Stein- und Braunkohlenlager. Braunkohlen sind an manchen Orten dadurch in Steinkohlen und Steinkohlen in Kok umgewandelt worden, und in allen solchen Fällen kann man von dem Punkte der stärksten Feuerwirkung bis in entlegene Ferne davon die allmähliche Abnahme der Umwandlung in einer ununterbrochenen Stufenfolge nachweisen, bis in größerer Entfernung die Braun- oder Steinkohle von der Hitze unerreicht und demnach unverändert geblieben ist.

Nicht selten hat das von der Hitze der hervorbrechenden Masse durchdrungene und dabei innerlich wenig veränderte Gestein nachher bei seiner Abkühlung eine ähnliche prismatische Absonderung erhalten wie jene, wie wir dies auf S. 189 bereits erfuhr.

Neben solchen kaum zweifelhaften Erscheinungen des Metamorphismus kommen andere vor, welche zwar ebenfalls unzweifelhaft durch die Berührung mit pyrogenen Gesteinen hervorgerufen sind, welche aber nicht den gewöhnlichen Charakter von Feuererzeugnissen an sich tragen. Es sind dies die sogenannten Umkrystallisierungen, welche namentlich Kalksteine und

Thonschiefer durch Granite erfahren haben. Dabei ist es besonders auffallend, daß diese Einwirkungen sich viel tiefer in das Gebiet des umgestalteten Gesteines hinein erstrecken, als jene handgreiflichen Feuereinwirkungen. Hierbei scheint aber dieselbe Erwägung am Plage zu seyn, welche wir uns am Schlusse des vorigen Abschnittes vorhielten, daß die ungemessenen Zeiträume die verhältnißmäßige Geringfügigkeit der Kräfte ergänzen. Die bekannten Durchbrüche basaltischer und trachytischer Gesteine sind im Vergleich zu den Granitausbrüchen sehr unbedeutend gewesen und jeder einzelne hat ohne Zweifel einen kurzen Verlauf und eine darauf folgende schnelle Abkühlung gehabt. Sie brachten daher durch ihre außerordentliche Hitze wohl eine mächtige aber nicht weit reichende Umänderung der getroffenen Gesteine hervor. War auch ein Granitausbruch von einer Viertelmeile Umfang, und es giebt bekanntlich dergleichen von noch viel bedeutenderem Umfange, viel weniger heiß, als ein Basaltausbruch, so mußte dennoch diese weit größere Masse bei der geringen Wärmeleitung der Gesteine auf diese eine Jahrhunderte lang andauernde Erhitzung und in weiter Erstreckung auf sie einen Einfluß ausüben. Man kennt solche Umkrystallisirungen des Thonschiefers durch Granit bis auf eine Erstreckung von 6000 Fuß von der Berührungsfläche des Granites an. Die umkrystallisirten Gesteine, die vorher oft eine nur sehr unentschiedene oder gar keine Krystallisation zeigten, zeigen nicht nur eine andere Anordnung und Größe der Krystalle und eine schärfere Ausprägung derselben, sondern enthalten zuweilen auch neue Krystalle einer Steinart, deren Stoff in dem metamorphisirten Gesteine entweder vorher in anderer Form und Vertheilung enthalten gewesen war, oder der in der Form von Dämpfen von dem metamorphosirenden Gesteine hinein geführt wurde.

Ist man nun auch im Recht, da von Metamorphismus zu sprechen, wo sowohl der sichtbaren und nicht zu mißdeutenden Erscheinung nach, als auch durch vollkommen gerechtfertigte Aehnlichkeitschlüsse ein sicherer Anhalt gewährt ist und das metamorphosirende Gestein an das metamorphosirte unmittelbar angrenzt, also Ursache und Wirkung dicht bei einander liegen, so ist man weniger im Recht, wenn man, wie es geschieht, die sogenannten krystallinischen Schiefergesteine: Gneiß, Glimmerschiefer und Thonschiefer, für metamorphosirte Gesteine erklärt, obgleich man nirgends in der

alsdann nothwendigen Allgemeinheit metamorphosirende Nachbarn findet. Fast allgemein nennt man auf der durch die Beobachtung nicht gerechtfertigten Hypothese fußend, diese Gesteine metamorphische Gesteine.

Ungeachtet keine nur irgend ausreichenden Beweismittel dafür vorgebracht werden können, erblickt man dennoch in den genannten Gebirgsarten deswegen durch Feuer umgewandelte, weil man sich auf anderem Wege ihre vollkommene Schichtung und Schieferung neben ihrer krystallinischen Struktur nicht zu erklären weiß. Man hält sie daher für die ersten ihrem Ursprunge zufolge strukturlos gewesenen Wasserablagerungen (Sedimentbildungen) in denen sich später durch Hizeinwirkung, mit Erhaltung der Schichtung, die krystallinische Struktur gebildet habe; und da diese Gesteine immer frei von Versteinerungen sind, so versetzt man ihre Bildung in die Zeit vor der Entstehung organischen Lebens auf der Erde, oder nimmt an, daß durch die Metamorphosirung in ihnen die organischen Ueberreste spurlos verschwunden seyen.

Allerdings enthält diese Hypothese keine inneren Unrichtigkeiten; es fehlt ihr nur der praktische Nachweis, der darin bestehen würde, daß überall in der unmittelbaren Nachbarschaft der krystallinischen Schiefergesteine sich, deren ungeheurer Ausbreitung angemessen, pyrogene Massen vorfinden müßten, von denen die Umkrystallisirung ausgegangen seyn könnte.

Da bisher die Bildung der krystallinischen Schiefergesteine auf nassem Wege noch nicht erklärbar ist, wenigstens in unseren chemischen Laboratorien im Kleinen dafür noch keine Beweise vorliegen, und ihre vollständige Schieferung der Bildung durch Feuer nach anderweiten Erfahrungen widerspricht, so bilden dieselben vor der Hand noch eine ungelöste Aufgabe, deren man sich durch eine mit den Thatfachen nicht im Einklange stehende Hypothese nicht zu entledigen suchen sollte.

Alle diese verschiedenen Umwandlungen der Gesteine zeugen davon, daß die Erdrinde keineswegs eine todte starre Masse sey, sondern daß chemische Veränderungen, welche immer und überall mit Bewegung verbunden sind, Bewegung und Leben hinein tragen. Manche dieser Umwandlungen, wie z. B. die des Anhydrites in Gyps, sind vor unseren Augen in ununterbrochenem Vorschreiten, andere vielleicht nicht weniger, nur tief unter der Erdoberfläche unserer Beobachtung entzogen und ich kann nicht



umhin, wiederholt daran zu erinnern, daß die vulkanischen Erschütterungen, von denen wir wahrscheinlich nur unbedeutende Spuren als Erdbeben wahrnehmen, wesentlich dazu beitragen mögen, die tieferen Schichten der Erdrinde in ihrer Struktur zu verändern und zu bestimmen.

## XI. Lehre vom Bau der Erdrinde, Geotektonik.

Gebirgsglied (Fig. 40.); vorherrschende und untergeordnete Gebirgsglieder; Wechselagerung (Fig. 41.); Äußere Umrisse der Gebirgsglieder; Kontaktverhältnisse; Ablösung, Verwachsung; normaler und abnormer Gesteinsverband; gleichsinnige und widersinnige Lagerung (Fig. 42.); verschiedene Richtung der Endflächen der Schichten (Fig. 43.); Ausstrich; Auflagerung, durchgreifende, untergreifende und umschlossene Lagerung (Fig. 44.); Lager, Flöz; Gang (Fig. 45.); Durchsetzen und Verwerfen der Gänge (Fig. 46. u. 47.); Stoß; — Innerer Schichtenbau (Fig. 48.); Schichtenmulde und Schichtenjattel (Fig. 49.); Verknüpfung oder Verbindung der Gebirgsglieder (Fig. 50. u. 51.) — Äußere Gestalten der eruptiven Gesteinsglieder (Fig. 52.); — Beweismittel für die gewaltsame mechanische Einwirkung der eruptiven Gesteine auf die Nebengesteine (Fig. 53.); — Störungen im Bau der Erdrinde (Fig. 54. — 57.)

Die Bauart des Waterhauses hinterläßt uns unbewußt für unser ganzes Leben bleibende Eindrücke in uns; der Bau der Erdrinde hat einen noch viel bedeutenderen Antheil an der Besonderheit der Völkerschaften.

Wenn wir den Bau der Erdrinde mit einem menschlichen Bauwerk vergleichen, so sind wir bisher in der Betrachtung desselben den umgekehrten Weg gegangen. An einem noch so großen Gebäude trachten wir zunächst nach einem Gesamtbilde desselben, nach seinem Umfange und seinen inneren Räumlichkeiten, und erst zuletzt wenden wir unsere Aufmerksamkeit dem Baustoffe zu, mit welchem es aufgeführt ist; ja wir können jene Absicht erreichen, wenn auch nicht in ihrer ganzen Vollkommenheit, ohne uns um die Art der Baustoffe zu kümmern.

Anders ist es mit der Erde. Diese können wir von keinem Punkte aus ganz überschauen und selbst die Abtheilungen ihrer Oberfläche sind

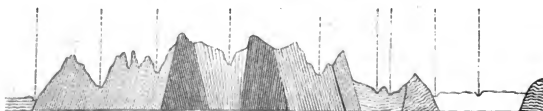
dazu viel zu groß, so daß wir mit der Betrachtung des Kleinen, mit den Bausteinen, anfangen mußten und erst nachdem wir von deren Natur eine übersichtliche Kenntniß erlangt haben, können wir uns ein Gedankenbild von ihrer Zusammensetzung zur Erdrinde machen.

Bei der Lehre vom Bau der Erdrinde lernen wir erst praktisch den Begriff Gebirgsart, Gestein anwenden, indem nur das diesen Namen verdient, was selbstständig einen Antheil an diesem Bau hat. Hierin besteht freilich eine große Ungleichheit. Die Granitfamilie ist am stärksten dabei theilhaftig, während andere Gesteine, z. B. die Familie der Basalte eine geringe Stelle dabei einnehmen, und noch andere wie der Halbopal Böhmens, nur ganz vereinzelt vorkommen.

Das Studium des Baues der Erdrinde hat etwas Ähnliches mit der aufmerksamen Betrachtung eines antiken verfallenden Bauwerkes. An letzterem findet der aufmerksame Blick die Spuren früherer Beschädigungen und späterer Ausbesserungen und hier und dort sieht er zu dem schlichten Mauerwerk des Bauwerkes die Reste eines früheren noch älteren Bauwerkes verwendet, alte Säulenstücke, Inschriftensteine u. dergl. Ähnlich finden wir es in der Erdrinde. Da ist auch nicht alles mehr ursprünglich, sondern an vielen Orten zeigen sich die Spuren von Verwüstungen des ersten Baues und demzufolge die Bausteine bunt durcheinander geworfen und zu neuer Ordnung zusammengefügt. Darum hat die Geotektonik ein besonderes Augenmerk auf die Störungen im ursprünglichen Bau der Erdrinde zu wenden.

Wir haben hier zuvörderst zwei Begriffe festzustellen, den Begriff Gebirgsglied und den Begriff aufstehend.

Unter einem Gebirgsgliede verstehen wir jede wirklich in festem und ursprünglichem, oder durch Störung verändertem Zusammenhang stehende



größere Gesteinsmasse von einer selbstständigen Art, also z. B. eine bloß aus Granit oder bloß aus Syenit bestehende, vielleicht stundenlange Felswand, eine Basaltkuppe, eine Sandsteinschicht u. s. w.

Der vorstehende Holzschnitt, Fig. 40., welcher einen Profildurchschnitt der Karpatenkette darstellt, macht das anschaulich, indem jede anders schraffierte Partie darin ein besonderes Gebirgsglied\*) von einer besonderen Gebirgs- oder Gesteinsart gebildet, ist. Zufällig erscheint in diesem Profile jedes Gebirgsglied doppelt, außer dem aufgeschwemmten Lande der ungarischen Niederung.

Was anstehend sei ergibt sich aus unserem Holzschnitte fast von selbst. Man nennt solche Gesteinsmassen anstehend, welche seitwärts oder abwärts mit gleichen oder anderen in einem festen und ursprünglichen Zusammenhang steht, welche also den festen Zusammenhang der Erdrinde bilden hilft. Daher ist ein, wenn auch hausgroßes Stück Granitfels, welches auf einer Ebene aufgeschwemmten Landes liegt und wohin es durch Herabstürzen oder durch Gletschertransport geführt worden seyn kann, nicht anstehend. Dies gilt aber nicht von den in ebenen Gegenden nicht selten vorkommenden, oft sehr kleinen Felskuppen, welche scheinbar frei auf dem aufgeschwemmten Lande liegen, in Wahrheit aber unten mit dem tiefer liegenden Felsboden derselben Gesteinsart unsichtbar zusammenhängen.

Die Gebirgsglieder werden zunächst nach ihrer Ausdehnung in vorherrschende und untergeordnete eingetheilt, und erstere sind es besonders, welche einem gegebenen Gebiete seinen Charakter geben, wie es z. B. der Quadersandstein in der sächsischen Schweiz, die Basalt- und Phonolithkuppen in dem böhmischen Mittelgebirge thun.

Weiter werden meine Leser und Leserinnen die Gebirgsglieder von selbst in massige oder geschichtete, oder was dasselbe ist, in plutonische oder pyrogene und in neptunische oder hydrogene eintheilen.

Ein geschichtetes Gebirgsglied erscheint gewöhnlich als ein System von vielen Schichten, wie wir überhaupt bereits mehrmals von Schichtensystemen gesprochen haben; jedoch kann auch eine vereinzelte Schicht auf

---

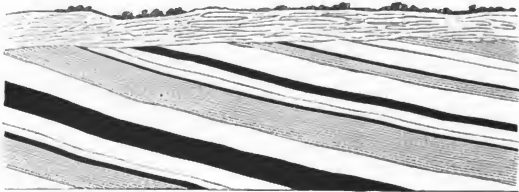
\*) Die Punktklinien verweisen auf Flußbetten; so ist das Flußbett zumeist rechts das der Theiß in der ungarischen Niederung.

den Namen eines Gebirgsgliedes Anspruch machen, wenn auch nur eines untergeordneten.

Die Schichten, welche zusammen ein geschichtetes Gebirgsglied bilden, sind zuweilen nicht gleichartig, sondern verschieden und sie wechseln dann gewöhnlich in der Uebereinanderschichtung mit einander ab, was man Wechsellagerung nennt.

Fig. 41. zeigt uns ein Steinkohlen-Schichtensystem mit wechsellagernden Kohlenflözen, Sandstein- und Schieferthonschichten. Dasselbe zeigt auch weiter unten der Holzschnitt Fig. 55.

41.



Dagegen lassen die ungeschichteten oder massigen Gebirgsglieder in der Regel keine sehr verschiedene Zusammensetzung erkennen, obgleich an verschiedenen Punkten derselben ihre Gesteinsmasse in verschiedenen Varietäten ausgeprägt seyn kann.

Was die äußeren Umrisse der Gebirgsglieder betrifft, so unterscheidet man Parallelmassen, Decken, Zonen, Stöcke, Kuppen und Ströme.

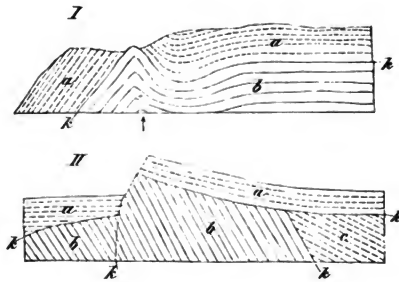
Bei der Betrachtung der Zusammensetzung der Erdrinde aus den Gesteinen kommen mancherlei Verhältnisse der Gebirgsglieder zu einander in Betracht, von welchen besonders zwei beachtenswerth sind. Es sind dies die Verhältnisse, welche sich bei der Berührung, bei dem unmittelbaren Aneinandertreffen, und welche sich ferner bei der Bergesellschaftung, bei der gegenseitigen Lagerung zweier Gebirgsglieder zeigen.

Die Kontaktverhältnisse, wie man wissenschaftlich die ersteren der beiden genannten Beziehungen nennt, zeigen sowohl in der Massenbeschaffenheit der zusammentreffenden Gesteine als auch in gestaltlicher Hinsicht mancherlei erhebliche Eigentümlichkeiten. Granit und Gneis, durch ihr Gefüge beide so wesentlich von einander verschieden, gehen nicht selten im Kontakt so ineinander über, daß gar keine scharfe Grenzlinie zwischen beiden zu ziehen ist, indem der eine allmählig in den anderen übergeht; während andere Gesteine, da wo sie zusammentreffen, scharf von einander unterschieden sind. Hierbei erinnern wir uns als hierher gehörig auch an das, was wir auf S. 203 über den verändernden Einfluß pyrogener Gesteine auf andere erfahren haben. Die Gesteinsverbindung ist bei dem Zusammentreffen zweier entweder bloß ein loses Aneinanderliegen, oder eine innige Verbindung, wodurch die Begriffe der Ablosung und Verwachsung gegeben werden. Bei der Verwachsung drängt sich zuweilen noch eine dünne fremdartige Zwischenlage, gewissermaßen ein Kitt, ein.

Die Berührungs- oder Kontaktflächen zweier Gesteine sind natürlich nach den Strukturverhältnissen dieser sehr verschieden; bei den Schichten meist ebenflächig, bei den Massengesteinen oft sehr verworren. Erheblicher als diese Verschiedenheit der Gesteinsverbindung ist die Art und Weise wie zwei Gesteine im Hinblick auf ihre innere Struktur verbunden sind. Man nennt es normalen Gesteinsverband, wenn die Kontaktfläche den Struktur- oder Schichtungsflächen beider Gesteine gleichlaufend ist, wie wir es an Fig. 41. sahen. Abnorm ist der Gesteinsverband, wenn die Kontaktfläche die Strukturflächen eines oder beider Gesteine durchschneidet. Beide Verbindungsarten, für die Deutung geologischer Erscheinungen von höchster Bedeutung, fallen mit der gleichsinnigen, concordanten und widersinnigen, discordanten Lagerung zweier Schichtgesteine zusammen, und beistehende Fig. 42. wird uns beides anschaulich und zugleich die Bedeutsamkeit des Verhältnisses begreiflich machen. In beiden Profilen I. und II. verweisen uns die Buchstaben k auf die Kontaktflächen, welche bei I. mit den Schichten der beiden Schichtensysteme a und b gleichsinnig sind, während sie bei dem Zusammentreffen der drei Systeme von II. widersinnig die Schichtungsflächen schneiden, nur zwischen b und b findet

eine normale Verbindung statt, wenn auch dabei, wie wir sehen, die Schichtungen nicht ganz aufeinander treffen.

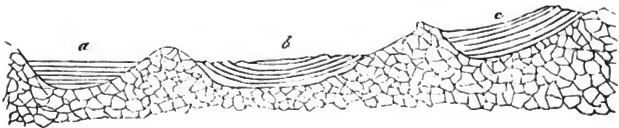
42.



I. Normaler, II. abnormer Gesteinsverband.

Die einzelnen Schichten eines Schichtensystems sind hinsichtlich ihrer äußersten Ränder mannsfah verschieden. Entweder die Endflächen der Schichten sind abwärts gerichtet oder aufwärts, oder theils abtheils aufwärts gerichtet, wie das Fig. 43. a b c darthut.

43.



Sucht der Bergmann in den Schichten irgend ein nutzbares Mineral, so wird ihm das natürlich bei aufwärts gerichteten Endflächen derselben viel mehr erleichternd seyn, als im entgegengesetzten Falle. Diese aufwärts

gerichteten Endflächen nennt man den Ausstrich einer Schicht, die Schicht streicht aus.

Die Schichtgesteine haben vor und neben den Massengesteinen die wichtige Bedeutung voraus, daß ihre Schichtung ein Mittel an die Hand giebt, wodurch wir die mancherlei Umgestaltungen der Erdrinde ermessen können. Ein ungeschichtetes Massengestein kann seit seiner ersten Bildung mehrmals in andere Lagen gekommen seyn, nur selten werden wir dies überhaupt und noch weniger die Richtung erkennen, in welcher dies, und den Punkt, von wo aus es geschah.

Diese Bedeutsamkeit der Schichtung der Gesteine spricht sich zumeist in der Lagerung aus, womit man das räumliche Verhältniß eines Gebirgs- gliedes zu einem benachbarten anderen bezeichnet. Jedes Gebirgs- glied ist entweder vor oder mit, oder nach einem anderen benachbarten gebildet worden, und dadurch entsteht ein gewisses Abhängigkeits-Verhältniß der Gebirgs- glieder von einander, da jedes seine Lagerung von einem entweder vor ihm bereits vorhandenen, oder mit ihm zugleich gebildeten vorgeschrieben erhalten muß.

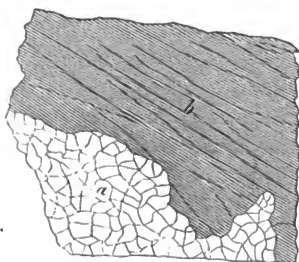
Wir erinnern uns hierbei zunächst an das allgemeine Gesetz, daß sich jedes Schichtgestein ursprünglich wagrecht abgelagert hat, wobei natürlich die Unebenheit der Fläche, auf welcher dies erfolgte und die Bewegung des ablagernden Mittels störenden Einfluß haben kann.

Die Lagerung eines Gebirgs- gliedes bestimmt sich wesentlich nach vier Beziehungen zu dem benachbarten Gebirgs- gliede als Auflagerung, durchgreifende Lagerung, untergreifende Lagerung, und umschlossene Lagerung.

Die Bezeichnungen werden kaum einer Erläuterung bedürfen. Bei der der Auflagerung entgegengesetzten Unterlagerung zeigt sich die unerwartete Erscheinung, daß ein jüngeres Gestein unter einem älteren liegt, während natürlich das umgekehrte Verhältniß die Regel seyn muß. Daraus geht von selbst hervor, daß nicht jedes unter einem anderen liegendes Gebirgs- glied in diesem Sinne jenem unterlagert genannt wird. An Fig. 42. II. liegt zwar b unter a, aber es ist dem b nicht unterlagert, weil es früher als a da war, welches daher dem b überlagert ist. Die wahre Unterlagerung findet sich bloß bei pyrogenen Gesteinen, welche

zuweilen deshalb bei ihrem Emportreten aus dem Erdinnern unter einem schon vorhandenen Gebirgsgliede sich ablagern, weil dieses ältere Gebirgs-glied das neue an seiner Ausbreitung nach aufwärts hinderte.

44.



Urteflagerung.

An Fig. 44. findet Unterlagerung des Massengesteins a unter das ältere Schiefergestein b statt, welches letztere von jenem zwar in seiner Lage gestört, aber nicht beseitigt worden ist, so daß sich das Massengestein unter ihm lagern mußte.

Die durchgreifende Lagerung findet sich nur bei untergeordneten Gebirgsgliedern, welche in geringer Mächtigkeit gangartig mitten durch andere mächtigere hindurchsetzen. Die umschlossene Lagerung, die besonders den sogenannten Stöcken zukommt, zeigt im Vergleich zu den benachbarten Gebirgsgliedern etwa das Verhältniß des vom Eiweiß umschlossenen Dotters.

Gebirgsglieder von geringer Mächtigkeit, welche in normalem Ver-  
bande (s. S. 211.) mit anderen mächtigeren Gebirgsgliedern stehen, nennt man lagerartige und dann Lager im engeren Sinne, wenn sie von einem Schichtensysteme, in welchem sie eine Schicht bilden, sich bloß durch ihre besondere Masse von den übrigen Schichten unterscheiden. So finden wir an Fig. 41. (S. 210.) in einem Schichtensysteme des Steinkohlengebirges Steinkohlenlager, oder nach der handwerksmäßigen Benennung



Steinkohlenflöße, denn der Sprachgebrauch des deutschen Bergmanns nennt ein Lager, welches aus einem nutzbaren Mineral gebildet wird, ein Flöz.

Von den Lagern unterscheiden sich die Gänge bloß dadurch, daß sie im abnormen Verband mit dem Gestein stehen, mit welchem sie verbunden sind. Die Gänge sind nichts anderes, als Ausfüllungen von Spalten in dem Gebirgsgliede, welches sie in durchgreifender Lagerung durchsetzen. Da diese Spalten bald regelmäßig, bald unregelmäßig, überhaupt äußerst verschiedenartig gebildet seyn können, so ergiebt sich hieraus von selbst die große Verschiedenheit der Gänge.

Lager wie Gänge sind ferner durch die Beschaffenheit ihrer Masse bald Gesteinslager oder Gesteinsgänge, bald Minerallager oder Mineralgänge. Ist die beide bildende Masse eine Gesteins- oder Gebirgsart wie wir diesen Begriff zuerst auf S. 17. ff. kennen lernten und in diesem und dem vorigen Abschnitte vielfach anwendeten, so sind sie Gesteinslager oder Gänge, z. B. ein Kalklager, ein Porphyrgang. Ist diese Masse dagegen keine der dafür geltenden Gesteinsarten, sondern eine sonst nicht in größerer Ausdehnung Gebirgsglieder bildende Verbindung von Steinarten oder auch bloß eine einzelne Steinart, so tritt die andere Benennung nach dem Mineral ein, z. B. ein Schwefelgang; und ist diese Masse reich an metallischen Mineralien, so sagt man Erz-Lager und Erz-Gang.

Es ist natürlich, daß eine vollständige Kenntniß der Natur und Eigenthümlichkeiten der Erzlager und Erzgänge, wie der Steinkohlenflöße für den Bergwerksbetrieb von höchster Wichtigkeit ist. Der Bergmann sieht sich dabei oft von jenen störenden Einflüssen gehemmt, wodurch der Verlauf der Erzgänge oft plötzlich unterbrochen worden ist, und es wird ihm dann nicht selten schwer, die Fortsetzung des abgerissenen Fadens wieder aufzufinden.

Wir sind hier in dem eigentlichen Gebiete des Bergbaues und bei dessen Wichtigkeit glaube ich einige weitere Angaben über die örtlichen Verhältnisse des Erzvorkommens einschalten zu müssen.

Die Erzgänge kommen im Allgemeinen häufiger in Massengesteinen, als in geschichteten vor, mit Ausnahme der sogenannten krystallinischen

Schiefergesteine (S. 208.), weshalb auch Erzgänge häufiger als Erzlager sind. Da wir beide, Erzlager und Erzgänge, als Ausfüllungen von Spalten in den Gesteinen betrachten gelernt haben, und diese Spalten namentlich in den Massengesteinen meist ganz regellos vertheilt und äußerst mannfaltig in ihrer Gestaltung sind, so gilt natürlich dasselbe von den Erzgängen selbst. Sie finden sich bis an die Oberfläche der Gesteine hin, auf der sie zuweilen, wenn sie schwerer verwitterbar als diese sind, als Rämme oder Mauern, oder im entgegengesetzten Falle als Furchen und Gräben in's Auge fallen. Ihre Mächtigkeit ist natürlich sehr verschieden und es wird dadurch zum Theil ihre Baumwürdigkeit bestimmt. Die gewöhnlichste Mächtigkeit der abgebauten Gänge ist 2—6 Fuß, es kommen jedoch solche von 100 und mehr Fuß Mächtigkeit vor.

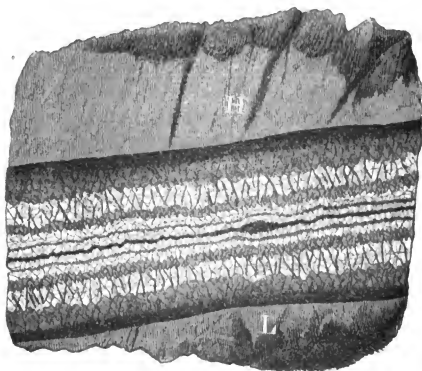
Das Gestein, welches die Gänge bildet, ist nie oder nur höchst selten metallgebendes Erz allein, sondern theilweis und der Masse nach oft sehr vorwaltend sind es sogenannte Gangarten, am häufigsten Quarz, Feldspath, Schwefspath, Kalkspath, Hornblende, Flußspath, Glimmer u. s. w. welche wesentlich die Masse der Gänge bilden.

Die Längen- oder vielmehr die Flächenausdehnung in die Breite und Tiefe ist nicht minder schwankend, ja nur selten hat man das tiefe Ende eines Ganges gefunden und der Bergmann sagt deshalb, „sie gehen in ewige Teufe fort.“ — Wenn wir nachher die Bildungsweise der meisten Gänge kennen lernen werden, so werden wir diesen Ausdruck in sofern ganz passend finden, als dieselben ohne Zweifel mit dem glühenden Erdinnern in Verbindung stehen, oder wenigstens bei ihrer Bildung gestanden haben. —

Die Art, wie die Gangausfüllung erfolgte, kann sehr verschieden gewesen seyn. Bei den Erzgängen ist sie gewöhnlich durch Auskrystallisirung aus eindringendem Wasser oder Dämpfen — durch letztere werden die sogenannten Sublimationsprodukte gebildet — erfolgt. Man hat namentlich die Gangausfüllung durch die Sublimation bestätigt gefunden, indem man in den Mauersteinen alter Flammenöfen von Hüttenwerken feine Spalten und in diesen feine Erzgänge beobachtet hat, welche sich nur aus den feineren Erztheilchen gebildet haben konnten, welche die Dämpfe durch den Schlot mit sich fortgerissen hatten.

Da in solchen Fällen die Gangausfüllung ein rein chemischer Vorgang ist, so ist dadurch auch die regelmäßige Zonenbildung der Erzgänge leicht zu erklären. Nachstehende Abbildung eines Erzganges giebt uns eine Anschauung hiervon.

45.



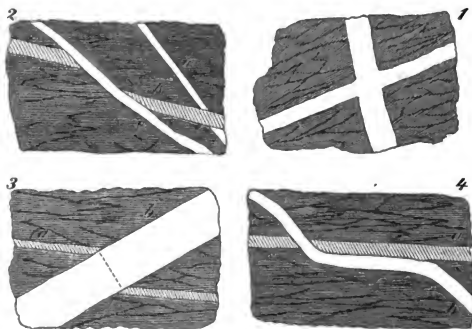
Ein Gang in krystallinischem Schiefergestein.

Wir sehen an der Fig. 45. den Gang in dem Nebengestein scharf abgegrenzt verlaufen. Die beiden Grenzflächen des Ganges heißen die Salzbänder, und das Gestein, in welchem der Gang aufsetzt und welches in Beziehung auf diesen das Nebengestein genannt wird, heißt so weit es oberhalb des Ganges liegt, das Hangende, H, unterhalb des Ganges heißt es das Liegende, L, in welchem Falle der Gang freilich nicht senkrecht, nicht ein feigerer Gang seyn darf, sondern eine bedeutendere Neigung haben muß. Wir finden den Gang aus Streifen von verschiedener Beschaffenheit gebildet und zwar mit einer genau bezeichneten Mittellinie, zu deren beiden Seiten die Streifen oder Zonen einander genau entsprechen, so daß der Gang aus zwei gleichen Hälften besteht. Die Bildung dieser Zonen entstand durch die Reihenfolge der gleichzeitigen Ansetzung der Gangmassen an den beiden Wänden

des Spaltes. Diese beiden Wände des Nebengesteines, welche den Gang zwischen sich einschließen, nennt der Bergmann die Gangulmen. Zuerst wurden an dem dargestellten Gange beiderseits die schwarz wiedergegebene Zone angefügt, auf diese die graue, dann die helle, dann wieder eine dunkle und dann noch zwei schmale helle. Nun war die ganze Spalte ausgefüllt und es blieb nur noch die Mittellinie des Ganges, in welcher wir einen kleinen übrig gelassenen Raum bemerken. Es sind deshalb natürlich die beiden äußersten Schichten eines solchen Ganges, dessen Masse meist vollkommen krystallinisch ist, immer die zuerst und die beiden innersten die zuletzt gebildeten.

Die Gänge durchschneiden einander nicht selten, was der Bergmann Durchsetzen nennt, indem ein Gebirgsglied, welches bereits Gänge enthielt, durch neue Erschütterungen neue Spalten erhielt, in denen sich alsdann neue Gänge bildeten. Die dadurch entstehende Durchkreuzung zweier Gänge, ein Gangkreuz, läßt immer deutlich erkennen, ob einer von beiden Gängen und welcher jünger als der andere sey, oder ob beide gleichzeitig ausgefüllt worden seyen.

46.



1. Gangkreuz. 2. und 3. Durchsetzung und Verwerfung der Gänge. 4. Ein geschwörter Gang.

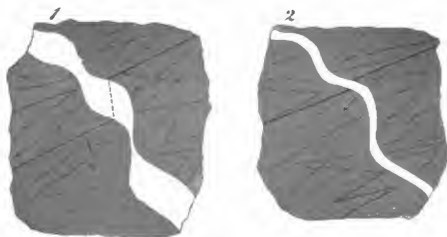
Fig 46. zeigt uns einige Verhältnisse, welche bei der Durchsetzung der Gänge vorkommen und welche für den Bergbau eine wichtige Bedeutung

haben. Bei 1. sehen wir offenbar das Gangkreuz von zwei gleichzeitig ausgefüllten Gängen gebildet, während bei 2., 3., und 4. ältere Gänge von jüngeren durchgesetzt werden. Dabei kommen noch einige beachtenswerthe Verhältnisse vor. Der Gang 2 a wird von dem Gang 2 b, und letzterer von 2 c durchsetzt, so daß hier also Gänge von drei Bildungszeiten beisammen wären. Es ist dabei aber der Hergang in dem Gesteine, in welchem unsere drei Gänge aufsetzen nicht gleich gewesen. Als sich der Spalt für den Gang b bildete, wodurch der schon vorhandene Gang a zerbrochen wurde, wurden die getrennten Stücke des Gesteins nicht verschoben und deshalb sehen wir den Gang a jenseits des neuen Ganges b ungestört fortgehen. Bei der Bildung des Ganges c dagegen wurde der Gang b nicht bloß gebrochen und einfach durch den neuen Gang getrennt, sondern die Trümmer des Gesteines verschoben, oder wie der Kunstausdruck ist verworfen. Wir sehen deshalb die beiden Hälften des Ganges b auseinander gerückt. War der Gang b ein reicher Erzgang, so mußte der oben von links oder unten von rechts bei dem verwerfenden Gange c angekommene Bergmann jenseits des letzteren die verworfene Fortsetzung des ersteren zu finden wissen. Wenn ein geringerer Gang von einem mächtigen Gange durchsetzt wird, so scheint stets eine Verwerfung des ersteren statt gefunden zu haben, auch wenn es nicht der Fall ist. Fig. 46. 3 zeigt dies; aber wir sehen, daß der für den Gang b geöffnete Spalt keine Verwerfung des Gebirges bewerkstelligt hat, sondern daß die beiden Spaltflächen im rechten Winkel auf sie selbst auseinander traten, was die punktirte Linie anzeigt.

Bei Gangdurchsetzungen wird der eine vom anderen oft eine Strecke weit geschleppt, bevor der eine den anderen durchsetzt, was der schleppende oder der geschleppte seyn kann; Fig. 46. 4. zeigt, daß der geschleppte Gang b der durchsetzende und der schleppende a der durchsetzte Gang ist.

Wenn bei mehrfach gekrümmten Gangspalten zugleich Verwerfung des Gesteines statt findet, so kommt die Fig. 47. 1 dargestellte Erscheinung vor. Bei 2. sehen wir den Gang so gezeichnet, wie er ohne Verwerfung geworden seyn würde, denn beide Figuren habe ich mit einem Modell aus Kartenpapier gezeichnet.

47.



Verwerfung eines wellenförmigen Ganges.

Der Pfeil zeigt in Fig. 1. an, daß eine Verwerfung in der Richtung desselben statt gefunden hat, so daß die beiden den Gang begrenzenden Wellenlinien nicht gleichlaufen wie dies an Fig. 2. der Fall ist, wo der Spalt sich in der Richtung des Pfeiles gerade und ohne Verwerfung geöffnet hat.

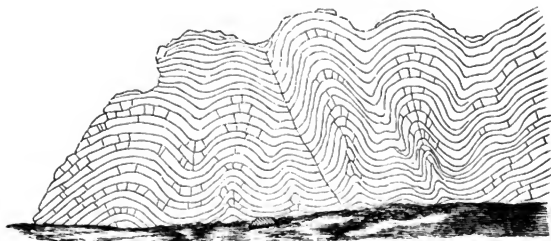
Die umschlossene Lagerung bildet die sogenannten Stöcke, d. h. untergeordnete Gebirgsglieder, welche in Gestalt von langgezogenen, bald geneigten, bald aufrechten Massen von anderen mehr vorherrschenden Gebirgsgliedern umschlossen sind, aus welchem letzteren sie oft kuppenförmig emporragen. Diese Stöcke sind in vielen Fällen leicht als Schollen durchbrochener Gebirgsglieder zu erkennen, welche in der noch weichen oder flüssigen Masse des durchbrechenden sich einsenkten.

Auflagerung, durchgreifende, untergreifende und umschlossene Lagerung waren die Lagerungsformen im Großen; wir haben noch Einiges über die Struktur und Lagerungsverhältnisse der Gebirgsglieder hinzuzufügen, wie sie sich im Innern derselben darstellen.

Die Schichten der geschichteten Gebirgsglieder sind sehr mannfaltig in ihrer inneren Anordnung beschaffen; sie sind und zwar in den meisten Fällen und oft in viele Viertelmeilen betragender Ausdehnung ebenflächig, oder einfach gewölbt oder ausgehöhlt, oder einfach geknickt, was durch eine Emporhebung erfolgte, oder die Schichten sind gefaltet, oder endlich ganz regellos gewunden, wie etwa die bunten Farben auf manchem Marmorpapier.

Fig. 48. zeigt die Schichtenfaltung des Kieselchiefers bei der Innerste-Brücke unterhalb Lautenthal am Harz. Es bedarf keiner weiteren Erwähnung, daß diese und die anderen Abweichungen von der ebenflächigen Schichtengestalt durch Störungen und Druck hervorgebracht sind.

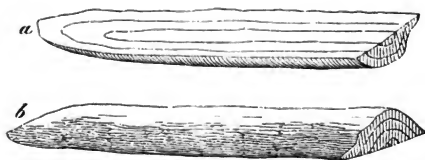
48.



Schichtenfaltung.

Zwei besonders wichtige und oft vorkommende Schichtenbaue sind die Schichtenmulden a und die Schichtensättel b, von denen

49



a. Schichtenmulde; b. Schichtensattel.

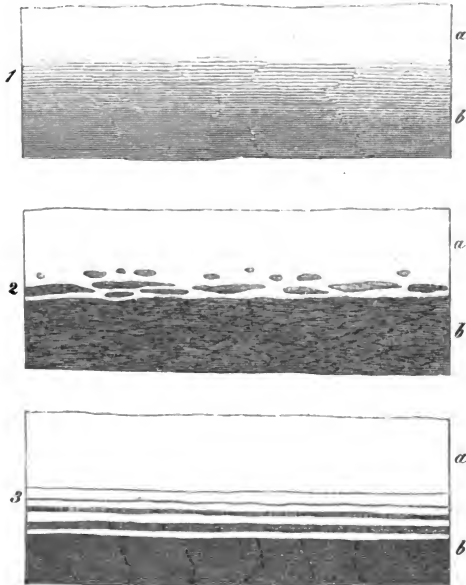
Fig. 49. eine schematische Ansicht giebt; beide sind senkrecht durchschnitten dargestellt, um das Wesentliche dieses Schichtenbaues sichtbar zu machen. Ein Blick lehrt, daß beide bloß in dem Unten und Oben verschieden sind, denn eine umgekehrte Schichtenmulde ist ein Schichtensattel.

Von der Lagerung der Gebirgsglieder müssen wir die Verknüpfung oder Verbindung derselben wohl unterscheiden, welche die Art des Zusammenhanges zweier an- oder aufeinander gelagerter Gebirgsglieder ausdrückt.

Bei widersinniger oder discordanter Lagerung (S. 211.) kann von einer eigentlichen Verknüpfung der Gesteinsglieder kaum die Rede seyn, weil natürlich die Bildung des widersinnig aufgelagerten Gesteinsgliedes nicht die unmittelbare Fortsetzung der Bildung des unteren ist, welches in der Regel schon lange gebildet war, ehe die Ablagerung des oberen erfolgte.

Die Verknüpfung gleichsinnig oder concordant aufeinander gelagerter Gebirgsglieder spricht sich entweder als Gesteinsübergang, als übergreifende Brockenbildung, oder als Wechsellagerung aus,

50.



Verknüpfung der Gebirgsglieder.



daher sie nicht durch eine Gesteinsfuge oder ein dünnes Zwischenlager scharf geschieden sind.

Die Figuren auf vorstehender Fig. 50. veranschaulichen diese leicht-erklärbaren Vorkommnisse.

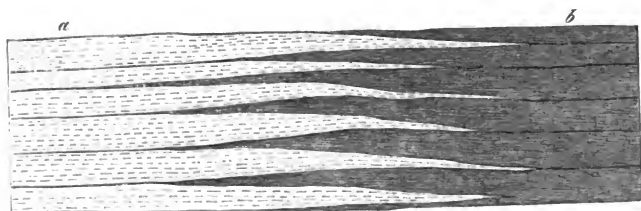
Nro. 1. deutet unverkennbar auf einen allmäligen Uebergang des unteren in das obere Gebirgsglied hin, so daß zwischen der Bildung beider kein Stillstand statt gefunden hat, sondern die Bildung des einen allmäligen und ohne scharfe Grenze in die des anderen überging. So findet man oft den Gneiß in Glimmerschiefer, diesen in Thonschiefer übergehend.

Die übergreifende Brockenbildung Nro. 2. beruht vielleicht darauf, daß die Bildungsweise des unteren Gebirgsgliedes bei dem Uebergang in das obere gewissermaßen sich in einzelnen Brocken noch eine Zeit lang wiederholte. Diese eigenthümliche Verknüpfung ist zuweilen zugleich eine untergreifende, indem sich auch Brocken des oberen in der Grenzmasse des unteren Gesteinsgliedes finden.

Die Verknüpfung durch Wechsellagerung Nro. 3. beruht darauf, daß bei der Ablagerung eines Gebirgsgliedes auf einem früheren die Ablagerung des letzteren noch nicht ganz beendet war und sich noch eine Zeit lang, in dünnen Schichten mit den ersten Schichten des neuen Gebirgsgliedes abwechselnd, fortsetzte, bevor die Ablagerung des neuen Gebirgsgliedes allein erfolgen konnte.

Ein eigenthümliches Verhältniß der Ablagerung benachbarter geschichteter Gebirgsglieder läßt die seitliche Verknüpfung durch auskeilende Wechsellagerung voraussetzen, von welcher uns Fig. 51. eine

51.



Anschauung verschafft. Zwei Gebirgsglieder a und b von verschiedener Beschaffenheit sehen wir unter den sie bezeichnenden Buchstaben als reine Schichtensysteme ausgeprägt, als welche sie beiderseits über die Seiten-  
grenzen unserer Figur sich noch weit erstreckend zu denken sind. Sie wurden ohne Zweifel gleichzeitig unter Einen Wasserspiegel abgelagert, und von links zu a, von rechts zu b die Gesteinsmasse herbeigeführt. Dies geschah bald von der einen, bald von der anderen Seite in überwiegender Menge, so daß bald einmal die in der Ablagerung begriffene Schicht des einen, bald die des anderen Gesteinsgliedes über den Rand der zunächst unteren Schicht des benachbarten Gebirgsgliedes übergrieff. So mußten die Ränder der einzelnen Schichten abwechselnd übereinander übergreifen, indem immer eine von rechts zwischen zweien von links eintritt und sich immer mehr verschmächtigt und zuletzt als dünner Saum sich verliert, was man ausfeilen nennt.

Von den Lagerungsverhältnissen und der inneren Gliederung der geschichteten Gebirgsglieder gehen wir zu diesen Verhältnissen bei den Massen- oder eruptiven, plutonischen oder pyrogenen Gesteinsgliedern über, Zeichnungen, die wir als gleichbedeutend kennen. Wir erinnern uns, daß wir bei ihnen keine regelmäßig ausgeprägte Schichtenbildung, sondern mehr die unregelmäßigen Gestalt- und Strukturverhältnisse feuerflüssig gewesener und formlos erstarrter Massen zu erwarten haben. Da sich die Massengesteine immer gewaltjam einen Weg durch schon früher vorhanden gewesene Gesteinsglieder bahnten, so liegt es auf der Hand, daß die Beschaffenheit der letzteren, ihre Widerstandskraft, die Art ihres Zerreißen, ihre Mächtigkeit und dergleichen von wesentlichem Einflusse auf die Gestaltung der eruptiven Gesteinsglieder seyn mußte, wozu von Seiten dieser selbst der Grad ihrer Feuerflüssigkeit und ihre Mächtigkeit nothwendig bestimmend noch hinzukommt.

Hinsichtlich der allgemeinen äußeren Gestalt der eruptiven Gesteinsglieder unterscheidet man Gänge, Stöcke, Kuppen, Ströme, Decken, Lager und Lagerstöcke, und selbst Schichten und Schichtensysteme. Erinnern wir uns an die eben wiederholte Bildungsweise der eruptiven Gesteine, so werden sich dadurch die genannten Gestaltverhältnisse fast von selbst erklären; denn wie eine im feurigen Fluß ausbrechende

Wasse nach ihrer Erstarrung auf oder zwischen den durchbrochenen Gesteinsgliedern als Gang oder als Strom oder als Decke erscheinen könne, ist leicht zu denken.

52.

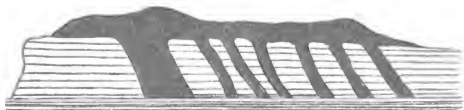


Fig. 52. giebt ein deutlich ausgeprägtes Bild einer Trappdecke, welche nach unten mit Trappgängen zusammenhängt, in welcher wir sofort die Eruptionenwege durch das durchbrochene Schichtensystem erkennen. Neben den Strömen können wir uns über die Schichten bei Massengesteinen nicht wundern, denn geschmolzene sehr flüssige Massen müssen sich auf horizontaler Unterlage eben so gleichmäßig in Schichten absetzen wie Sedimentgesteine.

Was nun die inneren oder Strukturverhältnisse der massigen oder eruptiven Gesteinsglieder betrifft, deren allgemeine äußere Gestalten wir eben kennen lernten, so muß dieselbe am häufigsten Contractionsformen darbieten, wie wir sie auf S. 188 ff. kennen lernten, und einige andere Formen, welche an demselben Orte als den Gang der Erstarrung begleitende Erscheinungen aufgezählt waren. In jüngeren pyrogenen Gesteinsgliedern, in vulkanischen im engeren Sinne, z. B. im Trachyt und Basalt, finden sich oft Blasenräume, die Erzeugnisse der Ausdehnungskraft der in der noch weichen Masse eingeschlossenen Dämpfe. Oft sind diese Blasen durch den Druck zugleich platt gedrückt und in der Richtung des Stromes lang gezogen. —

Bevor wir die Lehre vom Bau der Erdrinde, die Geotektonik, mit einer Betrachtung der dabei vorgekommenen späteren Störungen früherer

Bauverhältnisse der Erdrinde beschließen, schalte ich hier als passenden Uebergang dazu die Beweise für die gewaltfamen mechanischen Einwirkungen der eruptiven Gesteine auf ihre Nebengesteine ein, nachdem wir einige Einflüsse chemischer und physischer Natur schon früher kennen gelernt haben (S. 184. und 203.).

Diese Einwirkungen sprechen sich wesentlich durch folgende Erscheinungen aus:

1. Durch Zerspaltung und Aufspaltung des älteren Nebengesteins. Beleg hierfür ist uns die Gangform, in welcher so sehr häufig die eruptiven Gesteinsglieder vorkommen, indem die Spalten nicht gut anders entstehen konnten, als durch die Gewalt der empordrängenden eruptiven Gesteine selbst, die dann die gerissenen Spalten ausfüllten.

2. Durch Zerbrechung und Zermalmung der Nebengesteine, welche wir durch die Reibungs-Conglomerate (S. 182.) bewiesen fanden, und nicht weniger durch die verglasten Porphyrbrocken im Basalte des Mächerhübels bei Tharand (S. 204.).

3. Durch gewaltfame Einpressung oder Einguß (Injection) des eruptiven Gesteines in die benachbarten Gesteine. Davon giebt uns

53.

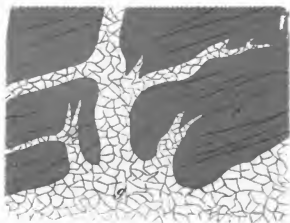


Fig. 53. ein Bild, eine Verzweigung in Thonschiefer (t) eingedrungenen Granites (g) am Cap Wrath in England. Wir sehen die zwei feinsten Verzweigungen des Granites links genau der Schieferung des Thonschiefers folgen, weil ihnen durch sie das Eindringen am meisten erleichtert war.

4. Durch Reibung und Glättung der Wände und Trümmer des Nebengesteines, welche nicht selten so weit geht, daß diese Wände an denen vielleicht lange Zeit hindurch das emporquellende Massengestein glühend heiß hinglitt, spiegelglatt geschliffen worden sind. Wir erinnern uns hierbei an die oft vorkommenden Spiegel- oder Rutschflächen (S. 184.).

5. Durch Stauchung, Windung und Faltung der Schichten des durchbrochenen Nebengesteines, was namentlich oft durch den Granit mit den krystallinischen Schiefergesteinen geschehen ist.

Endlich 6. durch die Störungen des allgemeinen Schichtenbaues und der Lagerung der geschichteten Gesteinsglieder.

Es ist und bleibt eine unerschöpfliche Quelle immer neuer Anregung und Unterhaltung auf Gebirgsreisen, diesen Beweisen aufmerksam nachzuspüren und so überall die Spuren der hundertfältigen Störungen im ursprünglichen Bau der Erdrinde aufzusuchen. Der starre, als todt bezeichnete Träger des organischen Lebens gewinnt dadurch selbst ein wandelvolles Leben, aus welchem heraus Geschichte spricht, die Geschichte des Schauplatzes des menschlichen Treibens.

Das Meiste dieser Störungen werden wir an der Hand des bis jetzt Erfahrenen ohne weitere Erläuterungen verstehen und darin liegt eben der große Nutzen des Studiums der Geologie, daß die sinnliche Wahrnehmung unmittelbar zum Verständniß von Thatfachen und Erscheinungen führt, deren Auftreten in ungemessener Zeitferne hinter uns liegen.

Die häufigsten Wirkungen der auf beschränkten Dertlichkeiten sich ausprechenden Störungen sind die Ortsveränderungen oder Dislocationen, die Verwerfungen und Verschiebungen der Theile der ursprünglichen Erdveste. Sie sind immer durch Spalten oder Sprünge in dieser bedingt, während oder nach deren Bildung die durch sie berührten Theile der vorher zusammenhängenden Gesteinsglieder in andere Lagen versetzt wurden.

Diese Spalten haben natürlich die verschiedensten Richtungen, und demgemäß die verschiedensten Verwerfungen und Verschiebungen der durch sie bewirkten Trümmer der Gesteinsglieder zur Folge. Man kennt nicht bloß senkrechte Spalten und dadurch bewirkte Verschiebungen um mehr als tausend Fuß Höhe, sondern auch horizontale von vielen Meilen Erstreckung.

Schon im Anfang unserer Unterhaltung (S. 19. 20.) erfuhren wir, daß solche Verschiebungen zertrümmerter Gesteinsglieder theils durch Einsenkung, theils durch Empordrängung durch eine von unten wirkende Kraft erfolgen können. Letztere kann eine aufwärts quellende Masse seyn, als welche wir die eruptiven Gesteine schon sehr oft kennen lernten, oder sie kann eine bloße Schwingung seyn, wie wir uns recht leicht vorstellen können, daß durch gewaltige Erzitterungen des Erdinnern die geschichteten Gesteinsglieder vielfach zerbersten müssen, welche die Oberfläche der Erde bildeten.

54.

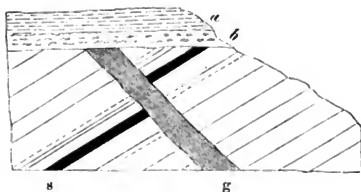


Fig. 54. stellt ein Schichtensystem der Kohlenformation am Quarrington-Hill bei Durham vor, welches durch einen Grünsteingang (g) durchsetzt und so bedeutend verworfen worden ist, daß das Hangende des Ganges (die rechts von diesem liegende Hälfte des Schichtensystems) nun um 24 Fuß höher liegt, was man die Sprunghöhe der Verwerfung nennt.

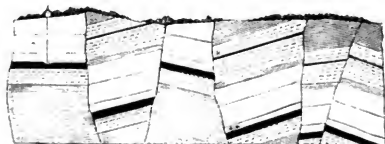
Das mächtige Steinkohlenflöz (s), welches zwischen den Schichten liegend mit verworfen worden ist, dient uns vortrefflich als nicht mißzuverstehendes Beweismittel, daß die beiderseits des Grünsteinganges liegenden Hälften des Schichtencomplexes wirklich die zwei Hälften eines früheren Ganzen sind.

Die beiden mit a und b bezeichneten Schichten, die in widerfinniger Lagerung auf dem zerstörten Schichtenbau der Steinkohlenformation liegen, sind, wie sich von selbst versteht, viel später abgelagert worden; sie gehören dem Zechsteine und dem Rothliegenden an.

Wenn wir in diesem Falle in dem Grünsteingange den Störer der Ordnung unverkennbar vor uns haben, so ist dies dagegen nicht der Fall

bei der noch viel großartigeren, vielfältigen Verwerfung eines mächtigen Schichtensystems des Steinkohlenbeckens von Auckland in Durham, welche uns Fig. 55. darstellt.

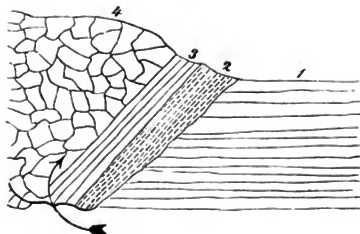
55.



Diese Schichtenstörung kann nur durch die furchtbarsten Erdbeben bewirkt worden seyn. Auch hier geben uns die mit \*\* bezeichneten Kohlenflöze einen sicheren Anhalt um die Zusammengehörigkeit und den einstmaligen Zusammenhang, so wie die verschiedenen Sprunghöhen der bunt durch einander geworfenen Gebirgstrümmer zu erkennen.

So großartig und gewaltig aber auch diese beiden Störungen sind, so sind sie doch in ihrer Weise einfach und verständlich gegenüber manchen Erscheinungen, welche durch sogenannte U e b e r s c h i e b u n g e n und Ueberkipnungen entstanden. Sie bestehen darin, daß tiefere Schichten der Erdrinde durch vulkanische Kräfte über obere emporgeschoben und zuweilen kopfüber über diese gestürzt wurden.

56.



Eines der interessantesten Beispiele dieser Ueberschiebung kommt bei Hohnstein in Sachsen vor und wird uns durch vorstehende Fig. 56. veranschaulicht. Dort haben ursprünglich, oder vielmehr einstmals vor der gegenwärtig sichtbaren Aufeinanderfolge, Granit (4), Jurakalk (3), ein System von Kalk- und Sandsteinschichten (2) und Quadersandsteinschichten (1) in senkrechter Folge so über einander gelegen, daß der letztgenannte zu oberst und der Granit zu unterst lag. Eine unterirdische Gewalt hat aber die an der Abbildung durch die Klammer zusammengefaßten Gesteinsglieder 2., 3., 4. zusammen in der Richtung des gekrümmten Pfeiles herauf und schräg über die Schichten des Quadersandsteins hinweggeschoben.

Vielleicht wenden mir meine Leser und Leserinnen hiergegen ein, daß ja auch vielleicht die Gesteinsglieder 2., 3. und 4. über 1., also der Granit zu oberst, gelegen haben und an der geeigneten linken Grenze der Quadersandsteinschichten herabgerutscht seyn könnten, in welchem Falle dann der letztere einstmals hier das unterste Gesteinsglied gewesen seyn würde.

Diesen Einwand, dessen Berechtigung auf den ersten Blick groß erscheint und die Sachlage anscheinend leichter erklärt, als die eben vorgebrachte Deutung, werden wir bald als ganz unberechtigt von der Hand weisen lernen, wenn wir uns mit der gefez- und erfahrungsmäßig überall auf der ganzen Erde wiederkehrenden Aufeinanderfolge der Gebirgsformationen bekannt gemacht haben werden. Vor der Hand diene zur Widerlegung des Einwandes die Versicherung, daß jener Granit offenbar älter als der Quadersandstein ist (es giebt freilich auch jüngeren), und daß überall da, wo keine Schichtenstörungen statt gefunden haben, die Juraformation unter dem Quadersandstein liegt.

Dieser Fall ist ohne Zweifel sehr geeignet, uns vorbereitend einen tiefen Blick in das Verfahren der Geologie thun zu lassen.

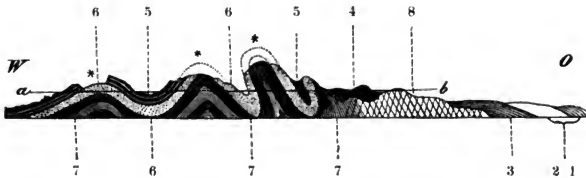
Wollen wir noch einen Augenblick bei ihm verweilen, so müssen wir es bemerkenswerth finden, daß die Gewalt, welche die mächtige von den drei fest aneinander haftenden Gesteinsarten gebildete Scholle, im Bogen über den Quadersandstein empordrehte und dabei ihre Ordnung umkehrte, doch die ruhige, horizontale Schichtenlage des Quadersandsteins nicht störte. —



Schon auf den ersten Seiten dieses Buches mußten wir uns daran erinnern, daß die auf dem Grunde eines Wasserbeckens sich absetzenden Schichten sich gewöhnlich in horizontaler Lage absetzen, obgleich absichtlich angestellte Beobachtungen ergeben, daß auch auf einer 30 Grad geneigten Fläche sich noch Schichten absetzen können, während bei noch größerer Neigung die Theilchen des Bodensatzes auf ihr abwärts rollen und die Absetzung am Grunde der so stark geneigten Fläche sehr stark, dagegen aber an dem oberen Anfange fast gar nicht statt findet. Die oft in viele Meilen weiter Ausdehnung vorkommenden Schichten von 50—70 Grad Neigung und zuweilen selbst senkrecht stehende Schichten, müssen wir als das Werk von nachträglichen Störungen betrachten. Es kommen aber selbst sehr steil aufgerichtete Schichten vor — freilich nicht von neptunischen Gesteinen — deren Stellung so lange für eine ursprüngliche gehalten werden muß, bis es der Wissenschaft gelungen seyn wird, eine aufrichtende Kraft für sie nachzuweisen.

Nicht gar selten findet man im großartigsten Maasstabe mächtige Schichtensysteme durch die vorhin erwähnte Stauchung und Faltung gestört, deren Wirkung uns Fig. 48. auf S. 221. zur Anschauung brachte. In einigen Fällen hat man außer ihr noch die Abtragung der Erdoberfläche durch Verwitterung herbeiziehen müssen, um sie zu erklären.

57



1. 2. Tertiäre Schichten. 3. Kreideformation. 4. Neuer rother Sandstein. 5. Steinkohlenformation.  
6. Levensische Formation. 7. Silurische Formation. 8. Gneiß und Glimmerschiefer.

Ein solcher Fall ist das Alleghaniegebirge Nordamerika's, von welchem Fig. 57. eine Profilsansicht gewährt. Diese ganze lange Gebirgskette ist

wesentlich das Ergebniß der Stauchung, wodurch die mächtigen Schichten-systeme der älteren Formationen über ihr einstmaliges Niveau in Bindungen emporgepreßt worden sind. Auch wenn man die störenden Massengesteine in der Nachbarschaft nicht fände, so wüßte man mit einiger Kenntniß des Baues der Erdrinde, daß man hier eine hunderte von Geviertmeilen umfassende Schichtenstörung vor sich habe; denn in dieser gefalteten Weise können sie sich unmöglich abgelagert haben.

Der Schichtenbau der Alleghaniefette umfaßt eine Menge derjenigen geologischen Zeitabschnitte, welche durch Bildung von Gebirgsformationen repräsentirt sind. Die von Ost nach West vorliegenden und mit Ziffern bezeichnete Formationen sind: 1. und 2. tertiäre Schichten; 3. Kreideformation; 4. neuer rother Sandstein; 5. Steinkohlenformation; 6. Devonische und 7. Silurische Formation, beide zusammen das sogenannte Uebergangsgebirg bildend; 8. Oneiß und Glimmerschiefer.

Die drei Sternchen verweisen uns auf Schichtensättel (S. 229.), deren Rücken durch Verwitterung abgetragen, auf unserer Abbildung aber durch Punktlinien wieder ergänzt sind. Denken wir uns in zukünftige Jahrtausende, wo die ganze Gebirgskette vielleicht bis zu der Linie a b durch Verwitterung abgetragen, dagegen die Schichtenmulden vielleicht durch Schutt theilweise ausgefüllt seyn können, so würden wir das Alleghaniegebirge noch viel verwickelter finden, als es jetzt schon ist.

Wir müssen uns hierbei an die Schichtenmulden und Schichtensättel erinnern, denn die besten drei Punkte unseres Holzschnittes führen uns nothwendig zu der Ueberzeugung, daß namentlich starkgewölbte Schichtensättel, deren Rücken zerstört ist, scheinbar selbstständige sehr stark aufgerichtete Schichten zeigen müssen, die dennoch immer je zwei und zwei zusammengehören, weil sie in dem zerstörten Sattlrücken einstmals in Eins verbunden waren.

Am Schlusse dieses Abschnittes, eines der wichtigsten der Geschichte der Erde, glaube ich gegenüber mancher Scheu ausdrücklich hervorheben zu dürfen, daß gerade dieser so anziehende Abschnitt an Denjenigen, welcher die Geschichte seiner irdischen Heimath kennen lernen will, keine höheren Ansprüche stellt, als die der aufmerksamen Beobachtung dessen, was sich fast überall den geübten Sinnen von selbst darbietet. Ist es auch auf dem

weiten mühevollen Gebiete der Naturwissenschaft eine der schwierigsten Aufgaben, ein in jeder Beziehung ausgezeichnete Geolog zu seyn, wie Leopold von Buch es war, so gehört mit nichten ein großes Wissen dazu, um — wenn die Kenntniß der Erdgeschichte nicht an sich schon ein unentbehrliches Glied wahrer Bildung wäre — wenigstens Gebirgsreisen mit einem neuen Reiz zu schmücken, mit dem Reiz des wissenschaftlichen Verständnisses ihrer Beschwerden wie ihrer Freuden; denn der Blick in das Thal ist fast immer ein Blick in die Geschichte des Gebirges, ein Blick auf den kniebrechenden Fels fast immer ein Blick in seine Wiege.

## XII. Die Versteinerungen; Paläontologie.

Frühere Verkennung der Versteinerungen; Entstehung und Beschaffenheit derselben; Ueberrindung oder Inkrustation; Abformung, Abdruck, Abguß, Steinkern (Figuren 58., 59., 60.); Abgüsse von Thierfährten (Figuren 61., 62.); Auslaugung oder Verwitterung, Calcination; Versteinerung, Petrification, entweder Verkalkung, Verkieselung oder Vererzung (Fig. 63.); Verkohlung oder Mumifirung, Torf, Braun-, Steinkohle. — Geschichtlicher Werth der Versteinerungen, Feltmuscheln; ursprüngliche und secundäre Lagerstätten; Knochenbreccien; Verbreitung der Versteinerungen; Zahl der bis jetzt bekannten Versteinerungen; irrtümlich für Versteinerungen gehaltene Gebilde; angeblich mitten in Steinen lebend gefundene Kröten.

Die Versteinerungen sind die Illustrationen auf den Blättern des Buches der Erdgeschichte, welche unser mühevolltes Lesen in diesem erleichtern, ja fast allein möglich machen. Ohne Versteinerungen wäre die Geologie als berechtigte Wissenschaft kaum denkbar.

Der Vergleich zwischen Antiken und Versteinerungen liegt so nahe, daß er schon oft gemacht worden ist. Es gehört ein seltener Stumpfsinn dazu, irgend ein antikes Kunstwerk oder Geräthe gleichgültig anzusehen; dasselbe gilt von den Versteinerungen.

Und dennoch konnte es geschehen, daß man die Versteinerungen lange Zeit ziemlich allgemein verkannte, sie für etwas anderes hielt, als sie sind.

Ueberhaupt stehen im Vorhofe der jetzt so gründlich erforschten Paläontologie wahre Verkehrtheiten und Lächerlichkeiten als Versteinerungen und Antiken einer alt gewordenen Zeit.

Ein Gebildeter unserer Tage kann es nicht begreifen, und dennoch stimmt es vollkommen zu jener Zeit, welche die Naturwissenschaft fast nur spielend in „Raritätenkammern“ betrieb, daß man die Versteinerungen für „Naturspiele“ hielt. Die ernste Göttin sollte sich darin gefallen haben, neben ihren lebendigen Thieren und Pflanzen dann und wann einmal, wie zum Spaß, davon Fraßen nachgebildet zu haben! Vergleicht man diese und einige andere ungereimte Auffassungen der Versteinerungen mit der heutigen Versteinerungskunde, so erkennt man sofort, daß diese ganz besonders auch zu den Theilen der Naturwissenschaft gehört, an denen sich der Riesenschritt derselben bewahrheitet.

Wir gehen nicht weiter auf die Abwege ein, auf denen man einstmal das Verständniß der Versteinerungen suchen zu müssen glaubte, sondern wenden uns zu der Versteinerungskunde unserer Tage, deren eben schon einmal gebrauchter wissenschaftlicher Name Paläontologie die Lehre von vorzeitlichen Wesen bedeutet. Jedermann kennt auch den Namen Petrefakten, und daß man die Versteinerungen auch Fossilien nennt, ist nicht minder bekannt als unbezeichnend, denn da das Wort fossilis etwas Begrabenes, etwas was durch Graben erreicht werden kann, bedeutet, so ist die beschränkte Anwendung dieses sehr weiten Begriffes auf die Versteinerungen ein arge Willkür.

In diesem Abschnitte haben wir es noch nicht mit der systematischen Unterscheidung der Versteinerungen und ihrer Benutzung zur geschichtlichen Unterscheidung der Gebirgsarten zu thun, sondern lediglich mit der Entstehung und Beschaffenheit derselben.

Bei Ueberblickung einer Versteinerungssammlung fällt uns eine große Verschiedenheit auf in der Art der Erhaltung der versteinerten Wesen und in der Steinmasse, in welche sie umgewandelt sind. Oft finden wir zwar die ganze äußere Form und Oberflächenbeschaffenheit derselben erhalten, aber von ihren inneren Theilen keine Spur, und solche Versteinerungen mögen ihre Auffassung als „Naturspiele“ einigermaßen entschuldigen, denn sie erscheinen ganz wie aus Stein gemeißelte oder in gebranntem Thon

dargestellte Abbilder von Thieren oder Pflanzentheilen. Andere Versteinerungen zeigen uns noch weniger von ihrem einst lebendig gewesenem Urbilde, nämlich bloß den Abdruck seiner Außenseite, oder gar bloß eines Theiles derselben. Die Masse dazu ist bald ein grober, gewöhnlicher Sandstein, bald Erz, namentlich Schwefeleisen, bald ist sie der bekannte Achat oder Halbopal, bald auch Kalkspath in schönster krystallinischer Ausprägung. Der versteinerte Leib des Thieres oder der Pflanze ist entweder in seiner ganzen Vollständigkeit erhalten oder es blieben bloß einzelne Theile desselben übrig, entweder weil die übrigen ihrer Beschaffenheit nach sich nicht für den Vorgang der Versteinerung eigneten, oder weil schon vor demselben der Leib in Theile zerfallen, oder endlich der ganz versteinerte Leib erst nachher in Theile oder vielmehr Stücke zerbrach, vielleicht erst bei seiner Auffindung in den Schichten, wo er bestattet lag.

Diese Andeutungen geben uns im Voraus ein Bild von der Reichhaltigkeit des uns eben beschäftigenden Gegenstandes.

Indem wir bei der Behandlung der Entstehung und Beschaffenheit der Versteinerungen die aufsteigende Ordnung befolgen, d. h. diejenige Versteinerungsart zuerst betrachten, welche sich am wenigsten von der einstmaligen Beschaffenheit des noch lebendigen Organismus entfernt und mit derjenigen schließen, welche neben möglichst vollkommener Erhaltung des äußeren und inneren Baues desselben eine vollständige Umwandlung in Stein zeigen: so müssen wir mit solchen Erscheinungen beginnen, welche eigentlich den Namen Versteinerungen gar nicht verdienen, wenn wir die Bedeutung dieses Wortes buchstäblich nehmen. Hierin liegt auch ein zwingender Grund, dem leider noch nicht in Einem Worte verdeutschten Fremdwort Paläontologie vor Versteinerungskunde den Vorzug zu geben. Nach den beiden organischen Reichen pflegt man sie auch in Paläophytologie und Paläozoologie zu zerfällen, jenes die Lehre von den vorzeitlichen Gewächsen, dieses die von den vorzeitlichen Thieren ausdrückend.

Schon früher, bei Gelegenheit der Betrachtung jetzt noch statt findender Neubildungen von Steinmassen werden meinen Lesern und Leserinnen bei Erwähnung der Sinterbildung im Karlsbader Sprudel die überrindeten oder inkrustirten Blumensträußchen, Krebse, Vögel eingefallen seyn, die jeder Badereisende von dort mit zubringen pflegt. Sie werden oft

versteinerte genannt, obgleich mit Unrecht, denn unter der Rinde von Kalk welche sich auf der Oberfläche jener organischen Körper abgesetzt hat, ist die Masse derselben unverändert geblieben. Dieser Vorgang kommt in der Natur auch sehr oft ohne Vermittelung des Menschen vor, nämlich überall da, wo kalk- oder kieselhaltige Wasser diesen ihren Kalk- oder Kieselgehalt auf der Oberfläche aller von ihnen gespülter Gegenstände abscheiden, wie wir hiervon S. 79. ff. ausführlich sprachen. Würde dabei der in solches Wasser gerathene organische Körper von demselben ganz durchdrungen und erlaubten dies die chemischen Bedingungen seiner Masse, so würde wahrscheinlich mit vollkommener Erhaltung seiner inneren Gewebeformen echte Versteinerungen im buchstäblichen Sinne des Wortes daraus werden. Dies ist jedoch meist nicht der Fall, sondern innerhalb der umschließenden Ueberrindung oder Inkrustation verschwindet zuletzt durch Verwesung oder Vermoderung der Stoff des übrindeten Körpers gänzlich und hinterläßt nur auf der Innenseite der Ueberrindung oder Inkrustation den Abdruck seiner Oberfläche. Findet dabei lange Zeit hindurch eine reichliche Absetzung von Ueberrindung, Kalk- oder Kieselunter statt, so muß natürlich zuletzt die Gestalt des übrindeten Körpers immer undeutlicher und zuletzt ein formloser Klumpen werden. Je dünner dagegen der Ueberguß ist, desto schärfer muß die Form des Körpers sich erhalten.

Der a. a. D. erwähnte Kalktuff ist an vielen Stellen auf diese Weise entstanden. Locker über einanderliegende Blätter, Aststückchen, Moose, SchneckenSchalen u. dgl. sind zuletzt in einen dichten, festen, mehr oder weniger von Löchern und Röhren durchzogenen Tuff verwandelt, in dem man nur beim Zerbrechen seine organischen Einschlüsse wieder findet. Aber oft auch nicht sie selbst, sondern nur ihre Abdrücke, indem sie selbst durch Verwitterung längst verschwunden sind; was namentlich von zarteren Pflanzentheilen gilt.

So werden wir auf die zweite Art der Erhaltung organischer Wesen geleitet, welche Abformung heißt und welche eigentlich von der Ueberrindung in sofern gar nicht verschieden ist, als in beiden Fällen nicht der organische Körper selbst, sondern bloß seine äußere Form erhalten wird. Die Natur kann dabei nicht anders verfahren, als der Mensch bei Abformung von Kunstwerken, nur mit dem Unterschiede, daß jene sich nicht

wie dieser Mühe giebt, das Original zu erhalten und zu schonen. Bei der Sedimentbildung müssen Thiere und Pflanzen oder Theile derselben in den Anfangs weichen Teig der sich ablagernden Schicht in Menge eingeschlossen werden und es müssen in dem daraus gewordenen festen Gestein nachher kennbare Spuren davon zurückbleiben. Diese Spuren sind nun meist wie bei der Inkrustation bloß Abdrücke ihrer äußeren Form, indem die Masse der eingeschlossenen organischen Körper verschwand; und nachdem letzteres erfolgt war, so muß ein rundlicher Körper, wie z. B. ein seiner Stacheln beraubter Seeigel oder eine Muschel, einen ganz gleichen Raum hinterlassen, dessen Wandung den Abdruck der Oberfläche jener enthält. Dies ist auch sehr häufig genau so der Fall und namentlich im Quadersandstein findet man sehr häufig die Abdrücke von Muscheln, so daß der nachdenkliche Beschauer sich mit einiger Verwunderung fragt, wohin denn wohl die Muscheln gekommen seyn mögen, welche nichts als den leeren von ihnen einst eingenommenen Raum mit ihrem treuen Abdruck hinterließen und doch ringsum von dem weichen Sandteige umschlossen worden waren. Und in der That ist die Erscheinung überraschend genug, in einem festen Gestein den rings umschlossenen scharfen Hohldruck einer faustgroßen Muschel, von ihr selbst aber keine Spur und auch keinen Ausweg für ihr Verschwinden zu finden. Weniger überraschend und doch nicht anders bedingt ist diese Erscheinung bei den Blättern, deren Abdrücke sich namentlich oft in höchster Vollkommenheit in den tertiären Sandsteinschichten finden. Hier erhält man immer von jedem Blatte zwei Abdrücke, einen der oberen und einen der unteren Blattfläche und zwischen beiden findet sich im Gestein ein schmaler leerer Raum, genau der Dicke des verschwundenen Blattes entsprechend.

Oft aber findet man diesen Raum, den der verschwundene organische Körper hinterließ, nicht leer, sondern von Steinmasse ausgefüllt, eben so wie die Gießform einer Büste noch von dieser erfüllt ist, bis zu dem Augenblicke, wo man die Büste herausnimmt. Hier ist das Räthsel noch größer, als vorhin bei dem Hohlabbdruck, wenn namentlich das den Hohlraum ausfüllende Gestein von derselben Beschaffenheit wie das den Hohlabbdruck enthaltende ist, indem man sich erstaunt fragt, wie nach dem Verschwinden des aufgelösten organischen Körpers aus dem doch inzwischen

fechter gewordenen Gestein und den dadurch erst leer gewordenen Raum flüssiger Steinteig gelangen konnte, da doch kein Zugang zu ihm vorhanden war.

War der organische Körper innen hohl, wie z. B. eine zweischalige Muschel nach Verwesung des Muschelthieres, so findet sich entweder zwischen der eingedringenen Ausfüllungsmasse dieses Hohlraumes und dem äußeren Abdruck der Oberfläche der Muschel in dem umschließenden Gestein die Muschel selbst nicht mehr vor, sondern nur der von ihr erfüllt gewesene Raum, oder die Muschel selbst ist wirklich versteinert vorhanden. In letzterem Falle ist es oft möglich gewissermaßen drei Exemplare aus einer einzigen solchen Versteinerung zu gewinnen, nämlich: erstens den Hohlabdruck der äußeren Form der Muschel in dem umschließenden Gesteine, zweitens die beiden Muschelschalen selbst in Stein umgewandelt, und drittens der Ausguß ihres inneren Hohlraumes aus derselben Masse bestehend, wie das übrige umschließende Gestein. In diesem Falle muß sich freilich die versteinerte Muschel aus letzterem und aus der Muschel selbst die eingeschlossene Ausfüllungsmasse ablösen lassen, und es versteht sich von selbst, daß das erste und dritte dieser drei als solcher aufgefaßten Exemplare der Einen Versteinerung von geringerer Geltung sind, als das zweite.

Hier kommt in manchen namentlich sehr dichten Kalksteinen der höchst eigenthümliche Fall vor, daß die Hohlräume von Muscheln und Schneckengehäusen ganz ausgefüllt sind, daß aber von den Schalen selbst weder ein leerer Raum, noch eine von der übrigen Steinmasse unterscheidbare Umwandlung in Stein vorhanden ist, so daß wenn wir ein Gestein mit solchen Versteinerungen zerbrechen und der Sprung z. B. mitten durch eine solche geht, wir auf der Spaltfläche oft nur eine einfach zarte Linienzeichnung der Muschel sehen, während wir doch von den zerbrochenen Schalen eine doppelte Linienzeichnung finden sollten, entsprechend der Dicke derselben. Zuweilen ist diese Contourzeichnung der im Steine mit gespaltenen Muschel so fein, daß man sie kaum sehen kann und man erstaunt dann, wenn bei weiterem Zerbrechen der Stein in Stücke springt, welche den schärfsten Abdruck der Außenseite einer Muschelschale zeigen, die aber so innig mit diesem Abdruck auf seinem Gegendruck in dem Gestein auffaß, wie das noch auf dem Siegellack ruhende Petschaft. Da gerade in diesen Fällen



der Abguß der Versteinering vollkommen dieselbe Steinart ist, wie das umschließende Gestein, so begreift sich's schwer, wo in der Schnelligkeit die Muschel selbst hingekommen ist, daß gleich darauf dieselbe Steinmasse ihren verlassenen Raum einnehmen konnte.

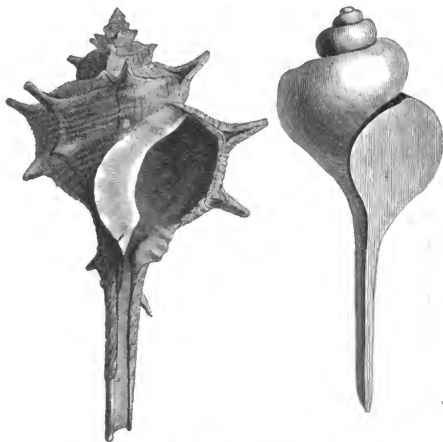
Heben wir aus der Schilderung dieser Art von Erhaltung vorzeitiger Thiere und Pflanzen das Wesentliche heraus, so erhalten wir drei verschiedene Formen derselben: den Abdruck, den Abguß und den Steinkern. Nur über den letzteren werden noch einige Worte hinzuzufügen seyn. Der Steinkern giebt immer bloß das verkörperte Bild der Hohlräume, welche die gestaltlich bis auf uns vererbten Wesen, namentlich die Schneckenhäuser (vornehmer Conchylien genannt) und Muscheln, immer enthalten. Man kann annehmen, daß vor der Erhärtung des umschließenden Gesteines die zarten leicht zerstörbaren Muschel- und Schneckenhiere längst beseitigt waren, und daß daher der Steinschlamm auch in das nun leere Innere der Schneckengehäuse und Muschelschalen eindrang. Verschwand nun durch chemische Auflösung nachher das Gehäuse selbst, so mußte die in dasselbe eingedrungene erhärtete Steinmasse einen Abguß ihres inneren Hohlraumes bilden, und von dem Raume der verschwundenen Schale umgeben seyn.

Die Steinkerne lang gewundener Schneckengehäuse sehen oft einem Korkzieher sehr ähnlich, wie das in der Natur ihres Baues liegt. (Siehe unten Fig. 59.) Die Steinkerne müssen stets an der Stelle mit dem umschließenden Gesteine zusammenhängen, wo die ausfüllende Masse von letzterem aus in den auszufüllenden Raum eindrang.

Findet man den Steinkern noch an seiner ursprünglichen Bildungsstätte, so muß er immer von dem leeren Raume der verschwundenen Schale umgeben seyn (wenn diese nicht versteinert ebenfalls erhalten ist), und die äußere Grenze dieses Raumes muß der Abdruck derselben seyn. Oft aber scheint die Masse des Steinkerns (vielleicht durch den aus uns unbekanntem Gründen mehr ihr, als dem umschließenden Gesteine zufließenden Kalk der aufgelösten Gehäuse), dauerhafter als das umschließende Gestein zu seyn und daher findet man oft bloße Steinkerne, die nach dem Zerfallen des Gesteines frei wurden; ja von manchen Weichthiergehäusen kennt man bis jetzt nur Steinkerne. War die Schale, von welcher ein Steinkern herrührt,

dünn und äußerlich glatt, so weicht der Steinkern in der Form nicht wesentlich von jener ab; war dagegen die Schale sehr dick, daher verhältnißmäßig der Raum für das Thier beschränkt, und war die Schale äußerlich mit Höckern, Buckeln, Falten und anderen Zierathen bedeckt, die sich auf der inneren Seite nicht wiederholten, so muß natürlich der Steinkern sehr von ihm verschieden aussehen. Daraus geht von selbst hervor, daß die Steinkerne oft ein sehr ungleiches Abbild ihrer Gehäuse geben und von sehr untergeordnetem wissenschaftlichem Werthe sind. Um dies wahre Verhältniß zwischen einer Muschel oder einem Schneckengehäuse und deren Steinkernen kennen zu lernen, kann man sich dieselben aus Wachs leicht künstlich herstellen. Das durch längeres Auskochen in Lauge innen ganz leer gemachte Gehäuse wird nachher durch Wärme vollkommen getrocknet und man gießt dann, so lange es noch heiß, also möglichst luftleer ist, geschmolzenes Wachs durch die Mündung hinein; nachdem dieses kalt und fest geworden ist läßt man das Gehäuse, was man freilich opfern muß, in verdünnter Salzsäure auflösen, so daß der für die Säure unangreifbare Wachskern allein übrig bleibt. Man muß sich bei dem Eingießen des

58.



Künstlicher Steinkern.

Wachses hüten, das Gehäuse äußerlich nicht damit zu bedecken, weil solche Stellen natürlich dann von der Säure nicht angegriffen werden können.

Auf diese Weise ist der künstliche Stein- oder vielmehr Wachskern gemacht, welchen Fig. 58. neben seinem Gehäuse zeigt und der uns zugleich als Beispiel der großen Verschiedenheit dient, welche Steinkerne von ihren Gehäusen oft zeigen.

Steinkerne können natürlich von allen Organismen vorkommen, welche innerlich von außen zugängliche Hohlräume haben, jedoch rühren bei weitem die meisten von Weichthiergehäusen her.

Einige Abbildungen mögen das Gesagte veranschaulichen. Fig. 59. stellt uns das vorher beschriebene Verhältniß zwischen Abdruck und Steinkern dar.

59.



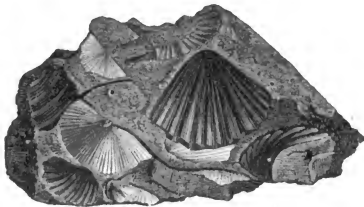
Steinkern.

Die Figur ist nach einem Stück aus einer Tertiärschicht gezeichnet, in welchem wir in der Mitte einen Steinkern sehen, dessen obere Umgänge abgebrochen sind. Dadurch sehen wir von den zwei oberen Umgängen des Schneckengehäuses, welche den abgebrochenen Umgängen des Steinkernes entsprechen, den Abdruck ihrer Oberfläche. Die dunkle Umrandung des Steinkernes, der ganz einem dicht gewundenen Korfzieher gleicht, ist der von dem Steinkern selbst beschattete Raum, den die Wand der durch Auflösung verschwundenen Schale hinterlassen hat. Das Sternchen deutet die Stelle an, — die ehemalige Mündung des Gehäuses — wo der Steinteig zur Bildung des Steinkernes eindrang. Natürlich ist dies die einzige Stelle, wo der Steinkern in dem umschließenden Gesteine feststeht, und würden wir diese Stelle trennen, so würde der Steinkern aus seinem Lager

fallen, und uns einen treuen Abdruck des Gehäuses sehen lassen, dem er seinen Ursprung verdankt. Er ragte vor der Zerkleinerung des Steines vollkommen frei in den Raum hinein. Zu beiden Seiten des Steinkernes sehen wir in dem Steine noch zwei theilweise Abdrücke von Gehäusen. Auch dieses Beispiel zeigt uns, wie trügerisch der systematische Werth der Steinkerne ist, denn ob die Oberfläche des Gehäuses, dessen Steinkern wir hier vor uns haben, gestreift oder geförnelt oder gerippt oder glatt war, das können wir dem Steinkern nicht ansehen, da er glatt ist, weil bei weitem die meisten Schneckengehäuse innerlich vollkommen glatte Wände haben. —

Fig. 60. ist nach einem Stück Thonschiefer aus dem Uebergangsgebirge gezeichnet, welches mehrere Abdrücke von Muschelschalen, meist bloß Bruchstücke davon, enthält, aber weder Steinkerne noch versteinerte Ueberbleibsel der Schalen.

60.



Abdrücke.

Wenn man schon von Alters her die Steine, welche bloß die Abdrücke vorweltlicher Organismen enthalten, Spurensteine nennt, so ist diese ganz passende Bezeichnung vorzüglich angewendet für die auf den Schichten mancher Gebirgsarten vorkommenden Fußspuren vorweltlicher Vierfüßler und Vögel, die man auch Ichniten nennt.

Es ist ein ganz eigenes Seitenstück zu der Passion des Waidmannes, mit welcher er im weichen Boden des Waldes die Fährte des braven Hirsches verfolgt, wenn dem Auge des Geologen sich auf den Schichten

der Gesteine die Spuren enthüllen, welche vor undenkbaren Zeiten die Füße von Thieren hinterließen, von denen man sonst keine Ueberreste findet, da die geringen Ueberbleibsel vierfüßiger Thiere in jenen Schichten nicht nothwendig gerade von den Urhebern jener Fußstapfen herrühren müssen. Beiläufig sey hier erwähnt, daß man in Pennsylvanien Vogelfährten von 18 Zoll Zehenlänge und 7 Fuß Schrittweite gefunden hat, was auf einen Vogel von doppelter Größe des Straußes deutet.

Die Art des Vorkommens dieser Fährten macht es unzweifelhaft, daß sie sich dadurch erhielten und bildeten, daß die Thiere auf einem weichen leetigen Boden gelaufen waren, der bald nachher, ehe sich die Fußspuren verwischten, von einer anderen Schicht bedeckt wurde, die sich nachher zu festem Gestein verhärtete. Vor dieser Ueberlagerung muß aber der Lettenboden ausgetrocknet und auf seiner Oberfläche vielfach zersprungen seyn, wie wir das auf lehmigen Feldwegen so oft sehen, denn man findet oft neben den Fußstapfen ein Netzwerk von Wülsten, welche ganz diesen Sprüngen entsprechen. In den überlagerten Schichten zeigen sich Fährten und Sprünge natürlich als erhabene Abgüsse der im Letten vertieft gewesenen Formen.

61.

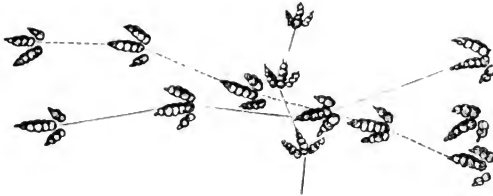


Fährtenabgüsse des Chirotherium.

Fig. 61. stellt die zuerst und zwar bei Hefberg, unweit Hildburghausen, gefundenen Fährten eines Vierfüßlers dar, zwischen denen wir die Abgüsse der Schlammgesprünge bemerken.

Die Vogelfährten, Fig. 62., im Sandstein des Connecticutthales sind von drei Vögeln hinterlassen, was durch die Linien angedeutet ist.

62.



Cernithidnites genannte Bogelfährten.

Alles was wir bisher über die Erhaltung vorweltlicher Organismen gehört haben, kann eigentlich noch nicht Versteinigung genannt werden, weil nicht die in Stein verwandelte Masse, sondern nur die Abformung des organischen Körpers in Steinmasse vorlag. Auch die nächste Stufe kann noch nicht mit vollkommenem Recht Anspruch auf diesen Namen machen.

Es ist dies die Auslaugung oder Verwitterung kalkreicher Theile thierischer Wesen, die man im gemeinen Leben auch wohl Calcination, Verkalkung, zu nennen pflegt. Es ist uns schon durch weggeworfene Knochen und Musterschalen, und am Strande ausgetreten gewesener Flüsse zurückbleibende Muschelschalen bekannt, daß diese Dinge nach und nach immer leichter, bleicher und bröckeliger werden, indem sie durch die Einwirkung der Verwitterung des thierischen Leimes und sonstiger hautiger und anderer organischen Gewebe beraubt werden, so daß zuletzt der Kalk, theils kohlenfauerer theils phosphorfauerer, allein in ihnen zurückbleibt. In diesem Zustande findet man in den jüngeren Schichten sehr viele kalkreiche Ueberreste vorweltlicher Thiere, Korallen, Weichthiergehäuse, Krebsstierpanzer, Wirbelthierknochen u. s. w. Selbst in älteren Schichten kommen solche Ueberreste in bloß calcinirtem Zustande vor, obgleich in solchen in der Regel mehr kohlenfauerer Kalk als in frischen gefunden wird, und meist ist

diesem noch Kiesel- und Thonerde und Fluorcalcium beigemischt, so daß man namentlich durch letzteren Gehalt einen fossilen Knochen von einem jetztweltlichen bloß verwitterten chemisch sicher unterscheiden kann. Das Schloßband, wodurch die zwei Schalen einer Muschel verbunden sind, widersteht der Verwesung so sehr, daß man oft selbst in älteren Tertiärschichten die Muschelschalen noch durch das Schloßband verbunden findet.

Die eben erwähnte chemische Veränderung durch Beimischung von Thon- und Kieselerde und von Fluorcalcium giebt uns einen passenden Uebergang zu der wahren Versteinering oder Petrificirung, wo die Masse des erhaltenen Organismus von der Versteineringsmasse entweder inuig durchdrungen oder von ihr ganz verdrängt ist. Es kommen hierbei mancherlei sehr erhebliche Verschiedenheiten vor, so daß man von einer bald mehr bald weniger vollkommenen Versteinering sprechen kann. Vollkommen werden wir mit Recht diejenige Umwandlung in Stein nennen können, wobei nicht bloß die äußeren Formen, sondern selbst das innere feine Gewebe erhalten und in Stein umgewandelt ist, was bei Thieren und thierischen Gliedern selten, dagegen sehr häufig bei Pflanzenresten der Fall ist.

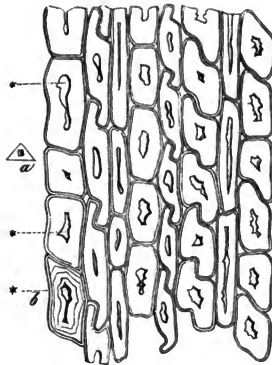
Streng genommen müßte man wohl eigentlich alle Versteineringen, wo nur die äußere Gestalt, nicht die inneren Gewebeformen erhalten sind, nur für Abformungen erklären, obgleich man dann sehr geneigt ist, solche doch für echte Versteineringen zu halten, wenn das umschließende Gestein, z. B. ein dichter Kalkmergel, dagegen die Masse der Versteinering selbst krystallinischer Kalk ist. Dies ist z. B. der Fall mit den Versteineringen des Pläner-Mergels von Strehlen bei Dresden. In solchen Fällen ist allerdings der versteinerte Körper selbst wenigstens so weit stofflich theilhaftig gewesen, als seine Bestandtheile einen chemischen Einfluß auf die Krystallbildung seines Abformungstoffes ausgeübt haben. Die Krystalle des Versteineringstoffes, welche ohne leere Zwischenräume dicht zusammengedrängt sind, sind in Abhängigkeit von den Maasverhältnissen des versteinerten Körpers und zwar immer mit Umlagerung um dessen Are, geordnet. Wenn man sich an den Unterschied der Formen der belebten Wesen, welche fast stets krummflächig sind, und der geradflächigen Krystalle erinnert, so fällt es auf, z. B. an einem versteinerten Seeigel äußerlich die völlig

unveränderte Gestalt des Lebens und innerlich das Gesetz der Krystall-Gestaltung zu finden.

Unter den zahlreichen versteinernenden Mineralsubstanzen sind der kohlen-sauere Kalk, die Kieselerde und das Eisen, und zwar das Schwefeleisen, die am meisten beteiligten, so daß ihnen gegenüber die übrigen, z. B. Gyps, Flußspath, selbst Schwefel und andere nur als Ausnahmen gelten. Man unterscheidet daher die wahre Versteinerung als Verkalkung, Verkieselung und Vererzung. Von diesen ist wiederum die Verkalkung die am häufigsten vorkommende.

Wir haben schon S. 84. am großen Geysir Islands erfahren, daß die wahre Versteinerung auch noch jetzt statt findet. Sie geht oft sehr langsam vorwärts; so sind die über 1700 Jahre alten Pfähle der Trajansbrücke, welche bei Belgrad in der Donau stehen, nur erst einen halben Zoll tief verkieselt, während das Holz der Balken übrigens noch unverändert ist. Oft scheint aber der Versteinerungsvorgang einen sehr raschen Verlauf gehabt

63.



Versteineretes Holz im Querschnitt.



zu haben, weil zuweilen sehr zarte und leicht zerstörbare Theile von Thieren und Pflanzen versteinert vorkommen.

Vorstehende Fig. 63. soll uns ein Beispiel von der oft ganz vollständigen Erhaltung des Gewebes in versteinertem Holze vorführen. In dem kleinen Dreieck a ist der kleine Splitter in natürlicher Größe gezeichnet, von welchem die Figur eine dreihundertmalige Vergrößerung darstellt. Das versteinerte Holz ist sogenannter Holzopal aus dem Siebengebirge und sieht auch im Ganzen lebendigem Holze in jeder Hinsicht täuschend ähnlich. Das vergrößerte Splitterchen ist mit einem kleinen Hammer von der sogenannten Hirnseite des Holzes abgeschlagen. Wir sehen die Holzzellen daher auf dem Querschnitt und wer von meinen Lesern und Leserinnen mit den Zellenformen unserer lebenden Holzarten bekannt ist, wird die sonderbare Zellenform bewundern, die namentlich in der 2 und 5 Längsreihe ausgeprägt ist. Die Kieselmasse hat die Zellen nicht ganz ausgefüllt, sondern in jeder noch einen kleinen Raum leer gelassen, auf welchen die Sternchen an der ersten Zellenreihe verweisen. Die mit b bezeichnete Zelle giebt durch die einander einschließenden Bogenlinien die allmälige Ablagerung des Versteinerungstoffes innerhalb der Zellen zu erkennen.

In vielen Fällen finden sich die nicht ausgefüllten Hohlräume, welche namentlich versteinerte Conchylien sehr oft zeigen, an den Wandungen mit Krystallen ausgekleidet. Dies ist besonders mit den Ammoniten oft der Fall, deren Kammercheidewände oft mit Kalkspath- oder Eisenkieskrystallen bedeckt sind. Noch bemerkenswerther ist, daß zuweilen diese ganzen Kammern mit Anthrazit, der ältesten und härtesten Steinkohle, ausgefüllt sind, was jedenfalls mit dem organischen Stoffe des Ammoniten-Thieres in Beziehung steht.

Es bleibt uns noch die letzte Art der Erhaltung organischer Wesen in den Schichten der Erdrinde übrig, welche für unser materielles Interesse die wichtigste von allen ist und im Vergleich zu den früheren chemisch ganz anders bedingt ist. Es ist die Verkohlung oder Mumifizirung, welcher wir Torf, Braun- und Steinkohlen verdanken. Die Verwandlung von Pflanzenstoffen und, obgleich nur in sehr geringen Mengen, auch von Thierstoffen in diese nützlichen Brennstoffe ist natürlich keine so wahre Versteinigung, wie die Verwandlung von Holz in Holzopal oder Chalcedon.

Es ist vielmehr nur eine theilweise chemische Umbildung der organischen Massen, wobei deren Hauptbestandtheil, der Kohlenstoff, die wichtigste Rolle spielt.

Unsere Torfmoore knüpfen den Verkohlungsprozeß, der nach v. Humboldt's Annahme vor mindestens 9 Millionen Jahren unsere Steinkohlenlager gründete, über die zwischen beiden liegenden Braunkohlen hinweg unmittelbar an die Gegenwart. Indem ich über die Torfbildung auf S. 96. ff. verweise, brauche ich hinsichtlich der Braunkohle kaum zu erwähnen, daß man ihr fast ohne Ausnahme ihre Abstammung von Holz auf das deutlichste ansieht, so daß man sie oft geradehin bituminöses Holz nennt. Meist sind in den Braunkohlenlagern die einzelnen Stämme noch deutlich zu unterscheiden, die, wenn sie liegend gefunden werden, immer stark zusammengedrückt sind, was für einen hohen Grad von Erweichung während der Umwandlung in Braunkohle spricht. Das Holzgewebe ist fast immer noch vollkommen deutlich zu erkennen und nicht selten werden auch Früchte, Blätter und sogar Blüten von den Braunkohlenpflanzen gefunden. Der Bernstein ist bekanntlich das versteinerte oder eigentlich ebenfalls nur chemisch wenig umgebildete Harz der Braunkohlenbäume. Damit stimmt vollkommen das Vorkommen von Insekten im Bernstein überein (Mumien im eigentlichen Sinne des Wortes), wie man nicht selten in unseren gewerblich verwendeten Harzen ebenfalls Insekten eingeschlossen findet.

Die Steinkohlen verdanken ihre andere Beschaffenheit und ihr anderes Aussehen ohne Zweifel nur dem Umstand, daß die verkohlenden Einflüsse — von welchen starker Druck, Wärme Feuchtigkeit, vollständigere Auslaugung und Hinzutritt anorganischer Säuren die wesentlichsten sind — in erhöhtem Maasse und längere Zeit hindurch auf sie eingewirkt haben als auf die Braunkohlen, so daß wohl angenommen werden darf, daß wenn eine Erhöhung der verkohlenden Einflüsse einträte, aus den Braunkohlen Steinkohlen werden könnten. In der Steinkohle findet man nur sehr selten mikroskopische Spuren des Zellgewebes und nächst ihrer chemischen Beschaffenheit ist es vielmehr die Vergesellschaftung der Steinkohlenflöze mit den damit wechsellagernden Schieferthon- und Sandsteinschichten, von denen namentlich die ersteren oft ganz erfüllt sind von den

Abdrücken von Blättern und anderen Pflanzentheilen, was den pflanzlichen Ursprung der Steinkohlen beweist und zwar eben durch die erwähnten Pflanzenreste der Zwischenlager.

Diese Ueberreste, meist Blätter und Früchte, sind zwischen und in den Schichten des Schieferthones ebenfalls verkohlt und haben dabei kaum eine Verminderung ihrer Dicke erfahren. Zugleich aber hat jedes in eine dünne Kohlenrinde verwandeltes Blättchen den Abdruck seiner oberen und unteren Seite in den Schieferthon geprägt. Besonders nach diesen Blättern und Früchten und nächst denen nach der Rinde hat man sowohl bei den Braun- wie bei den Steinkohlen sich ein sehr anschauliches Bild von den Pflanzenwelten, welchen wir beide verdanken, gemacht und gefunden, daß die Braunkohlenpflanzen unserer heutigen deutschen Flora ziemlich nahe stehen, obgleich in keiner einzigen Art ihr ganz gleich sind, während die Steinkohlenpflanzen von der gegenwärtigen Pflanzenwelt nicht bloß Deutschlands und Europa's, sondern überhaupt sehr weit abweichen, wenigstens der Mehrheit nach.

Erkennbare Ueberreste von Thieren in verkohltem Zustande sind selten; dagegen ist in manchen Kalkschichten, deshalb Stinkkalk genannt, der Stoff der in ihnen begrabenen Thieren als färbendes und übelriechendes Bitumen vertheilt, während sich nur die kalkreichen Theile derselben in ihnen versteinert erhalten haben.

Diese verschiedenen Formen und Mittel, organische Wesen für ewige Zeiten im Schooße der Erdrinde unverweslich zu bestatten, findet man bei der aufmerksamen Durchsicht einer größeren Versteinerungssammlung auf das verschiedenartigste angewendet; theils durch Hinzutreten chemischer Stoffe im Augenblicke der Umhüllung durch das Schichtengestein, theils durch den Grad der Unversehrtheit oder der Zerstörung, in welchem sich die organische Wesen vorher schon befanden, so wie des Einflusses, welche deren eigene Bestandtheile auf den Versteinerungsstoff übten. Letzterer Umstand konnte z. B. zur Folge haben, daß in einer Schicht die aus dem in kohlenensäurehaltigem Wasser leichter löslichen kohlenfauren Kalk bestehenden Conchylien zerstört wurden, während Zähne von Säugethieren, wesentlich aus schwer löslichem basisch phosphorsaurem Kalk bestehend, sich darin versteinert erhielten, oder wenigstens eine weniger veränderte Beschaffenheit als jene zeigen, was z. B. genau so im Mainzer Tertiärbecken vorkommt.

Bald ist es schwer in den Versteinerungen die Lebensformen wieder zu erkennen, bald sind dieselben so wohl erhalten, daß man geneigt ist, sie für steinerne Nachbildungen der geschicktesten Meisterhand zu halten.

Natürlich sind namentlich umfänglichere Geschöpfe, wie Säugethiere, große Fische oder Bäume, selten unverfehrt und unzerstückelt geblieben, die Weichtheile sind fast immer verschwunden und auch das Knochengeriist der Wirbelthiere wird nur selten noch in seinem Zusammenhang, sondern meist stückweise gefunden. Dadurch erhält der Scharfsinn des kundigen Anatomen reiche Nahrung und der Unkundige ist dann oft geneigt, an der gleichwohl ganz begründeten Deutung des Thieres nach einem einzelnen Knochen oder Zahne, zu zweifeln. Das System der vorweltlichen Säugethiere enthält z. B. eine Menge Gattungen und Arten, von denen man nicht das ganze Skelet, sondern nur einzelne Theile kennt, von denen es aber dem Anatomen nicht zweifelhaft ist, daß sie weder einer anderen fossilen und noch viel weniger einer noch lebenden Gattung oder Art angehören, sondern eben die einzigen Ueberreste einer untergegangenen sind.

Die Versteinerungen bilden so recht eigentlich die Geschichtsquelle für die Erforschung der Thier- und Pflanzenwelten, welche in früheren Zeiten den Erdboden bewohnten und ihre Aehnlichkeit mit Antiken springt in das Auge.

So nahe es zu liegen scheint, die Versteinerungen als verloren gegangene, als erloschene Formen des wandelreichen Lebens zu betrachten, so ist man doch genöthigt gewesen, hierüber in einzelnen Fällen frühere Ansichten zu berichtigen. Bei größeren Landthieren wird man sich hierin schwer irren, da z. B. lebendige Mastodonten gewiß längst entdeckt seyn würden, wenn es deren noch gäbe; jedoch lange Zeit für erloschen gehaltene Muschel- und Schneckenarten der tertiären Schichten sind in neuerer Zeit in bisher undurchsuchten Meeren und Meerestiefen lebend aufgefunden worden. Und in der That wird das Meer, das große Geheimniß, gewiß noch manche dergleichen Berichtigungen darbieten, ohne im großen Ganzen die Anwendbarkeit der Versteinerungskunde auf die Altersbestimmung der Schichten umzustossen.

Der geschichtliche Werth der Versteinerungen liegt darin, daß man in den verschiedenen, zu sehr verschiedenen Zeiten abgelagerten Schichten

immer wenigstens einige besondere Versteinerungen findet, die für die einzelnen Schichten oder Gebirgsformationen gewissermaassen charakteristisch, kennzeichnend sind, so daß der Geognost in einer neu aufgeschlossenen Gebirgsart oder in noch ununtersucht gewesenen Gebieten immer zuerst nach Versteinerungen darin sucht, um zu wissen, welche Formation er vor sich habe. Es wird daher auf das Verständniß dieser durch die Versteinerungen geleitet. Daher und weil die Muscheln — mit welchem Namen man wenigstens im gemeinen Leben die Gehäuse der Muschel- und Schnecken-thiere belegt — überhaupt die häufigsten Versteinerungen sind, nennt man diejenigen Versteinerungen Leitmuscheln, welche für je eine Gebirgsart charakteristisch sind.

Dabei hat man aber die Frage nicht außer Acht zu lassen, ob die Versteinerungen da, wo man sie findet, sich an ursprünglicher oder an secundärer Lagerstätte finden, d. h. ob noch in der Formation, bei deren Bildung sie mit eingeschlossen wurden, oder vielleicht weit davon an einem Orte, wohin Trümmern von jener und mit diesen auch ihre Versteinerungen von späteren Wasserfluthen geführt worden sind. Oft sind, wie wir gelegentlich schon erfuhren, die Versteinerungen fester als ihr Lagergestein und daher findet man im Bereiche des Verwitterungsschuttes (S. 86.) zerstörter oder in fortwährender Zerstörung begriffener Gebirgsarten oft große Mengen ihrer Versteinerungen. So finden sich z. B. in der Mark Brandenburg und in der Leipziger Ebene weit und breit von aufstehenden Gebirgsmassen entfernt in dem aufgeschwemmten Lande viele Versteinerungen.

Wie massenhaft übrigens in manchen Formationen die Versteinerungen auftreten, dies haben wir schon durch die Unterscheidung phytogener und zoogener Gesteine kennen gelernt (S. 183.). Selbst Wirbelthier- und namentlich Säugethierknochen sind zuweilen durch Diluvialfluthen zu so ungeheuren Massen angehäuft, daß sie durch Ausfüllung von Höhlen und Spalträumen förmliche Knochenbreccien bilden.

Was die Vertheilung der Versteinerungen auf verschiedene Höhen der Erdoberfläche betrifft, so kennt man ihr Vorkommen bis auf viele Tausend Fuß Seehöhe. Pentland sammelte 16,400 Fuß hoch Versteinerungen auf dem Nevado de Antefaua in Bolivia. Zu dieser Höhe sind die Schichten,

welche die Versteinerungen umschließen, natürlich erst nach ihrer Ablagerung gehoben worden. Eben so unbeschränkt wie die Höhenverbreitung ist die Flächenverbreitung der Versteinerungen und ihre große Bedeutung für die Erdgeschichte und insbesondere für die Geschichte der Thier- und Pflanzenwelt erhalten sie vorzüglich durch den Umstand, daß man Tausende von Meilen von einander entfernt in derselben Gebirgsart dieselben Versteinerungen findet, z. B. in dem Steinkohlegebirge Nordamerika's dieselben wie in dem europäischen. Dennoch ist die Kenntniß der Versteinerungen noch lange nicht so weit gediehen, um jetzt schon mit Hülfe derselben eine Entwicklungsgeschichte des Thier- und Pflanzenreiches schreiben zu können, da es selbst in Europa noch Gebiete giebt, deren paläontologischer Charakter noch unbekannt ist.

Es kann meinen Lesern nicht entgangen seyn, daß die Paläontologie, die Lehre von den untergegangenen Thieren und Pflanzen, gegenüber der jetztzeitigen Zoologie und Botanik sich in dem Nachtheile befindet, daß sie oft nur einzelne Theile der Geschöpfe vor sich hat, während letzterer hierin immer das ganze Thier, die ganze Pflanze zu Gebote steht. Daher ist es nicht immer zu vermeiden, daß getrennt gefundene, aber von Einem Wesen stammende Glieder zu Aufstellung mehrerer Arten verleiten. Darum ist es auch von dieser Seite her schwer, die Zahl der bis jetzt bekannten Versteinerungen sicher anzugeben, die auch fort und fort durch neue Entdeckungen und durch Berichtigung in dem bezeichneten Sinne begangener Irrthümer sich ändert.

Wenn man bei der übersichtlichen Musterung der Welt der Versteinerungen die einzelnen Klassen der Thier- und Pflanzenwelt sehr ungleich vertreten findet, so rührt dies allerdings wohl zum Theil davon her, daß zu den entsprechenden Zeiten dasselbe ungleiche Verhältniß der vorhandenen Wesen statt fand, anderentheils aber darf dabei nicht unbeachtet gelassen werden, daß dazu auch die Verschiedenheit derselben in ihrem Verhalten gegenüber den Gewaltthätigkeiten des Versteinerungsprozesses viel beitragen mußte. —

Daher finden wir aus der großen Abtheilung der Gliedertiere, (Spinnen, Krebse und Insekten) ihrer leichten Zerstörbarkeit wegen nur sehr wenige Versteinerungen.

Dennoch unterscheidet man bereits nahe an 24,000 Arten versteinertes Thiere und etwa 2055 Pflanzen, während diese Zahlen in der Gegenwart etwa 120,000 und 80,000 betragen.

Obgleich eigentlich nicht zu den Versteinerungen, wohl aber der Paläontologie zugehörig, gedenke ich noch der in den Polarländern in dem ewig gefrorenen Boden gefundenen, ganz wohl erhaltenen Leichen von Mammuths und ausgestorbenen Rhinocerosen. Von ersteren rühren die großen Massen von Stoßzähnen her, welche sich in dem aufgeschwemmten Lande der Lachov'schen Inseln, ganze Schichten bildend, finden. Diese Stoßzähne sind ganz unverändert und kommen als Elfenbein in den Handel; wie denn überhaupt wohl das meiste verarbeitete Elfenbein von vorweltlichen Elephanten (dem *Elephas primigenius*) herrührt.

Wir verlassen diese Vorbereitung auf die interessanteste Partie der Erdgeschichte mit der Bemerkung, daß gegenüber der am Eingange erwähnten Verkennung der Versteinerungen man andererseits Gebilde für Versteinerungen hält, welche keine sind. Dies gilt besonders von den sogenannten Dendriten, Mokkasteinen und Moosachatzen. Alle diese Bildungen beruhen auf bloß pflanzenähnlichen Gestaltungen von Metalloxyden auf den Klustflächen mancher Gesteine oder im Innern durchscheinender Kieselgesteine, namentlich des Chalcedones. Manche Moosachate gleichen an Farbe und Gestalt so täuschend von Chalcedonmasse umgossenen Algen oder Flechten, (von Unkundigen unter dem falsch angewendeten Namen Moos vereinigt) daß man sich leicht irre führen läßt.

Endlich sey noch der Erzählung von mitten in Gestein lebend gefundenen Kröten gedacht. Dem Gesteine nach, in dem man sie gefunden haben will, müßten sie nicht Jahrtausende, sondern Jahrhunderttausende scheinend verharret haben. Und dann, wenn die Sache richtig wäre, müßten sie doch wenigstens von den Kröten der Jetztzeit himmelweit abweichen. Die Wissenschaft kennt noch keinen beglaubigten Fall. Vielleicht führte das Wasser Laichkörner durch einen übersehenen Spalt in die Höhlung des Steines. Und auch dann ist es kaum glaublich, daß sich ohne Nahrungszufuhr daraus eine Kröte sollte entwickeln können.

### XIII. Formationslehre.

Gebirgsformation oder Formation schlechthin; finden sich wahrscheinlich nirgends alle über einander; sedimentäre, eruptive und primitive oder Urformationen (Urgebirge); marine, limnische und fluviomarine Sedimentformationen; plutonische und vulkanische Eruptivformationen; — Formationsglieder; Mittel zur Bestimmung der Aufeinanderfolge der Formationen; — Perioden und Epochen; Bildungsräume der Sedimentformationen; — Vertheilung der Verfeinerungen in diesen; — paläozoische, mesozoische und känozoische Sedimentformationen; Eintheilung der Eruptivformationen; Eintheilung der Urformationen.

Die Urformationen sind die Grenzlinie zwischen der wissenschaftlichen und der mythischen Erdgeschichte.

Obgleich wir uns nicht in Erörterung der Frage nach der ersten Entstehung des Erdförpers vertiefen wollten, sondern die Erdoberfläche, so weit und so tief sie unseren Beobachtungen zugänglich ist, nur in ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit auffassen, so bleibt uns dennoch dabei genug geschichtliches Moment übrig. Wem dennoch durch dieses unser Absehen von der Entstehungsfrage der „Erdgeschichte“ als solcher Abbruch zu geschehen scheint, dem erwidern wir mit Lyell, „daß die Kosmogonie von der Geologie eben so weit entfernt liegt, als die Spekulation über die Entstehung des Menschengeschlechtes von der Geschichte.“ Welcher Nation Mythe über die Entstehung des Menschengeschlechtes und dessen erstes Kindesalter wir auch annehmen mögen — sie gehört immer noch nicht in das Bereich der Geschichte.

Wir erinnern uns an das, was wir über den Begriff Gebirgsglied kennen gelernt haben, denn es ist nun unsere Aufgabe, dieselben in einem höheren Sinne, als Gebirgsformationen, aufzufassen.

Unter einer Gebirgsformation oder Formation schlechthin verstehen wir den Inbegriff von Gebirgsgliedern, welche durch ihre petrographischen und paläontologischen Eigenschaften als gleichzeitige Erzeugnisse



gleichartiger Bildungsvorgänge erscheinen, und sich hierin überall auf der Erde, wo sie auch vorkommen mögen, im Wesentlichen gleich bleiben.

Aus dieser Begriffsbestimmung geht hervor, daß wir dabei nicht an ein bestimmtes Vorkommen an einem bestimmten Orte der Erde denken müssen. Die Steinkohlenformation z. B. bleibt immer die Steinkohlenformation, mögen wir dabei an ihr Vorkommen in Deutschland, Frankreich, Belgien England oder Nordamerika denken.

Wir haben uns schon einigemal für Formation in ganz gleichem Sinne des Wortes Gebirge bedient und es ist fast eben so gebräuchlich Steinkohlengebirge wie Steinkohlenformation zu sagen. (Vergl. S. 18.)

Denken wir uns an einem beliebigen Orte der Erde alle die verschiedenen Formationen, welche wir kennen lernen werden, in entstellungsgeschichtlicher Reihenfolge alle über einander wirklich vorhanden, und könnten wir dann durch alle einen Schacht niederbringen, so würden wir zuletzt auf das feuerflüssige Erdinnere stoßen. Wir würden die Gebirgsformationen von sehr verschiedener Lagerung und Mächtigkeit und die Mächtigkeit wahrscheinlich in einer nicht zu bestimmenden Tiefenstufe am beträchtlichsten finden. Diese mächtigste, d. h. die größte senkrechte Ausdehnung besitzende würden wir fast unwillkürlich als die Trägerin aller oberen Formationen ansehen, ober- und unterhalb welcher die beiden entgegengesetzten formationbildenden Kräfte, der Vulkanismus und das sedimentbildende Wasser, ihr Spiel treiben.

Eine solche Stelle der Erde, die alle Formationen über einander aufzuweisen hat, ist aber wahrscheinlich gar nicht vorhanden, oder wenn eine solche vorhanden ist, so fehlt uns die Macht, durch vollständige Durchsunkung derselben uns von ihrem Vorhandenseyn zu überzeugen. Wir wissen ja schon, einestheils daß die Bedingungen der Gesteinsbildung nicht gleichmäßig über den Erdkreis sich verbreiteten, und daß anderentheils örtliche Störungen Unordnung aller Art in dem Bau der Erdrinde hervorriefen. Wenn überall alle Sedimentformationen über einander vorhanden wären, so hätten wir keine Steinkohlen, denn diese wären dann unerreichbar tief vergraben.

Schon früher in anderer Anwendung kennen gelernte Unterscheidungen wenden wir jetzt auf die Formationen an, indem wir dieselben in die zwei

Hauptklassen der neptunischen, sedimentären oder hydrogenen und der plutonischen, eruptiven oder pyrogenen eintheilen, was nun für uns keiner Erklärung mehr bedarf.

Die sedimentären Formationen sind in der Regel geschichtete und versteinierungshaltige, z. B. Sandsteine, Kalksteine, Thonschiefer, Schieferthon u. s. w.; die eruptiven dagegen ungeschichtete und versteinungslose.

Wenn wir uns der Bildungsweise dieser zweierlei Formationen erinnern, wobei die ersteren, die sedimentären, eine Unterlage haben mußten, worauf sie sich ablagerten, und die eruptiven eine Decke, durch welche hindurch sie hervorbrechen und emporquellen mußten, so setzt dies mit Nothwendigkeit eine dritte, buchstäblich so zu nennende Mittelklasse von Formationen voraus, welche nothwendig früher als die erste Sediment- und als die erste Eruptivformation da seyn mußten. Wir nennen sie als die ältesten Ur- oder primitive Formationen.

Diese Urformationen, die man trotz ihrer geognostischen Verschiedenheiten dennoch richtiger als nur Eine auffassen möchte (um nicht durch Annahme mehrerer wieder in die nothwendige Folge eines Früher und Später zu verfallen), zeigen überall da, wo sie zu Tage ausgehen, also entweder von den anderen beiden nicht überlagert worden oder später über dieselben wieder empor gehoben worden sind, eine große Gleichmäßigkeit und Uebereinstimmung ihrer Gesteine, Struktur und Lagerform und scheinen in großer Mächtigkeit bis zu bedeutender Tiefe nach dem Erdinnern hinab zureichen was beides mit ihrer Auffassung als Träger aller übrigen Formationen der Erdrinde im vollkommenen Einklange steht.

Die Bezeichnung Urformation macht an dieser Stelle eine kleine Einschaltung über das in Jedermanns Munde lebende Wort Urgebirge nothwendig. Dieses Wort hat in neuerer Zeit seine Bedeutung und Berechtigung fast ganz verloren, indem man früher mit Ausnahme der unterschieden vulkanischen Gebirgsarten alle versteinungslosen Gesteine darunter verstand und dabei die sogenannten Urgebirge als vor der Thier- und Pflanzenschöpfung vorhanden gewesene betrachtete, was eben die in ihrer Bedeutung hinlänglich bekannte Vorsilbe Ur andeuten sollte. Demnach waren Granit, Porphyr, Grünstein, Syenit Urgebirge, weil stets

versteinerungslos. Wir werden aber erfahren, daß diese „Urgebirge“ oft weit jünger sind als manche versteinerungsführende Sedimentformationen. Nach der eben gewonnenen Eintheilung in die drei Klassen haben wir zugleich für Urgebirge einen viel sicherern Maasstab gewonnen und vertauschen dieses zu Irrthum führende Wort ein für alle mal mit Urformation.

Was nun die Namengebung dieser dreierlei Formationen betrifft, so wird gewöhnlich der Name des die Formation bildenden Gesteines diesem Worte vorgefetzt, z. B. Steinkohlenformation, Juraformation, wenn nicht andere Gewohnheiten sich befestigt haben, wie z. B. Trias, Molasse, Uebergangsgebirge. Bei den Urformationen setzen wir zwischen die Silbe Ur und Formation das betreffende Gestein, z. B. Urgneißformation, Ur-schieferformation.

Hinsichtlich ihrer Bildungsweise sind die Formationen verschiedentlich zu bezeichnen. Die Urformationen sind jedoch danach nicht weiter abzutheilen, weil, so mächtig und weit verbreitet sie auch sind, ihre Bildung überall unter gleichen Verhältnissen stattgefunden zu haben scheint, welche uns freilich noch ganz räthselhaft ist.

Die Sedimentformationen sind entweder Meerwasser-, marine, oder Süßwasser-, limnische, oder endlich Brackwasser-, fluvio-marine Formationen, je nachdem sie unter einem Meere, oder einem süßen Binnensee oder in einer Meeresbucht mit großen Flußeinmündungen sich gebildet haben.

Die Eruptivformationen unterscheiden sich als plutonische und vulkanische, je nachdem sie ohne oder mit Betheiligung eigentlicher Vulkane emporgetrieben worden sind, was ihnen fast immer sehr leicht anzusehen ist.

Die meisten Formationen, besonders die sedimentären und die Urformationen lassen eine Zusammensetzung aus abwechselnden über einander folgenden Abtheilungen oder Stockwerken unterscheiden, die man Formationsglieder nennt. So bildet z. B. der sogenannte Kohlenkalk ein Formationsglied der Steinkohlenformation.

Daß zur Bestimmung der zeitlichen Aufeinanderfolge der Gebirgsformationen die Versteinerungen das wesentlichste beitragen, ist bereits gesagt worden. Zu gleichem Zwecke dienen jedoch noch einige

andere Erscheinungen an den Formationen, namentlich der Gesteinsverband und die Lagerung.

Folgende Fälle sind hierbei besonders zu beachten:

Wenn ein Gebirgsglied in bedeutender Ausdehnung einem anderen aufgelagert ist, so ist es nothwendig jünger als das letztere, und ist dabei die Auflagerung eine widersinnige (s. Fig. 42. II.), so muß vor der Bildung des aufgelagerten Gebirgsgliedes ein längerer Zeitraum verfloßen seyn, in welchem die Störung des unteren älteren erfolgte.

Jedes Gebirgsglied mit durchgreifender Lagerung, (S. 213.) ist jünger als dasjenige, durch welches es hindurchgreift.

Ein untergreifend gelagertes Gebirgsglied ist jünger, als dasjenige, mit welchem es in dieser Weise verbunden ist.

Jedes Gebirgsglied, welches mit Ausläufern oder Verzweigungen in das Nebengestein eingreift, ist jünger als dieses.

Dasjenige Gebirgsglied, welches in seiner Masse Brocken und Trümmer des Nebengesteins einschließt, muß jünger als dieses seyn.

Dasselbe gilt von demjenigen, welches ersichtlich verändernde Einwirkungen (S. 203.) auf seine Nebengesteine geäußert hat.

Diese Zeitpunkte bei der Altersbestimmung der Formationen beschränken sich natürlich immer nur auf zwei über- oder nebeneinander liegende Gesteinsglieder und immer nur auf einen bestimmten örtlichen Fall. Oft läßt sich allerdings die an einem solchen Falle durch eines der eben aufgezählten Mittel erkannte gegenseitige Altersbeziehung zweier Gesteinsglieder auch auf andere Vertlichkeiten übertragen, wo augenfällig dieselben oder eine von beiden vorkommen.

Dennoch ist es durch diese Mittel und durch die Versteinerungen gelungen, die sämtlichen unterschiedenen Formationen in eine zeitliche Aufeinanderfolge zu ordnen, so daß es jetzt wenigstens in den meisten Fällen gelungen ist, jede Formation der Stelle nach zu bestimmen, welche sie in dieser Aufeinanderfolge einnimmt.

Dies ist aber oft mit vielen Schwierigkeiten verbunden. Zwei der hauptsächlichsten sind die oft durch ganz besondere Einflüsse des Bildungsvorganges bedingten Verschiedenheiten in dem Aussehen einer Formation und die oft vorkommende große Seltenheit und Undeutlichkeit der Ver-

steinierungen darin. Fehlen einem Gesteine außerdem noch die Nachbarn in der Reihenfolge, ist es z. B. unmittelbar auf den Urformationen oder auf einer eruptiven aufgelagert, so ist die Bestimmung desselben sehr unsicher. —

Wir wissen schon, daß die jetzt wissenschaftlich festgestellte Aufeinanderfolge vollständig nirgends vorliegt. Sie muß also stückweise ermittelt worden seyn.

Dabei können wir nicht unbeachtet lassen, daß die Schichtgesteine (die sedimentären Formationen) eine strengere Ordnung der Aufeinanderfolge einhalten müssen, als die Massengesteine (die eruptiven Formationen), welche letztere sich nicht daran binden, was oben vorgeht und bereits gebildet war, da sie von unten kommen.

Unser geologisches Schema, welches wir bei der geschichtlichen Würdigung der Formationen zu Grunde legen werden, zählt 9 Sedimentformationen, die, von oben mit der jüngsten beginnend, folgende sind: 1. Alluvium oder die sich jetzt noch bildenden Schichten; 2. Diluvium oder aufgeschwemmtes Land; 3. Molasse; 4. Kreideformation; 5. Juraformation; 6. Trias; 7. Vermischte Formation; 8. Steinkohlenformation; 9. Uebergangsgebirge.

Finden wir nun an irgend einem Orte der Erde drei deutlich verschiedene Formationen übereinander\*), so braucht die zweite, wenn die erste wirklich No. 1. das Alluvium, also die oberste, ist, nicht No. 2., also das Diluvium zu seyn. Dies beruht auf der schon mitgetheilten Beobachtung, daß die geschichteten Formationen nicht überall auf der Erdoberfläche zur Ablagerung gekommen sind. Die beispielsweise angenommenen drei Schichten können wohl 1. 2. 3. seyn, sie können aber auch

---

\*) Dies übereinander ist nicht nothwendig so zu verstehen, daß sie wagerecht übereinander liegen wie drei Bücher, in welchem Falle das Erkennen der Aufeinanderfolge uns nicht Bergleuten nur an einer mächtigen Felsenwand möglich seyn würde; sondern die Schichten scheinen oft mehr neben- als übereinander zu liegen, weil sie durch eine Störung aus ihrer wagerechten in eine geneigte Lage gebracht worden sind. Beachten wir dabei das Streichen und Fallen, so ist es nicht schwer zu entscheiden, welche von zwei neben einander liegenden Schichten über der anderen liegt. Ich verweise hierüber auf Fig. 2. S. 20.

1. 3. 5. oder 5. 6. 8. oder 4. 7. 8. u. s. w. seyn, nicht aber können sie z. B. 2. 7. 5. seyn, weil 7 nicht über 5 liegen kann.

Wie man zu dieser Kenntniß der zeitlichen Aufeinanderfolge der Formationen gekommen sey, ist leicht einzusehen. Nachdem man die Formationen durch ihre Versteinerungen von einander unterscheiden gelernt hatte, fand man z. B. über der Juraformation bald unmittelbar das Diluvium, bald die Kreide, bald die Molasse, aber niemals die Trias oder die Steinkohlenformation oder den Zechstein oder das Uebergangsgebirge, wodurch denn festgestellt war, daß die Juraformation älter als Kreide, Molasse und Diluvium, aber jünger als die anderen genannten Formationen ist. Denkt man sich dieselben Erfahrungen an jeder einzelnen Formation gegenüber aller übrigen gemacht, so war dann die geschichtliche Aufeinanderfolge aller Formationen festgestellt.

Das Alter der eruptiven Formationen ließ sich nun leicht ebenfalls feststellen. Wenn eine solche noch die Molasse durchbrochen hat, eine andere aber nur die Trias erreicht, so muß erstere natürlich jünger als die letztere seyn, und sogar jünger als die von ihr durchdrungene Molasse selbst.

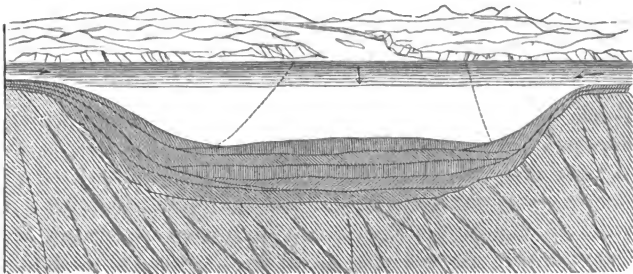
Je fester und gemeingültiger sich diese Regeln erweisen, um desto weniger störend konnten die Ausnahmen seyn, bei denen zumal meist mit Sicherheit die Veranlassung zu der Ausnahme durch die Störung eines eruptiven Gesteines nachzuweisen war. Wir erinnern uns jetzt an das S. 229. zu Fig. 56. Gesagte.

Indem wir nun der Betrachtung der Bildung der Formationen in deren geschichtlicher Aufeinanderfolge näher treten, rufen wir uns die wichtigsten dabei maaggebenden Gewalten, die des Vulkanismus und des Wassers, in's Gedächtniß. Während das Wasser ununterbrochen schichtenbildend wirkte, veränderte der Vulkanismus fortwährend, wenn auch gewiß meist sehr langsam und allmählig die Vertheilung des Wassers, hob fertig gewordene Schichten hoch über die Meere, in dem sie sich ablagerten, empor und begrub dafür trockene Landstriche unter Wasser um den darauf bereits aus früheren Zeiträumen vorhandenen Schichten neue sich aufzulagern zu lassen. Die dadurch sich ergebenden Zeiträume und Zeitabschnitte will Raumann mit Recht als Perioden und Epochen bestimmt unterschieden

wissen, während diese beiden Wörter jetzt oft mit einander vermengt werden. Wie schon in der gewöhnlichen Sprache Periode für einen ruhig verlaufenden Zeitraum, dagegen Epoche für einen plötzlich eintretenden Zeitabschnitt angewandt wird, so ist es auch gewiß angemessen, die lange Zeit, welcher es bedurfte, um die sedimentären Formationen, z. B. die ungeheuren Schichten der Juraformation abzulagern, eine Periode, die Juraperiode zu nennen; dagegen den mehr gewaltfameren und schnelleren Verlauf der Emportreibung der eruptiven Formationen, z. B. des Granites, eine Epoche, die Granitepoche. Dabei erinnere ich jedoch an die Bedenken, welche einem nothwendig anzunehmenden sehr schnellen Verlaufe dieser Eruptionen entgegengesetzt werden können (S. 173.).

Für die Sedimentformationen kann man diesen Bildungsperioden Bildungsräume zur Seite stellen, welche natürlich der Grund der jedesmaligen Meere seyn müssen. Gleichermäße ergibt sich aus dem durch den Vulkanismus bedingten Wechsel der Vertheilung des Wassers, daß keine Sedimentformation sich über den ganzen Erdkreis erstrecken kann. Da die gleichzeitig in getrennten Meeren abgelagerten Schichten ihren Stoff größtentheils als Schutt der Gesteine des festen Landes zugeführt erhielten und diese Gesteine zu allen Zeiten eine große Mannichfaltigkeit gezeigt haben müssen, so erklärt es sich leicht, weshalb gleichzeitige und also gleichnamige Schichten in ihrem Gestein oft so sehr von einander verschieden sind.

64.



Da ferner in dasselbe Meeresbecken von verschiedenen Seiten und zu abwechselnden Zeiten verschiedene Ströme, die durch geologische Ereignisse abwechselnd größere Zufuhr brachten, sich ergossen, so ist dadurch auch die Wechsellagerung der Schichten eines Schichtensystems leicht zu erklären. (Seite 223.)

Das Schema Fig. 64. soll dies veranschaulichen. Um dasselbe in so kleinem Raume einigermaßen verständlich seyn zu lassen, mußten die senkrechten Verhältnisse übertrieben dargestellt werden. Daher mußte das Bild um den wirklichen Dimensionen angemessen zu seyn, wenigstens viermal so breit seyn, als es ist und das Meeresbecken, im Verhältniß zu den Schichten auf seinem Grunde, viel tiefer. Die Pfeile bezeichnen 3 Strommündungen, welche in abwechselndem Vorherrschen die Masse zu den abgelagerten Schichten herbeigeführt haben. Die Schraffirung der Schichten deutet die zugehörige Mündung an. Vom Meeresspiegel an ist das Schema senkrechter Durchschnitt, darüber sieht man ein Stück von der Oberfläche der Erde perspektivisch.

Die Beschränkung der Sedimentformationen auf gewisse Strecken der Erdoberfläche muß in noch höherem Maße von den eruptiven gelten, weil nicht anzunehmen ist, daß die Spalten für ihr Austreten aus dem Erdinnern eine ebenso bedeutende Ausdehnung gehabt haben, als die Meere, in denen die Sedimentformationen sich absetzten.

Indem wir uns nun zu der Vertheilung der Versteinerungen in den Sedimentformationen wenden wollen, aus denen sie nur ausnahmsweise zuweilen auch in eruptive gelangen, streifen wir unwillkürlich bereits an das Gebiet der Geschichte des Thier- und Pflanzenreichs, welche sich nur auf Grund der Versteinerungen ermitteln läßt.

Dabei sind wir, wie bei den verändernden Einwirkungen der eruptiven Gesteine auf das Nebengestein, wieder in der Lage, Beweismittel zum Bewiesenen werden zu sehen. Die ganz eigenthümlichen von der jetzigen Thierwelt außerordentlich abweichenden Versteinerungen der ältesten Sedimentformationen (des Uebergangsgebirges) charakterisiren diese eben als die ältesten, abgesehen von ihrer untersten Stelle in der vorher aufgezählten Formationsreihe; und weil diese Formationen die untersten also ältesten sind, so beweist dies wieder, daß die Thierwelt — von Pflanzen finden



sich in jenen Schichten nur wenige Ueberreste — in jenen Zeiträumen eine ganz andere war als gegenwärtig.

Da wir die Versteinerungen bereits als Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Formationen bezeichneten, so versteht sich von selbst, daß sie nach gewissen Regeln in denselben vertheilt seyn müssen.

In dieser Vertheilung der Versteinerungen findet jedoch nicht durchaus eine solche Ausschließlichkeit statt, daß nicht dennoch viele Arten in mehr als einer Formation vorkommen. Diese können dann freilich keine Leitfossilien seyn. Diese Bedeutung können natürlich nur diejenigen Versteinerungen haben, welche ausschließlich nur einer Formation zukommen, in welcher immerhin neben ihnen auch andere Versteinerungen vorkommen können, welche sich auch in anderen zeitlich nahestehenden Formationen finden.

Wie, d. h. in welcher gestaltlichen und stofflichen Beschaffenheit die Versteinerungen sich finden, das haben wir im vorigen Abschnitte erfahren. Ihre Häufigkeit ist natürlich nicht minder der größten Abwechslung unterworfen. Um uns die Gründe dafür zu denken, dürfen wir uns nur nächst dem Einflusse der Bildungszeitalter daran erinnern, daß die Verhältnisse, unter denen die Bildung der Schichten und der Einschluß der Organismen in diesen erfolgte, außerordentlich verschieden seyn konnten und mußten.

Wenn wir unzweifelhaft hydrogene Schichten dennoch versteinungsleer finden, so ist dies immer noch kein sicherer Beweis dafür, daß zur Zeit ihrer Ablagerung noch keine lebenden Wesen vorhanden waren. Der Grund davon kann in der leichten Zerstorbarkeit derselben und in besonders zerstörungskräftigen die Schichtenablagerung begleitenden Umständen liegen. Auch die Ablagerung in sehr bedeutender Meeresstiefe, wo auch jetzt nur außerordentlich wenige, oder gar keine Organismen leben, mußte hierbei von Einfluß seyn. Durch den Engländer Edward Forbes haben wir in neuerer Zeit gelernt, daß sich mit zunehmender Meeresstiefe die Thier- und Pflanzenwelt eben so in scharf gesonderte Zonengebiete theilt, wie es mit den Berghöhen — am bekanntesten ist dies vom Aetna — der Fall ist.

Eine nicht unerhebliche Schwierigkeit bei der Wiedererkennung einer bestimmten Formation an zwei verschiedenen weit entlegenen Oertlichkeiten,

welche fast nur durch die Versteinerungen möglich ist, liegt darin, daß die klimatischen und geographischen Unterschiede zwischen den Ablagerungsstätten, z. B. eines Schichtensystems des Uebergangsgebirges, unter unferen Breiten und eines anderen unter dem Aequator, an beiden Ablagerungsstätten eine andere Thierwelt hervorgerufen hatten. Wir lernten bei der Besprechung der Korallenriffe (S. 109.), daß in weit von einander abliegenden Gebieten selbst zusammenhängender Meere ganz verschiedene Korallenarten leben; um wie vielmehr läßt sich dies bei Meeren voraussetzen, die durch festes Land von einander getrennt sind.

Wenn auch die beliebte Meinung richtig seyn sollte, daß in früheren Zeitperioden der Erde die jetzigen Temperaturunterschiede der Zonen noch nicht so wie jetzt hervorgetreten seyn — wodurch z. B. das Leben der Mammuth=Elephanten in den Polarländern erklärt werden soll — so bedingt dies, im Hinblick auf die jetzige Thier= und Pflanzenwelt, nicht einmal die Gleichheit der Arten unter gleichen Breiten, viel weniger die Gleichheit der Arten auf dem ganzen Erdrunde. Agassiz hat z. B. nachgewiesen, daß die nordamerikanischen Süßwasserfische von denen der gleichen Breite Europa's ohne Ausnahme verschieden sind.

Wenn also in getrennten Meeren oder in weit von einander entlegenen Gebietstheilen eines Meeres sich gleichzeitig Schichtensysteme absetzten, so werden, wenn die beiden Ablagerungsstätten unter verschiedenen Zonen und sonstigen geographisch verschiedenen Verhältnissen gelegen waren, die darin eingeschlossenen Versteinerungen zwar wohl einen der Gleichzeitigkeit zu Folge übereinstimmenden Charakter zeigen, aber als Arten von einander abweichen. Erinnern wir uns an die eben erwähnten Beobachtungen von Forbes, so können wir uns nicht wundern, daß sowohl in der Flächen= wie in der Tiefenentfernung der Schichtensysteme die Versteinerungen wechseln. Demnach kann es nicht auffallend seyn, daß sich die untersten Schichten des Uebergangsgebirges ganz versteinungslos zeigen, da man auch jetzt aus den größten gemessenen Meerestiefen mit dem Senkblei nur Sand und Schlamm heraufgebracht hat.

Von der Ansicht ausgehend, daß während der Absetzung der Sedimentformationen auch das organische Leben und namentlich das Thierreich gewisse Entwicklungsstufen durchlaufen hat, theilt man diesem Entwicke-

lungsgänge gemäß die Sedimentformation in drei Gruppen, die man nach drei angenommenen Entwicklungszeiträumen des Thierreiches benennt:

1. Paläozoische oder primäre, das sind die Silurische und Devonische Formationen (zusammen das Uebergangsgebirge bildend), die Steinkohlenformation und die Permische Formation (das Rothliegende und den Zechstein umfassend).

2. Mesozoische oder secundäre: die Triasformation, die Juraformation und die Kreideformation.

3. Die Känozoische oder tertiäre und quartäre: die Tertiär- und Diluvialformation, oder nach deren neueren Umgrenzung: die eocäne, miocäne und pliocäne Formation. — Die griechischen Benennungen jener drei Formationengruppen bedeutet die Gruppe des alten, des mittleren und des neueren Thierlebens natürlich entsprechend der jedesmaligen Entwicklungsstufe des durch Versteinerungen in ihnen vertretenen Thierlebens.

Die Verhältnisse der eruptiven Formationen zeigen nicht die große Mannfaltigkeit der sedimentären und sind meist leicht von letzteren zu unterscheiden, wozu uns durch unsere früheren Betrachtungen die Anleitung an die Hand gegeben worden ist. Da ihnen das wichtige Eintheilungsmittel der Versteinerungen abgeht, so ist ihre chronologische Eintheilung schwieriger, wozu einestheils die große Ähnlichkeit ihrer Gesteine und anderentheils die vielen schwankenden Mittelformen kommen, welche durch manchfaltige, ihr Hervortreten und ihre Entstehung begleitende Einflüsse erklärlich ist.

Weit mehr als die geschichteten Formationen stimmen die eruptiven aus den entlegensten Dertlichkeiten in jeder Beziehung bis zu vollständiger Gleichheit überein. Granite aus Sachsen sind oft mit Graniten aus Amerika oder Asien zu verwechseln. Dies beweist, daß die Granite eine gemeinsame Bildungsstätte haben, welche unter den Urformationen ihren Sitz hat. Das schließt freilich nicht aus, daß bei weitem nicht jede Abänderung des Granites, deren sehr zahlreiche sind, an jedem Orte der Erde vorkommt, wo überhaupt Graniteruptionen anzutreffen sind.

Die zeitliche Lagerungsfolge der eruptiven Formationen bestimmt sich nächst den auf Seite 258. aufgezählten Kennzeichen noch wesentlich durch

das bekannte Alter der von ihnen durchbrochenen oder überlagerten Sedimentformationen. Eine eruptive Formation, welche noch eine Tertiärformation durchbrochen hat, muß jünger seyn, als eine andere, welche bloß die Kreideformation durchbrach und von Tertiärformationen überlagert ist.

Es liegt in der übereinstimmenden Natur und Zusammensetzung der eruptiven Formationen, daß ganz übereinstimmende Ausbrüche derselben zu sehr verschiedenen Zeiten erfolgten, daher man z. B. von älteren und neueren Graniten spricht. Nicht selten zeigt sich ein älterer Granit von einem jüngeren durchsetzt, der dann von jenem im Gefüge bald mehr bald weniger verschieden ist.

Schon vorher haben wir die eruptiven Formationen je nach ihrem Ausbruche ohne Mitwirkung eines Vulkanes oder mit einer solchen in plutonische und in vulkanische eingetheilt.

Die ersteren sind: Granulit, Granit, Diorit, Diabas, Augitporphyr, Serpentin, Gabbro, Hypersthenit, Porphyr, Melaphyr.

Die vulkanischen Formationen sind: Trachyt, Trachytporphyr, Phonolith, Dolerit, Anamestit, Basalt und die Auswurfstoffe der neueren Vulkane und die aus allen diesen vielfältig zusammengesetzten Breccien, Conglomerate und Tuffe.

Was endlich die Verhältnisse der primitiven oder Urformationen betrifft, so erinnere ich an das über sie als sogenannte metamorphische Gesteine auf S. 205. Gesagte, wo sie mit der alten Benennung der krystallinischen Schiefergesteine belegt sind. Diese Urformationen erregten seit langer Zeit dadurch Zweifel über ihre Natur und ihre Bildungsweise, daß sie mit der stofflichen Uebereinstimmung mit den ältesten Eruptivformationen die Schichtenbildung der Sedimentformationen verbinden. Der Gneiß, das wichtigste Gestein der Urformationen, besteht wie der Granit aus einem krystallinischen Gemenge von Glimmer, Quarz und Feldspath. Ja es kommen nicht selten Uebergänge von Gneiß in Granit vor.

Die Schwierigkeit bei der Erklärung der Bildungsweise der Urformationen wird dadurch bedeutend erhöht, daß man zuweilen über Sedimentformationen Gesteine findet, welche ganz das Ansehen echter Urformationen haben, ohne mit ihnen in Verbindung zu stehen.

Dieser Zweifelhaftigkeit wegen nennt Raumann die Gesteine der Urformationen kryptogene Gesteine, Gesteine von zweifelhaftem oder verborgenem Ursprung. Damit weist er die bequeme Theorie des Metamorphismus bezüglich dieser Gesteine von der Hand und erklärt ehrlich, daß dieselben vor der Hand noch ein ungelöstes Räthsel sind.

Ein Theil der Urformationen hat jedoch einen entschieden sedimentären Charakter und verdient daher die Bezeichnung kryptogen nicht.

Die unteren Glieder der Urformationen lassen sich als Urgneißformation von der oberen, der Urschieferformation unterscheiden.

---

Indem wir nun zu einer Betrachtung der Formationen in ihrem Zusammenhange übergehen, bedarf es kaum der Rechtfertigung, daß ich die von unten aufsteigende Reihenfolge der umgekehrten vorziehe. Sie ist zugleich die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Erdrinde. Dabei werden uns die eruptiven Formationen die meiste Schwierigkeit machen, denn es ist nicht immer leicht, ihnen der Zeitfolge nach den richtigen Platz zwischen den Sedimentformationen anzuweisen. Solche Eruptivformationen, welche nicht vielfach vorkommen, müssen nicht nothwendig z. B. nach der Triasformation eingereiht werden, weil sie auf dieser aufgelagert sind. Dies kann vielleicht bloß darin seinen Grund haben, daß die nach der Trias folgenden Formationen zufällig an den Ausbruchsstellen der eruptiven Formation fehlten.

---

## XIV. Geschichtliche Entwicklung des Baues der Erdrinde.

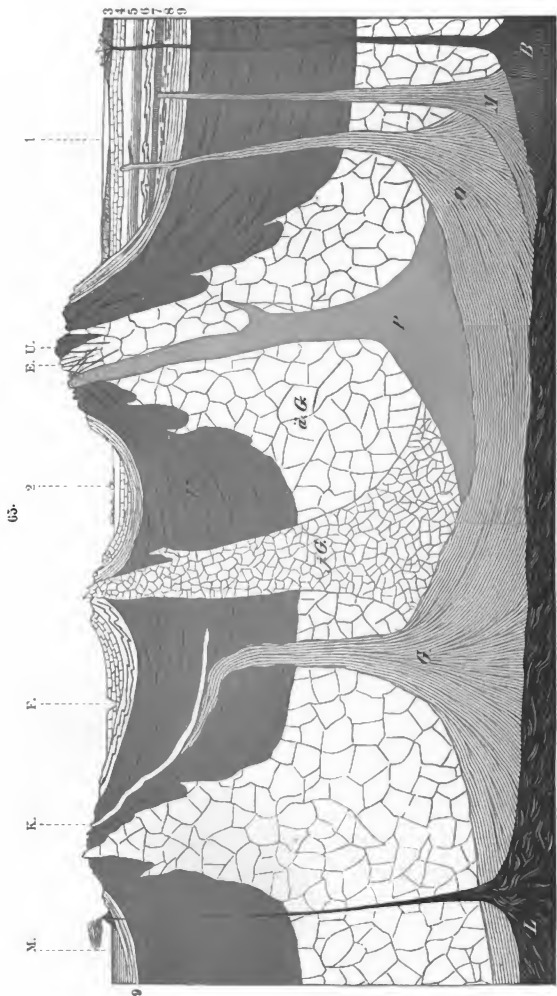
### Erster Abschnitt.

Von den Urformationen an bis zum Ende der paläozoischen Periode.

Durchschnitt eines Stückes der Erdrinde, Schema (Fig. 65.). 1. Die primitiven oder Urformationen: Urgneisformation und Urschieferformation. — 2. Granitische Eruptivformationen: Granit- und Syenitformationen, Trümmereinschlüsse in denselben (Fig. 66.); Zersekung derselben; Felsenmeere. — 3. Uebergangsformationen oder Uebergangsgebirge: Silurische und Devonische Formation, organische Ueberreste derselben (Fig. 67.); die böhmische Silurformation (Fig. 68.); die rheinische Devonische Formation (Fig. 69.). — 4. Grünstein- und Ophiolithformationen. — 5. Steinkohlenformation: parasilische und limnische Steinkohlenbecken; Gesteine der Formation, Lagerung derselben (Fig. 70., 71., 72., 73.); Schichtenfolge derselben; Organische Ueberreste (Fig. 74., 75., 76., 77.). — 6. Permische Formation: das Rothliegende und der Zechstein; Gesteine derselben; Versteinerungen. — 7. Porphyr- und Melaphyrformationen.

Wenn wir uns nach Gründen umsehen, um den Wechsel der Thier- und Pflanzenwelten zu erklären, wie er sich in den Versteinerungen der nach bestimmter Zeitfolge übereinander gelagerten Gebirgsformationen ausdrückt, und welcher uns da Blätterabdrücke von Zimmbäumen und Palmen zeigt, wo jetzt nur Schlehdbornen und Haselnussstauden wachsen — dann dürfen wir des mächtigen Einflusses nicht vergessen, welchen unzweifelhaft die einst andere Vertheilung von Wasser und Festland ausgeübt hat.

Indem wir den Fuß in Gedanken auf die eben entstandenen Urformationen stellen, so haben wir keine Ahnung von der Länge der Zeit, welche seitdem vergangen ist; ja wir haben keine Ahnung von dem Zustande, in welchem die Erde vor deren Entstehung gewesen seyn kann, und eben deswegen, weil wir nur naturgeschichtliche Thatfachen kennen lernen wollten, gehen wir nicht weiter zurück.



Idealer Durchschnitt eines Stückes der Erdrinde.

U. Urformationen. — K. Körniger Kalk. — 1. Alluvium. — 2. Tullium mit erratischen Blöcken. — 3. Prokaffe oder Tertiarischen. — 4. Kreideformation. — 5. Juraformationen. — 6. Triasformationen. — 7. Permische Formationen. — 8. Steinkohlenformation. — 9. Uebergangsformationen. — 10. U. ältere Granitformationen. — J. G. jüngere Granite. — P. Korymbiformation. — G. Grünsteinformation. — O. Drefilitiformation. — N. Metaphosphorformation. — B. Basaltformationen. — L. Gaven und andere vulkanische Auswurfsmassen. — E. Ergänge. — M. Meer. — F. Flußbett.

Wenn wir uns aber daran erinnern, daß in der geschichtlichen Zeit die Erdoberfläche, obgleich wir sie in ewiger Wandlung begriffen wissen, keine nennenswerthe Umgestaltung erfahren hat und doch die viele Tausende von Fußes aufragenden Sediment- und Eruptivformationen einstmals nicht da waren, so kann uns kaum ein Griff in die Zeitmaße zu groß erscheinen, um das Alter der Erdschichten in ihrer gegenwärtigen Beschaffenheit zu denken.

Vorstehendes Schema (Fig. 65.) soll uns ein Stück der Erdrinde, von der Oberfläche bis nieder auf den Heerd des Centralfeuers veranschaulichen. Es braucht nicht erst darauf aufmerksam gemacht zu werden, daß das Bild nur ein ideales ist, an welchem obendrein die Verhältnisse der Verbindung der Formationen einfacher gefaßt sind, als sie sich jedenfalls in der Wirklichkeit darstellen würden, um ihm die nöthige Klarheit und Uebersichtlichkeit zu bewahren.

Die horizontale Ausdehnung des dargestellten Stückes Erdrinde ist etwa zu 100 Meilen aufgefaßt, wobei wir uns an die muthmaassliche Dike derselben von 50 Meilen erinnern.

Wir unterscheiden leicht die drei Klassen der Gebirgsformationen. Die Mitte der Rinde, in horizontaler Richtung, nehmen in großer Mächtigkeit die Urformationen ein (U), an zwei Stellen von mächtigen Eruptivformationen durchbrochen. Andere von unten kommende Eruptivformationen, mit den Anfangsbuchstaben ihrer Namen bezeichnet, durchbrechen, mehr oder weniger hoch reichend, noch die oben aufgelagerten Sedimentformationen.

An der rechten Seite des Schema's sind diese in ihrer Aufeinanderfolge sämmtlich vorhanden gedacht und dargestellt, was, wie wir wissen, vielleicht an keinem Orte der Erde in Wirklichkeit der Fall ist.

### 1. Die primitiven oder Urformationen.

Wir beginnen die Betrachtung der Theile der Erdrinde mit den Ur- oder primitiven Formationen, und theilen sie mit Raumann in die Urgneißformation und in die Urschieferformation.

Daß die Wissenschaft über ihre Bildung, — wenn man anders so weit der Geogenie sich nähern will, — vor der Hand nur mehr oder



weniger wahrscheinlich klingende Vermuthungen aufzustellen weiß, das ist schon mehrmals gesagt worden. Die verbreitetste davon, aber zugleich die am wenigsten zu begründende ist diejenige, welche die Urformationen — die wir mehrmals als krystallinische Schiefergesteine bezeichneten — durch den Metamorphismus umgewandelte Sedimentgebilde nennt.

Vom Standpunkte der Geogenie aus, welche ein einstmaliges den ganzen Erdball umfluthendes siedend heißes Urmeer annehmen muß, kann man mit wahrscheinlicher klingender Auffassung sagen, daß die Urformationen, die dann freilich nicht Urformation wären, aus den allmählig zu Boden gesunkenen Theilchen entstanden seyen, welche sich von der ersten Erstarrungsrinde ablös'ten, nachdem sie lange Zeit im Wirbel des siedenden Urmeeres schwebend erhalten worden waren. Damit würde es übereinstimmen, daß die Gneisse, welche aus den größten, als zuerst niederfallend gedachten Theilchen zusammengesetzt sind, immer zu unterst liegen, und diese Theilchen genau aus denselben Steinarten bestehen, aus welchen die Granite, die dann die ältesten Gesteine wären, zusammengesetzt sind. Damit scheinen selbst die bereits erwähnten Uebergänge zwischen Granit und Gneiß übereinzustimmen. Wenn diese Ansicht auf Wahrheit beruhen sollte, dann würden die Urformationen regenerirte, d. h. aus zerfallenen Theilchen wieder hergestellte Granite seyn.

Dennoch kommt man selbst bei dieser vieles Wahrscheinliche für sich habenden Erklärung in das Wirrsal geogenetischer Hypothesen, indem dann die erste Bildung der granitischen Formationen zu erklären übrig bleibt. —

Darum nehmen wir ohne eine so gewagte Hypothese das hin, was ist, und wagen unsere hier noch so lückenvolle Erfahrung nicht an die Erklärung des Werdens.

### Die Urgneißformation.

Die petrographische Beschaffenheit der Urgneißformation\*) ist sehr geeignet, die Räthselhaftigkeit der Urformationen zu vermehren, weil gar

---

\*) Gneiß (auch zuweilen Gneuß oder Gneis geschrieben), ist eine ursprünglich dem sächsischen Bergmanne eigenthümliche Benennung für dieses Gestein, welche Bohmähler, Geschichte der Erde.

nicht selten solche Gesteine als untergeordnete, lagerförmige Gebirgsglieder in ihr vorkommen, welche sonst als eruptive Gebilde aufzutreten pflegen; und zwar so unzweifelhaft als gleichzeitige Bildungen, daß man bei ihnen nicht an Unterlagerung unter den Gneiß (S. 214.) denken kann.

Das herrschende Gestein der Formation ist jedoch der Gneiß selbst, welcher wesentlich aus Quarz, Feldspath und Glimmer oder Hornblende (dann Glimmer- oder Hornblende-Gneiß genannt) besteht, neben mancherlei zufälligen Beimengungen als Granat, Turmalin, Pistazit, Magnetisenerz, Apatit und anderen Steinarten. Er ist von körnig-schieferigem und flasrigem Gefüge und zeigt fast immer eine deutliche Schichtung. Die sehr verschiedenen Farben des Gneißes hängen von der Färbung seiner drei Gemengtheile, am wesentlichsten von der des Glimmers ab, welcher meist silbergrau, braun oder schwarz ist. Nach dem Vorwalten und der Gestalt und Größe der Gemengtheilkörper unterscheidet man körnig-schuppigen, körnig-flasrigen, flasrigen, stengligen, schieferigen, körnig-streifigen Gneiß. Als örtliche Anhäufungen eines der Gemengtheile kommen im Gneiß oft Lager und Nester von Quarz und Feldspath, sowie auch granitähnliche Massen vor. Sogar Stücke anderer Gebirgsarten kommen, wiewohl selten, eingeschlossen darin vor.

Fast immer sind die Schichten des Gneißes gleichsinnig gelagert (S. 211.) und bei der im allgemeinen ruhigen Lagerung desselben fallen die doch zuweilen vorkommenden gangartigen Durchsetzungen besonderer Gneißvarietäten im normalen Gneiß um so mehr auf.

Abgesehen von den noch zu erwähnenden Erzlagerstätten ist der Gneiß an sich seiner ziemlich leichten Spaltbarkeit wegen von bedeutender technischer Wichtigkeit und bildet außerdem einen vortrefflichen sich frisch erhaltenden Waldboden.

Oft bedeckt der Gneiß ganz allein oder wenigstens nur durch sehr untergeordnete Gebirgsglieder unterbrochen, weite Gebiete der Erdoberfläche, durch vulkanische Kräfte aus seiner horizontalen Lage emporgehoben. Das bekannte sächsisch-böhmische Erzgebirge ist ein solches emporgehobenes,

---

unverändert in alle lebenden Sprachen übergegangen ist, so weit diese von der Geognosie Kenntniß nehmen. Dasselbe gilt auch von Quarz.

mächtiges Gneißgebiet, welchem gegen Südosten, im Leitmerizer Kreise, eine ungestört gebliebene Hälfte entspricht, welche von jüngeren Sedimentformationen bedeckt ist und nur an einzelnen Punkten aus diesen emporragt. An der brasilianischen Küste erstreckt sich ein Gneißgebiet, vielfältig in andere Urgesteine übergehend, 250 geograph. Meilen lang und auch tief landeinwärts bis in die Provinz Goyaz.

Von den bereits gedachten untergeordneten Gebirgsgliedern, welche im Urgneiß eingelagert vorkommen, ist vor Allen der Granit zu erwähnen, den wir doch so vorherrschend als eruptives Gestein schon genannt haben. Durch Gesteinsübergang (222. Fig. 50. 1.) und Wechsellagerung ist der Granit so innig mit dem Gneiß verbunden, daß man ersteren in solchen Fällen unbedingt zu der Gneißformation als Gebirgsglied rechnen muß. Es ist freilich nichts weiter erforderlich um den Gneiß als Granit erscheinen zu lassen, als die regelmäßig streifige und schieferige Anordnung der drei Gemengtheile aufzuheben, und dieselben in einem unregelmäßigen krystallinischen Gemenge erscheinen zu lassen, worin bekanntlich der ganze Unterschied zwischen Gneiß und Granit besteht. Solche im Gneiß vorkommenden Granitlager haben allerdings die plattenförmige Absonderung des Gneißes behalten.

Außer dem Granit finden sich noch Granulit, Hornblendeschiefer, Quarzit, Chloritschiefer, Serpentin, Kalkstein, Dolomit, Graphit, und einige andere Gesteine als untergeordnete Gebirgsglieder im Urgneiß. Den meisten derselben werden wir bald als selbstständige Formationen begegnen. Unser Schema zeigt in der zweiten Abtheilung der Urformationen von links an gezählt einen Gang von Kalk, den man als ältesten Kalk auch Urkalk oder seiner krystallinischen Beschaffenheit wegen körnigen Kalk nennt. Wir lernten ihn bereits als den berühmten Statuenkalk kennen. Der Graphit ist als das Material der Bleistifte, der ipser Schmelztiegel und als Schwärze unserer eisernen Ofen bekannt, und an dieser Stelle wahrscheinlich die älteste Quelle des dem organischen Leben so unentbehrlichen Kohlenstoffes, aus welchem er neben Eisen wesentlich besteht. Noch auffallender als dieses erste Vorkommen eines wichtigen organischen Urstoffes ist das zuweilen im Urgneiß auftretende Bergpech, Asphalt, welches wir sonst mehr als ein Zerlegungsprodukt thierischer und pflanzlicher Körper finden.

Die Erze kommen in dem Urgneiß nicht sowohl als Gänge, sondern als Erzlager vor, was wir ganz natürlich finden, weil sich erstere mehr in Eruptivformationen mit unregelmäßigen Zerklüftungen finden. (S. 215.)

### Urschieferformation.

Ueber der Urgneißformation folgt die Urschieferformation, welche in nicht minder mächtiger Ausdehnung sich verbreitend aus Glimmerschiefer, Thonschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer und den meisten der schon bei der Urgneißformation genannten, untergeordnete Gebirgsglieder bildenden Gesteine besteht.

In den schieferigen und geschichteten Gesteinen dieser Formation fehlen im umgekehrten Verhältnisse zu der Urgneißformation die feldspathreichen Gesteine und der Gneiß kommt nur noch sehr untergeordnet in ihr vor. Sie ist gewöhnlich vollkommen concordant der Urgneißformation aufgelagert, was für ihren innigen verwandtschaftlichen Zusammenhang spricht.

Da nach dieser Formation unmittelbar das Uebergangsgebirge folgt und viele seiner oberen Schichten mit den fossilfreien untersten Schichten des Uebergangsgebirges sehr übereinstimmend sind, so hat diese der englische Geolog Sedgwick vereinigt als Cambrijsche Formation (System) bezeichnet, was neuerdings nicht mehr befolgt wird.

Allerdings ist durch die immer mehr sedimentähnlich werdenden obersten Schichten, in denen das krystallinische Gefüge zuletzt ganz verschwindet, der Uebergang in die Uebergangsformationen ein fast vollständiger, so daß beide nur noch durch die völlige Versteinerungslosigkeit der Urschieferformation getrennt sind. Die Gesteine derselben haben fast sämtlich eine sehr entschiedene Schieferstruktur und große Spaltbarkeit.

Der Glimmerschiefer besteht aus Glimmer und Quarz in außerordentlich deutlich ausgeprägtem schuppigem oder schieferigem Gefüge und ist oft nur durch den Mangel des Feldspathes von manchen feinkörnigen Gneissen zu unterscheiden. Daß die Schichten des Glimmerschiefers noch im Zustande der Weichheit Störungen seitlicher Stauchungen erlitten haben, beweisen die an ihnen oft vorkommenden Windungen und Faltungen. Der Glimmerschiefer geht nicht selten abwärts in Gneiß und

aufwärts in Thonschiefer über, was ein abermaliger Beweis der in ununterbrochener Folge statt ge habten Bildung derselben ist.

Der Thonschiefer ist oft durch allmälige Uebergänge innig an den Glimmerschiefer geknüpft und ist zuweilen von einem echten Sedimentgestein nicht zu unterscheiden. Seine ebenfalls sehr manchfaltige Färbung ist jedoch meist grünlich-grau und bläulich-grau. Der Thonschiefer besteht aus einem feinen Gemenge von Schüppchen eines glimmerartigen Minerals und aus feinen Quarzkörnchen. Er enthält mit dem Glimmerschiefer, wie der Urgneiß, außer anderen untergeordneten Gesteinen auch zuweilen Erzlager.

Der Chloritschiefer und der Talkschiefer treten selten als ausge dehnte Glieder der Urchieferformation auf.

Die neben diesen vier Hauptgliedern der Urchieferformation vorkom menden untergeordneten Gesteine sind im wesentlichen dieselben wie in der Urgneißformation. Doch ist von diesen der Kiefelschiefer und der mit diesem zuweilen vergesellschaftete Alaunschiefer deshalb hervorzuheben, weil diese gewissermaßen eine Vorbereitung des Uebergangsgebirges bilden, in dem sie besonders hervortreten.

Die technische Bedeutung der Urchieferformation ist weniger groß, als die der Urgneißformation, jedoch begünstigt die leichte Spaltbarkeit mancher ihrer Gesteine in großen dünnen Platten ihre Benutzung zu vielerlei Anwendungen. Dies gilt z. B. von dem sogenannten Frucht schiefer, einem durch Granit umgewandelten Thonschiefer.

Alle diese Urformationen sind auf unserem Schema (S. 269.) als ein ungetheiltes Ganze, von Eruptivgesteinen mehrfach durchbrochen, darge stellt, wie sie auch nach vorstehenden Mittheilungen überhaupt sehr innig mit einander verknüpft sind. Nach ihrer Auffassung als Unterlage für alle Sedimentformationen müssen wir sie überall auf der Erde als vorhanden annehmen, entweder tief unter den letzteren begraben, oder durch die Gewalt des Vulkanismus über sie emporgehoben, wie es an drei Stellen unseres Schema's dargestellt ist. Die Granite, welche diese Hebungen verursachten, durchbrachen die Urformationen und an mehreren Stellen sehen wir den Granit zugleich Verzweigungen (sogenannte Apophysen), in dieselben eintreiben.

Die wesentlichsten Gesteine der Urformationen, namentlich Gneiß und Glimmerschiefer kommen auch zuweilen in solcher Verbindung mit Sedimentformationen vor, daß man sie für jünger als diese halten muß und nicht zu der Urformation stellen kann. Manchmal sind diese neueren Gneiß- und Schieferbildungen entschieden eruptiver Natur oder durch Umwandlung eines Sedimentgesteins durch die Berührung mit einem eruptiven entstanden, zuweilen aber sind sie eben so ursprünglich, also eben so räthselhaft in ihrer Entstehung, wie die echten Urformationen.

Die unleugbar vorhandenen jungen, d. h. im Alter manchen Sedimentbildungen nachstehenden Gneise, die gleichwohl allen Merkmalen nach mit den Urgneisen vollkommen übereinstimmen, sind die bündigsten Be- weise gegen die S. 206. bestrittene Auffassung der Urformationen (dort krystallinische Schiefergesteine genannt) als metamorphosirter Gesteine.

## 2. Granitische Eruptivformationen.

Von ihnen müssen wir nun vor allen Dingen diejenigen Granite, als die wenigen, welche den Namen Urgebirge oder Urgesteine noch verdienen, abziehen, welche wir eben als untergeordnete Gesteine zwischen dem Urgneiß gefunden haben, und welche demnach nicht eruptiver Natur seyn können.

Bei den unzweifelhaft eruptiven Graniten müssen wir wieder nach der Zeit ihres Emportretens aus dem Erdinnern ältere und jüngere unterscheiden, je nachdem sie bloß die Urformationen und etwa noch das Uebergangsgebirge durchbrochen haben, oder immer spätere Formationen bereits gebildet voranden, was sogar bis zur Kreide hinaufreicht.

### Granit- und Syenitformationen.

Mit Uebergehung der hierher gehörigen, den Urformationen von allen granitischen Eruptivgesteinen am nächsten stehenden Granulitformation, welche nur wenige größere Ablagerungen gemacht hat, wenden wir uns sogleich zu dem Granit und Syenit, als den vorherrschendsten, oft in weiter Ausdehnung allein herrschenden, Gesteinen dieser Formationen.

Was die Unterscheidungskennzeichen des Granites als Gesteinsart betrifft, welche wir in seiner krystallinischen Zusammensetzung aus Quarz,

Feldspath und Glimmer mit massiger ungeschichteter Struktur kennen gelernt haben, so sind dieselben doch keineswegs immer so vollkommen deutlich vorhanden, daß man nicht dennoch von mancherlei Abänderungen und von verschiedenen Arten des Granites sollte reden können. Der Grund dazu liegt nicht nur in den wechselnden Färbungen seiner drei Gemengtheile, sondern auch in der gestaltlichen Ausprägung und Größe der Körper dieser. Der Feldspath tritt bald als Orthoklas bald als Oligoklas, auch als Albit, der Glimmer als Kaliglimmer, als Magnesia- oder als Lithionglimmer auf. Bald fehlt einer der drei Gemengtheile gänzlich, bald herrscht der eine über die beiden anderen sehr bedeutend vor, oder endlich es drängt sich ausnahmsweise als vierter oder fünfter ein fremder Gemengtheil ein. Besonders zeigen schwächere, und dann anderen Graniten gegenüber vergleichsweise meist auch jüngere Granitgänge oder Granitstöcke solche eigenenthümliche Gesteinsausprägungen.

Der Syenit ist bei oberflächlicher Betrachtung dem Granit sehr ähnlich, es fehlt ihm aber in der Regel der Quarz, und der Glimmer wird durch Hornblende vertreten. Es ist also ein ungeschichtetes und richtungsloses Gemenge von Feldspath (meist Orthoklas) und Hornblende. An Abänderungen mancherlei Art und ganz in derselben Weise bedingt, fehlt es ihm eben so wenig als dem Granit, in den der Syenit durch Einmischen von Glimmer sehr oft übergeht.

Es muß hier ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß diese Abänderungen des Granites und Syenites, dieser beiden wichtigsten eruptiven Gesteine, zur Abtrennung von mancherlei selbstständigen Gesteinsarten unter besonderen Benennungen Veranlassung gegeben haben, von denen aber in geologischer Hinsicht im allgemeinen dasselbe gilt, was sich von den Graniten und Syeniten sagen läßt. Solche Gesteine sind, z. B. der Pegmatit, Schristgranit, Aplit, Greifen, Protogin, sämmtlich dem Granit und der dem Syenit verwandte Miasscit.

Die Granite und Syenite, erstere in noch höherem Grade, sind reich an solchen Erscheinungen, welche auf die unzweideutigste Weise ihren Feuerursprung und ihre eruptive Natur darthun. Dies spricht sich zunächst durch häufige Einschlüsse bald kleiner bald hausgroßer Brocken anderer Gesteine in ihrer Masse aus. Diese beweisen, daß die Granite im weiteren

Sinne, in welchem wir den Syenit mit begreifen, im Augenblicke ihres Emportretens nicht nur eine große zertrümmernde Gewalt entfalteten, sondern auch in einem plastischen, zähflüssigen Zustande waren, um jene Brocken umhüllen zu können. Es ist natürlich und beweist zugleich das feuerflüssige Empordringen der Granitgänge, daß dieselben beim Aufreißen von Spalten im stehenden Gestein, durch welches sie sich ihren Weg bahnten, zugleich Stücke mit losrissen, welche in ihren flüssigen Teig eingeknetet wurden.

Wie sonderbare Formen diese Trümmer zuweilen annahmen zeigt sich in einem 7 Fuß mächtigen Granitgange, der den Glimmerschiefer bei Breitenbrunn im Erzgebirge durchsetzt, wie Fig. 67. zeigt.

66.



Granitgang im Glimmerschiefer mit Trümmern des letzteren.

In solchen Fällen sind gewöhnlich die mit größeren zugleich eingeschlossenen kleineren Brocken mehr verändert, als die ersteren, was nicht minder für den umwandelnden Einfluß des eruptiven Granites spricht, welcher natürlich kleinere Brocken mehr als größere treffen mußte.

Gleiche Beweisskraft für die pyrogeue Bildung der Granite haben die Verzweigungen, welche Granitausbrüche so oft in das Nebengestein getrieben haben, was unser Schema an mehreren Stellen zeigt und was Fig. 53., auf S. 226., darstellte. Dasselbe gilt von dem, als allgemeine



Erscheinung schon besprochenen, Einfluß der Granite auf das Nebengestein, mit welchem sie bei dem Ausbruche in Berührung kamen.

Unser Schema unterscheidet jüngere Granite (j. G.), deren bereits gedacht worden ist. Ueberhaupt sind die Granite meist jünger als die Ablagerung des Uebergangsgebirges, weshalb wir auch auf unserem Schema dieselben mit den Urformationen zugleich von den älteren Graniten (ä. G.) gehoben finden. Manche jüngere Granite haben sogar die Kreideformation bereits vorgefunden und gehoben, was unser Schema ebenfalls darstellt. Der mächtige Durchbruch des älteren Granites auf der rechten Seite des Schema's erfolgte nach der Ablagerung der Uebergangsformation und vor der übrigen Sedimentformationen, denn wir sehen nur die ersten mit gehoben, dagegen die letzteren, an der rechten Seite des Schema's, in der Mulde des Uebergangsgebirges horizontal abgelagert.

Die Zersetzung der Granite ist bald eine langsamere, bald eine schnellere, was natürlich von der inneren Beschaffenheit des Gesteines abhängt. Sie beginnt mit einem Zerfallen in die drei Gemengtheile, so daß ein je nach deren Größenverhältnissen bald gröberer, bald feinerer Schutt oder Sand entsteht, und erst nachher erfolgt, mit den Quarzförnern natürlich zuletzt, die vollständige chemische Zersetzung der feldspathigen Bestandtheile zu Kaolin und Thon. Die Zersetzung beginnt natürlich zuerst auf der Oberfläche der Felsen und auf den Klustflächen durch einbringendes Wasser. Durch letzteres werden freistehende Granitfelsen mit bankförmiger Horizontalabsonderung durch die Verwitterung zuweilen in die abenteuerlichsten Gebilde umgeformt, indem die Theilstücke des Gesteins zwischen den Klüften (S. 188.) und von außen durch die Verwitterung benagt und abgerundet werden, so daß man von weitem riesenmäßige Rissen über einandergethürmt zu sehen glaubt. Ein Beispiel hiervon bieten die sogenannten Greifensteine bei Ehrenfriedersdorf in Sachsen.

Diese Zerfällung der Granite in riesige abgerundete Blöcke ist die Veranlassung, daß die Oberfläche ausgedehnter Granitgebirge gewöhnlich in malerischem Wirrwarr damit bedeckt ist, was zu der Benennung Felsenmeer geführt hat, deren man viele in Deutschland zählt. Durch die immer mehr um sich greifende Verwitterung wird dann und wann die Fläche, mit welcher ein Granitblock auf einem anderen liegt und die Auflagerungsfläche

dieses letzteren immer kleiner, so daß der obere zuletzt nur noch auf einer kleinen Fläche in schwankendem Gleichgewichte ruht und durch eine geringe Kraft in zitternde Schwingung versetzt werden kann. Oft mögen allerdings Erderschütterungen durch Zertrümmerung des Granites diese Bildungen eingeleitet haben.

An solche abenteuerliche Felsenformen der Granite knüpfen sich sehr oft Volksagen, und oft werden sie für Werke, wenn nicht des Teufels doch riesiger Menschenkräfte gehalten.

Nach zahlreichen Mittheilungen von Reisenden kommen allerdings sehr oft Gestalten vor, welche selbst eine ruhige Einbildungskraft aufregen können.

Dennoch zeigen im allgemeinen ausgedehnte Granitgebirge meist sanft gerundete Formen und Kuppen, zwischen denen sich aber fast immer bizarre Felsen einmischen, bis zu den spizen Formen wahrer Felsenhörner.

### 3. Uebergangsformationen.

In den bisher betrachteten Formationen haben wir niemals Spuren von Thier- und Pflanzenüberresten gefunden. Ihre Bildung muß daher entweder der Thier- und Pflanzenschöpfung voraus gegangen seyn oder der Heerd ihrer Bildung vom Schauplatz des organischen Lebens weit entfernt liegen. Nun treten wir auf den Schichten der Uebergangsformationen in das Gebiet der schon oben bezeichneten paläozoischen Formationen, in welchen wir zahlreiche Ueberreste einer Thier- und Pflanzenwelt finden werden, welche jedoch in der Gegenwart keine überlebenden Nachkommen zählt. Wir werden nur ausgestorbene Formen, ja zuweilen von der Natur seitdem fast verlassene Ideen finden.

Aber eben dieser gründliche Gestaltunterschied zwischen den Formen der Thiere und Pflanzen der paläozoischen und denen der gegenwärtigen Periode drängt uns, einen Augenblick bei der Frage zu verweilen, ob der Umstand, daß man jene versteinerten Thiere und Pflanzen bisher noch nirgends lebend gefunden habe, Beweises genug dafür sey, daß sie eben wirklich ausgestorben, gewaltsam und plötzlich oder langsam und allmählig untergegangen seyen. Wir wissen, daß wir nur erst einen kleinen Theil der für organisches Leben bewohnbaren Tiefenstufen des Meeres untersucht

haben, daß wir selbst ungeheurere Ländergebiete zoologisch und botanisch noch nicht kennen und also zur endgiltigen Beantwortung selbst des ersten Theiles jener Frage streng genommen noch nicht gerüstet sind, um wie viel weniger zur Beantwortung der Frage nach der Art und nach dem Gange des Erlöschens der paläozoischen Wesen. Allein außer diesem Eingeständnisse und trotz ihm ist doch keine Aussicht vorhanden, daß wir jemals die Thiere und Pflanzen der Uebergangsformationen, ja der paläozoischen überhaupt irgendwo lebend antreffen werden. Wenn wir selbst die riesenmäßigen Landthiere der Tertiärzeit, welche im Vergleiche zu der Zeit der Uebergangsformationen wie gestern ist, die Mastodonten und das abenteuerliche Dinosaurium nicht mehr lebend haben, so wird dies von den paläozoischen um so weniger zu erwarten seyn, deren Lebenszeiträume viele Millionen von Jahren hinter uns liegen.

Dieser gehen wir jetzt auf diese Frage um so weniger ein, als sie uns in ein Labyrinth von Wahrscheinlichkeiten und Möglichkeiten verlocken würde, während wir noch eine lichtvolle Fülle von Thatfachen vor uns haben, und wir bei Gelegenheit der Betrachtung der Steinkohlenpflanzen ohnehin noch einmal auf sie zurückkommen müssen.

Die mit den Uebergangsformationen beginnende lange Reihe sedimentärer Schichten werden wir oft, bis in die neuesten Zeiten hinein, von dem nimmer ruhenden Vulkanismus durchbrechen und übereinander stürzen sehen. Granitische Ausbrüche werden uns begleiten bis zur Kreideformation, andere werden hinzukommen, bis die jüngsten, die Laven, noch unsere Gärten bedecken.

Daß diese Formationen den alten, von Werner, dem Vater der Geologie, gegebenen Namen Uebergangsgebirge immer noch verdienen, haben wir bei den obersten Schichten der Urformationen erfahren, deren zuweilen ganz schlammartigen Ursprung zeigende Thonschiefer oft so unmerklich in die untersten Gebirgslieder der Urformationen übergehen, daß man daran zweifeln kann, ob es überhaupt zulässig und möglich sey, zwischen beiden, der Zeit und den Bildungs Umständen nach eine scharfe Grenzlinie zu ziehen.

Die Zeit, während welcher sich die Schichten der Uebergangsformationen auf dem Grunde eines sehr umfangreichen, bereits von Thieren und Pflanzen belebten Meeres abgelagerten, ist eine sehr lange gewesen.

Dennoch muß zu jener Zeit schon eine sehr bestimmte und zeitweilig dauernde Vertheilung zwischen Meer und trockenem Lande bestanden haben, weil man auf weiten Gebieten jetzt diese Ablagerungen nicht findet, sondern unmittelbar auf den Urformationen den Versteinerungen nach Schichten jüngerer Bildung, deren Bildungsräume demnach damals trockenes Land gewesen seyn müssen. Gleichermäße sprechen hiefür die Ueberreste von Landpflanzen in den Gesteinen der Uebergangsformationen.

Die schon früher angeführte Meinung, daß in den ältesten Zeiten des organischen Lebens die Lebensbedingungen nicht so wie jetzt nach Zonen-Unterschieden verschieden, sondern weit und breit dieselben gewesen seyen, scheint allerdings dadurch bekräftigt zu werden, daß in den organischen Ueberresten der entsprechenden Glieder der Uebergangsformationen auf der ganzen Erde, wo sich dieselben finden, nicht bloß eine sehr große Ähnlichkeit, sondern in vielen geradezu eine vollständige Einereiheit sichtbar ist. —

Daß in die ältesten und untersten Schichten des Uebergangsgebirges, welche also nach anderen Kennzeichen als hierher und nicht mehr zu den Urformationen zu rechnende erkannt werden müssen — noch gar keine Versteinerungen vorkommen, das mag seinen Grund darin haben, daß sie auf dem Grunde zu bedeutender Meeresstiefen abgelagert wurden. Sie selbst, diese Schichten, mußten diese Tiefe erst nach und nach verringern und für das Thier- und Pflanzenleben geeignet machen helfen.

Ueberhaupt sei darauf hingewiesen, wie vielfach verschieden, bald begünstigend bald hindernd, die Bedingungen für Bildung von Thierleben in einem Meere seyn können. Denken wir an ein vielleicht schnell über eine eingesunkene Stelle der Erdoberfläche sich ergießendes Meer. Es mußte jedenfalls langsam gehen, ehe es sich bevölkerte, desto langsamer, je beträchtlicher seine Tiefe war.

Vor einer genaueren Betrachtung dieser ältesten Versteinerungen führenden Schichten ist noch auf einen Unterschied zwischen ihnen und den Ur- und eruptiven Formationen aufmerksam zu machen. Letztere beiden zeigten jede für sich trotz petrographischer Verschiedenheiten, eine große Uebereinstimmung ihres Auftretens. Die Urformationen betrachteten wir als die Träger aller übrigen überall auf der Erde, und die eruptiven

famen alle aus demselben Herde. Dagegen sind die Schichten des Uebergangsgebirges wenn auch im großen Ganzen in derselben Bildungsperiode, aber doch in verschiedenen Bildungsräumen und unter verschiedenen Verhältnissen abgelagert worden. Daher kann man nicht so im allgemeinen wie von der Urgneis- oder Granitformation, die wesentlich überall dieselben sind, auch von den Uebergangsformationen sprechen, weil sie an verschiedenen Orten unter verschiedenen Verhältnissen entstanden und später oft ganz verschiedene Schicksale durch Störungen erlitten. Es wird daher nothwendig seyn, von einem oder einigen bestimmten Beispielen dieser Uebergangsformationen in diesem oder jenem Lande zu sprechen.

Die Gesteine der Uebergangsformationen sind meist Sandsteine, Thonschiefer und Kalk in mancherlei Abänderungen ihres Kornes und Gefüges. Zu ihnen gehört die wenigstens dem Namen nach allgemein bekannte Grauwacke, ein Name, der wohl auch jetzt noch zuweilen der ganzen Gruppe der Uebergangsformationen beigelegt wird, während er nur den untersten, allerdings meist grau, jedoch durch Eisen zuweilen auch braunroth gefärbten, sandsteinartigen Schichten gebührt, deren von verschiedenen Steinen, namentlich Quarz und Kiesel-schiefer stammende bald feinere bald gröbere Körner durch ein thoniges Bindemittel zu einem sehr festen Gesteine verbunden sind, welches meist deutlich geschichtet ist, zuweilen aber durch eine vielfache unregelmäßige Zerklüftung ein massiges Ansehen gewinnt. Zeigt die Grauwacke einen schieferigen Bruch, hervorgebracht wesentlich durch einen Reichthum an feinen Glimmerblättchen in dem sehr feinkörnigen Gefüge, so nennt man sie Grauwackenschiefer. Zu den der Grauwacke zunächst verwandten Thonschiefern des Uebergangsgebirges gehören auch die meisten derjenigen, womit wir unsere Dächer decken und auf denen wir als kleine Kinder unsere ersten Kunstleistungen versuchten, und welche deshalb bald Dach-schiefer bald Tafel-schiefer genannt werden. Hier und da nehmen die Thonschiefer die Natur des Maunschiefers und des Brandschiefers an.

An die Grauwacke schließen sich Sandsteine, deren Körner ausschließlich oder wenigstens vorwaltend Quarzkörner sind, Quarzite, Quarzconglomerate und Kiesel-schiefer an. Aber als die gewöhnliche Niederlage der Versteinerungen des Uebergangsgebirges sind dessen

Kalksteine, von bald mehr massiger bald schieferiger, ja sogar krystallinisch körniger Struktur, wodurch sie an den Urkalk der Urformationen erinnern. Auch Gyps- und Steinsalzlager treten in den Uebergangsformationen auf, welche letztere sich namentlich durch Salzquellen kund geben.

In die Bildung dieser Gesteine der Uebergangsformationen fallen namentlich Grünstein- und Porphyruptionen, welche erstere jedoch, wie auch unser Schema (G) zeigt, mehr im Bereiche der Urformationen bleiben. —

Als besonders bemerkenswerthe Begleiter der Schichten der Uebergangsformationen sind, allerdings meist nur in Nestern und geringen Lagen vorkommend, Steinkohlen und die häufigeren Erzlager zu nennen.

Alle diese Gesteine der Uebergangsformationen bilden zusammen außerordentlich mächtige und umfangreiche Schichtensysteme von vielen Tausend Fuß. Im Staate Pennsylvanien schätzt man die Mächtigkeit auf 30,000 Fuß und auch die böhmischen, harzer, oberfränkischen, rheinpreussischen, westphälischen, thüringer Uebergangsformationen sind viele Tausend Fuß mächtig. Die Flächenausbreitung der Uebergangsformationen beträgt zuweilen viele Tausende von Geviertmeilen. Diese außerordentlich bedeutende Ausdehnung und Mächtigkeit spricht für sehr lange Zeiträume, welche es zur Ablagerung der Schichten bedurfte.

Auf den Urformationen, ihrer naturgemäßen Unterlage, liegen die Schichten des Uebergangsgebirges zwar meist in gleichsinniger, doch zuweilen auch in widersinniger Lagerung, welche letztere Lagerung dann natürlich keine Zweifel aufkommen läßt über die Unzusammengehörigkeit beider, da wir Seite 258. eines der wichtigsten Beweismittel für die Altersverschiedenheit zweier Gesteinsglieder in der discordanten Lagerung kennen lernten.

In neuerer Zeit wird das Uebergangsgebirge allgemein in zwei Formationen getheilt: in die Silurische und in die (jüngere) Devonische Formation\*). An manchen Orten sind beide Formationen und zwar

---

\*) Die Namen sind von englischen Geologen gegeben, nach einer englischen Provinz, dem Lande der ehemaligen Silurer und der Provinz Devonshire, wo beide besonders

stets in concordanter Lagerung über einander vorhanden, an anderen ist entweder bloß die eine oder bloß die andere vorhanden. Die Silurische, also die ältere, Formation ist in Norwegen, Schweden und Rußland, in Irland, Frankreich, Spanien und Sardinien, in Galizien und Böhmen, in den östlichen Alpen und im thüringer Walde, in Sibirien, Nordamerika, Südamerika, Afrika und Neusüdwales bestimmt nachgewiesen; die Devonische dagegen in Belgien, Rheinpreußen, Westphalen, am Harz, in Nassau, in Oberfranken, Thüringen, Sachsen, in Rußland, über 6000 geographische Viertelmeilen, in Transkaukasien, am Altai, in Nord- und Südamerika und in Australien. An allen diesen Orten hat man beide Formationen nicht allein nach ihren Gesteinen, sondern auch nach ihren sie bezeichnenden Versteinerungen sicher erkannt, in welcher letzteren Beziehung wir uns an das vorher über die große Uebereinstimmung der Versteinerungen der Uebergangsformationen in den entlegensten Erdtheilen Gesagte erinnern.

Indem wir nun in den uralten Schichten der Silurischen und der Devonischen Formation uns nach den Ueberresten derjenigen Thiere und Pflanzen umsehen, welche in jenen Zeiten theils das Wasser, theils trockenes Land bewohnten, ist es bemerkenswerth, daß sich unter diesen schon baumartige Gewächse und Wirbelthiere finden. Auf dem festen Lande, von welchem freilich nur wenige Geschöpfe in das Meer der Uebergangszeit gerathen mochten, scheint die Thierwelt noch sehr arm und beschränkt gewesen zu seyn, denn alle Versteinerungen ohne Ausnahme gehören nur Wasserthieren an. Die im ganzen nicht zahlreichen Wirbelthiere sind neben einem einzigen Lurch bloß Fische und auch diese kommen nur in der oberen der beiden Formationen, in der Devonischen, vor. Sie zeigen abenteuerliche Gestalten und waren den Haien der Jetztwelt ähnlich. Aus dem Pflanzenreiche kommen nur in der Devonischen Formation zahlreichere Vertreter vor, welche der Familienverwandtschaft und zuweilen selbst der Art nach den Steinkohlenpflanzen gleich stehen. Es finden sich daher unter ihnen noch keine Blütenpflanzen; die meisten sind baumartige Farrenkräuter und unjerer

---

entwickelt sind. Die Devonische Formation nannten die Engländer sonst *old red sandstone* — alten rothen Sandstein; nicht zu verwechseln mit dem ebenfalls meist roth aussehenden bunten Sandstein der Triasformation.

meist nur als fast körperlose zierliche Zeichnungen, oft in großer Menge, in den ältesten fossilhaltigen Schiefen der Silurformation vorkommen. Man wußte lange Zeit nicht, ob man sie für Thiere oder wohl gar für Seegewächse halten sollte. (Siehe vorstehende Fig. 67., 1. ist *Prionotus geminus*; — 2. *Graptolithus turriculatus*.)

## 2. Strahlthiere, Radiaten.

Diese Klasse bestand wahrscheinlich früher eben so wie jetzt theils aus sehr zarthäutigen, theils aus solchen Thieren, deren weichere Theile von einem kalkigen Gerüst umgeben sind, von denen natürlich die ersteren sich nicht versteinert erhalten konnten; da es sogar bei vielen lebenden unmöglich ist, sie für die Sammlungen aufzubewahren. Die Uebergangsformation enthält nur wenige Strahlthiere, welche in der Trias, in der Liassformation und in der Kreide ihre höchste Entfaltung erreichen, wo wir einige ihrer Formen kennen lernen werden.

## 3. Muschelthiere, Conchiferen.

Diese allgemein bekannte Thierklasse ist zu allen Zeiten des Thierlebens eine sehr zahlreiche gewesen, wie sie es auch jetzt noch ist. Doch gehören die Muscheln der Uebergangsperiode zum größten Theil einer Ordnung an, welche jetzt wie es scheint nur noch wenige überlebende Vertreter zählt, während die jetzt herrschende Ordnung der Blattkiemer, Lamellibranchiaten, damals nur schwach vertreten war. Jene jetzt beinahe ausgestorbene oder vielleicht auf noch undurchforschte Meere und Meerestiefen beschränkte Ordnung ist die der Armfüßler, Brachiopoden, so genannt nach zwei spiralförmig aufgerollten sogenannten Armen, welche wir an der geöffneten Schale des *Spirifer hystericus* sehen. (Fig. 67. 5.) Unser Holzschnitt zeigt nach Sp. undiferus von zwei Seiten (4.) und *Pentamerus conchidium* (3.), an deren ungewöhnliche Gestalten nur noch die wenigen Arten der Gattung *Terebratula* unserer Meere einigermaßen erinnern. Die Armfüßler sitzen mit einem sehnigen Stiele, der aus einem Loche des Wirbels der einen Schale austritt, an Steinen des Meeresgrundes fest.



## 4. Weichthiere, Mollusken.

Nicht minder bekannt durch ihre meist gewundenen „Schneckengehäuse“ oder „Conchylien“. Auch von ihnen war die jetzt so sehr formenreiche Ordnung der Bauchfüßler, Gastropoden, wohin unsere Gehäuse-Land- und Seeschnecken gehören, nur erst in geringer Menge in den Meeren der Uebergangszeit verbreitet. Dagegen traten schon damals die in einigen späteren Formationen zu höchster Entfaltung gelangenden, jetzt aber nur noch wenige Gattungen zählenden Kopffüßler, Cephalopoden, zahlreicher auf, und zwar in Formen, deren abenteuerliche Gehäuse jetzt gar keine Seitenstücke mehr haben.

## 5. Krusten- oder Krebsthiere, Crustaceen.

Die dieser Thierklasse angehörenden versteinerten Ueberreste bilden den hervorstechendsten zoologischen Charakterzug der Schichten der Silurischen und Devonischen Formation, und zwar durch Formen, für welche diese Thierklasse in der Gegenwart kaum etwas Ähnliches bietet. Sie gehören sämmtlich der ganz untergegangenen Familie der Paläaden oder Trilobiten an, welche sich auch nur bis in die Steinkohlenzeit in wenigen Arten erhielt, um dann, wie es scheint, auf immer zu erlöschen. Fig. 67. stellt einige Formen dieser sonderbaren Thiere dar: *Pleuracanthus laciniatus* (6.), *Trinucleus Caractaci* (7.), und *Calymene Blumenbachii* (8.).

## 6. Ringelwürmer, Anneliden.

Nur durch einige nicht ganz zweifellose Ueberreste vertreten.

Die bisher genannten Thiergruppen kommen theils in denselben Arten, theils durch andere Arten vertreten, in beiden Formationen des Uebergangsgebirges, im ganzen etwas zahlreicher in der Devonischen vor. Letzterer allein gehören

7. einige Fische an, welche aber, wie bereits angedeutet wurde, noch nicht die schlichte in der großen Mehrzahl der Arten so scharf ausgeprägte Charakterform der Fische an sich tragen, sondern sämmtlich abenteuerliche Formen zeigen. Wir sehen dies an *Pterichthys cornutus* (9.).

## 8. Lurche, Reptilien.

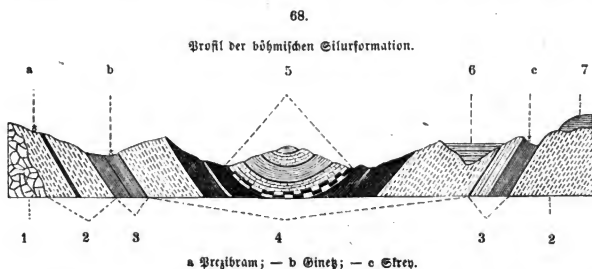
Aus dieser Klasse ist erst in neuester Zeit ein Vertreter entdeckt worden, das in dem alten rothen Sandstein der Devonischen Formation eingeschlossene Skelett eines salamanderartigen Thieres, welchem man den Namen *Telerpeton Elginense* gegeben hat.

Was die Pflanzenwelt der Uebergangsformation betrifft, so stimmt dieselbe in der jüngeren (der Devonischen) Formation zum Theil bereits mit der der Steinkohlenformation überein, obgleich es ihr nicht an ihr allein eigenthümlichen Pflanzenarten gebricht, zu denen das mit einigen Steinkohlen-Pflanzenresten abgebildete Rindenstück von *Knorria imbricata* (Fig. 77. 6.) gehört.

Durch solche in der Steinkohlenformation nicht, sondern nur in verschiedenen Devonischen Schichten vorkommende Fossilien und durch die Lagerung hat man die Ansicht gewinnen müssen, daß manche, reiche. Ausbeute gebende, Kohlenbecken noch nicht der eigentlichen Steinkohlenformation, sondern noch der Devonischen zuzurechnen sind.

Zwei Beispiele mögen uns die Aufeinanderfolge der Schichten der Uebergangsformationen veranschaulichen.

Fig. 68. stellt einen senkrechten Durchschnitt (Profil) der böhmischen Silurformation dar, welcher aber in sofern idealisirt ist, als auf ihm die erst weiter östlich auftretende oberste Ablagerung mit aufgenommen ist.



Die Durchschnittslinie geht von der Stadt Strey nach Gineß und Præzibram. Wir sehen, daß die Formation eine Schichtenmulde bildet und links

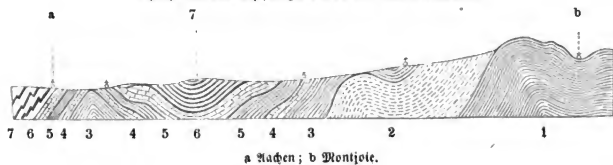
sehen wir an der südöstlichen Grenze im Granit (1.) das Eruptivgestein, welches die ursprünglich horizontale Schichtenlage so sehr zerstört hat, daß nun die Schichten, in eine Schichtenmulde umgewandelt, nach einem gemeinsamen Mittelpunkte stark einschiefen, so daß wir die unteren Schichten des ganzen Systems in stark aufgerichteter Lage zu beiden Seiten dieses Mittelpunktes scheinbar doppelt vor uns haben.

Zunächst über dem Granit folgen versteinungsleere Etagen, von welchen die untere zum Theil noch der Urschieferformation angehört (2). Dann kommen (3. und 4.) die Schichten der unteren Silurformation, welche die ersten Versteinerungen aber nur in geringer Zahl enthalten. Desto reicher ist dagegen die obere Silurformation (5.) in deren Schichten allein 76 Arten von Trilobiten vorkommen. Sie liegt im Mittelpunkte, gewissermaßen im Schooße des ganzen Uebergangsbeckens und ist deshalb auch von geringerer Ausdehnung als die untere Silurformation.

Es kann uns nicht unbemerkt bleiben, daß in der böhmischen Silurformation alle Schichten unter sich und zu dem Thonschiefer der Urschieferformation in gleichsinniger Lagerung liegen; während, also viel später, in widersinniger Lagerung auf dem Ausgehenden der unteren Silurformation ein Steinkohlen-Schichtensystem (6.) und weiter nach Westen, auf den noch älteren Schichten, in gleicher Weise eine der Kreideformation (7.) aufgelagert ist. Da die letztere stets viel neueren Datums ist als die Steinkohlenformation und zwischen der Ablagerung der letzteren (6.) auf den Schichtenköpfen der unteren Silurformation sich eine sehr lange Zeit und eine zweimalige Aenderung der Wasservertheilung an diesem Orte vorzusetzen läßt, so haben wir in unserem schlichten Bildchen ein großes Stück Erdgeschichte angedeutet.

69.

Profil der Devonischen Formation des linken Rheinufers.



Eine nicht minder gewaltige und noch stärker ausgeprägte Schichtenstörung stellt uns vorstehende Fig. 69. dar, das Profil eines Theiles der Devonischen Formation des linken Rheinuferes von Nachen bis Montjoie.

Die störende Eruptivformation ist hier nicht sichtbar, nur deren nächster Nachbar, ein Urthonschiefer (1.), der die Störung aus erster Hand erfuhr und welcher bei Montjoie im hohen Venn bis 2200 Fuß hoch aufragt. Ueber ihm liegt die untere Grauwacke (2.), nach welcher die obere Grauwacke (3.) folgt. 4. bezeichnet den sogenannte Eifeler Kalkstein und dann folgen die die Steinkohlenformation bildenden Schichten 5. bis 7., von denen die trennende Schicht 5. zum Theil noch Devonisch ist. Links fallen die Schichten 4., 5. und 6. steil ein, begrenzen ein vielfach geknicktes Kohlenbecken (7.), während mehr links dieselben Schichten ein ähnliches in eine Schichtenmulde gebogenes Kohlenbecken (7.) tragen.

Wenn wir die zusammengehörigen Grenzlinien der Schichten ober und unterhalb unseres Profils zusammenziehen, so erhalten wir ein vollständiges Bild dieser wellenförmigen Störung und sehen zugleich, wie die oberen Biegungen der Schichten, wo dieselben wahrscheinlich sogar zerissen waren, nach und nach abgetragen worden sind.

#### 4. Grünstein- und Ophiolithformation.

In die Zeit der paläozoischen Formationen fallen die meisten Ausbrüche der sogenannten Grünsteine, welche Benennung niemals eine scharf umschriebene Bedeutung gehabt hat, indem man damit die verschiedensten, wesentlich schwarzgrün gefärbten Gesteine belegte. Jetzt werden sie, wenn ihr Gefüge hinlänglich grobkörnig ist, um die einzelnen Gemengtheile, namentlich den Augit oder die Hornblende, darin unterscheiden zu können, als verschiedene Gesteinsarten unterscheiden, als amphibolische Grünsteine oder Diorite mit vorwaltender Hornblende und pyroxenische Grünsteine oder Diabase. Oft finden sich freilich Grünsteine auch in den Urformationen, wie es überhaupt begreiflicher Weise sehr schwer ist, bei den älteren Eruptivformationen das Alter genau zu bestimmen. Die hierher gehörigen Formationen bilden meist über dem Terrain anderer älterer Formationen kleine Kuppen und Gebirgskämme oder selbst

kleine Berggruppen. Sie sind zuweilen sehr erzeich, und zeigen oft sehr bedeutende Einwirkungen auf ihre Nebengesteine, namentlich durch Biegung, Knickung und Stauchung, jedoch auch durch Erhärtung und Umkrystallisirung.

Die wesentlichsten Gesteine der der Zeit und dem Ansehen nach verwandten, ebenfalls eruptiven, Ophiolithformation sind der bekannte Serpentin, der Gabbro und der Hypersthenit. Diese Gesteine bilden meist noch beschränktere Felsmassen als die Grünsteine, meist aber in Mehrzahl nahe bei einander, und von abgerundeten Formen.

Auf unserem Schema sind diese beiden Formationen, aus gemeinsamer Wurzel entspringend mit G. und O. bezeichnet. Die Grünsteine erreichen auf ihm die paläozoischen Schichten nicht, während die Ophiolithe bis in die Juraformationen reichen.

### 5. Steinkohlenformation.

Nächst dem beinahe durch alle Formationen vertheilten Eisen ist es auf dem Gebiete des Steinreiches die Steinkohle, welche der wesentlichste Beförderer der Macht und der Industrie einer Nation genannt werden kann. Ein Land, welchem die Steinkohlenformation nicht in seinem Schooße liegt, entbehrt unendlich viel, wird mit jedem Jahre des zunehmenden Gewerbfleißes immer abhängiger von seinen hierin glücklicheren Nachbarn. Als Beweis denkt jeder meiner Leser und Leserinnen an England und Belgien, und zum Gegenbeweis an Italien. Es liegt keine geringe Gewähr für die riesige Zukunft der Vereinigten Staaten von Nordamerika darin, daß es im Besiß der mächtigsten Steinkohlenlager ist.

Wir werden finden, daß die wissenschaftliche Bedeutsamkeit der Steinkohlenformation ebenso groß ist, wie ihre national-ökonomische. Es sey jedoch hier wiederholt gesagt, daß auch in der Uebergangsformation so wie in beinahe allen späteren Formationen Steinkohlen vorkommen, was wir nicht auffallend finden können, sobald die daneben vorkommenden Versteinerungen das ehemalige Vorhandenseyn einer Pflanzenwelt darthun. Dennoch bleibt der deshalb auch vorzugsweise so genannten Steinkohlenformation der Vorzug des größten Kohlenreichthums, obgleich in dem fast

immer sehr mächtigen Schichtensystem der Formation die Steinkohlenflöze selbst nur einen kleinen Bruchtheil der Gesamtmasse bilden.

Wenn wir schon bei den Uebergangsformationen einen sehr langen Zeitraum zur Ablagerung ihrer mächtigen Schichtensysteme voraussetzen mußten, so ist dies in noch höherem Grade der Fall bei der Steinkohlenformation. Jedoch ist es hierbei nicht der Umfang der mit den Steinkohlenflözen wechsellagernden Sandstein- und Schieferthonschichten und der die in Meeresbecken gebildeten Steinkohlenmulden unterlagernden Schichten des sogenannten Kohlenfalkes, was uns zu der Annahme so langer Bildungszeiträume drängt, sondern die Kohlenflöze selbst, obgleich wir sie eben einen nur kleinen Bruchtheil der Gesamtmasse nannten.

Man hat mit Zugrundelegung möglichst genauer Berechnungen des Kohlenstoffgehaltes eines heutigen Hochwaldes sich denselben in Steinkohle verwandelt und diese auf seiner Bodenfläche ausgebreitet gedacht, und gefunden, daß dies für den Hochwald, zu dessen Heranwachsen etwa ein Zeitraum von 80 bis 100 Jahren erforderlich war, eine Kohlenschichte von noch nicht einem Zoll Dike geben würde. Bedenkt man nun, daß es Kohlenmulden giebt, welche mehr als hundert, zwischen den genannten Gesteinsschichten lagernde, mehrere Fuß mächtige Kohlenflöze haben, so muß man die Ueberzeugung gewinnen, daß Myriaden von Jahren vergingen, ehe der Kohlenstoff zu solchen Kohlenmulden fertig seyn konnte.

Die Pflanzenwelt, welcher wir die Steinkohlen verdanken, war aber nicht bloß auf den Bildungszeitraum der eigentlichen Steinkohlenformation beschränkt, sondern war sich mit unerheblichen Schwankungen des Formencharakters während der ganzen paläozoischen Periode gleich, wodurch, wenigstens hinsichtlich des Gewächsreiches, sich eine große Gleichmäßigkeit im Charakter der Lebensbedingungen in diesem langen Zeitraume kundgiebt, welcher das Thierreich übrigens keineswegs widerspricht.

Die räumlichen Bedingungen, unter welchen die Steinkohlenformation abgelagert wurde, sind nicht unerheblich verschieden gewesen, wodurch mancherlei bedeutende Verschiedenheiten in der Ausbildungsweise dieser bedingt sind.

Viele und zwar die mächtigsten und ausgedehntesten Ablagerungen der Schichtensysteme der Steinkohlenformation haben wenigstens beim

Beginn auf dem flachen Grunde von Meeren statt gefunden, längs der Küsten-ehemaliger Festländer und Inseln. Darauf deuten ganz unzweideutig die untersten Schichten solcher Ablagerungen und die in diesen eingeschlossenen Versteinerungen hin. Andere, denen jede Spur von Meerwasser-Versteinerungen und andere Kennzeichen eines unterseeischen Ursprungs fehlen, können sich nur auf dem Grunde von Landsee'n gebildet haben. Obgleich sich dieser jetzt noch nachweisbare Unterschied in den oberen Schichten, in dem eigentlichen Schichtensysteme der Kohlenflöze, vollständig verwischt, indem in diesen auch bei den in erstgenannter Weise begonnenen Kohlenmulden die Versteinerungen von Seethieren mangeln, so muß man dennoch ein zweifaches Bedingtfeyn der Bildung der Steinkohlenformation unterscheiden: Die Küstenablagerung [die paralische\*]) und die Landseeablagerung (limnische). Die von England, Irland, Belgien, Westphalen, Rußland und Nordamerika sind Küstengebilde, während die sächsischen, böhmischen und die des inneren Frankreichs der anderen Ausbildungsweise angehörende sind.

Die wichtigsten Gesteine der Formation sind, weil sie unmittelbar die Kohlenflöze zwischen sich einschließen und weil sie in den meisten Fällen die vorwaltende Masse der Schichtensysteme bilden, Sandstein- und Schieferthon-schichten\*\*), dann Conglomerate und für die paralische oder Küstenbecken, Kohlenkalkstein und Dolomit. (S. 202.)

Die Grundlage der Landseebecken, welche für uns Deutsche die größere Bedeutung haben, bilden in vielen Fällen mächtige, oft ziemlich undeutlich geschichtete Ablagerungen von Conglomeratmassen, deren meist große wenig abgeschliffene Brocken gewöhnlich von den zunächst unteren Formationen stammen. Sie führen außer seltenen Stämmen von Bäumen keine Versteinerungen und gehen nach oben meist in einen grobkörnigen Sandstein über.

\*) Diese Benennung rührt von Raumann her, und bezeichnet „am Meere“ Gebildetes.

\*\*) Thonschiefer ist das in diesem Abschnitte bereits kennen gelernte Glied der Urschieferformation, während als Schieferthon die thonigen Schichten der Sedimentsformationen bezeichnet werden.

Die Sandsteine gewöhnlich Kohlen sandstein genannt, zeigen sich meist als graue, weiße oder gelbliche, thonige oder glimmerhaltige Quarzsandsteine, in denen die Kohlenflöße schon ziemlich häufig auftreten.

Der Schieferthon, der unmittelbare Begleiter der Kohlenflöße, mit denen er zuweilen hundertfältig wechsellagert, ist meist grau oder schwärzlich und enthält immer die reichsten Vorräthe der zierlichsten Abdrücke der Steinkohlenpflanzen, namentlich Blätter und Früchte. Es sind dieß indessen meist mehr als bloße Abdrücke, sondern mehr Verkohlungen der Pflanzentheile und Abdrücke zugleich, wie es S. 249. beschrieben worden ist.

In den Küstenbecken enthalten auch die Schieferthonschichten nicht selten Versteinerungen von Seethieren, die nach dem Uebergange aus der See in die Süßwasserbildung gewissermaßen mit hinüber genommen worden sind. Dagegen finden sich in dem Schieferthone der limnischen, also gleich von Anfang an in süßem Wasser gebildeten Steinkohlenbecken nur wenige und stets nur Süßwasser- und Landthiere.

Der Kohlenkalkstein ist ein ausschließliches Glied, und zwar immer das unterste, der Küstenbecken. Er ist in manchen dieser Becken außerordentlich bedeutend, sowohl an Mächtigkeit wie an Flächenausdehnung und ist meist sehr reich an Versteinerungen von Seethieren.

Der Kohlenkalkstein ist meist von grauer Farbe, die einerseits ins Schwarze andererseits ins Weiße übergeht; sein Gefüge ist dicht bis krystallinisch und bildet, wenn er mit weißen Kalkspathadern durchdrungen ist, den beliebten schwarzen, weißgeaderten Marmor. Durch Magnesiagehalt wird er zuweilen dolomitisch. Seine Versteinerungen geben ihn ganz entschieden als eine Meeresbildung zu erkennen, dann und wann jedoch auch als eine Brackwasserbildung. Er umschließt zuweilen sehr bedeutende Höhlen (z. B. die berühmte Mammothhöhle in Kentucky, die sich 6 Meilen weit in das Gebirge hinein erstreckt), und ist sehr oft von Klüften und Spalten durchzogen und bildet sehr schöne malerische Felspartien.

Dem eigentlichen Kohlenkalkstein der paralischen Steinkohlenbecken entsprechen in den limnischen zuweilen Schichten von Süßwasserkalkstein.

Neben allen diesen Gebirgsgliedern der Steinkohlenformation bildet jedoch das interessanteste und wichtigste die Steinkohle selbst, die oft in sehr beträchtlicher Flächenerstreckung als wechsellagernde Flöße ausgebreitet



ist. In ihnen verwischt sich der Unterschied zwischen den, dem Ursprung zufolge besonders benannten, zwei Arten der Steinkohlenbecken, so daß für die paralischen, nachdem sie durch nur zu vermuthende Kräfte dem Einflusse des Seewassers entzogen und allein dem Süßwasser anheim gefallen waren, alsdann bei der Bildung der eigentlichen kohlenführenden Schichten dieselben Bedingungen eingetreten zu seyn scheinen, wie für die von Anfang an im süßen Wasser begonnenen.

Daß die Steinkohle wirklich das Erzeugniß zusammengepreßter Pflanzenmassen sey, daran ist jetzt nicht mehr zu zweifeln, obgleich man darin in der Regel keine Spur mehr von organischen Formen und Gewebeverhältnissen wahrnimmt. Dennoch ist auch dies zuweilen möglich, indem man gar nicht selten in dünnen Steinkohlensplitterchen unter dem Mikroskop die zellige Pflanzentextur und selbst zuweilen im Großen pflanzliche Formen in der Steinkohle selbst wahrnimmt.

So hat Göppert in Breslau, der unermüdlche Erforscher der Natur der Steinkohle, in der Carl-Gustav-Grube bei Charlottenbrunn in Niederschlesien, ein schmales Kohlenflöz gefunden, über welchem unmittelbar eine Sandsteinschicht aufliegt, welche, wenn man sie von dem Kohlenflöze abhebt, auf der Unterseite die deutlichsten Abdrücke von Baumstämmen zeigt. Diese können nur von Stämmen herrühren, die sich nachher in Steinkohle verwandelt haben.

Es bedarf also gar nicht der beredten Zeugnisse der zahllosen Blattabdrücke in den mit den Flözen wechsellagernden Schieferthonschichten (sogenannten Zwischenmitteln), und der unverkennbar auf einen gemeinsamen Ursprung deutenden allmäligen Uebergangsreihe, welche vom Torf einerseits bis zum Anthrazit andererseits durch Braun- und Steinkohlen hindurch geht.

Dennoch sind vor noch nicht gar langer Zeit wunderliche Ansichten über den Ursprung der Steinkohle aufgestellt worden. Die wunderlichste jedenfalls, noch 1845, von Andreas Wagner, welcher meint, daß die versteinerten Pflanzen (also selbst die in den dicht neben der Steinkohle in den Schieferthonschichten liegenden) sich zu der Steinkohle ähnlich verhalten, wie die versteinerten Conchylien zum Kalksteine. Wie der letztere seinen Kalk nicht den Conchylien verdanke — (das ist freilich so klar wie

die Sonne, aber hier kein Beweis) — so verdanke die Steinkohle ihren Kohlenstoff auch nicht den Pflanzen. Dieser Kohlenstoff (die Steinkohle) sey ursprünglich als solcher — (es ist aber nicht reiner Kohlenstoff) — abgelagert worden und gleichzeitig habe sich aus ihm durch generatio aequivoca (Urzeugung) eine üppige Vegetation entwickelt!

Wir haben in dem Abschnitt, welcher von dem Vorgange der Versteinering handelt, die Bildung der Steinkohle schon kurz besprochen. Befolgt man diese Bildung von ihrem Beginn, der Torfbildung, bis zu ihrer höchsten erreichten Stufe, dem Anthrazit, der fast nur reiner Kohlenstoff ist, so spricht sich in ihr das Bestreben aus, den Kohlenstoff immer reiner darzustellen, durch Lösung desselben aus den Verbindungen, in denen er als wesentlichster Bestandtheil die Pflanzenmasse bildet, und durch Beseitigung der übrigen Elemente (Wasser-, Sauer- und Stickstoff), mit denen er jene Verbindungen bildet.

Ohne Zweifel hat sich die Steinkohle vor ihrer Versteinering in einem Zustande breiter Auflösung befunden, was mit chemischen Zersetzungsvorgängen verbunden gewesen seyn muß. Die dabei sich entbindenden Gase sind mit den Steinkohlen selbst durch die darüber geführten Gesteinsschichten abgeschlossen worden und entweichen nun, namentlich das Kohlenwasserstoffgas, bei der Erschließung der Flöße durch den Bergbau. Das freierwundene Kohlenwasserstoffgas verbindet sich dann in den Gruben mit der eindringenden atmosphärischen Luft und bildet die bekannten verderblichen schlagenden Wetter, während es ohne diese Verbindung als Schwaden in anderer Weise nicht minder schädlich ist.

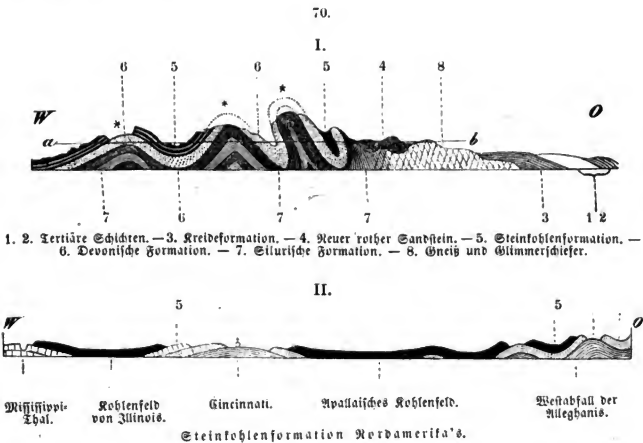
Der Anthrazit unterscheidet sich von der Steinkohle dadurch, daß er weit schwerer, ohne helle Flamme und ohne das Rußen und den bekannten Geruch brennt. Es ist übrigens zwischen beiden kein scharfer Unterschied zu machen, da beide nur verschiedene benachbarte Stufen eines und desselben Zersetzungsvorganges sind. Es kommt sogar zuweilen in einem Flöz Anthrazit und Steinkohle zugleich vor. Dies zeugt gegen die frühere allgemeine Annahme, daß der Anthrazit nur eine ältere Steinkohle sey.

Die Unterscheidung der Steinkohle in Glanzkohle, Kannelkohle, Grobkohle, Faserkohle, Rußkohle und Schieferkohle ist bekannt.

Ihre verschiedene Brauchbarkeit hat noch die Benennungen fette oder magere, Sand-, Sinter- oder Backkohle veranlaßt.

In vielen Steinkohlenlagern findet sich und zwar oft in bedeutender Menge Eisenstein, und zwar diejenige Art, welche man der oft kugligen Massenbildung ihres Vorkommens wegen Sphärosiderit genannt hat. Alle Hohöfen von Staffordshire verschmelzen bloß Sphärosiderit. Er ist zuweilen reich an pflanzlichen Ueberresten.

Die Lagerungsform der Steinkohlenformation zeigt sich gewöhnlich als Becken, Bassin auch Mulde und selbst Feld genannt, (was zu den schon mehrmals gebrauchten Benennungen Kohlenbassin u. veranlaßt), während die Küstenausbildung oft außerordentlich weit ausgebehnte und mächtige Decken bildet. Ein großartiges Beispiel der paralischen Ausbildung der Steinkohlenformation zu ungeheuren Decken giebt Nordamerika. Von der östlichen Hälfte eines westöstlichen Durchschnittes derselben haben wir gelegentlich schon in dem Holzschnitte Fig. 57. (S. 231.) Kenntniß erhalten, welchen ich hier noch einmal einschalte und die westliche Hälfte bis zum Mississippithale, in kleinerem Maaßstabe gezeichnet, hinzufüge. (S. Fig. 70. I. und II.)

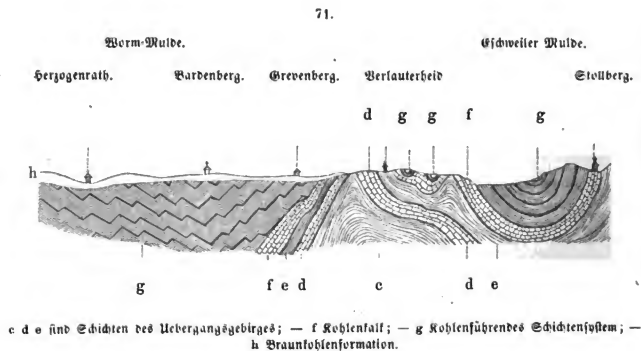


Vorstehende beide Holzschnitte so aneinander gelegt, daß die mit O bezeichnete Seite von II. an I. trifft, veranschaulichen ein Steinkohlengebiet von gegen 200 geograph. Meilen Durchmesser. Das apalachische Kohlenfeld allein (nach dem Hauptgebirgszuge des östlichen Nordamerika genannt) erstreckt sich von Nordost nach Südwest auf 156 geograph. Meilen Länge, bei einer größten Breite von 40 Meilen und von wenigstens 3000 Geviertmeilen Flächenraum. Dazu liegen dort die kohlenführenden Schichten meist zu oberst, so daß die Wände der Flußthäler des Ohio, des Alleghany und der Monongahela oft meilenweit die schwarzen Bänder der Kohlenflöze zeigen und fast jeder Grundbesitzer mit Leichtigkeit Kohlenwerke anlegen kann, indem er nur senkrecht auf die horizontal ausgebreiteten Flöze zu graben braucht.

Die Natur hat es aber nicht überall dem Menschen so bequem gemacht, ihre überschwängliche Fülle fast ohne Mühe gewinnen zu können.

Weit weniger mächtige und reiche Kohlenmulden sind theils von jüngeren Formationen überlagert, theils obendrein durch Störungen so sehr aus ihrer horizontalen Lage gebracht, daß es oft schwierig und mit vielen vergeblich vorzunehmenden Bauern verbunden ist, das abgerissene, verworfene Flöz wieder zu finden.

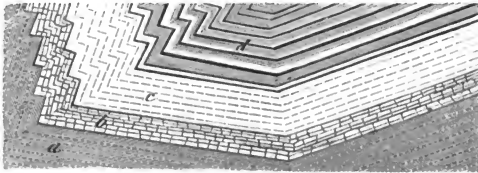
Fig. 71. giebt uns in dem Aachener Kohlenbecken ein Beispiel davon.



Das störende Eruptivgestein ist auf unserem Profil nicht sichtbar. — Durch eine mächtige Hebung, ziemlich in der Mitte unseres Profiles, ist die paralische Ablagerung (denn *f* ist der Kohlenkalk, den limnische Ablagerungen nicht haben) in zwei mächtige Mulden, die östliche Eschweiler bei Stollberg und die westliche Worm-Mulde zerrissen worden, von denen die letztere in allen ihren Schichten und Flözen vielfach zickzackförmig verbogen ist. Der zwischen beiden nothwendig vorauszusetzende Schichtenfattel (S. 221.) ist bis auf einen Theil der Schichten des Kohlenkalkes und zwei kleine Kohlenmulden *gg* im Laufe der Jahrtausende durch Verwitterung beseitigt worden. (Dieses Profil ist die westliche Fortsetzung der Fig. 69. S. 291., wo wir das Profil der Devonischen Formation wegen betrachteten.)

Mehr im Einzelnen stellt diese Zickzackbiegung mächtiger Schichtensysteme das ideale Profil der Steinkohlenmulde von Mons, Fig. 72., dar.

72.



a Devonische Formation; — b Kohlenkalkstein; — c flüßigerer Sandstein; — d Kohlenführendes Schichtensystem.

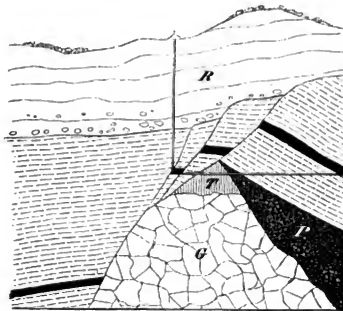
Wie mächtig und zugleich wie verschieden in der Wirkung seiner Schwingungen muß der Stoß gewesen seyn, welcher diese Störung hervorbrachte!

Die Verwerfungen der Steinkohlenschichten haben wir schon früher durch die Figuren 54. und 55. (S. 228.), als beweisende Beispiele der

Verwerfung überhaupt gelegentlich kennen gelernt. Der nachstehende Holzschnitt, Fig. 73., veranschaulicht uns einen Fall im Döhlener Steinkohlengebirge des plauen'schen Grundes. Ein Schichtensystem mit einem bedeutenden Kohlenflöz ist durch einen eruptiven Stoß von unten, wahrscheinlich durch den Porphyr P., der auch den unter jenem liegenden Thonschiefer, T., aufgerichtet hat, veranlaßt, zerborsten und dabei haben sich zwei vergleichsweise kleinere keilförmige Schollen zwischen die beiden sichtbaren Hauptmassen des geborstenen Schichtensystemes eingeklemmt. — Beide Schollen sind ungleich unter sich und mit den anstehenden Hauptmassen gefunken, oder vielleicht richtiger sind mit der rechten Hauptmasse gehoben worden. Wir haben hier eine Aufgabe für die bergmännische Spürkraft vor uns. Nachdem durch den Gustavsschacht das Flöz in dem unteren der beiden Keile abgebaut war, suchte man durch den unten von ihm rechts abgehenden Stolln das verworfene Flöz wieder auf, und konnte, nachdem es wieder gefunden war, dasselbe in dem zwischenliegenden Keil, dessen Rutschflächen man mit dem Stolln durchschnitten hatte, leicht finden.

73.

Gustavsschacht



Verwerfung des Steinkohlengebirges bei Döhlen.

R. Nothliegendes der Permischen Formation; — T. Thonschiefer; — P. Porphyr; — G. Grünstein.

Neben den mechanischen Störungen der kohlenführenden Schichten sind auch noch die chemischen zu nennen, welche eruptive Gesteine durch ihre Hitze hervorgebracht haben. Die Wirkungen derselben auf die zwischen den Kohlenflözen lagernden Schichten sind uns bereits bekannt; die Kohlenflöze selbst werden dadurch, wie sich leicht voraussetzen läßt, oft ziemlich weit von der Durchbruchsstelle des Eruptivgesteines in das Flöz hinein verfoßt. —

Hierher gehört auch eine Erwähnung der Kohlenbrände, wodurch zuweilen ganze Flöze weithin verzehrt und der Kohlenbergbau sehr gestört werden kann. Sie entstehen gewiß in den meisten Fällen durch Selbstentzündung. Die Einwirkung der Hitze auf die so viele Abdrücke enthaltenden Schieferthone ist in sofern lehrreich, als dadurch letztere zu einem vollkommen porzellanitähnlichen Gesteine gebrannt und dadurch zu Beweismitteln für die Feuer-Metamorphose des Porzellanites selbst werden.

Eine sehr bemerkenswerthe und für die Erklärung der Bildung der einzelnen Kohlenflöze sehr maassgebende Erscheinung ist es, daß sich oft ein und dasselbe Flöz, wie wir eben ein solches, freilich verworfen, vor uns hatten, sehr weit mit solcher Sicherheit verfolgen läßt, daß man gewiß seyn kann, nicht ein anderes Flöz mit der Fortsetzung des ersteren zu verwechseln, ähnlich wie man einen besonders dicken Faden in der Kette durch ein ganzes Stück Zeug verfolgen kann. Auch hierin leisten die nordamerikanischen Steinkohlenbecken das Höchste. Das sogenannte Pittsburger Flöz haben die Gebrüder Rogers mit Sicherheit durch die Staaten Pennsylvanien, Ohio und Virginien, also über 14,000 Geviertmeilen Flächenraum verfolgt. Aber fast noch auffallender als diese wunderbare Stetigkeit der Steinkohlenflöze ist deren in dieser großen Flächenausdehnung sich oft ganz genau gleichbleibende Mächtigkeit derselben, so daß sie nirgends weder dicker noch dünner werden und überall ganz gleichlaufende Begrenzungsflächen haben. Diese große Stetigkeit in den Dimensionen der Flöze, beschränkt sich keineswegs auf besonders mächtige, sondern zeigt sich auch an ganz unbedeutenden Flözchen von nur wenigen Zollen Mächtigkeit.

Was die Mächtigkeit der Steinkohlenflöze überhaupt betrifft, so ist diese natürlich sehr verschieden. In den flözreichen Becken, in denen die einzelnen Flöze oft, aber durchaus nicht in der Regel, weniger mächtig

zu seyn pflegen, als in flözarmen Becken, ist die mittlere Mächtigkeit drei Fuß, sie erreichen aber namentlich in Süßwasser- oder Landseebecken zuweilen die erstaunliche Mächtigkeit von 100 und mehr Fuß. Solche ungewöhnlich mächtige Flöze setzen sich aber nie sehr weit fort, und sind daher mehr Lagerstöcke und örtliche Anschwellungen eines außerdem minder mächtigen Flözes als eigentliche Flöze zu nennen.

Die Schichtenstörungen haben die Kohlenflöze nicht bloß verworfen und in Krümmungen oder Zickzacklinien verbogen, sondern zuweilen auch verdrückt, so daß dadurch stellenweise das Flöz, ohne verworfen zu seyn sich allmählich oder schnell verdünnend, wie verschwunden zu seyn scheint.

Als ein Beispiel der Wechsellagerung in einem kohlenführenden Schichtensystem führe ich hier die Schichtenordnung von Oberhohndorf in der Zwickauer Kohlenmulde an:

Schiefertthon . . . . .	½ Fuß
Bechkohle . . . . .	7 "
Schiefertthon . . . . .	24 "
Bechkohle . . . . .	7 "
Schiefertthon mit dünnen Kohlenblättchen und Eisennieren	12 "
Bechkohle . . . . .	3—5 "
Schiefertthon . . . . .	50 "
Dünne, plattige, klingende Kohle, sogenannte Echerbenkohle	3 "
Schiefertthon, nach unten in Schieferplatten übergehend .	68 "
Sandstein . . . . .	16 "
Bechkohle, rechtwinkelig zerklüftet, mit Eisennieren, sogenannte Lechkohle . . . . .	6 "
Schiefertthon . . . . .	24 "
Blätterkohle, mit Schiefertthon und Eisennieren, sogenannte zache Kohle . . . . .	3 "
Schiefertthon, unten in Sandstein und Conglomerat übergehend . . . . .	40 "
Bechkohle, mit Schiefertthon und Eisennieren, sogenannte Schichtenkohle . . . . .	7—9 "
Schiefertthon . . . . .	30 "
Schiefertthon, mit Kohlenblättern, sogenannte neue Kohle	5—6 "



Sandiger Schieferthon . . . . .	3 Fuß
Schieferthon . . . . .	7 "
Sandstein . . . . .	40 "
Rußkohle . . . . .	26—30 "

Wenn man die organischen Ueberreste der Steinkohlenformation betrachtet, so veranlassen sie uns nicht nur zu einer bestimmten örtlichen Scheidung ihrer selbst, sondern auch der ganzen Formation in zwei Bildungszeiträume, nach Maassgabe der uns schon bekannten Eintheilung in Küsten- und in Landseebecken. Nur sehr ausnahmsweise kommen Ueberreste von Thieren und von Pflanzen beisammen vor; die ersteren gehören fast ausschließlich dem Kohlenkalkstein an, den wir wiederum als nur den Küstenkohlenbecken angehörig kennen gelernt haben, wogegen die Pflanzenreste, außer in den Steinkohlen selbst, nur in den oberen stößführenden Schichten vorkommen.

Eine bemerkenswerthe Erscheinung ist es, daß gewöhnlich in den verschiedenen übereinander liegenden Kohlenflözen und den Zwischenmitteln eines und desselben Schichtensystemes nicht immer dieselben Pflanzenreste wiederkehren, sondern dieselben wenigstens zum Theil verschiedenen Arten angehören, gewissermaassen als wenn von dem Zeitpunkte der Vollendung eines Flözes an bis zur Ablagerung des folgenden, eine andere Flora sich angesiedelt habe. Eine ähnliche Pflanzenverschiedenheit spricht sich auch in den verschiedenen Kohlenbecken aus, so daß z. B. in den Flözen und Schieferthonschichten Oberschlesiens Sigillarienstämme so sehr vorwalten, daß man ihre Kohle geradehin Sigillarienkohle nennen könnte, ähnlich wie man die Meilerkohle des Schwarzwaldes als Tannenkohle, die des Harzes als Fichtenkohle bezeichnen kann. In Niederschlesien sind Sigillarien selten, dagegen Stigmarien sehr vorherrschend; die oberschlesischen Schieferthone sind arm, die niederschlesischen sehr reich an Farrenkräutern. Aehnliche Verhältnisse des Vorwaltens gesellig wachsender Pflanzen auf bestimmten Gebieten kommen bekanntlich auch heute noch vor, wie von Fichten und Tannen eben angedeutet wurde.

Diese Erscheinung hat jetzt für uns aber besonders nach zwei Seiten hin eine große Bedeutung einmal spricht sie, den Pflanzenwechsel in den Schichten eines und desselben Beckens anlangend, für die außerordentlich

lange Dauer des Bildungs-Zeitraumes der Steinkohlenformation, und zweitens beweist sie, daß die Pflanzen in die Steinkohlenbecken nicht zusammengeschwemmt worden, sondern da gesellig gewachsen sind, wo sie jetzt als Steinkohle ruhen.

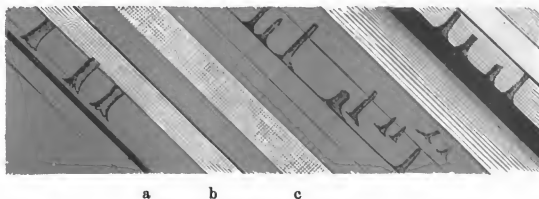
Den überwiegend größten Antheil an der Bildung der Steinkohle scheinen Bäume gehabt zu haben, während zartere Blattgewächse wahrscheinlich einen geringeren Beitrag geliefert haben. Wir werden sehen, daß es der Steinkohlenflora keineswegs an kolossalen Baumformen gefehlt hat. Erinnern wir uns aber an die geringe Ausbeute an Kohle, welche ein Hochwald in eine Schicht ausgebreitet auf seiner Bodenfläche geben würde (S. 294.), so dürfen wir uns entweder unter jenen Steinkohlenbäumen keine so langsam wachsenden, wie unsere Buchen und Tannen denken, oder wir müßten jener Zeit ein Klima und sonstige Bedingungen zutrauen, welche ein viel reißenderes Wachsthum hervorriefen.

Die Art der Erhaltung pflanzlicher Formen in den Schieferthon-schichten giebt zu verschiedenen Abwechslungen Anlaß. Von den platt zusammengedrückten Stämmen ist meist bloß die Rinde erhalten, und zwar, mit deutlichster Erhaltung ihrer Oberflächengestaltung, in eine meist nur eine Linie, selten bis einen halben Zoll, dicke Kohlenschicht umgewandelt; der Holzkörper, dafern die Stämme nicht von Natur hohl waren, ist durch eine Ausfüllung von Schieferthon, einen wahren Steinkern (S. 239.), ersetzt, welcher auf seiner Oberfläche den Abdruck der inneren Rindenseite zeigt. Weit seltener kommen wirklich versteinerte Stämme vor, und zwar nach dem versteinernden Mittel entweder verkieselt, verkalkt oder vererzt, wobei dann das Zellengewebe der Stämme oft ganz deutlich erhalten ist.

Ziemlich häufig hat man in den kohlenführenden Schichtensystemen noch aufrecht stehende Baumstämme gefunden, aufrecht in Beziehung auf die Ebene der Schichten, also mitgeneigt, wenn die Schichten durch Störung in eine geneigte Lage gebracht sind. Die nachstehende Fig. 74 zeigt, wie dies gemeint ist. Wir sehen aus einer 1860 Fuß mächtigen Schichtenetage von der amerikanischen Insel Cap Breton, deren Schichten stark geneigt sind, eine Stelle dargestellt, welche in mehreren Schichten die unteren Stamm-Enden von Sigillarien und Lepidodendren zeigt. Einige von diesen scheinen in Schieferthonschichten, andere in Kohlenflözen zu

wurzeln, jedenfalls hat es das Ansehen als ständen sie noch an der Stelle, wo sie lebend standen.

74.



Aufrechtstehende Baumstämme im liegenden Schichtensystem.

Diese Stämme sind auch nicht zusammengedrückt, wie die in den Schieferthonschichten und in den Kohlenflözen selbst, (in denen man dergleichen in neuerer Zeit bestimmt zu erkennen vermocht hat) liegenden. Die drei Stämme zumeist links hatten 30 Zoll im Durchmesser. Hier scheint es also, als seyen die noch stehenden Bäume von den Schlamm-  
schichten, aus denen sich der Schieferthon bildete, nach und nach überdeckt worden, wobei der obere Theil der Stämme abbrach und wahrscheinlich weggeschwemmt wurde. Man findet aber auch ganze Stämme bis zu 20 und mehr Fuß Länge, an denen sogar zuweilen noch Aststummel der Krone sitzen. Oft aber sind diese Stämme trotz ihrer aufrechten Stellung auf den Schichtungsebenen dennoch nicht für solche anzusehen, die an dieser Stelle lebendig standen, weil ihre Wurzelstöcke in zu verschiedenen Höhen liegen. —

Die Steinkohlenflora trägt im Allgemeinen den Charakter einer Sumpfs- und Moorvegetation, durchaus nicht den eigentlicher Wälder nach unserer deutschen Auffassung. Die Menge der Farrenkräuter, selbst baumartiger, ist zu allen Zeiten der Steinkohlenbildung sehr groß gewesen, so daß sie der Zahl der Arten nach die vorherrschenden Steinkohlenpflanzen genannt werden dürfen, wenn sie es auch nicht gewesen zu

seyn scheinen, welche den meisten Stoff hergaben; weil von den zahllosen sich findenden Stämmen und Stammtheilen die wenigsten von baumartigen Farren herrühren.

Vergleicht man die Steinkohlenflora mit der gegenwärtigen Flora Deutschlands, wozu unser Titelbild uns einigen Anhalt gewährt, so giebt sich ein durchgreifender Unterschied kund. Es fehlten damals alle Dikotyledonen-Pflanzen mit bedecktem Samen, welche jetzt die Mehrzahl unserer deutschen Pflanzen bilden; während einige Familien der nacktsamigen Dikotyledonen-Pflanzen damals zahlreicher waren, als jetzt, z. B. die Nadelhölzer. Dafür herrschten die akotyledonischen oder kryptogamischen Gefäßpflanzen, neben den echten Farrenkräutern riesenmäßige Rohrgewächse, welche mit den schwächlichen Schachtelhalmen (Equisetaceen) unserer Flora in naher Verwandtschaft stehen; für unsere am Boden kriechenden Bärlapppflanzen (Lycopodiaceen) gab es damals denselben verwandte riesige Bäume — es steht einer auf unserer Landschaft rechts ganz vorn — mit elegant schlangenhaut-artiger, genarbter Rinde, obgleich auch einige ächte Bärlapppflanzen in den Steinkohlschichten vorkommen. Hier und da verliehen wahre Nadelholzbäume, unseren Araucarien sehr naheehend, den sumpfigen Dickigten einigermaßen den Charakter des Waldes.

Betrachten wir nun in mehr geordneter Weise die Pflanzenwelt der Steinkohle, so vertheilt sie sich systematisch in folgender Art:

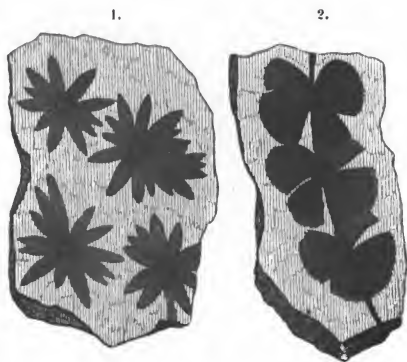
1. Schachtelhalmgewächse, Equisetaceen, jetzt höchstens etwa 2 Fuß hoch und mit höchstens  $\frac{1}{2}$  Zoll dicken, gegliederten innen hohlen Stengeln, waren damals bis 30 Fuß hoch und 1 Fuß stark und reich verzweigt. Man vereinigt die sehr häufig vorkommenden Stämme dieser Gewächse in der Gattung Calamites, deren eine Menge Arten unterschieden, in neuester Zeit aber durch Constantin von Ettingshausen mit Recht sehr beschränkt worden sind, nachdem derselbe sich überzeugt hatte, daß viele für besondere Arten gehaltene Formen nur aus den verschiedenen Höhen des Stammes und der Verzweigung Einer Art herrühren, wornach namentlich die Zahl und Dichtigkeit der die Calamiten auszeichnenden Längsstreifen eben so abwechselt, wie auch an vielen unserer Bäume hierin Verschiedenheiten vorkommen. Ja, der genannte eifrige Forscher hat sogar mehrfach durch Untersuchung hinlänglich großer Schieferthonplatten gefunden, daß

bisher für ganz andere Gattungen angesehene Pflanzenreste nichts weiter sind, als die beblätterten und mit Blüthentheilen besetzten Zweigspitzen der Calamitenpflanzen. Ich erwähne das, um damit auf die Schwierigkeit der botanischen Deutung vorweltlicher Pflanzen und auf die dabei erforderliche Behutsamkeit hinzuweisen. In Folge der v. Ettingshausen'schen Beobachtungen haben bereits mehrere der nachfolgenden Familie angehörende Pflanzen ihre Selbstständigkeit verloren.

2. Asterophylliten, in ihren Ueberresten krautartig erscheinende Pflanzen mit sternförmig gestellten Blättern, wie am Waldmeister. Von einigen hat v. Ettingshausen mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß sie nur die letzten Verzweigungen der Calamitenpflanzen sind. Hierauf beruht die Auffassung unserer Landschaft, wo in der Mitte des Mittelgrundes, aus dem Sumpf aufschiefend, neben den drei Baumfarren Calamitenpflanzen ein kleines Dickicht bilden, während in der Mitte des Vordergrundes Asterophyllitenpflanzen nach der bisherigen Auffassung angebracht sind.

Zwei Hauptformen dieser Familie sind: *Annularia* und *Sphenophyllum*. (Fig. 75.)

75.



1. *Annularia fertilis*. 2. *Sphenophyllum annulatum*.

3. Farrenkräuter, Filices. Sie sind am reichlichsten durch ihre zahllosen Blattreste in den Schieferthonsschichten vertreten, weniger durch ihre Stammtheile. Gegenwärtig nehmen die Farrenkräuter in der europäischen Flora nur eine sehr untergeordnete Stelle ein und bilden nur einen sehr kleinen Bruchtheil der Gesamtfloora, während sie in der Steinkohlenzeit entschieden vorherrschten, so daß von den etwa 800 bis jetzt bekannten Steinkohlenpflanzen etwa 260 Farrenkräuter sind. Auf den in eine dünne Lage von Steinkohle verwandelten Nebeln, welche man in manchen Schieferthonsschichten nach jedererspaltung auf der Oberfläche der Platten erscheinen sieht, findet man zuweilen noch die Fruchthäufchen auf der Rückseite ausgedrückt, wovon uns Fig. 76. in der *Pecopteris truncata* ein Beispiel zeigt.

76.

*Pecopteris truncata.*

4. Bärlapp = Pflanzen, Lycopodiaceen. Unter diesem Namen vereinigen wir hier mehrere Pflanzenformen, von denen die einen unseren heutigen Bärlapparten ohne Zweifel sehr nahe stehen, die anderen ihnen bloß verwandt sind. Die letzteren sind die Schuppenbäume, *Lepidodendron* und die Siegelbäume, wie man ihren wissenschaftlichen Namen *Sigillaria* übersetzen kann. Die zahlreichen Arten der Gattung *Lepidodendron* waren Bäume, deren Stämme bis 100 Fuß Länge erreichten und eine gabeltheilig verzweigte Krone hatten, mit langen Nadelblättern, welche in regelmäßigen dichten Spirallinien gestellt waren und nach dem Abfallen ähnlich unseren Tannen sehr regelmäßige, oft überaus zierliche Narben hinterließen, welche auch an alter Stammrinde vollkommen deutlich blieben, was an unseren Tannen und Fichten nur etwa 10 bis 15 Jahre hindurch der Fall ist.

Nach diesen regelmäßigen, mit den Schuppen der Schlangenhaut vergleichenen Narben hat man der Gattung den Namen gegeben und die Arten nach ihrer Form unterschieden. Ihre Stämme finden sich, ganz platt gedrückt und mit der in Kohle verwandelten Rinde bekleidet, in großer Menge in den Schieferthonplatten.

Nachstehende Fig. 77. 4. und 5. zeigt ein Stück Rinde von *Lepidodendron Veltheimianum* und *rimosum*.

Bei den *Sigillarien* stehen auf der Rinde die Blattnarben in Längsreihen zwischen vertieften Linien übereinander und dabei ebenfalls spiralförmig angeordnet. Dadurch erhalten die Rinden ein sehr zierliches Ansehen, namentlich *Sigillaria elegans* (Fig. 77. 3.); an Fig. 77. 2., *Sig. Voltzii*, sehen wir an der oberen Hälfte der Figur, wo die Kohlenrinde abgesprungen ist, den Abdruck der inneren Rindenoberfläche. Fig. 77. 1. ist *Sig. oculata*. Auf der Titellandschaft steht rechts im Vordergrund ein Trupp solcher Bäume.

Außer einigen wenigen Pflanzen aus der Familie der Jamiaceen, Gräser und Palmen sind endlich noch zu nennen

5. Zapfenbäume, Coniferen, einige unseren deutschen Nadelhölzern, andere den tropischen *Araucarien* verwandt. Auf unserer Landschaft bilden sie den fernen Hintergrund.



1. *Sigillaria oculata*. 2. *Sig. Voltzii*. 3. *Sig. elegans*. 4. *Lepidodendron Veltheimianum*.  
5. *Lep. rimosum*. 6. *Knorria imbricata* (aus der Devonischen Formation Seite 290).

Wie einfach, arm und vor Allem eintönig und gleichförmig war demnach jene dennoch so üppige Pflanzenwelt, welcher wir die Steinkohlen verdanken! Gleichförmig, denn im Gegensatz zu unseren heutigen Pflanzenwelten war damals in der Flora Europa's und Amerika's kein wesentlicher Unterschied, indem viele Steinkohlenpflanzen in allen Kohlenbecken



der Erde sich wiederfinden. Jedenfalls spricht dies entschieden für eine damals herrschende größere Uebereinstimmung in denjenigen Bedingungen, an welche das Pflanzenleben gebunden ist. Ob man Recht thut, zur Erklärung dieser, nach den jetzigen Erdzuständen allerdings räthselhaften, Erscheinung seine Zuflucht zu der Annahme zu nehmen, daß damals das Centralfeuer treibhausartig von Innen heraus durch die noch nicht zu der gegenwärtigen Dicke erstarrte Erdrinde hindurch heizte, und mithin die Pflanzenwelt in ihrem Gedeihen nicht sowohl von der Sonnenwärme, sondern von der eigenen Erdwärme abhängig war (die natürlich überall auf der Kugel, die die Erde ist, gleich war); ob man Recht hat, zu sagen, daß damals die Sonnenstrahlen sogar noch nicht einmal den noch von dichten Wasserdünsten umhüllten Erdball beschienen habe — das lassen wir, als zu tief in das Bereich der Geogenie führend, dahingestellt. Es bedarf aber kaum der Bemerkung, daß diese Meinung mit dem S. 11 kurz angedeuteten einstmaligen feuerflüssigen Zustande des Erdkörpers vollkommen in Einklang steht.

Was endlich die Thierwelt der Steinkohlenformation betrifft, so wissen wir schon, daß sie in dem Kohlenkalk der paraliſchen Becken nur Seethiere aufzuweisen hat, die sich nach einer von Bronn 1849 vorgenommenen Zählung auf 1180 Arten belaufen, gegenüber von nur 241 Thierarten in den Süßwasserschichten der kohlenführenden Etage. Die Thiere des Kohlenkalkes zeigen einen sehr übereinstimmenden Charakter mit denen der Uebergangsformationen; es fehlen aber die Graptolithen bereits ganz, die Armfüßler nehmen an Zahl ab und von den Trilobiten sind nur noch wenige Arten übrig. Die Fische aber steigern sich auf 65, in den Süßwasserablagerungen sogar auf 78 nebst 2 Lurche. Die äußerst wenigen Insekten, die man in diesen bis jetzt erst gefunden hat, scheinen auf ein damals völlig anderes Verhältniß zwischen dieser Thierklasse und dem Pflanzenreiche hinzuweisen, als jetzt, wo bekanntlich zwischen beiden eine so innige Beziehung statt findet, daß in beiden die Artenzahl ziemlich gleich groß und fast jeder Pflanze ihr Pflegling aus dem Insektenreiche zugewiesen ist.

Nachdem wir die Steinkohlenformation kennen gelernt haben, wie sie ist, so verdienen es nun wenigstens die Kohlenflöze in ihr, daß wir danach fragen, wie sie geworden sind.

Zunächst liegt die Frage, ob die zu deren Bildung erforderlichen ungeheuren Pflanzenmassen durch Wasserfluthen zusammengeschwemmt worden seien, oder ob die Pflanzen an Ort und Stelle wuchsen, wo jetzt die Kohlenflöze liegen, so daß diese gewissermaßen aus Torfmooren entstanden wären. Zu Gunsten der ersteren Ansicht erinnern wir uns jetzt an die ungeheuren Treibholzbänke, von denen S. 100 die Rede war. Dennoch sprechen für die letztere Meinung zahlreichere Beweise, wenn auch eben so unzweifelhaft ist, daß manche, namentlich kleine Steinkohlenmulden ihren Kohlenstoff als Stämme und andere Pflanzenmassen aufgelöst erhielten.

Jedenfalls gehörten aber, wenn man dabei die Zwischenräume zwischen den Stämmen und die Zellenräume in der Pflanzenmasse selbst berücksichtigt, bedeutende Massen dazu, um ein Flöz dichter Kohle von 1 Fuß Dicke zu erzeugen. Eli de Beaumont nimmt dazu, vielleicht etwas übertrieben, eine Treibholzschiebt von 8 Fuß Dicke an.

Bei so außerordentlich ausgedehnten, so höchst gleichmäßigen Kohlenflözen, wie wir sie in Amerika kennen lernten, ist die Erklärung durch Anschwemmung kaum zulässig. Wohl aber läßt es sich recht gut denken, daß dort einstmal ungeheurere Torfmoore waren, über welchen Schlammschichten aus sich darüber ergießenden Wassern abgesetzt wurden. Nur dürfen wir dabei nicht an Torfmoore unserer Tage denken, bestehend aus schwächlichen und zarten Moosen und Gräsern und Kräutern und höchstens einzelnen krüppelhaften Kiefern und Birken und zwerghaften Weidenbüschchen. Etwas entfernt Ähnliches bieten vielleicht die riesigen Schilfbüschel der Strommündungen Westafrika's und die Dschungeln des Ganges.

## 6. Permische Formationen.

Von den weiten Gebieten, über welche wir die Uebergangs- und die Steinkohlenformation ergossen fanden und aus den unendlich langen Zeiträumen, welche zu deren Bildung erforderlich waren, treten wir in der Permischen Formation in beschränkteres Gebiet und in einen kürzeren Zeitraum. Sie führt ihren Namen von dem russischen Gouvernement Perm, wo sie bis jetzt allein in bedeutender Ausdehnung nachgewiesen worden ist.

Sie hat mit der Steinkohlenformation das gemeinsam, daß sie in zwei Hälften zerfällt, von denen die eine ebenfalls eine Meeresbildung, die andere eine Süßwasserbildung ist, und daß beide nicht immer mit einander vorkommen. Deshalb hielt man beide lange Zeit für zwei selbstständige Formationen, und nannte die untere, die hier die Süßwasserbildung ist, die Formation des Rothliegenden, die obere, die Meeresbildung, die Zechsteinformation. In Rußland erkannte man sie aber als zusammengehörig, weil an ihren Grenzen ihre Schichten mit einander wechsellagern.

### Das Rothliegende.\*)

Es ist im Allgemeinen eine Sandsteinbildung zu nennen, während der Zechstein eine Kalkbildung genannt werden kann. Meist jedoch tritt diese Sandsteinbildung als Conglomerat auf, dessen Feinheit sehr häufig in den verschiedenen Höhen wechselt, vom feinen Sandsteinkorn bis zum größten Gemenge bis centnerschwerer, abgerundeter, meist verschiedenen Gesteinen angehörender Brocken; die organischen Ueberreste sind meist selten darin oder mangeln wohl hier und da ganz. Die Bildung des Rothliegenden ist in eine Zeit häufiger Porphyrrupturen gefallen, daher man auch viele Porphyrbreccien darin, es überhaupt oft mit Porphyren und Melaphyren vergesellschaftet findet, welche oft als weitgreifende Decken den Schichten des Rothliegenden eingeschaltet sind. Man ist daher überhaupt geneigt, es als ein Werk der Porphyrrupturen anzusehen, indem man sagt, diese haben bei ihrem Auftreten durch Zerstörung der durchbrochenen Gesteine die Bildung großer Schuttmassen veranlaßt, aus welchen unter Betheiligung des Wassers die Schichten des Rothliegenden sich gebildet hätten.

Diese vieles Wahrscheinliche ansichtragende Auffassung der Bildungsgeschichte des Rothliegenden stimmt ganz mit der Beschaffenheit dieses überein, da es fast überall die Kennzeichen der Entstehung aus zusammengeschwemmten

---

\*) Rothliegendes oder Todtliegendes, oder auch rothes Todtliegendes, sind bergmännische Benennungen, weil dieses Formationsglied das Liegende (siehe S. 217) des erzeichen Zechsteins, fast immer durch Eisenoxyd roth gefärbt und meist erzeer: todt ist.

Massen, nach der Feinheit bald als grobe Conglomerate, bald als feine Schieferletten und Schieferthon erscheinend, an sich trägt.

Sehr untergeordnete Lager bilden in dem Rothliegenden Kalksteine und Dolomite, Steinkohle und Brandschiefer, noch seltener Erze, deren gewöhnlicher Mangel ja eben den Namen des Todtliegenden veranlaßt hat.

Während der Natur der Sache nach die im Rothliegenden so sehr vorherrschenden Conglomerate keine oder nur wenige Versteinerungen und dann immer nur verkieselte Stammtheile enthalten, finden sich die meisten, oft verkalkten, zarteren Pflanzenreste in den eingelagerten feinen Schieferthonen.

### Der Zechstein.

Wie es bei der Steinkohlenformation der Fall war, wo wir die untermeerische Ablagerung des Kohlenkalkes in die Süßwasserablagerung des kohlenführenden Schichtensystems übergehen sahen, so folgt umgekehrt in der Permischen Formation auf die limnische eine marine Ablagerung, der Zechstein\*) oder, wie er sonst häufig auch genannt wurde, der Kupferschiefer.

Dieser Wechsel der obwaltenden Bildungsverhältnisse läßt jedenfalls eine geologische Katastrophe voraussetzen, welche jedoch die Bildungsräume, auf denen sich bis dahin das Rothliegende abgelagert hatte, nicht gleichmäßig betraf, weil nicht überall über demselben der Zechstein zur Ausbildung gekommen ist und anderentheils auch Zechsteinablagerungen vorkommen, unter welchen das Rothliegende fehlt. Diese Veränderung in den Bildungsverhältnissen ist wesentlich ein Uebergang vom unruhigen und ordnungslosen zu einem geordneten und ruhigen Zustande gewesen, welcher die untermeerische Ablagerung des ungemein ausgedehnten Schichtensystems des Zechsteines begünstigte.

---

\*) Ohne Zweifel ebenfalls eine bergmännische Benennung, von dem Wort Zech, Bergwerk, wegen des in dieser Gebirgsformation in Deutschland betriebenen Kupferbergbaues, welcher seinerseits die andere Benennung Kupferschiefer veranlaßte. Andere Ableitungen des Wortes Zechstein, von zäh, zach, also zäher Stein, oder von Dach, oder vom Zechen der über reiche Kupfererze jubelnden Bergleute, sind jedenfalls gesucht als die ersterwähnte.

In Deutschland erlangte die Zechsteinbildung keine bedeutende Mächtigkeit, aber doch eine ziemlich bedeutende Verbreitung, so daß es um so bemerkenswerther ist, einem Gliede derselben, dem Kupferschiefer, mit auffallender Uebereinstimmung von nur drei Fuß Mächtigkeit im Bereiche von mehreren tausend Geviertmeilen zu begegnen. Aber eben diese weite Ausbreitung einer so geringmächtigen Ablagerung ist ein Beweis von der großen Ruhe und Gleichmäßigkeit der Verhältnisse während der ganzen Ablagerungszeit. Ueber dieser untersten Schicht des Zechsteins im weiteren Sinne, dem Kupferschiefer, welche den übrigen als breite, aber dünne Unterlage dient, folgt alsdann der eigentliche Zechstein im engeren Sinne, ein sehr fester, deutlich geschichteter grauer Kalkstein.

Der große Erzgehalt des Kupferschiefers, namentlich an Kupfer, ist, da eben der Kupferschiefer unzweifelhaft ein Bodensatz aus Wasser (ein Sediment) ist, ein Beweis, daß die Erze ebenfalls in wässriger Lösung darin enthalten gewesen sind, also auf hydrochemischem Wege sich bildeten, was wohl die Bildungsweise der meisten, wenn nicht aller Erzlager (nicht Erzgänge) gewesen seyn möchte. Es ist bemerkenswerth, daß sich die Erze, in der Gestalt von glänzenden Kiesen, besonders häufig um die eingeschlossenen organischen Wesen, meist Fische, angehäuft haben, gleichsam, als wenn die organischen Stoffe dieser einen Einfluß auf die Ausscheidung der Erze aus der Lösung ausgeübt hätten.

Die Thier- und Pflanzenwelt der Permischen Formation ist, soweit sich dieselbe aus den versteinerten Ueberresten beurtheilen läßt, arm an Arten gewesen, und ihren Formen nach stellt sie sich unverkennbar an das Ende der paläozoischen Periode, mit der dieselben viel mehr Verwandtschaft zeigen, als mit den Anfängen der mesozoischen Periode. Die von Bronn 1849 angestellte Zählung ergiebt nur 76 Pflanzen- und 193 Thierarten.

Besonders sind es die Pflanzenformen, welche denen der Steinkohlenzeit sehr nahe stehen. Zu ihnen kommen jedoch, als der Steinkohlenformation fast ganz abgehend, etwa 20 Tangarten, Fucoideen, hinzu, welche als Seeegewächse ausschließlich dem Zechsteine angehören, und in dem Rothliegenden die bereits erwähnten versteinerten Hölzer, Dendroolithen, unter denen aber die die Steinkohle so entschieden charakterisirenden Sigillarien und Stigmarien gänzlich, die Lepidodendren bis auf

sehr seltene Ueberreste fehlen. Zu diesen, oft viele Zentner schweren Blöcken versteinerten Holzes gehören auch die unter dem Namen Staarsteine und Madensteine längst bekannten Arten der Gattung Psaronius.

Die Thiere gehören den Gruppen der Korallen, Strahlthiere, Armfüßler, Muschelthiere, Schnecken, Kopffüßler (bloß eine Art), Ringelwürmer, Fische und Lurche an. Die Fische tragen schon die jetzt herrschende Grundgestalt, was die einzige Abweichung der permischen Thierwelt von dem paläozoischen Charakter ist. Von Lurchen ist erst eine einzige Art aufgefunden worden.

---

Ueberblicken wir nach den geschilderten Ueberresten das organische Leben, wie es sich in der paläozoischen Periode darstellt, so muß uns vor Allem auffallen, daß in dem ungeheuer langen Zeitraume, der von der Ablagerung der untersten versteinierungshaltigen Schicht der Silurischen Formation bis zu denen des Zechsteins verstrich, sich eine unverkennbare Einfachheit und Uebereinstimmung der Formen kund giebt: denn es muß hier wiederholt daran erinnert werden, daß die den bis jetzt genannten Formationen eigenthümlichen Versteinerungen wo nicht in denselben, doch wenigstens in sehr verwandten Arten in den betreffenden Formationen überall auf dem ganzen Erdboden vorkommen, während bekanntlich jetzt nach den Breiten- und selbst nach den Längengraden die Flora und Fauna der Welttheile sich sehr verschieden zeigt.

Keine der in dieser langen Periode auf dem Schauplatze des Lebens gewesenen Thier- oder Pflanzenarten scheint sich bis in die folgende Periode erhalten zu haben, da wir in den Gesteinen dieser keine Versteinerungen von ihnen finden; noch viel weniger ist daran zu denken, daß paläozoische Thiere oder Pflanzen noch jetzt sich irgendwo lebend fänden.

Wir begnügen uns mit diesen Thatfachen und können es füglich eigenem Belieben eines Jeden überlassen, sich dieselben durch Vermuthungen zu erklären, welche immer wesentlich auf den Voraussetzungen beruhen werden, daß die Erdrinde damals noch dünner und in Folge dessen das

Klima der Erde überall gleich und daß die Atmosphäre in noch höherem Grade als jetzt unter den Tropen mit warmen Wasserdünsten erfüllt gewesen sey.

Wollen wir endlich der paläozoischen Periode eine nähere Bezeichnung geben, so könnten wir sie als das Reich der niederen Seethiere bis zu den Fischen und der Farrenkrautpflanzen bezeichnen.

## 7. Porphyrformation

und

## 8. Melaphyrformation.

Wir fassen hier eine ziemlich bedeutende Anzahl eruptiver Gesteine zusammen, welche in mineralogischer, chemischer und chronologischer Hinsicht zwar mehr oder weniger bestimmt von einander verschieden sind, aber doch hinsichtlich der Zeit ihres Auftretens in das Ende der paläozoischen und in den Anfang der mesozoischen Periode fallen.

Bei dem oft sehr beschränkten Umfange und der großen Anzahl unterscheidbar selbstständiger Eruptionen porphyrischer und melaphyrischer Gesteine ist es allerdings oft um so schwerer, dieselben nach Perioden oder besser nach Epochen zu ordnen, als der petrographische und mineralogische Charakter der Gesteine einer und derselben Eruption oft außerordentlich zahlreiche Abwechslungen zeigt.

Hierbei kommt namentlich in Betracht, was wir uns schon einmal als berücksichtigenswerth vorhielten, daß der Altersrang einer von einer Porphyr-Eruption durchbrochenen Sedimentformation noch keinen sicheren Schluß auf die Eruptionsepoché dieses Porphyrs erlaubt. Nur wenn ein hinsichtlich aller Kennzeichen unverkennbar übereinstimmendes Eruptivgestein an verschiedenen Beobachtungsorten immer nur dieselben Formationen, die wir A nennen wollen, durchbrochen hat, während über diesen andere Formationen B davon ungestört, mithin nach der Eruption erst gebildet worden sind, — nur dann kann man mit einiger Sicherheit die Eruptionsepoché zwischen die Bildungszeiten der Formationen A und B setzen.

Außer den Porphyren und Melaphyren der hierher gestellten Eruptionsepoché giebt es auch andere, die älteren Datums sind, und dagegen

Melaphyre (wenn es keine Basalte sind, was nicht leicht zu entscheiden ist), welche an die Bildungszeit der Kreideformation hinaufreichen.

Die Porphyre sind im Allgemeinen zwar krystallinische Gesteine, aber es scheint bei ihrem Ausbruche oft so stürmisch hergegangen zu sein, daß sie in Folge dessen zugleich als Trümmergesteine erscheinen, indem Brocken zuerst erstarrter Porphyrmassen von nachdrängenden wieder umhüllt wurden. Manche Porphyrrupturen scheinen zunächst bedeutende Massen von porphyrischem Schutt vor sich hinausgeschoben zu haben, während andere von einem Mantel porphyrischer Breccien umhüllt sind. Derartiger tumultuarischer Porphyrrergüsse, denen man die Spuren ihrer gewaltsamen Entstehungsweise leicht ansieht, kommen namentlich viele als Eingriffe in die Bildung des Rothliegenden vor.

Die Melaphyre sind oft sehr schwer von den Gesteinen der Basaltformationen, namentlich von den Doleriten, zu unterscheiden, und jedenfalls sind sie als die Vorläufer der Basalte zu betrachten. In manchen Melaphyren, namentlich in dem Melaphyr am südlichen Fuße des Hundrüd zwischen Rhein und Saar kommen besonders häufig die bekannten Achatmandeln, Geoden genannt, vor, auf welche die berühmten Achat-schleifereien in der Gegend von Oberstein gegründet sind. Diese Geoden sind dadurch entstanden, daß in den, ihrer Entstehung nach bereits erklärten, Blasenräumen in der noch weichen Masse (S. 180 u. 225) sich Kieselerde von außen nach innen schichtenweise allmählig absetzte. An durchschnittenen Achatmandeln sieht man sehr oft die Stelle, von wo aus, wie durch den Hals einer Flasche, diese Einfüllung der Achatmasse in den Blasenraum erfolgte.

Nicht selten kommen auch Eisen- und Mangauerze, besonders aber Kupfererze, und sogar gediegenes Kupfer im Melaphyr und selbst als Blasenausfüllung vor.

Die äußeren Umrisse zeigen den Melaphyr als Gänge, Stöcke, Lager, Decken und Kuppen, was um so mehr im Allgemeinen auch von den Porphyren gelten muß, als dies die gewöhnlichen Gestalten der eruptiven Gebirgsglieder sind (S. 224); nur zeigen hierin durchschnittlich die Porphyre gewöhnlich großartigere Dimensionen.



## XV. Geschichtliche Entwicklung des Baues der Erdrinde.

### Zweiter Abschnitt.

#### Die mesozoische Periode.

##### 9. Die Triasformationen.

Zusammensetzung der Trias; Buntsandstein-Formation; Muschelkalkformation, Keuperformation (Fig. 78.); — Die Juraformationen: (Fig. 79.); Liasformation (Fig. 80. u. 81.); Juraformation: brauner und weißer Jura (Fig. 82.) Wealdenformation: — die Kreideformation (Fig. 83. und 84.); Neocombildung, Galt, Turonbildung (Fig. 85.), Senonbildung.

Die Fabeln von Drachen, Windwürmern und Greifen finden ihre Urbilder in den Juraformationen.

Die Gliederung der paläozoischen Formationen findet sich auch bei der Trias, die eben deshalb diesen Namen trägt, weil sie aus drei sehr bestimmt geschiedenen Gliedern besteht, der Buntsandsteinformation, als der untersten, der Muschelkalkformation und der Keuperformation als der obersten. Diese sind eben zur Trias so innig verbunden, daß sie richtiger bloß Formationsglieder derselben genannt zu werden verdienen, als selbstständige Formationen. Es würde dies noch richtiger seyn, wenn alle drei Glieder immer beisammen vorkämen, was aber nicht der Fall ist.

Die Trias ist noch nicht in dem Umfange nachgewiesen, wie die meisten Gebirgsglieder der paläozoischen Periode, indem man sie bis jetzt bloß in Deutschland, im östlichen und südlichen Frankreich, in England, und in wesentlich abweichenden paläozoischen Verhältnissen in den östlichen Alpen kennt.

Wo die Trias in ihrer ganzen Selbstständigkeit auftritt, da bildet sie mächtige Schichtensysteme. Der Buntsandstein allein erreicht hier und da eine Mächtigkeit von mehr als 1200 Fuß.

### Buntsandstein-Formation. \*)

Sie besteht, wie schon der Name sagt, wesentlich aus Sandsteinen, von meist so vorwaltend braunrother Farbe, daß der aus ihr sich bildende sehr fruchtbare Ackerboden sehr entschieden diese Farbe trägt. Jedoch kommen auch gelblich weiße bis grünliche Färbungen vor, von zuweilen so eigenthümlich streifiger und fleckiger Vertheilung, daß man die Frage nach der Veranlassung dazu kaum unterdrücken kann. Man darf nur in Hanau, Frankfurt, Mainz, Heidelberg, Mannheim die ungetünchten Mauern und Häuser ansehen.

Außer den Sandsteinen, welche meist eine große Dichtigkeit und Feinheit des Kornes zeigen und deshalb als Bausteine von großem Werthe sind, bietet die Formation, namentlich in den unteren Schichten, Conglomerate dar, obgleich nicht in der Häufigkeit, wodurch das Rothliegende so ausgezeichnet ist, Schieferletten, Thon, Mergel, Kogensteinbildungen (S. 180), Dolomit, Gyps, Anhydrit und Steinsalz.

Diese Gesteine sind meist regelmäßig vertheilt und man kann drei Stagen oder Stockwerke des Buntsandsteins unterscheiden.

Die untere Etage beginnt in einigen Gegenden, namentlich in den Vogesen und im Schwarzwalde, mit hellrothen sehr krystallinischen, oft conglomeratartigen quarzigen Sandsteinen, welche man unter dem Namen Vogesen-Sandstein deshalb von der Trias trennen wollte, weil die übrigen Schichten ihm hier und da widersinnig aufgelagert sind. Allein man findet in ihm mehrere nur der Triasperiode angehörige Versteinerungen und man kann ja wohl denken, daß die den Vogesensandstein bildenden Schichten mitten im Verlauf der Triasperiode durch vulkanische Kräfte in ihrer Lagerung gestört wurden, so daß sich die übrigen Schichten

---

\*) Die Engländer nennen sie gegenüber dem Old red sandstone des Uebergangsgebirges (S. 285.) New-red-sandstone.

widerfönnig auf ihnen ablagern mußten. Dies wäre freilich eine Ausnahme von der auf S. 258 angeführten Regel der Altersbestimmung der Schichten. Anderwärts beginnt die untere Etage mit Conglomeraten, Mergeln, Schieferletten und Sandsteinschiefern, welchen auch zuweilen Gypsstöcke eingelagert sind.

Die mittlere Etage ist meist die mächtigste und wird wesentlich aus bunten Sandsteinen gebildet, während in der oberen bunte Thone, Mergel und Schieferletten vorherrschen und an manchen Orten in ihr als Grenzgebilde gegen den Muschelkalk der sogenannte Wellendolomit zur Ausbildung gekommen ist.

Die Buntsandsteinformation ist durchaus eine Meeresbildung, daher denn die in conglomeratarartigem Vogesensandstein als charakteristisches Leitfossil vorkommenden Stämme von *Calamites arenaceus* und einige andere Pflanzenreste als hineingeschwemmte Seltenheiten anzusehen sind. Da der Buntsandstein von seiner Bildungsstätte, dem Meeresgrunde, emporgehoben worden ist, und zwar bis zu einer Seehöhe von 3000 bis 3600 F., so haben seine Schichten auch nirgends mehr ihre ursprüngliche Lagerung.

An Versteinerungen ist der Buntsandstein nirgends reich, am wenigsten in seiner untersten Etage, welche, bis auf sehr einzelne Versteinerungen, ganz fossilfrei ist, und deren nur sehr vereinzelt Vorkommen scheint zu beweisen, daß der Buntsandstein, namentlich dessen unterste Schicht, der Vogesensandstein, in sehr bedeutenden Meeresstiefen abgelagert worden ist.

### Die Muschelkalk-Formation.

Der Name bezeichnet sie als eine an Muschelversteinerungen reiche Kalksteinbildung, zu welcher noch Mergel, Dolomit, Gyps, Anhydrit, Salzthon und Steinsalz hinzu kommen. Der Reichthum an Versteinerungen, welche natürlich keineswegs ausschließlich Muscheln sind, ist nicht in allen Etagen des Muschelkalkes gleich groß.

Wie gewöhnlich ist auch in ihm die unterste Etage, der sogenannte Wellenkalk am ärmsten an Versteinerungen. Er ist meist in dünneren Schichten abgelagert, welche auf ihren Oberflächen immer eigenthümliche,

wellenförmige Runzeln und schlangenförmige Wülste zeigen, welche letztere von Manchen für organischen Ursprungs gehalten werden, in welchem Falle sie nur Amorphozoen, Thierschwämme, d. h. die niedersten Wesen seyn könnten, über deren mehr thierische oder mehr pflanzliche Natur man noch im Zweifel ist. Die zweite Etage des Muschelkalkes wird nach den ihr besonders eigenthümlichen Lagerstöcken von Anhydrit, Gyps und Steinsalz die Anhydritgruppe genannt. Diese, sowie alle Gesteine dieser Etage erstrecken sich nie als weit ausgebehnte Schichten, sondern bilden ein buntes Durcheinander von sehr beschränkten stock- oder lagerförmigen Partien. Die oberste Etage besteht wesentlich aus dem sogenannten Hauptmuschelkalk, dessen Schichten viel mächtiger und massiger sind, als die des Wellenkalkes, dessen Schlangenvülste auch ihm, wenn auch in minderm Grade eigen sind. Sie enthält namentlich in den oberen Schichten oft sehr zahlreiche Versteinerungen, so daß nach ihnen manche Schichten benannt werden, z. B. Enkrinitenkalk, Limakalk, Terebratalkalk.

Der Muschelkalk ist durchaus eine bestimmt ausgesprochene Meeresbildung.

### Die Keuperformation.

Sie ist gegenüber den Sandsteinen und Kalken der vorigen beiden Glieder der Trias besonders durch Mergel charakterisirt, trägt aber ihren Namen nach der Benennung, womit man im Coburgischen einige dieser Formation eigenthümliche Gesteine bezeichnet. Außer den vorherrschenden vorwaltend blauröthen, aber sehr oft buntschekigen Mergeln finden sich in der Keuperformation Sandsteine, Schieferthon, Kohlenletten, Dolomit, Gyps und Anhydrit, Steinsalz und zuweilen selbst bauwürdige sogenannte Lettenkohlen. Von den drei Etagen, in welche auch der Keuper zerfällt, heißt die unterste die Lettenkohlen- oder Steinsalzgruppe, die mittlere die der bunten Mergel, die obere die des Keuper sandsteines. Die erste enthält nur wenige, mit der Bildung der Lettenkohle im Zusammenhang stehende, meist aus dem Pflanzenreiche stammende organische Ueberreste; doch bietet sie in einzelnen Lagen auch große Mengen von kleinen Ueberresten von Fischen und eidechsenartigen Lurchen; die mittlere enthält

nur einzelne Knochen von letztgenannten Thieren (Sauriern), während die obere fast nur pflanzliche Ueberreste enthält. In Württemberg endigt die obere Etage geradezu mit einer Knochenbreccie, zu welcher die dunkelrothen Lettenschichten durch zahllose eingeschlossene Knochen gebildet werden.

Diese Gliederung der drei Formationen, des Buntsandsteins, des Muschelkalkes und des Keupers und ihre Vereinigung zur Trias ergibt eine mehrmalige Abwechslung der Bildungsbedingungen, indem die mittelste jede Bethheiligung des Süßwassers ausschließt während der Keuper großentheils eine Süßwasserbildung ist.

Hinsichtlich der Versteinerungen steht übrigens keine andere Formation so abgeschlossen da, als die Triassische Formationengruppe, indem keine derselben schon in älteren Formationen vorkam und keine in einer jüngeren wiederkehrt. Besonders auffallend ist aber die Artenarmuth der Thier- und Pflanzenwelt dieser Periode, da kaum über 200 Arten daraus bekannt sind, welche allerdings in der oberen Etage des Muschelkalkes in zahllosen Mengen der Exemplare auftreten. Manche von den Versteinerungen sind durch alle drei Formationen verbreitet, andere, wie z. B. der *Encrinus liliiformis* für den Muschelkalk, sind in hervorragender Weise charakteristische Leitfossilien.

Die Versteinerungen der Trias vertheilen sich nach dem System in folgender Weise:

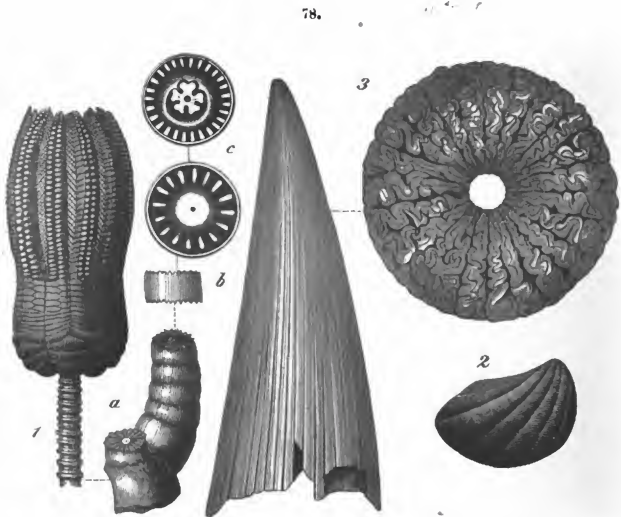
#### I. Thiere.

1. Thierschwämme, Amorphozoen, sofern die Schlangenkügelchen des Muschelkalkes von ihnen herrühren, häufig, außerdem nur sehr einzeln vertreten.

Sehr auffallend ist der gänzliche Mangel der Korallenpolypen.

2. Strahlthiere, Radiarien, viel weniger zahlreich, als in der paläozoischen Periode, namentlich als in dem Uebergangsgebirge, und nur auf einige Haarsterne, Crinoiden, beschränkt. Einen solchen stellt Fig. 78. 1 vor, *Encrinus liliiformis*, welcher aus vielen regelmäßigen Theilstücken strahlenförmig zusammengesetzte blumenartige Kronen auf ähnlich gegliederten beweglichen langen Stielen trägt. a. der gemeinsame Wurzelstock, b. Seitenansicht eines Stielgliedes, c. obere und untere Ansicht eines solchen.

3. Muschelthiere, Conchiferen, vorherrschend den Blattfiemern angehörend, nur wenige Armsfüßler. Hierher gehört **Fig. 78, 2.** *Myophoria Whateleyae*.



1. *Ecerinus liliiiformis*; — 2. *Myophoria Whateleyae*; — 3. *Mastodonsaurus Jägeri*, Zahn.

4. Weichthiere, Mollusken, wesentlich nur aus den beiden Ordnungen der Bauchfüßler und der Kopffüßler,

5. Krustenthiere, Crustaceen, sehr wenig vertreten.

Die Insekten, die wir in der Steinkohlenformation auftreten sahen, fehlen hier wieder gänzlich.

6. Fische, größtentheils haisförmig und jetzt nicht mehr vorkommenden Formen angehörig; besonders häufig kommen Fischzähne vor.

7. Lurche, auffallend häufig gegen die frühere Periode, doch noch nicht so häufig und manchfaltig, als wir sie in der Juraperiode finden

werden. Der Trias ausschließlich angehörend ist die Familie der Labyrinthodonten, so genannt von der eigenthümlich faltig gewundenen Textur ihrer Zahnmasse, wovon uns Fig. 78. 3 ein Bild giebt, einen Zahn in natürlicher Größe und einen vergrößerten Querschnitt desselben.

8. Vögel. Ihre Anwesenheit in der Triasperiode ist durch die bereits beschriebenen Fährten (S. 243) außer Zweifel gestellt.

9. Säugethiere. Mit zweifelhaftem Rechte wird das erwähnte Chirotherium, dessen Fußspuren wir S. 243 kennen lernten, für ein Säugethier erklärt, da aus der Form dieser nicht mit Nothwendigkeit auf ein Säugethier zu schließen ist. Dagegen sind einige Backenzähne eines Säugethiereß, des ersten in der verfolgten Stufenfolge der Entwicklungsreihe des Thierreiches, in der obersten Schicht des Keupers bei Degerloch in Württemberg gefunden worden.

Hier sind noch die Koprolithen zu erwähnen, welche sich ziemlich häufig im Keuper finden. Es sind etwa zollgroße oder auch größere eiförmige Körper, welche schneckenhausähnliche Windungen zeigen. Sie wurden erst, nachdem man sie inwendig genauer untersuchte, richtig erkannt. Man fand Knochenstückchen und andere unverdaute Ueberreste darin. Es sind die versteinerten Ausleerungen der Lurche der Triasperiode.

Bevor wir die Trias verlassen, ist noch des abweichenden Verhaltens derselben in den Alpen zu gedenken. Die Trias in den Alpen enthält nämlich außer entschiedenen Triasversteinerungen ziemlich viele, welche sie vor der übrigen Trias voraus hat. Deswegen hat man sie anfänglich nicht für wahre Trias zu halten gewagt. Ihr abweichender Charakter liegt vornehmlich in der Wiederkehr der Orthoceren der ältesten Formationen und in dem gleichsam vorzeitigen Auftreten zahlreicher Ammoniten, welche wir erst in der Jura- und Kreidformation häufig erscheinen sehen werden. Neuerdings hält man die Alpentrias für eine Keuperablagerung unter ausnahmsweise starker Betheiligung des Meeres.

In den durch diese Zweifel berühmt gewordenen Schichten bei Sankt Cassian in Tirol und einigen anderen sind bereits gegen 700 Arten von Versteinerungen nachgewiesen worden, so daß die Alpentrias sich auch durch viel bedeutenderen Versteinerungsreichtum auszeichnet.

### 10. Die Juraformationen.

In unzweifelhafter Rangordnung folgt unmittelbar nach und über der Keuperformation eine Gruppe von zusammengehörigen Formationen, welche in jeder Hinsicht zu den interessantesten Gliedern der Erdrinde gehören. Nicht nur, daß sie durch die außerordentlich mächtigen Massen ihrer Schichten bedeutende Gebirgszüge bilden mit himmelanstrebenden Bergspitzen und dadurch, so wie durch ihre weite Verbreitung durch fast alle Erdtheile den großen Umfang ihrer Bildungszeit bekrunden — sie schließen auch die Ueberreste einer außerordentlich reichen Welt organischer Wesen ein, welche neben einem sehr bestimmt ausgeprägten Charakter, in der Klasse der Insekten auch eine bedeutende Annäherung an gegenwärtige Verhältnisse fund geben. Daß die Juraformation in ihrem vielfältigen Schichtenwechsel im „Solenhofener Kalkschiefer“ den in einigen Jahrzehnten zu einem neuen mächtigen Kunstzweig entwickelten Keim der Lithographie darbietet, ist bekannt und kein geringer Beitrag zu deren hoher praktischer Wichtigkeit.

Den Namen trägt die Jurassische Formationengruppe nach dem Juragebirge, welches wesentlich durch sie gebildet wird; außerdem aber kommen die Formationen der Gruppe, wie bereits angedeutet wurde, sehr weit verbreitet vor.

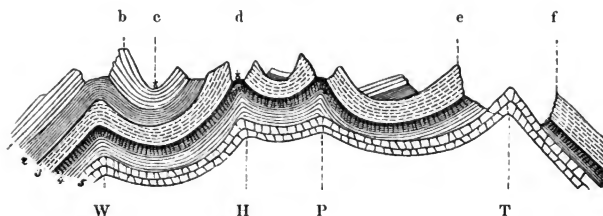
Auf S. 170 lernten wir das Jurameer kennen, wie es einstmal einen großen Theil von Mitteleuropa bedeckte, theils von nachweisbar damals vorhandenem Festland (auf jenem Kärtchen weiß angegeben), theils von Gebieten begrenzt, deren damalige Natur, ob Wasser oder Land, jetzt nicht zu bestimmen ist, weil sie entweder vom Meer oder jüngeren Formationen bedeckt liegen, wodurch wir verhindert sind, nachzuweisen, ob diese Gebiete damals entweder auch vom Jurameer bedeckt, in welchem Falle die Juraschichten dort in der Tiefe verborgen liegen müssen, oder Festland waren.

Jetzt bezeichnen die Schichten der Juraformationen natürlich keineswegs mehr den Grund des ehemaligen Jurameeres; dieselben sind vielmehr an vielen Stellen von späteren Störungen des Vulkanismus hoch emporgehoben und dabei vielfach gebogen, geknickt und zerrissen worden. Diesen Störungen verdankt das Juragebirge seinen malerischen Felsencharakter.



Nachstehende Fig. 79 zeigt in einem Profile des Schweizerischen Jura nicht nur ein Beispiel der Erhebung eines so mächtigen Schichtenbaues, wie die Juraformation ist, sondern ist auch zugleich eine recht deutliche Veranschaulichung verschiedener Thalbildungen. Die emportreibende Gewalt hat an den mit den Buchstaben W H P T bezeichneten Punkten den

79.



1. Korallenfalk. 2. Oxferdmergel. 3. Oberer brauner Jura. 4. Lias und Keuper. 5. Muschelkalk.  
W. Kette des Weissenstein; — H. Kette des Hauenstein; — P. Kette des Pahwang; — T. Rent Terrible.  
b. die Hohensfluh; c. Bärtschwil; d. Schönthal; e. der Rebhag; f. der Renfen.

Schichtenbau der Juraformationen, welche überall von dem obersten Gliede der Trias getragen werden, besonders stark gehoben, so daß diese Punkte, die wir uns natürlich als Durchschnittspunkte von Erhebungslinien vorzustellen haben, an die Wellenkämme einer bewegten Wasserfläche erinnern. Der Erhebungspunkt W allein bildete oben das mächtige Zerreißungsthal, indem das oberste, mit 1 bezeichnete Schichtensystem sich der Biegung nicht mehr fügte, sondern zerriß, so daß nun seine Rißflächen die steilen Thalgehänge und das zunächst untere Schichtensystem 2 die Sohle des Zerreißungsthales bilden. Das auf dem Profil mit b bezeichnete rechte Thalgehänge bildet den Berg Hohensfluh und die hier nur in einer Durchschnittsfläche vorliegende Erhebung die Kette des Weissenstein.

Zwischen zwei solcher Erhebungslinien, z. B. zwischen W und H, müssen natürlich die Schichtensysteme Schichtenmulden bilden. So ist daher

der zwischen W und H fallende Theil des obersten Schichtensystems 1 in ein Einsenkungs- oder Fallungsthal umgebildet worden.

Unser Profil zeigt uns aber auch noch andere Verhältnisse der Thalbildung. Zwischen H und P und zwischen P und T sind die beiden obersten Schichtensysteme, 1 und 2, noch mehr mißhandelt worden, denn wir sehen davon nur Schollen in den von dem dritten Schichtensysteme gebildeten Mulden liegen. Dadurch wird z. B. in der Mulde des Schichtensystems 3 rechts von der Scholle 1 u. 2 ein Thal gebildet, welches gewissermaßen eine Zusammensetzung eines Einsenkungs- und eines Zerreißungsthalens ist, indem sein linkes Gehänge von den Schichtenköpfen jener Scholle und das rechte von der aufstrebenden Muldenwand gebildet wird. Wieder anders sind über T zwei Thäler entstanden; die zu einem hohen steilen Schichtensattel, dem Mont Terrible, aufgetriebene Trias bildet jederseits ein Thal mit den Schichtenköpfen der zerrissenen Systeme 3 und 4.

Der ganze mächtige Schichtenbau der Jurassischen Gruppe zerfällt in drei oder mit einer Spaltung der zweiten in vier Formationen: 1. die Liasformation, 2. die Formation des braunen und 3. die des weißen Jura, oder beide zusammengefaßt in die Juraformation schlechthin, und 4. in die Wealdenformation\*).

Fassen wir die Juraformationen als Ganzes auf, so stellt sich hinsichtlich ihrer Bildungsweise theils eine gleichzeitige Verschiedenheit, theils ein nach einander statt gefundener Wechsel der Bildungsweise ihrer Schichten dar. Das Jurameer, welches seiner Zeit einen großen Theil von Europa bedeckte, ist ein sehr buchtenreiches gewesen und ohne Zweifel hierin ist es bedingt, daß an manchen Punkten neben den durch ihre Versteinerungen unzweifelhaft als untermeerische Ablagerungen anzusprechenden auch Süßwasser- oder wenigstens Brackwasserablagerungen mit Landpflanzen und Landthieren vorkommen. Die Jurassische Bildungszeit schließt in der Wealdenformation mit einer mächtigen Süßwasserbildung.

---

\*) Dieser englische aber von den deutschen Geologen angenommene Name ist nach einem örtlichen Vorkommen dieser Formation in England gegeben. Er ist bekanntlich Wilsden auszusprechen.

## Die Liasformation\*)

Die Gesteine der Liasformation sind in der Regel nicht sehr mannfaltig; am vorherrschendsten sind es Kalksteine von meist rauchgrauer bis blauschwarzer Farbe, meist dünne bis einen Fuß dicke, zuweilen aber auch mächtigere Schichten bildend; dann Sandsteine, mit denen die Formation oft beginnt, Schieferthon und Thon, meist bituminös, bituminöse Mergel und Brandschiefer, welche zuweilen selbst als Brennstoff benutzt werden können, Dolomit, Gyps und Anhydrit, Steinsalz, Steinkohlen, die sogar zuweilen einen Gegenstand des Bergbaues abgeben und Erze, namentlich Eisenerze.

Die Liasformation zerfällt in drei Stagen, welche weniger durch die Verschiedenheit ihrer Gesteine, als durch verschiedene Versteinerungen sich von einander unterscheiden. In sehr vielen Gebieten der Lias besteht die unterste Etage wesentlich aus Sandsteinen und thonigen Gesteinen; die mittlere aus Kalksteinen, die obere aus Mergelschiefer und Schieferthonen.

Der Charakter der Thier- und Pflanzenwelt der Bildungszeit der Liasformation ist nach den, obgleich zahlreichen, versteinerten Ueberresten derselben schwer zu beurtheilen, weil namentlich die thierischen Ueberreste hier auf ein tropisches dort auf ein gemäßigtes Klima deuten. Im Allgemeinen deuten sie ferner auf eine Meeresablagerung, obgleich die Zahl der Landpflanzen und Thiere nicht gering ist. Doch fehlen natürlich Ueberreste von Tangen, Fucoideen, nicht.

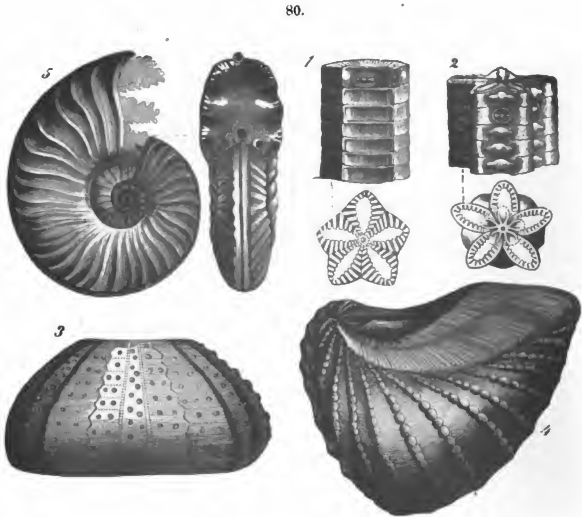
Man kennt bereits über 90 Pflanzenarten aus der Liasformation, unter denen aber die bedecksamigen Dicotyledonen immer noch fehlen. Dagegen spielten die palmenähnlichen Cycadeen und Zamien eine wichtige Rolle, die gegenwärtig in Ostindien ihr Vaterland haben. Die Schachtelhalme und Farrenkräuter, in früheren Perioden so vorherrschend, treten in der Liasformation mehr zurück, wogegen Zapfenbäume nicht gar selten vorkommen.

Unter den Thieren fällt der beinahe gänzliche Mangel der Thierschwämme und Korallen auf, welche letztere in der obersten Etage der

---

\*) Ist ebenfalls ein englischer Name, daher Lias auszusprechen. Die Liasformation wird in Deutschland oft noch schwarzer Jura genannt.

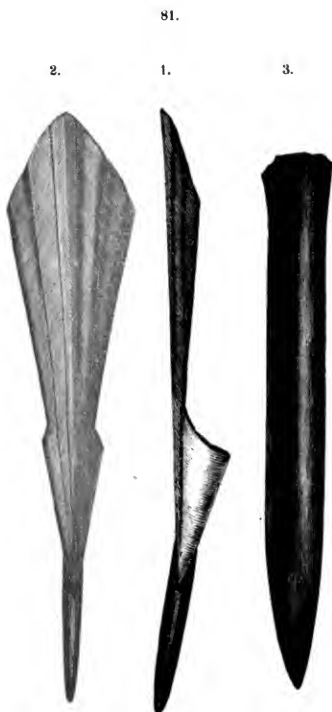
Juraformation in außerordentlicher Menge erscheinen. Vielleicht war für diese Thiere, deren Gebundenseyn an geringe Meerestiefen uns von den Korallenriffen her erinnerlich ist, zur Zeit der Ablagerung der Lias-  
schichten das Jurameer noch zu tief. In beträchtlicher Menge treten zuerst



1. *Pentacrinus scalaris*; — 2. *basaltiformis*, Stielglieder; — 3. *Diadema seriale*; — 4. *Trigononia navis*, — 5. *Ammonititeo Murchisonae*.

1. Die Strahlthiere, Radiaten, und zwar die Familie der Haarsterne, Crinoiden auf, von deren zierlichen, oft in ungeheurer Menge verbreiteten, Stielgliedern uns Fig. 80. 1. und 2. Beispiele vorführt, erstere dem *Pentacrinus scalaris*, letztere dem *P. basaltiformis* angehörig. *Diadema seriale*, Fig. 80., 3., gehört der Familie der Seeigel, Echiniden, an.

2. Muschelthiere, Conchiferen, von denen Fig. 80., 4., als wichtige Leitmuschel die *Trigonia navis* darstellt, sind ziemlich häufig vertreten; wenig zahlreich sind die Armsfüßler, die so herrschend in den Uebergangsformationen waren.



1. 2. Darstellung eines ergänzten Belemniten. — 3. *Belemnites paxillosus*.

3. Die Weichthiere, Mollusken, bieten aus der Ordnung der Bauchfüßler, Gastropoden, nicht viele Arten; dagegen sind die Kopffüßler, Cephalopoden, sowohl den Arten, als noch viel mehr der Häufigkeit der Exemplare nach, sehr hervorstechend. In den untersten Liasschichten finden sich die schönen, widderhornähnlich aufgewundenen Gehäuse der ganz ausgestorbenen Familie der Ammoniten oft so häufig, daß die Liasschichten ein daraus zusammengesetztes Mosaik bilden. Der als Vertreter der schönen artenreichen Gattungsgruppe abgebildete *Ammonites Murchisonae*, Fig. 80., 5., gehört allerdings nicht der Liass- sondern der Formation des braunen Jura an. In den durch Querscheidewände abgetheilten Kammern der Gehäuse finden sich oft krySTALLisirte Erze, als Bleiglanz, Kupferies, Zinkblende, Galmei, auch Baryt und Cölestin und wie wir schon früher erfuhren kleine Massen von Steinkohle. Die Seitenansicht zeigt uns die eigenthümlich am Rande gefaltete und gewundene letzte Querscheidewand. Außerlich sind dieselben auf der Oberfläche der Umgänge nur dann sichtbar, wenn die Schale beseitigt ist. Nur unser bekannter *Nautilus*, *Nautilus Pompilius*, im indischen Ocean zu Hause, ist uns aus dieser Thiergruppe lebend verblieben. Zu derselben Ordnung der Weichthiere gehörten die Belemniten, von deren sonderbaren Gehäusen oder wenigstens von einem Theile derselben uns Fig. 81., 3. in *Belemnites paxillosus* ein Bild giebt.

Fig. 81. 1. u. 2. stellt ein nach mehreren Bruchstücken ergänztes Exemplar einer BelemnitenSchale dar, deren vorderer hohler, blattartiger Theil wahrscheinlich gewisse Theile des Thieres ausnahm, während das spize Ende von diesem nachgeschleppt wurde.

4. Krustenthier, Crustaceen, sind nur durch einige wenige Krebse vertreten.

5. Desto auffallender ist es, daß man in den unteren Schichten der Liassformation ziemlich viele Insekten, namentlich Käfer, welche auf ein tropisches Klima hindeuten, gefunden hat. Sie scheinen für eine Schichtenzuführung durch süßes Wasser zu sprechen.

6. Fische, und

7. Lurche sind in dem Liassmeere zahlreich gewesen, letztere noch mehr oder wenigstens durch ihre Gestaltverhältnisse und ihre Größe noch

auffallender als erstere, so daß man, wie überhaupt die Juraformationen so namentlich die Lias, als das Reich der Lurche bezeichnen kann. Während es jetzt außer den wenigen Arten der Krokodile keine riesenmäßige Eidechsenlurche (Saurier) giebt, so wimmelte damals das Meer (jetzt von keinem Saurier mehr bewohnt) und das Festland von solchen Thieren, in denen die jetzt einfache Grundform vielfach verändert ausgeprägt war. Sogar fliegende Eidechsen, die bei dem weißen Jura zu betrachtenden Pterodaktylen, scheint es damals gegeben zu haben, wenn man die wie bei unseren Fledermäusen verlängerte eine Zehe des Vorderfußes als Träger einer Flatterhaut richtig deutet; wogegen in neuerer Zeit Einsprache erhoben worden ist, da diese Zehe dazu nicht stark genug sey. Die Ichthyosauren waren große, einigermaßen an Fische erinnernde großäugige Thiere. Die Plesiosauren hatten einen langen schlangenartigen Hals. Alle hatten sie, soweit sie Seebewohner waren, Flossen anstatt der Füße, was bei keinem lebenden Lurche mehr der Fall ist. Die meisten, wenn nicht alle waren mit harten Knochenplatten gepanzert.

Von Vögeln und Säugethieren sind bis jetzt in der Liasformation keine Ueberreste gefunden worden. Bronn zählte in ihr überhaupt 829 Thierarten, von denen 40 auf die Lurche und 227 auf die Kopffüßler kommen.

### Die Juraformation.

Der Umstand, daß die genauere Kenntniß der Juraformation von England ausgegangen ist, und die außerordentlich manchfaltige Beschaffenheit ihrer Schichten dort zu einer Unterscheidung sehr zahlreicher Abtheilungen derselben geführt hat, dieser Umstand hat es mit sich gebracht, daß hier ein wahrer Ueberfluß von Benennungen dieser Glieder vorliegt, welche ich im Wesentlichen mit Stillschweigen übergehe und nur erwähne, daß man für die Juraformation im Allgemeinen, die wir in Folgendem in zwei Formationen spalten, in England den Namen Dolithformation gebraucht, wegen der oft darin vorkommenden oolithischen Gesteine (S. 180). In Deutschland findet diese Benennung jetzt kaum mehr Nachahmung, weil sie für die Formation nicht ausschließlich bezeichnend ist, da in vielen anderen Formationen ebenfalls oolithische Gesteine vorkommen.

## a. Die Formation des braunen Jura.

Wenn unser Gedächtniß für die Altersfolge der jurassischen Formationen einer Uuterstützung bedürfte, so würde sie in der Farbenfolge schwarz (Lias), braun und weiß liegen.

Die Gesteine des braunen Jura sind im Wesentlichen dieselben, wie in der Liasformation, und es herrschen von diesen bald die Sandsteine, bald die Kalksteine darin vor. Auch Steinkohle, zum Theil von bauwürdiger Mächtigkeit, welche wesentlich von Cycadeen gebildet ist, kommt in dem braunen Jura vor, besonders in Neuholland und in Virginien.

Wie die Liasformation, so theilt sich auch die des braunen Jura, z. B. in Württemberg, in drei Etagen, welche wir dort durch ihre eigenthümlichen Versteinerungen sich von einander unterscheiden lassen.

Die organischen Ueberreste deuten in der Hauptsache auf eine ganz ähnliche Thier- und Pflanzenwelt, wie in der Liasperiode, obgleich dem braunen Jura viele Versteinerungen eigenthümlich sind, welche ihn paläontologisch nach beiden Seiten sehr scharf unterscheiden. Die oft bedeutenden Steinkohlenflöze des braunen Jura rühren von einer reichen Pflanzenwelt her, welche noch ziemlich viele erkennbare Ueberreste, namentlich in den kohlenführenden Sandsteinen der Formation hinterlassen hat, unter denen 46 Farrenkräuter, 21 Cycadeen, 6 Zapfenbäume und auch eine lilienartige Blütenpflanze, die *Bucklandia squamosa*, zu nennen sind.

Unter den Thieren sind die Thierschwämme nur wenig zahlreicher als in dem Lias, wo sie ganz fehlten; dagegen sind die Korallen und Strahlthiere bedeutend häufiger, obgleich beide Thierklassen erst im weißen Jura ihren Höhepunkt für die Jurassischen Formationen erreichen. Muscheln und Weichthiere sind für den braunen Jura von ziemlich gleicher Bedeutung, wenn auch, wie bereits bemerkt wurde, großentheils durch ihm allein zukommende Arten vertreten. Dasselbe gilt von den Krustenthieren, Insekten und Fischen, während, durch einige Arten der Gattung *Serpula*, Vertreter der Ringelwürmer neu sind. Die Lurche sind weniger mannfaltig als im Lias; doch findet sich darunter eines der größten, der 20 Fuß lange *Teleosaurus Cadomensis*. Dagegen muß man sich wundern, warum erst



hier und nicht schon im Lias neben einer ebenso reichen Pflanzen- und Insektenwelt sich die ersten Jurafäugethiere finden, und zwar drei verschiedene Arten, welche die größte Verwandtschaft mit den heutigen Beuteltattern, *Didelphys*, haben, nach den Unterkiefern zu urtheilen, welche man im Kalkschiefer von *Stonesfield* in England gefunden hat.

### b. Die Formation des weißen Jura.

Sie ist namentlich in Deutschland sehr mächtig entwickelt, indem sie bis 1000 Fuß mächtig wird, und enthält im Wesentlichen dieselben vorwaltenden und untergeordneten Gesteine wie der braune Jura, nur daß von diesen die Kalksteine und Mergel, oft von sehr bedeutender Mächtigkeit, so sehr vorherrschen, daß die übrigen daneben fast verschwinden. Die mächtigen Schichten des weißen Jurakalkes sind es fast allein, was der schwäbischen Alp, namentlich ihrem nördlichen Abfalle, die malerische Schönheit des landschaftlichen Charakters verleiht. Zu den zahlreichen Abarten der Kalksteine, die bald durch mehr oder weniger Gehalt an Kiesel-erde, bald durch Dichtigkeit oder oolithisches Gefüge sehr mannichfaltig gebildet erscheinen, gehören auch die berühmten Kalkschiefer von *Solenhofen* und *Bappenheim*, welche den Steindruck in's Leben gerufen haben. Auf den Klustflächen ihrer oft sehr dünnen Platten kommen sehr schöne braune und schwarze Mangandendriten vor (S. 253), und auch an Versteinerungen, namentlich kleinerer Fische, sind sie sehr reich. Unter den darin vorkommenden Insekten finden sich auch Libellen, welche bereits ganz die Gestalt der heutigen zeigen.

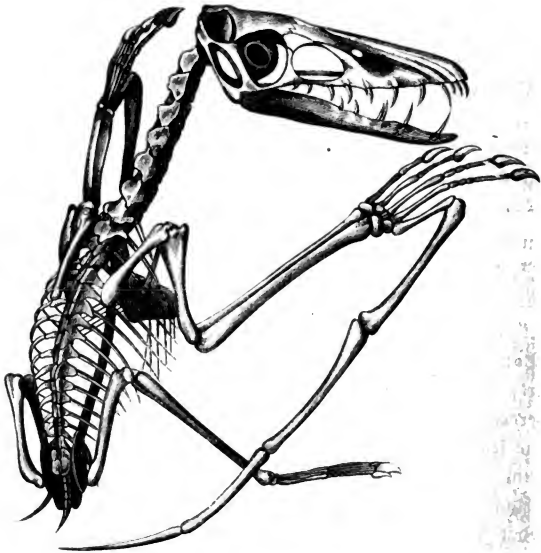
Von den drei Abtheilungen, in welche auch der weiße Jura sich gliedert, ist in Württemberg die mittlere die fossilreichste. Die oft so außerordentlich regelmäßige plattenförmige Lagerung des weißen Jurakalkes und die feinen oberen Schichten eigenen großen Massen von Thierschwämmen und Korallen zeugen für die lange Dauer und den ruhigen Verlauf der Ablagerung.

Von Pflanzen finden sich, wie es in Kalksteinen gewöhnlich der Fall ist (da der Kalk für zarte Pflanzentheile ein ungünstiges Versteinerungsmittel zu seyn scheint), nur wenige Ueberreste, und auch diese sind

mehr See- als Landpflanzen zugehörig. Dagegen ist der weiße Jura reich an Thierversteinerungen, und zwar wiederum an für ihn bezeichnenden. Besonders sind durch die Thierschwämme und die Korallen an den Uferändern des einstigen Jurameeres die ehemaligen Korallenriffe noch ganz deutlich zu verfolgen.

Hinsichtlich der übrigen Thiere, welche alle ebenfalls sehr bezeichnende Leitfossilien darbieten, ist zu erwähnen, daß im weißen Jura die Kopffüßler weniger vertreten sind, während Krustenthier, Insekten und Fische zahlreicher sind, welche, so wie die etwas weniger zahlreichen Lurche, hauptsächlich zwischen den regelmäßigen Platten des Solenhofener

82.



*Pterodactylus crassirostris.*

Kalkschiefers eingebettet sind, was namentlich von den bereits bei dem braunen Jura erwähnten Pterodaktylen gilt, von denen Fig. 82 den *Pterodactylus crassirostris* darstellt.

### Die Wealdenformation.

Den Beschluß der Juraperiode machte, wie bereits erwähnt wurde, eine Süßwasser- (limnische) und theilweise vielleicht mehr noch Brackwasser- (fluvi-marine) Bildung, und zufällig geschah dies gerade an einer Stelle des Jurassischen Bildungsraumes, der jetzt größtentheils wieder vom Meere bedeckt ist, nämlich vom Süden von England bis zu dem gegenüberliegenden Theile von Nordfrankreich, und also ohne Zweifel auch im heutigen Canal zwischen beiden Ländern.

Zur Ablagerung dieser Schichten, unter Bethheiligung mächtiger Ströme und Süßwasserbecken, müssen also gegen das Ende der Jurazeit wesentliche Umgestaltungen des Jurameeres stattgefunden haben; und obgleich dies nur in vergleichsweise beschränkten Räumen geschah, so muß doch der Bildungszeitraum ein sehr langer gewesen seyn, da die Wealdenformation bis zu 900 und 1200 Fuß Mächtigkeit ansteigt. Obgleich diese auch durch den besonders fruchtbaren Ackerboden, den sie liefert, wichtige Formation eine nur beschränkte ist, so ist sie doch ganz unzweifelhaft als eine besondere Formation zu betrachten und sicher an das Ende der Jurazeit und nicht, wie man anfänglich thun zu müssen glaubte, an den Anfang der Kreidezeit, zu setzen.

Viele Versteinerungen, namentlich Süßwasserconchylien, welche jetzt lebenden sehr nahe stehen, würden wohl zu dem Glauben verleiten können, daß die Wealdenformationen der känozoischen Periode angehören, wenn nicht dem einige nur in die Jurazeit zu verweisende Lurche derselben bestimmt widersprächen, und wenn nicht, z. B. in England ganz unzweifelhaft, die Schichten der Kreideformation über der Wealdenformation lägen.

Die Gesteine der Formation sind vorwaltend Kalksteine, Sandsteine, Thone und Mergel und namentlich in der Wealdenformation des nordwestlichen Deutschland auch Steinkohle in sehr beträchtlichen

Flözen von der Güte der besten englischen. Oft ist diese Steinkohle aber auch der Braunkohle schon sehr ähnlich und die dazu gehörigen Blätter in den zwischenlagernden Schichten, wenn man sie in Wasser erweicht, zuweilen noch vollkommen biegsam. Man kann also an der Steinkohle des Wealden den Gang des Verkohlungsprocesses sehr gut verfolgen.

Auch die Wealdenformation läßt sich sehr bestimmt in drei Abtheilungen bringen; eine untere, welche dem englischen Purbeckkalk entspricht; eine mittlere, dem englischen Hastingsesand, und eine obere, dem englischen Wealdenthon entsprechend.

In dem Purbeckkalk Englands finden sich als eine besonders interessante Erscheinung die sogenannten dirt-beds (Kothbetten), vorweltliche Dammerdeschichten, ähnlich denen, welche den Boden unserer fruchtbaren Hochwälder bilden. In diesen stehen noch eine Menge Baumstümpfe, welche tief mit ihren Wurzeln eindringen, aufrecht, und dazwischen liegen Baumstämme von Cycadeen und Zapfenbäumen, sämmtlich verkieselt. Es ist dies einer von den wenigen Fällen, wo bei der Umgestaltung der Erdrinde frühere Zustände der von Pflanzen oder Thieren belebten Oberfläche der Erde einigermaßen sich erhalten haben.

Namentlich durch beigemengte Seethiere in den untersten und in den obersten Schichten der Wealdenformation giebt sich zu erkennen, daß ihre Ablagerung in halbgesalzenem (brackischen) Wasser begann und wieder endete. Dadurch bilden sich in dem englischen wie in dem deutschen Vorkommen der Formation Uebergänge in die Nachbarschichten des weißen Jura und aufwärts in die der Kreideformation.

Bis jetzt sind in dem Wealden 72 Pflanzenarten und 170 Thierarten nachgewiesen worden, oder wenigstens so viele verschiedene Formen.

Die Pflanzen, unter denen sich Farrenkräuter, Cycadeen und Zapfenbäume finden, deuten auf ein sehr warmes Klima. Die Thiere sind meist Schnecken und Muscheln des süßen Wassers, und zwar solchen Gattungen angehörig, welche, obwohl in anderen Arten, auch jetzt noch bestehen. Von Wirbelthieren zeigen sich Fische und Lurche und unter letzteren das riesenmäßige Landthier *Iguanodon Mantelli*, welches sich bisher nur in dem englischen Wealden gefunden hat.

Demnach ist die Thierwelt dieser in jeder Hinsicht so höchst interessanten Formation ein Mittel Ding zwischen ganz entschieden mesozoischem und neuzeitlichem Charakter und ist vielleicht geeignet, seiner Zeit Beiträge für die Lösung der wichtigen Frage wegen des geschichtlichen Wechsels der Thier- und Pflanzenformen zu gewähren.

## II. Die Kreideformation.

Den Beschluß der langen mesozoischen Bildungszeit macht die Ablagerung einer ebenso mächtigen als weit verbreiteten zusammengehörigen Schichtenfolge, welche nach der weißen Kreide, die übrigens keineswegs darin weder vorherrscht noch sogar überall darin vertreten ist, die Kreideformation genannt wird. Sie scheint aber südlich den 53. und nördlich den 57. Breitengrad nicht zu überschreiten.

Die Gesteine der Kreideformation sind zunächst wesentlich Sandsteine, lose Sandlager und Kieselgesteine in bald nur wenige Zolle bald bis viele Ellen mächtigen Schichten, welche letztere dann oft wenig in's Auge fallend sind, wenn zumal, wie es oft der Fall ist, zwischen ihnen keine trennenden thonigen Zwischenlagen vorhanden sind. Die losen Sandlager tragen zuweilen das Ansehen diluvialer Bildungen und können, wenn sie, von Wasser durchdrungen, flüssig sind, zuweilen dem Bergbau sehr hinderlich werden. Sandsteine enthalten oft bald weniger bald mehr grüne Glaukonitkörnchen und bilden in letzterem Falle den greensand der Engländer. Außerdem ist die Farbe des Kreidesandsteins meist gelblich weiß bis rostbraun, sehr selten so entschieden rothbraun wie der Buntsandstein der Trias, der sich bei aller sonstiger Uebereinstimmung schon durch die Farbe in den meisten Fällen ziemlich zuverlässig unterscheiden läßt.

Die namentlich an der unteren Grenze einiger früher betrachteten Formationen vorkommenden Conglomerate fehlen zwar auch unter den Gesteinen der Kreide nicht, sind aber doch nicht sehr häufig.

Thone und Schieferthone kommen zunächst im Bereiche der Sandsteine als Zwischenlager zwischen den Schichten vor und sind in vielen Fällen die Hauptfundstätten der organischen Ueberreste. Sie werden meist

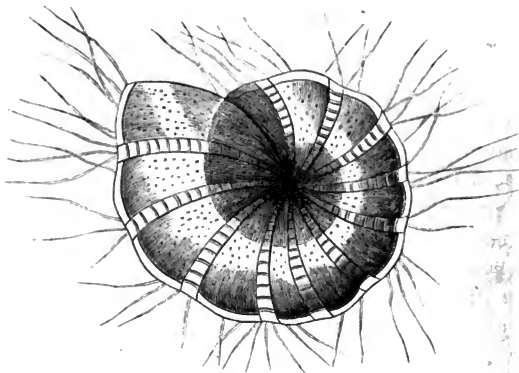
als Töpfer- und Ziegelthon, wenn sie besonders fett sind, auch als Walkerde benutzt. Der Galt der Engländer, zur unteren Abtheilung der Kreideformation gehörend, ist ein grauer bis schwärzlich-blauer Thon von zuweilen bis 100 Fuß Mächtigkeit, der ein sehr fruchtbares Erdreich liefert.

Als wesentliche Gesteine der Kreideformation sind endlich noch Mergel, Kalksteine und vor allem die Kreide, d. h. die bekannte weiße Schreibkreide, welche im Wesentlichen kohlenaurer Kalk ist, zu nennen.

Die Mergel im mergeligen Kalksteine bilden eine Menge Uebergangsstufen zwischen den Sandsteinen, der Kreide und den Kalksteinen und treten oft in erheblicher Mächtigkeit und Häufigkeit auf. Zu ihnen gehört auch der in Deutschland ziemlich bekannte Pläner und der Flammenmergel. Ihre Farbe ist meist aschgrau. Im Staate Neu-Jersey, in Nordamerika findet sich eine 30 Fuß mächtige Ablagerung von Glaukonitmergel und Glaukonitsand in der Kreideformation, welcher mit außerordentlichem Erfolg als Dünger benutzt wird. Die düngende Kraft liegt ohne Zweifel in dem 5—15 procent. Kaligehalt des Glaukonites.

Das der Formation den Namen gebende und auch in anderen Beziehungen bemerkenswertheste Gestein, die Kreide, ist nach der Entdeckung

83.



*Geoponus borealis.*

Ehrenberg's ihrem wesentlichen Bestand nach ein zoogenes Gestein, denn die Kreide besteht neben mikroskopischen abgerundeten und niemals krystallinischen Kalkförmchen oft zum größten Theil aus zahllosen oft nur punktgroßen Rhizopodenschalen und Kieselpanzern von Infusorien (S. 100). An dem angeführten Orte lernten wir die Wurzelfüßler oder Rhizopoden als noch fort und fort an der Bildung des Meeresandes sich betheiligende Wesen kennen, von denen ich hier das Bild des lebenden *Geoponus borealis* aus der Nordsee in 300maliger Vergrößerung einschalte. Die Vermehrung dieser Thierchen, welche an die tiefste Stufe des Thiersystems gestellt werden, ist sehr stark, indem das weibliche Thier, sie scheinen nämlich getrennten Geschlechts zu seyn, immer Hunderte von Jungen zugleich zur Welt bringt, welche zuerst immer nur aus einem der vor einander liegenden und spirallig nachwachsenden Abschnitte bestehen. Es kann daher leicht seyn, daß die Kreide zu noch größeren Antheilen aus den Schalen solcher Thierchen besteht, indem die kleinen gerundeten Kalkförmchen vielleicht die Schalen junger Thiere sind. Man hat bereits sehr viele Arten dieser Familie unterschieden.

84.

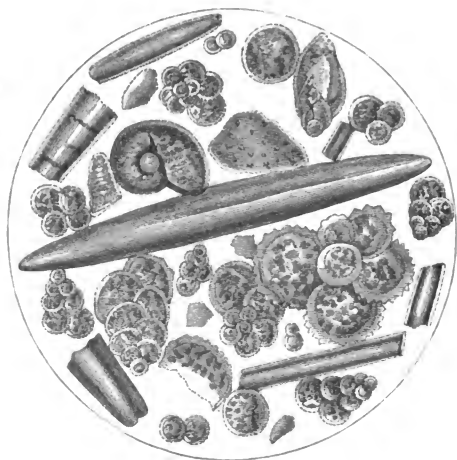


Fig. 84 ist eine Copie aus dem früher erwähnten Ehrenberg'schen Werke „Mikrogeologie“ und stellt ein mikroskopisches Gesichtsfeld voll Kreidethizopoden dar.

Seit Ehrenberg die Aufmerksamkeit auf diesen thierischen Ursprung der Kreide hingewiesen hatte, ist die Kenntniß davon über eine Menge von Kreiden aus den verschiedenen Erdtheilen erweitert worden, was überall dasselbe Ergebniß herausgestellt hat.

Gip gewöhnlicher Begleiter der weißen Kreide, namentlich in den oberen Theilen der Kreidefelsen, ist der bekannte Feuerstein oder Flint, welcher ein reines Kieselfestein ist. Es ist gewöhnlich das einzige Mittel, die Schichtung der Kreide zu erkennen, indem er darin in schmalen Lagen loser Knollen von meist unbedeutender Größe liegt, so daß er wegen seiner oft schwarzen Farbe auf der weißen Wand eines Kreidefelsens perlenschnuren-ähnliche schwarze Linien bildet, welche gleichlaufend unter sich, und, wenn die Kreidefelsen keine Störungen erlitten haben, ganz wasserrecht verlaufen. Der Feuerstein kommt oft als *Zoomorphose*, in thierischer Gestalt, vor, d. h. er ist das Versteinerungsmittel für allehand Thiere gewesen, von denen er bloß die äußere Form, nicht die der inneren Bildungen, angenommen hat. Bei der für die atmosphärischen Kräfte fast vollkommenen Unzerstörbarkeit des Feuersteins haben sich nach Zerstörung der Kreidefelsen diese in Feuerstein umgewandelten Thiere, meist bloß Abgüsse oder Abformungen, in zahlloser Menge auf die norddeutsche Ebene, bis in die nördlich von Leipzig liegenden Feldflächen, verbreitet, wo namentlich die verfeuersteinerten Seeigel als Krötensteine dem Volke sehr bekannt sind.

Dieses Auftreten von Knollen, zuweilen sogar von ziemlich zusammenhängenden, wenn auch schmalen Schichten von Kieselerde mitten in der kalkigen Kreide, hat schon seit langer Zeit verschiedene Erklärungsversuche hervorgerufen. Die Kieselerde hatte vielleicht gleichmäßig den zarten weißen Kreideschlamm durchdrungen und sich erst später zu den Knollen zusammengezogen, oder sie gelangte zeitweise als Kiesalgallerte auf dem Meeresgrunde auf der jeweiligen Oberfläche des Kreideschlammes, während dessen Ablagerung zugleich unterbrochen war, zum Niederschlag. Die letztere Bildungsweise ist die wahrscheinlichere, obgleich auch die erstere statt gefunden haben mag.



Von anderen untergeordneten Gesteinen der Kreideformation nenne ich noch Gyps, Eisenerze und selbst Steinkohle, die aber nur selten, z. B. zwischen Bunzlau und Löwenberg in Schlesien, bauwürdige Flöze liefern.

Was die Gliederung der Kreideformation betrifft, so zeigt sich diese meist sehr verschiedenartig zusammengesetzt und die nach der Gesteinsbeschaffenheit unterscheidbaren Abtheilungen folgen sich nicht überall in derselben Anordnung, so daß die Glieder der Formation weniger nach den Kennzeichen der Gesteine als nach den Versteinerungen von einander zu unterscheiden sind.

Ist auch die Kreideformation in der Hauptsache eine entschiedene Meeresablagerung, so finden sich doch zwischen ihren marinen Schichten zahlreiche Süßwasserablagerungen, zu denen der Stoff von großen Strömen in das Kreidemeer geführt worden ist, und in welchen demnach zuweilen auch erhebliche Massen von Ueberresten einer Landflora eingebettet sind.

Aus diesen Andeutungen geht hervor, daß es schwer ist, eine solche Gliederung der Kreideformation aufzustellen, die sich überall da, wo letztere zur Ausbildung gekommen ist, auf die vorhandenen Schichten als gleichgeltendes Zeiteintheilungsmittel anwenden ließe, um so mehr, als selbst aus den Versteinerungen nicht immer mit Sicherheit die Gleichzeitigkeit der Schichten nachweisbar ist, sondern zuweilen in, nach anderen Ursachen für gleichzeitig zu haltenden, Schichten verschiedener Gebiete der Formation verschiedene Leitfossilien vorkommen.

Ich hebe dies hier deshalb besonders hervor, um zu zeigen, daß es oft große Schwierigkeiten hat, die einzelnen Glieder einer Formation in von einander sehr entlegenen Gebieten immer wieder zu erkennen und einander zuzuordnen. Es wächst diese Schwierigkeit mit dem abnehmenden Alter der Formationen, was dafür zu sprechen scheint, daß in den der Gegenwart näher liegenden Bildungszeiten der Erde die klimatischen Einflüsse auf die Gestaltung der Thiere und Pflanzen immer bedeutender und immer trennender geworden seyen.

Hier ist der Ort, um gelegentlich die Lehre von den geognostischen Äquivalenten an der Kreideformation praktisch zu erläutern.

Die Formation zerfällt in vier Hauptglieder, die aber nicht überall, wo sie auf der Erdoberfläche vorhanden ist, zu gleichmäßiger und vollständiger

Ausbildung gelangten. Beispiele des Vorhandenseins aller 4 Glieder sind Südbngland und Nordfrankreich, welche durch untermeerischen Zusammenhang eigentlich bloß als ein Beispiel zählen, die Provence, Dauphiné und die angrenzenden Gegenden in Piemont. Meist sind bloß drei oder zwei oder gar nur eine Abtheilung der Formation zur Ausbildung gekommen. Dies hat seinen Grund ohne Zweifel darin, daß zur Zeit der Bildung der fehlenden Abtheilungen die betreffende Vertikalität entweder noch nicht — wenn die fehlenden Abtheilungen die unteren sind —, oder nicht mehr unter dem Kreidemeere lagen, wenn die fehlenden Abtheilungen obere sind. Aber nicht allein aus diesem Grunde ist die Kreideformation nicht überall gleich, es treten auch an verschiedenen Ablagerungsstätten derselben petrographisch sehr verschieden beschaffene Schichten auf, bei welchen es dann gilt, nachzuweisen, ob trotz dieser Verschiedenheit sie dennoch vielleicht aus demselben Zeitabschnitt der ganzen Ablagerungsperiode der Formation stammen, ob sie einander vertreten. Daß dabei die Versteinerungen die wesentlichen Wegweiser seyn werden, liegt auf der Hand. Dieses Erkennen nun einer Schicht als der Stellvertreterin einer anderen Schicht in einem anderen Bildungsraume führt zur Aufstellung von Aequivalenten. So ist z. B. der untere Grünsand (lower-green-sand) Englands ein sehr verschieden beschaffenes, aber doch ein Aequivalent der Neocombildung in der Schweiz.

Es braucht kaum eingestanden zu werden, daß diese Aufstellung von Aequivalenten ihr Mißliches hat, wenn man namentlich bei sehr vielfach gegliederten Formationen für jedes Glied in den verschiedenen Ablagerungsstätten derselben Aequivalenten auffuchen will. Wir erinnern uns, daß die einzelnen Glieder der Formationen, wenn sie namentlich untergeordnete Gesteinsglieder sind, sehr von örtlichen Eigenthümlichkeiten und Zufälligkeiten des Bildungsraumes abhängig gewesen seyn können.

Die vier Abtheilungen der Kreideformation kann man in zwei Gruppen vereinigen, in die untere Kreideformation, welche von der (untersten) Neocombildung und dem Galt gebildet wird, und in die obere Kreideformation, aus der Turonbildung und der Senonbildung bestehend. In Deutschland sind diese vier Abtheilungen nur westlich von der Elbe und

Saale ziemlich vollständig vorhanden, während in Sachsen, Schlesien und Böhmen mit Sicherheit bis jetzt nur die Turonbildung nachgewiesen ist.

Alle vier Abtheilungen sind durch Leitfossilien unterschieden und verhalten sich in England, wo die Kreideformation am vollständigsten untersucht und zergliedert worden ist, folgendermaßen.

1) Die Neocombildung. Sie besteht aus sandigem grünlichen Thon, aus Sand mit einem System von Kalksteinbänken, aus glaukanitreichem sehr feuchtigkeitshaltigem Sand und aus eisenschüssigem Sand und Sandstein und enthält einen großen Reichthum von Versteinerungen.

2) Der Galt\*) ist im wesentlichen ein fetter hellbläulichgrauer Thon.

3) Die Turonbildung, in die beiden Etagen des oberen Grünsandes (upper-greensand) und des Kreidemergels zerfallend, besteht aus meist glaukonitischem Sand, Sandstein, Mergel, Kreidemergel und Kreide.

4) Die Senonbildung, nach oben hin immer mehr in die feuersteinreiche weiße Kreide, nach unten in mergelige Gesteine und daher oft ohne Grenze in die Turonbildung übergehend.

Am bekanntesten und auch am großartigsten, wenn auch nur als Turonbildung, ausgeprägt ist in Deutschland die Kreideformation in der durch ihre malerische Schönheit so berühmten sächsisch-böhmischen Schweiz. Wer kennt nicht wenigstens dem Namen nach die Bastei, den Kuhstall, den Königstein, Lilienstein, das Brebischthor — alle von der Turonbildung, oder, wie der Pirnaische Steinbrecher der Wissenschaft vorausseilend sie längst getauft hat, von dem Quadersandstein gebildet. Die sächsische Turonbildung zerfällt in einen oberen und in einen unteren Quadersandstein zwischen denen der Pläner eine dritte mittlere Etage bildet. Die mächtigen Felswände der sächsischen Schweiz werden bloß von dem oberen Quadersandstein gebildet.

Auf der Insel Rügen ist das Auftreten der Senonbildung als weiße Kreide ebenso bekannt; die berühmte Stubbenkammer ist bloß von weißer

\*) Ein englischer Provinzialname für eine Thonbildung in Cambridgeshire.

Kreide mit Flintschnüren durchzogen, gebildet. Nicht minder wichtig mag für Manche die Senonbildung der Champagne als Spenderin des Schaumweines seyn.

Die Kreideformation findet sich an vielen Orten in ungestört gebliebener Lagerung über sehr weite Flächenräume horizontal ausgebreitet, und ist weniger als die ihr vorausgehenden Sedimentformationen zerrissen und emporgehoben, obgleich dergleichen Störungen der Kreide doch auch vorkommen. Die störenden Eruptivformationen sind aber in und nach der Zeit der Kreidebildung nicht mehr jene großartigen Granit- und Porphyreruptionen gewesen, nicht einmal mehr Melaphyre, sondern es waren die jenen gegenüber fast machtlos zu nennenden vulkanischen Formationen, welche wir in der känozoischen Periode als Trachyt- und als Basaltformation kennen lernen werden. In Europa ist die Kreideformation wohl nur in den Alpen sehr beträchtlich und in großem Umfange gestört worden, durch jene großartigen und doch verhältnißmäßig erst so neuen Umwälzungen, wodurch dieses gewaltige Berglabyrinth aufgethürmt wurde.

Was nun das Thier- und Pflanzenleben betrifft, dessen Ueberreste in den zahlreich abwechselnden Schichten der Kreideformation niedergelegt sind, so ist dasselbe in seinen Formen eben so reich, als von dem der vorausgegangenen und der nachfolgenden Formationen verschieden gewesen.

Da die Kreideformation sehr überwiegend eine Meeresablagerung ist, so können wir nur in denjenigen, deshalb natürlich auch nur untergeordneten Schichten Landpflanzen erwarten, welche an den Küsten des großen Kreidemeeres von mächtigen Strömen eingeschwenmt worden sind. Außerdem sind die Pflanzen der Formation, deren überhaupt nur etwa 113 Arten aufgefunden worden sind, Seepflanzen, Lauge. Die Landpflanzen zeigen in den von ihnen fast nur übriggebliebenen Blättern einen sehr bedeutenden Fortschritt zu höher entwickelten Abtheilungen des Pflanzenreichs. In den Schieferthonen der Turonbildung kommen an einigen Stellen Deutschlands, z. B. bei Niederschöna ohnweit Freiberg, Blätter vor, welche ahorn- oder platanen-ähnlichen Bäumen angehört haben müssen, aus denen man das Geschlecht *Credneria* gemacht hat. Die Anzahl der Pflanzen der Kreideformation wächst aber bedeutend, wenn man die S. 94 besprochenen, sonst gewöhnlich zu den Infusorenthieren gestellten, mikroskopisch-kleinen mit einer

Kieselshale versehenen Wesen als einzellige Pflanzen auffaßt, wie es in neuerer Zeit fast allgemein geschieht. Sie finden sich in großer Menge, oft mit den Wurzelfüßlern vermengt, in der weißen Kreide und in deren Feuersteinknollen.

Viel reicher ist die Thierwelt in der Kreideformation vertreten, da man bereits über 5000 Arten darin nachgewiesen hat; an denen die Weichthiere allein mit 3101 Arten betheiligt sind. Folgende Thierklassen und Gruppen finden sich als Versteinerungen in der Kreideformation.

1. Thierschwämme oder Amorphozoen. Sie spielen eine große Rolle, namentlich dadurch, daß ihre schwammige Masse im Leben zur Einlagerung von Kieselgallerte Veranlassung gegeben hat, so daß oft Thierschwämme von der Größe eines Fußes in Feuerstein umgewandelt angetroffen werden.

2. Wurzelfüßler, Rhizopoden, sonst auch Foraminiferen oder Polythalamien genannt, haben wir schon als Kreidebildner kennen gelernt. In den Orbituliten erreichen sie ihre bedeutendste Größe, etwa eines Silberkreuzers.

3. Polypen oder Korallen; in großer Menge und Manchfaltigkeit, namentlich in den oberen Gliedern der Formation, wo sie jedoch selten als ehemalige Korallenriffe auftreten; häufig sind sie in der weißen Kreide zu großen Massen zerbrochen zusammengehäuft. Neben den Polypen sind die ihnen zunächst verwandten Bryozoen, Moosthierchen, zu erwähnen, deren zierliche, laub- oder moosähnliche zellige Stöcke namentlich häufig als elegante weiße Zeichnungen im Feuersteine erscheinen.

4. Strahlthiere, Radiaten; die in der Trias und anderen jüngeren Formationen so häufigen Haarsterne, sind in der Kreide nur noch selten vorhanden, während die Seeigel, Echiniden in großer Zahl der Arten und Exemplare auftreten. Besonders häufig finden sich die Echinidenstacheln in der weißen Kreide in krystallinischen Kalk verwandelt.

5. Muschelthiere, Conchiferen. Die schon in den Uebergangsformationen so zahlreich erscheinenden Armfüßler sind in der Kreide immer noch ziemlich häufig, während jedoch die Blattkiemer sich immer mehr der heutigen Häufigkeit nähern. Ausschließend der Kreideformation angehörend und in der Gegenwart wahrscheinlich ausgestorben, ist die sonder-

bare kleine Familie der Rudisten, von deren beiden Hauptgattungen Hippurites und Radiolites jene 12, diese 41 Arten zählt. Ihre zwei Schalen bieten eine auffallende Ungleichheit dar. Bei Hippurites ähnelt die eine Schale einem wenig gekrümmten hohlen Ochsenhorn, während die andere bloß den Deckel in der Oeffnung der anderen bildet.

6. Weichthiere, Mollusken, ebenfalls reicher an Formen und in diesen der Neuzeit näherstehend als in den früheren Formationen. Besonders charakteristisch als Anflänge an unsere lebenden Schneckenformen sind die zahlreichen Turritellen hervorzuheben. Die Cephalopoden oder Kopffüßler treten, und zwar in erheblicher Menge die Ammonshörner, zum letzten Male in dieser Formation auf, um, bis auf wenige Ueberlebende in den Tertiärschichten und in den Meeren der Gegenwart, alsdann für immer zu verschwinden. Der uns bekannte Formcharakter der Ammoniten (s. S. 80, 5) erleidet in der Kreideformation in den Gattungen Crioceras, Ancyloceras, Toxoceras, Scaphites, Turrilites, Hamites, Ptychoceras und Baculites so eigenthümlich abweichende Ausprägungen, daß man geneigt seyn könnte, darin ein Zeichen des allmähigen Aufgebens der Idee, welche



1. *Scaphites Ivani*; -- 2. *Crioceras Duratii*.

den Ammoniten zu Grunde liegt, zu finden. F. 85. 1. *Crioceras Duvalii*, 2. *Scaphites Ivani*.

7. Ringelwürmer, Anneliden, durch einige Wurmröhren, *Serpula*, vertreten.

8. Krustenthiere, Crustaceen, außer einigen echten Krebsthieren aus den Gattungen *Enoploclytia* und *Mesostylus*, und einigen Cysterinen aus der Familie der Muschelfrebschen, bietet diese Klasse in der Kreideformation die ersten Rankenfüßler, Cirripeden, in den durch mehrere Arten vertretenen Gattungen *Scalpellum* und *Pollicipes*.

9. Insekten fehlen bis auf einen Tausendfuß gänzlich.

10. Fische haben uns in den Schichten der Kreideformation zwar von vielen Arten, aber meist nur Schuppen und Zähne hinterlassen. Im Allgemeinen stehen die Fische in der Form denen der Gegenwart schon sehr nahe.

11. Lurche. Das Reich derselben, in den Juraformationen in höchster Blüthe, ist in der Kreidezeit in Verfall, denn weder an Arten noch an überbliebenen Exemplaren sind sie zahlreich; jedoch gehören einige Saurier, z. B. die Gattungen *Mosasaurus*, mit 6—7 Arten, *Leiodon*, *Raphiosaurus* und einige andere allein der Kreide an. Auch die Schildkröten, welche zuerst in den Juraformationen erschienen, erhalten hier einigen Zuwachs.

Von den übrigen zwei Wirbelthierklassen ist nur die der Vögel durch einen einzigen unbestimmbaren Ueberrest vertreten.

## XVI. Geschichtliche Entwicklung des Baues der Erdrinde.

### Dritter Abschnitt.

#### Die känozoische Periode.

#### 12. Tertiäre Formationen.

Eintheilungsweise der tertiären Formationen. Nummuliten- und Flyschformation; Tertiärbecken von Nordfrankreich; Mainzer Becken; — Braunkohlenformation; Molasseformation; Subapenninenformation.

Die Tertiärformationen sind die Morgenröthe der Jetztwelt, deshalb nannte Voell ihre untersten Ablagerungen die Gécänformation.

Wenn auch in der Kreideformation die Thier- und Pflanzenformen sich denen der Jetztwelt schon mehr näherten, als in den früheren Formationen, so ist dies dennoch in den tertiären Formationen in einem um so vieles höheren Grade der Fall, daß es fast wie ein Sprung erscheint, den ja sonst nach Linné's Ausspruch die Natur nie machen soll.

Aber nicht bloß hinsichtlich der organischen Ueberreste befinden wir uns in den tertiären Formationen gewissermaßen in einer neuen, vertrauteren Welt, auch in anderer Beziehung stehen dieselben den gegenwärtigen Verhältnissen der Erdoberfläche näher, wie wir diese im fünften bis achten Abschnitte unserer Betrachtungen gefunden haben.

Die Sedimentbildungen dieser Periode haben, mit einer allerdings um so gewichtigeren Ausnahme, nicht die gewaltigen Ausdehnungen der früheren Perioden, zuweilen sind sie sogar auf wenige Quadratmeilen Flächen



raum beschränkt. Es liegen auf ihnen nicht bloß deshalb keine neueren Schichten, als höchstens die Schuttablagerungen unserer Wasserfluthen, weil sie eben so zufällig von der Auflagerung jüngerer Schichten verschont geblieben sind, wie z. B. hier und da die Trias von der Auflagerung der Jura- und Kreideformationen frei geblieben ist, sondern weil die Tertiärschichten wirklich die letzten waren, denen keine neueren Ablagerungen von gleicher Erheblichkeit gefolgt sind, als etwa hier und da die Geröll- und Schuttmassen der Jetztzeit.

Die Gesteine der Tertiärschichten tragen auch darin das Zeichen ihres vergleichsweise geringen Alters an sich, daß sie sehr oft einen geringen Grad von Festigkeit und oft eine sehr undeutliche Schichtung zeigen, beides wohl zum Theil in Folge des über ihnen mangelnden Druckes. Daß andere dagegen einen sehr hohen Grad von Härte und Dichtigkeit zeigen, spricht dennoch nicht gegen ihr geringes Alter, da wir auf S. 79 f. sehr harte Sinterbildungen als noch heute sich auf chemischem Wege bildend kennen lernten.

Bei der geringen Ausdehnung der zahlreichen, mit einander nicht verbundenen und auch niemals verbunden gewesenen Tertiärbecken ist es natürlich schwer, ihre Gleichzeitigkeit nachzuweisen, zumal wenn von zwei in dieser Rücksicht zu vergleichenden den Versteinerungen zufolge das eine eine Meeres-, das andere eine Süßwasserbildung ist. Daß aber dennoch auch hier von Älter und Jünger gesprochen werden darf, werden wir durch einige Beispiele kennen lernen.

Daß daher ganz vorzüglich bei den Tertiärschichten die Versteinerungen den Ausschlag geben müssen, ist leicht zu errathen. Ihre Abweichung von den heutigen Thieren und Pflanzen ist eine doppelte, entweder sind die der Tertiärschichten an sich von den jetztlebenden Arten verschieden, oder sie sind es wenigstens von denjenigen Arten, welche jetzt in der Nähe der Ablagerung lebend vorkommen, während wenigstens ganz ähnliche Arten in anderen, wärmeren Zonen noch lebend angetroffen werden. So gehören z. B. die zahlreichen Blätterabdrücke in einem älteren Braunkohlenbecken bei Altsattel im Elbogener Kreise Böhmen's durchaus einer fast tropischen Flora an, etwa der mexikanischen.

Wenn nun nahe bei diesem erwähnten Becken ein anderes, z. B. das Braunkohlenbecken von Denningen am Bodensee, lauter Pflanzenreste enthält, welche denen der jetzigen Flora von Deutschland sehr nahe, fast bis zur Gleichheit nahestehen, so muß man letzteres für neueren Ursprungs, als jenes halten, weil nicht anzunehmen ist, daß jemals im Südwesten Deutschland's eine Pflanzenwelt von dem Charakter der gegenwärtigen deutschen, und gleichzeitig im heutigen Böhmen tropische Pflanzen wachsen konnten.

Auf der anderen Seite ist man geneigt, in der Tertiärzeit schon nahezu dieselbe Verschiedenheit der klimatischen, namentlich der Temperaturverhältnisse anzunehmen, wie wir sie heute z. B. in Süd- und in Nordeuropa wahrnehmen. Daher könnte man glauben, daß ein in Südspanien und ein gleichzeitig in Norddeutschland gleichzeitig abgelagertes Tertiärbecken nach Maaßgabe der klimatischen Verschiedenheit beider Länder verschiedene Pflanzen- und Thierreste enthalten müßten.

Es ist aber schwer zu sagen, wie viel oder wie wenig Grund diese Annahme habe. Das angeführte Beispiel des Altsattler und des Deninger Beckens scheinen dafür zu sprechen, daß selbst noch in der Tertiärzeit bedeutende klimatische und geographische Veränderungen und in Folge davon Umgestaltungen der Thier- und Pflanzenwelten stattgefunden haben.

Das ist allerdings wohl als zweifellos anzunehmen, daß je neueren Ursprungs die Tertiärbecken sind, desto mehr deren Versteinerungen den Charakter ihrer klimatischen und geographischen Lage an sich tragen werden.

Aus diesen Andeutungen geht hervor, daß es sehr schwierig ist, die zahlreichen tertiären Ablagerungen in bestimmte Formationen einzutheilen, die doch nach unserer bisherigen Verfahrungsart Altersklassen seyn müssen.

Zu der bei ihnen wie bei den früheren Sedimentsformationen geltenden Bedeutsamkeit der Versteinerungen kommt nun eine neue Seite hinzu, nämlich deren Entfernung von oder Annäherung an und Uebereinstimmung mit noch lebenden Thieren und Pflanzen.

Das schon in den früheren Sedimentschichten und aufgefallene Vorkommen der versteinerten Conchylien ist noch viel größer in den Tertiärformationen. Dies brachte vor 25 Jahren den berühmten französischen Naturforscher Deshayes auf den Gedanken, 3000 fossile Conchylienarten

verschiedener Tertiärformationen mit 5000 lebenden Arten zu vergleichen, um den Grad der Uebereinstimmung zwischen beiden zu ermitteln. Mit Benutzung der Ergebnisse dieser mühevollen Arbeit hat der schon oft genannte Engländer Lyell die Tertiärbecken in drei Formationen zusammengestellt, welche sich durch die Procente der Uebereinstimmung fossiler mit lebenden Conchylien charakterisiren. Lyell nannte diese drei Formationen, um mit der älteren zu beginnen, die Eocänformation mit etwa 3 Procent Versteinerungen noch lebender Conchylien; die Miocänformation mit etwa 19 und die Pliocänformation mit etwa 52 Procent.

Schon die drei Zahlen zeigen, daß es schwierig seyn muß, die beiden letzten Formationen — wenn man z. B. ein neu aufgeschlossenes Becken einer oder der andern zuzuordnen hat — sicher zu unterscheiden. Denn ob 19 oder 52 Procent darin mit noch lebenden Arten übereinstimmen, ist schwer zu sagen, wenn man nicht sicher ist, nahezu alle in der Formation enthaltenen Arten zu kennen. Dabei soll die andere Schwierigkeit, die dieser Procentirung überhaupt eigen ist, noch gar nicht hervorgehoben werden, nämlich die, daß stets die Vermuthung vorliegt, die Conchylien eines Tertiärbeckens werden zunächst mit den Conchylien übereinstimmen, welche gegenwärtig in den benachbarten Meeren und Süßwassern leben. Es setzt das in Rede stehende Verfahren also eine vollständige Kenntniß dieser voraus, was hinsichtlich vieler Theile der Erdoberfläche nicht vorausgesetzt werden kann.

Man hat daher in neuerer Zeit, zunächst auf Bronn's Anregung, angefangen, die letzteren beiden von jenen drei Formationen in eine zu verschmelzen und als neogene Bildungen den eocänen gegenüber zu stellen. Diese Benennung und Eintheilung rührt von Hörnes in Wien her. Bronn nannte die beiden Formationen die untere und die obere Molasse.

Mit Ausnahme der zunächst folgenden Nummuliten- und Gypsformation kann von den übrigen tertiären Formationen kaum so, wie von den vorhergehenden im Allgemeinen gesprochen werden, sondern man muß bei der Beschreibung immer bestimmte Tertiärbecken im Auge haben, eben weil sie beschränkte, durch ihre Versteinerungen sich von einander unterscheidende Bildungen sind.

## Die Nummuliten- und Flyschformation.

Wenn wir ein Recht hatten, über die weite gleichmäßige Ausdehnung der Steinkohlenformation in Nordamerika zu staunen, so ist die in der Ueberschrift genannte noch viel mehr geeignet, unser Staunen zu erregen. Von Spanien und den gegenüber liegenden Gebieten Afrika's, das Mittelmeerbecken nördlich und südlich breit einsäumend, erstreckt sich über Griechenland, Aegypten, Kleinasien und die Krim durch Persien und Ostindien bis an die chinesische Grenze, bald hier, bald da zu gewaltigen Bergen emporgetrieben, eine in dieser ganzen ungeheueren Ausdehnung sich überall gleichbleibende Formation, welche fast überall aus zwei, hinsichtlich ihrer organischen Einschlüsse wie Tag und Nacht verschiedenen Gliedern zusammengesetzt ist. Das untere Glied besteht in ausgedehnten Gebieten fast lediglich aus zahllosen Versteinerungen, unter denen in unbeschreiblicher Menge Nummuliten, bis thalergröße, scheibenförmige, inwendig gekammerte Gehäuse vorherrschen, während das obere Glied beinahe keine Spur von thierischen Ueberresten, dagegen eben so große Mengen von Sontangen umschließt.

Das ist die wunderbare Formation, welche, bald beide Glieder umfassend oder bloß für das untere, den Namen Nummulitenformation trägt, während die obere Flysch- oder Fucoidenformation heißt.

Auf europäischem Boden erstreckt sie sich nördlich bis in die Pyrenäen, Alpen, Apenninen, Karpathen, wo sie noch von den gewaltigen Emporhebungen in diesen Gebirgen betroffen worden ist.

Sie durchzieht beinahe die ganze alte Welt als ein breiter Gürtel von West nach Ost und beweist, daß hier ein langgestrecktes ungeheueres Meer war, dessen Ueberrest vielleicht unser europäisches Mittelmeer ist. Die außerordentliche Gleichmäßigkeit ihrer Versteinerungen spricht laut für eine eben so große Gleichmäßigkeit ganz eigenthümlich gearteter Bedingungen für thierisches und pflanzliches Leben; sie erzählt uns endlich, was unser auf die geschichtliche Entwicklung der Erdrinde gerichtetes Augenmerk am meisten berührt, daß in verhältnißmäßig sehr neuer Zeit so gewaltige Veränderungen in der Wasservertheilung unseres Planeten statt

gefunden haben, daß die genannten Gebiete von Kleinasien an bis nach China über den Spiegel des Meeres emporgehoben wurden. Und zwar keineswegs in säcularer\*) Erhebung bloß um einige Fuß, daß das Mummulitenmeer ablaufen konnte, sondern um Tausende von Fuß, denn so hoch ragen hier und da die Felsen der Mummulitenformation empor.

Was zunächst die Gesteine der Mummulitenbildung betrifft, so sind dieselben in der Hauptsache theils Kalksteine, theils Sandsteine, beide gewöhnlich durch einen großen Reichthum an Mummuliten und anderen Wurzelfüßlern ausgezeichnet, welche durch ihre unbeschreibliche Menge sehr oft den Mummulitenkalk ganz allein zusammensetzen und zu einem zoogenen Gestein machen. Die Flyschbildung wird wesentlich von Schieferen (Flysch) und Sandsteinen zusammengesetzt.

Es fehlt aber außerdem der Formation nicht an anderen untergeordneten Gesteinsgliedern, zum Theil von großem Interesse. Zu diesen gehören vor allen Steinkohlen, z. B. am Abhange des Diablerets bei Anzeindaz unweit Ber im Waadtlande von 6—9 Fuß Mächtigkeit und anthrazitähnlicher Beschaffenheit, und Steinsalz, welches an einigen Orten Cataloniens, die in die Mummulitenformation fallen, z. B. bei Cardona, ganz reine mächtige Felsen bildet. In die Mummulitenformation gehören auch die S. 183 erwähnten ungeheuern Conglomeratfelsen des 3805 Fuß hohen Montferrat in Catalonien. Ich bin diesen mächtigen Conglomeratmassen an vielen Punkten des östlichen Spaniens begegnet, deren a. a. D. beschriebene Beschaffenheit ganz entschieden auf eine ungeheure Gewaltigkeit ihrer Bildung deutet.

An der unteren Gränze verbindet sich die Mummulitenformation oft sehr innig mit der Kreideformation, und es darf selbst der Gedanke auftauchen, daß man sie mit dieser als deren oberstes selbstständiges Glied verbinden müsse, wenn man die paläontologische Verwandtschaft beider erwägt, wenn sich zumal die neueren Beobachtungen von Schafshäutl in einer Mummulitenschicht am Kressenberge anderweit bestätigt, welcher darin von 87 gut erhaltenen Versteinerungen 32 fand, welche auch der Kreideformation

---

\*) Seite 164.

zukommen. Dennoch läßt sich hiegegen daran erinnern, daß in diesen beiden verhältnißmäßig neuen und unmittelbar nach einander gefolgten Formationen eine gewisse Gemeinsamkeit des paläontologischen Charakters nicht eben sehr auffallen darf. Sollte sich eine innige Verbindung der Nummuliten mit der Kreideformation als nothwendig ergeben, so würde dadurch der Anfangs erwähnte Sprung ausgeglichen werden, denn die Nummulitenformation schließt sich durch ihre Versteinerungen innig an die übrigen Tertiärgebilde an. Dies geht aus folgender Zusammenstellung der Nummuliten-Versteinerungen hervor. Von 1677 bekannten Versteinerungen sind 920 der Formation eigenthümlich, 323 tertiär, d. h. auch in anderen Tertiärbildungen vorkommend, 5 unzweifelhaft und 14 fraglich auch in der Kreide vorkommende, 435 noch (im Jahre 1850) unbestimmte und zweifelhafte Arten. Von den 323 tertiären Arten gehören 270 denjenigen Tertiärbecken Nordfrankreichs, Englands und Belgiens an, welche ebenfalls Nummuliten enthalten.

Die Versteinerungen der Nummulitenformation sind außer Wurzelfüßlern, zu denen die Nummuliten selbst gehören, vornehmlich Seeigel, Muscheln und Schnecken, nebst einigen Korallen, Haarsternen und Würmern; doch kommen auch, z. B. am Monte Bolca bei Verona zahlreiche und sehr wohl erhaltene Fischabdrücke vor. Die Nummuliten selbst sind, wie schon ihr Name (von *nummus*, die Münze) andeutet, platte Scheiben, inwendig bis zum Mittelpunkte wie eine Uhrfeder mit einer dicht gewundenen Spirallinie bezeichnet, zwischen deren Umgängen zahlreiche kleine Kammern liegen, ähnlich wie bei *Geoponus*, Fig. 83. S. 342. der ja auch ein Familienverwandter ist.

Wir betrachten nun noch einige der wichtigeren Tertiärbecken Europa's aus der eocänen und neogenen Formation, welche zum Theil nach großen Städten benannt werden, die in ihrem Gebiete liegen.

Das große Tertiärbecken Nordfrankreichs, welches man nach dem am frühesten und am vollständigsten untersuchten Theile desselben auch als das Pariser Becken bezeichnet, umfaßt das Becken der Seine und Loire, wird östlich von mesozoischen oder secundären Schichten begrenzt, während es nördlich mit den Tertiärbildungen Belgiens und südlich und westlich mit den Süßwasserbildungen des Centralplateau's von Frankreich zusammen-

hängt. Dieses sehr ausgedehnte Tertiärgebiet zeigt in der Zusammensetzung seiner Schichten eine auffallende Verschiedenheit des Ursprunges derselben, indem darin meerische, brackische und Süßwasser-Ablagerungen, nach ihren Versteinerungen als solche leicht erkennbar, mit einander abwechseln. Die Masse der Schichten ist theils Sand, Sandstein, Thon, Mergel, Kalkstein, Gyps und Braunkohle. Diese Schichten befolgen zwar in diesem großen Becken eine bestimmte regelmäßige Aufeinanderfolge und sind durch ihre Gesteinsbeschaffenheit so wie durch ihre Fossilien leicht zu unterscheiden. Aber man darf die Anordnung und Gliederung dieses Schichtenbaues nicht ebenso, wie wir es z. B. bei den Juraformationen gethan haben, gewissermaßen als ein gemeingültiges Schema für alle ähnlichen Tertiärbecken benutzen wollen, weil eben die Tertiärbecken örtliche, von einander unabhängige Bildungen sind.

In einer mittleren Erhebung bis zu 700 oder 800 Fuß liegen, von unten anfangend, 4 große Schichtengruppen übereinander, die in sich zum Theil wieder eine Gliederung zeigen: 1. Unterer Meeresand, 2. Grobkalk, 3. Mittlerer Meeresand, 4. Süßwasserkalk und Gyps. Diese bilden zusammen die eigentliche eocäne Formation, auf welche, der neogenen angehörend, im Bassin der Seine noch 5. der obere Meeresand und 6. der obere Süßwasserkalk folgen.

Diese Folge ist übrigens nicht überall auch wirklich übereinander anzutreffen, sondern oft fehlen einzelne der Glieder weite Strecken entlang gänzlich.

Die Gruppe des unteren Meeresandes zerfällt wieder in 6 Stagen, von denen außer Conchylien, einigen Pflanzenresten, in den beiden ersten Knochen von Schildkröten, Krokodilen und mehreren Säugethieren, auch Braunkohlenlager vorkommen; die fünfte besteht aus Conchylienbänken, in denen man 260 Arten unterschieden hat.

Der Grobkalk besteht wesentlich aus Kalkstein, Mergel und Sand und zerfällt in 4 Stagen, von denen namentlich die zweite, der mittlere Grobkalk, ganz und gar von Conchylien stroht. Viele Häuser von Paris sind buchstäblich aus kleinen Thierchen aufgebaut; der aschgraue und dichte und doch sehr weiche Miliolitenkalk besteht ganz und gar aus Miliol-

liten, hirseferngroßen Rhizopoden: man formt die Quader zu den Gebäuden mit der Säge.

Den mittleren Meeresand bildet hellfarbiger Quarzsand, der zuweilen Bänke und Blöcke von Sandstein umschließt.

Die Gruppe des Süßwasserfalkes und Gypses birgt in den oberen zwei ihrer fünf Stagen neben vielen Land- und Süßwasserconchilien die Ueberreste von Fischen, Lurchen, Vögeln und Säugethieren ausgestorbener Geschlechter. Diesen vier eocänen Gruppen folgen dann die oben genannten neogenen, von denen die fast fossilfreien Schichten des oberen Meeresandes die malerischen, ruinenähnlichen Felsen um Fontainebleau, Nemours und Malesherbes bilden.

Ein ähnliches Eocän-Becken, jedoch von dem nordfranzösischen in vieler Hinsicht verschieden, ist das sogenannte Londoner Becken im Süden Englands.

Miocän, oder älter neogen, sind das Wiener Becken und das Mainzer Becken. Beide nehmen einen bedeutenden Flächenraum ein. Letzteres ist besonders wichtig wegen der in ihm zahlreich vertheilten Ueberreste merkwürdiger Wirbelthiere.

Das Mainzer Becken erstreckt sich zu beiden Seiten des Rheines am linken Ufer von Landau in der bayerischen Rheinpfalz längs der Haardt und des Hundrücken bis Bingen, am rechten Ufer von Geisenheim über Wiesbaden, Hochheim, bis in die Gegend von Gießen.

Es ist aus marinen, fluvio-marinen und limnischen\*) Schichten zusammengesetzt, welche in eine untere und in eine obere Abtheilung zerfallen.

Erstere ist namentlich an der westlichen Seite des Bassins bei Alzei und Kreuznach als mächtige Sandablagerung und in größerer Ausdehnung als Letten- und Mergelschichten ausgeprägt.

Die zweite, obere, Abtheilung besteht vorwaltend aus Kalksteinen, oft von großer Festigkeit und hier und da aus bedeutenden Ablagerungen von Thonen, in welchen mächtige und ausgedehnte Braunkohlenlager auftreten.

---

\*) Seite 257.



In der Nähe der Braunkohlen, welche aber in Rheinheffen und bei Wiesbaden fehlen, finden sich dann auch in den begleitenden Letten Blätter, Früchte und andere Pflanzenreste, ja bei Salzhäusen sind sogar versteinerte Weintrauben gefunden worden. Die nächst dem Cyrenenmergel der ersten Abtheilung mächtigste Etage des Mainzer Beckens ist der Litorinellenkalk, den wir S. 185 als zoogen zu bezeichnendes Gestein kennen lernten. Bei Oppenheim sind bei Gelegenheit des Baues der Ludwigsbahn die Schichten des Litorinellenkalkes in großer Ausdehnung aufgeschlossen und dabei ungeheure Massen festen Gesteins gewonnen worden, welches fast lediglich von Conchylien und von Conchylientrümmern gebildet ist.

Die interessanteste Etage der oberen Abtheilung des Mainzer Beckens bildet jedoch der Knochensand, welcher an mehreren Punkten Rheinheffens, namentlich bei Eppelsheim, 20—30 Fuß mächtig abgelagert ist. Er führt als fast loser Sand und Gerölle eine große Menge von Säugethierknochen ausgestorbener Geschlechter, größtentheils aus der Ordnung der Dickhäuter, darunter das seiner systematischen Bedeutung nach noch räthselhafte Riesenthier *Dinotherium giganteum*, von welchem man aber nur einen Schädel gefunden hat. Der ungeheure über eine Elle hohe und fast zweiff Ellen lange Schädel zeigt im Untertiefer zwei lange abwärts gerichtete, leicht gekrümmte Stoßzähne. Nach dem Schädel kann man die Länge des ganzen Thieres auf etwa 20 Fuß berechnen. Man hielt es anfänglich der Stoßzähne wegen für ein elephantenartiges Thier; allein der Schnauzenthail spricht weniger für einen Rüssel als für dicke, wulstige Lippen, wie sie die Seekühe der Jetztwelt zeigen, zu denen das *Dinotherium* wohl mit mehr Wahrscheinlichkeit zu stellen ist. Backenzähne und andere Schädeltheile hat man in mehreren anderen Tertiärbecken; Deutschlands, Frankreichs und Griechenlands gefunden. Mit diesem Ungeheuer, welches wahrscheinlich in den pflanzenbedeckten Morästen der Ufer des nun verschwundenen Meeres lebte und seine Stoßzähne entweder als Anker oder als Haaken zum Herausreißen der Uferpflanzen brauchte, lebten einst am schönen Rheinufer, das freilich damals noch nicht da war, vier verschiedene Arten Rhinocerosse, Mastodonten (die vorweltlichen Verwandten der vorweltlichen und unserer lebenden Elephantenarten), Anthracotherien, von der Größe

unserer Pferde, aber den Tapiren verwandt, sechs Hirscharten, 3 Schweine- und 4 Katzenarten.

### Die Braunkohlenformation.

Wir haben gesehen, daß das eocäne Pariser und das älter neogene (miocäne) Mainzer Becken, welchem hierin das Wiener gleichkommt, Braunkohlen und zwar in verschiedenen Stagen enthalten. Da nun diese Becken aus verschiedenen Bildungszeiten stammen, so gilt dies auch von den Braunkohlen. Deshalb kann von einer ausgedehnten Braunkohlenformation Deutschland's, als einer in ihren einzelnen Becken der Zeit nach zusammengehörenden Bildung, nur unter der Voraussetzung gesprochen werden, daß die darin enthaltenen Pflanzen eine solche Uebereinstimmung zeigen, wie sie auf einem so beschränkten Gebiete gleichzeitig gelebt haben können. Wir haben dies an den Becken von Alsfattel und Denningen anders gefunden. Darum ist es mißlich, in dem bisher befolgten Sinne von einer Braunkohlenformation zu sprechen.

Gleichwohl schalte ich hier eine Aufzählung der zu einer Braunkohlenformation von Leopold von Buch vereinigten Braunkohlenbecken Deutschland's ein. Der große Geognost hat die im mittleren und nördlichen Deutschland in sehr großer Anzahl zerstreuten Braunkohlenbecken in sieben Gebiete vereinigt:

1. Das oberrheinische Becken.
2. Das rheinisch-hessische Becken.
3. Das niederrheinische Becken.
4. Das thüringisch-sächsische Becken.
5. Das böhmische Becken.
6. Das schlesische Becken.
7. Das norddeutsche Becken.

Sie sind zusammen, oft weit von einander getrennt, über ein Gebiet von mehreren Tausend Quadratmeilen vertheilt und zeigen neben einzelnen sie von einander unterscheidenden Eigenthümlichkeiten im Ganzen allerdings eine auffallende Uebereinstimmung ihrer Gesteine. Diese sind, neben der Braunkohle selbst, Sand, Thon, Sandsteine und Quarzite,

Schiefertbone, Kohlenletten und Alaunerde. Zu diesen kommen als vulkanische Gäfte in manchen Becken Basalt- und Trachyttuffe und die durch diese, so wie durch Kohlenbrände gebildeten Umwandlungsgebilde. Von letzteren ist besonders der sogenannte Porzellanjaspis oder Porcellanit hervorzuheben, welcher als gebrannter Thon oder Schiefertthon oft außerordentlich scharf die ursprünglich im Thone enthaltenen gewesenen Pflanzenabdrücke zeigt.

Die Braunkohle selbst kommt wie die Steinkohle in verschiedenen Abarten vor, als: Pechkohle, holzige Braunkohle, bituminöses Holz, Faserkohle, Erdkohle und Moorkohle. Bernstein kommt nur in jüngeren pliocänen (jung neogenen) Braunkohlen vor, während in den älteren Braunkohlen, obgleich nur an wenigen Fundorten, Mellit oder Honigstein vorkommt, wahrscheinlich das noch mehr als im Bernstein veränderte Harz der Braunkohlenbäume.

Selbst in der dichtesten Braunkohle, der Pechkohle, ist das Holzgewebe fast immer noch sehr deutlich zu erkennen, während in anderen der Charakter des Holzes oder der Kohle sogar überwiegt.

Sie findet sich theils in oft weit fortgesetzten Lagern und Flözen oder in Lagerstöcken, welche letztere bis zu 10 Klafter mächtig angetroffen werden. In der Regel halten die Flöze oder Lager nicht so gleichmäßig in der Mächtigkeit aus, wie wir dies bei den Steinkohlen gefunden haben. Sie kommen ebenfalls oft in Mehrzahl übereinander vor, bis zu 8, und sind dann durch Zwischenmittel von Sand, Thon, Schiefertthon oder anderen Gesteinen, selbst Basalttuff getrennt.

Wir haben schon gehört, daß auch die doch so neue Bildung der Braunkohlenformation von vulkanischen Störungen nicht frei geblieben ist, und man findet in der That oft sehr gewaltsame Verwerfungen, Faltungen, Aufrichtungen oder Senkungen ganzer Schichtensysteme. Daß dabei durch Phanolith- oder Basaltdurchbrüche die Braunkohle in Anthrazit oder Kok umgewandelt worden ist, haben wir schon früher gehört.

Thierische Ueberreste sind in der Braunkohlenformation ziemlich selten, während in den Zwischenmitteln eine reiche Pflanzenwelt ihre Blätter und andere zartere Theile theils als sehr wohlerhaltene Abdrücke, theils mumifizirt hinterlassen hat. Von der ungeheueren Größe mancher

Braunkohlenbäume giebt ein bei Bonn aufrecht gefundener Stammtheil von 12 Fuß Durchmesser ein Beispiel. Am Siebengebirge fand man einen stehenden Stamm von 11 Fuß Durchmesser, dessen Jahreslagen durchschnittlich  $\frac{1}{7}$  Zoll dick waren, so daß der Baum mindestens 3000 Jahr alt geworden seyn mußte. Die braunkohlenspendenden Bäume waren meist Zapfenbäume. In den Braunkohlen des nordöstlichen Deutschland hat Göppert 184 Pflanzenarten nachgewiesen. Jedoch ist noch von keiner einzigen die Gleichheit mit einer lebenden Art mit Sicherheit nachgewiesen.

### Die Molassen-Formation.

Den Namen Molasse giebt man in manchen Theilen der Schweiz einigen, meist leicht zerförbaren Sandsteinen, welche der Tertiärbildung angehören, auf welche hier der Name im Allgemeinen übertragen ist.

Diese Formation, obgleich eine jüngere Neogenformation (pliocän), zeigt nicht die ebene Beckenform einer so neuen Bildung, sondern bildet zwischen dem Jura und den Alpen ein Berg- und Hügelland, welches im Jorat 2850 und im Rigi 5480 Fuß hoch aufragt.

Die Gesteine der Molasseformation sind die Molasse selbst Sandsteine von sehr verschiedener Beschaffenheit, Nagelfluh und Kalksteine, untergeordnet ist oft Pechkohle und Gyps. Nagelfluh ist die Volksbenennung für grobe Conglomerate, aus sehr abgerundeten Geröllen von vielerlei Gesteinsarten, durch nur sehr wenige Kittmasse verbunden, so daß sich darin viele Lücken zeigen.

In der Regel bildet die Molasse die untere, die Nagelfluh die obere Etage der Molasseformation; doch kommt zwischen beiden auch Wechselagerung und im Allgemeinen eine Auskeilung der Nagelfluh von Süden nach Norden vor. Diese Auskeilung und überhaupt die Ansammlung so ungeheurer Geröllmassen und die Zunahme der Molasseformation vom Jura nach den Alpen zu deutet auf eine hier einst vorhandene Küste mit starker Brandung hin, welche die meist eis- bis faustgroßen Geschiebe abrundete. Jedoch muß die Nagelfluhbildung ein viel weniger gewaltfamer Vorgang gewesen seyn, als die Conglomeratbildung des Monserrat

in der Nummulitenformation, deren Kittmasse ein Brei zertrümmerter Steine war (S. 183).

Die organischen Ueberreste bezeichnen die Molassebildung theils als Meer-, theils als Süßwasserablagerung.

Die genannten Berghöhen deuten schon an, daß selbst diese junge Bildung nicht ungestört geblieben ist, und bei der Ehrfurcht vor der Majestät der Alpen wird es vielen meiner Leser auffallen, daß sie doch noch jünger, als die Molassebildung sind. Diese war schon vorhanden, als die Alpen zu ihrer gegenwärtigen Höhe emporgeschoben wurden. Die Molasse ist nicht nur von den Vorbergen der Alpen bis zu bedeutender Höhe mit emporgetragen worden, sondern ihre Schichten wurden dabei durch eine seitliche Pressung vielfach gefaltet und gestaucht und an vielen Stellen sogar die Kalkalpen über die Schichten der Molasse geschoben.

### Die Subapenninen-Formation.

Eine sehr großartige, fast überall weit über 1000 Fuß mächtige, sehr junge Tertiärformation ist die über einen großen Theil von Oberitalien ausgebreitete Subapenninenformation.

Sie besteht aus 2 sehr regelmäßig übereinander liegenden Gliedern, deren unteres aus Thonmergeln, das obere dagegen aus gelbem Sande besteht. Beide sind bald arm, bald außerordentlich reich an Versteinerungen, namentlich an sehr wohl erhaltenen Conchylien, welche der Mehrzahl der Arten nach zu den in den benachbarten Meeren noch lebenden gehören.

---

Doch diese wenigen Beispiele der Tertiärformationen werden hinreichen, um meinen Lesern zu zeigen, daß die känozoische Periode ein ohne Zweifel sehr langer Zeitraum wechselvollster Art gewesen ist. Vielfach muß selbst in diesen Zeiten, welche im Vergleich zu den Zeiten der Uebergangsformationen

neu genannt werden dürfen, die vulkanische Thätigkeit wirksam gewesen und dadurch die Vertheilung der Gewässer verändert worden seyn. Der größte Theil Oberitalien's war mit einem Meere bedeckt, in welchem bereits ganz dieselben Weichthiere lebten, die jetzt die östlichen und westlichen Meere der Halbinsel bewohnen.

Wir näherten uns daher in den Tertiärformationen immer mehr den heutigen Zuständen der Erdoberfläche.

---

## XVII.

## 13. Basalt- und Trachytformationen.

(Vulkanische Formationen.)

Unterschied zwischen vulkanischen und plutonischen Formationen. Eruptionzeiten der ersteren — Trachytformation; Basaltformation.

Trachyt- und Basaltberge sind die vernarbten Wunden alter revolutionärer Schäden, deren vollständige Heilung vielleicht nicht überall außer Zweifel ist.

Früher (S. 257) unterschieden wir die eruptiven Formationen als plutonische und als vulkanische, jenachdem sie ohne Mitwirkung oder unter Mitwirkung eines Vulkanes emporgetrieben wurden. Dieser Unterschied ist aber keineswegs ein scharfer, indem einerseits namentlich manche Grünsteineruptionen manche vulkanähnliche Verhältnisse zeigen, andererseits viele Basalt- und Phonolithberge manche Kennzeichen nicht haben, wodurch sich unsere Vulkane charakterisiren.

Da nun nicht nur zwischen den Basalten und Trachyten, sondern auch zwischen diesen und manchen plutonischen Formationen Uebergänge der Gesteinsbeschaffenheit vorkommen, so darf überhaupt um so weniger ein großes Gewicht auf jene Eintheilung gelegt werden, als ja eben alle eruptiven Gesteine aus einer gemeinsamen Quelle stammen. Die Verschiedenheiten derselben, von dem Granit bis zu den Laven unserer Vulkane, beruht ohne Zweifel auf Verhältnissen, welche keine scharf unterscheidende Eintheilung zulassen.

Was die Eruptionszeit der vulkanischen Formationen und die zeitliche Zusammenordnung der einzelnen Eruptionen derselben, s. B. Deutsch-

lands, betrifft, so ist über Beides wenig Sicheres anzugeben. Daß die Eruptionszeit im Allgemeinen in die Zeit der Tertiärformationen fällt, das ist durch ihr Verhalten diesen gegenüber leicht nachzuweisen; aber wie die zahllosen Trachyt-, Phonolith- oder Basaltberge Deutschlands der Zeit nach zusammengehören, darüber ist um so weniger etwas Sicheres zu sagen, als ihnen der Natur der Sache nach das entscheidende Kennzeichen der Versteinerungen abgeht, und auch das gegenseitige Altersverhältniß der von den vulkanischen Formationen durchbrochenen Tertiärbecken, wie wir sahen, nur sehr unſicher festzustellen ist. Die ganz übereinstimmende Gesteinsbeschaffenheit zweier Trachytberge in zwei verschiedenen Ländern ist noch kein Beweis für ihre gleichzeitige Bildung, denn es können recht wohl ganz gleiche Trachyteruptionen zu sehr verschiedenen Zeiten stattgefunden haben, und neben dieser Gleichheit ungleichzeitiger Massen steht nicht minder hindernd für eine zeitliche Gliederung der vulkanischen Formationen der Umstand, daß oft in einem und demselben kleinen Trachyt- oder Basaltgebirge, also aus derselben Bildungsstätte entsprungen, dicht nebeneinander Kuppen oder Kegelsberge von höchst verschiedener Gesteinsbeschaffenheit stehen. Diese Verschiedenheit beruht vielleicht wesentlich auf der geringeren oder größeren Tiefe, also auf der stofflich verschiedenen Beschaffenheit des Herdes, aus welchem die Massen heraufquellen.

Die vulkanischen Formationen sind mit einem Worte die kleinen unruhigen Geister, welche bald hier bald dort dem Schooße der Erde entstiegen sind, während unberührt von ihnen, ruhig und nur vom festen Blicke der Wissenschaft erlaucht, jener großartige Proceß der säcularen Hebungen und Senkungen vorgeht, durch welchen wir ganze Erdtheile in ununterbrochener stiller Bewegung sahen.

Wir haben nun die in der Ueberschrift vereinigten vulkanischen Formationen gesondert etwas näher zu betrachten.

### Trachytformation.

Nächst den verschiedenen Trachytgesteinen selbst bilden namentlich noch Phonolith, Perlit, Obsidian und Bimsstein, sowie trachytische



und aus Bimssteinschutt bestehende Conglomerate und Tuffe die Gesteine der Formation. Die Natur dieser Massen, welche in feuerflüssigem Zustande emporstiegen und unter wahrscheinlich verschiedentlich bedingten Abkühlungsverhältnissen schnell erstarrten, bringt es mit sich, daß sie eine große Verschiedenheit ihres petrographischen Charakters zeigen, eben so wie die gewaltsamen Wege, die sie nahmen, einen großen Einfluß auf ihre allgemeinen Formen ausüben mußten. In letzterer Beziehung erscheinen die trachytischen Gebilde als einzeln stehende, aus ihrer Umgebung auffallend hervortretende kuppel- oder domförmige Berge, welche sich in anderen Fällen auch reihen- oder gruppenweise verbunden zeigen. Dabei spricht es für die große Veränderlichkeit in den Stoffen der einzelnen Eruptionen, daß selbst von den über einem einzigen Schlot, wie auf unserm geologischen Schema (S. 269) über B und L zwei dargestellt sind, dicht beisammen liegenden Berge gewöhnlich ein jeder aus einer anderen Trachytvarietät besteht. Es deutet ferner vielleicht auf ein eigenthümliches Bedingtsein der Erstarrung des Trachytes hin, daß man ihn oft im Mittelpunkte von Kratern oder aus deren Grunde als centrale Kuppe aufragend findet; dafern diese Erscheinung nicht auf dem Wechsel und der Beschaffenheit der Auswurfsmassen während eines Ausbruches beruht, in welchem Falle alsdann der Trachyt die letzte Qualität derselben gewesen wäre.

Außerdem erscheint der Trachyt auch in der Form von Strömen, Decken, Lagern und Gängen, wobei natürlich eben so, wie wir es bei den Laven gefunden haben, theils der Flüssigkeitsgrad der Trachytgesteine selbst, theils die Oberflächengestaltung, das Gefüge und die Lagerung der durchbrochenen Formation maßgebend seyn muß. Die Trachytgänge, welche oft in den vulkanischen Gesteinen desselben Eruptionsbereiches aufsetzen, geben eben dadurch ein Mittel an die Hand (nach S. 258), das gegenseitige Altersverhalten der in diesem Bereiche stattgehabten Eruptionen zu bestimmen. Durch dieses Mittel sind z. B. in der vulkanischen Formation der Rhön vier verschiedene Eruptionsepochen unterschieden worden.

Von den Trachytgesteinen, welche immer durch beigemengte kleine, aber auch bis zollgroße, starkglänzende Krystalle von glasigem Feldspath (Sanidin) charakterisirt sind, unterscheiden sich die Phonolithe, (weutisch oft Klingstein genannt), welche übrigens noch häufiger den Basalten ver-

gesellschaftet sind, durch den Mangel des glasigen Feldspathes. Im vollkommensten Flusse scheinen der Perlit oder Perlstein, der Obsidian und die schwammige Aufblähungs- oder Schaumform beider, der Bimsstein, gewesen zu seyn, weil sie als förmliche Glase erstarrt sind. In Ungarn, einer der wenigen Bildungsstätten des Perlites, bedeckt dieser zuweilen Flächen von 50 Quadratlieues in 900 bis 1200 Fuß mächtigen Decken. Das Feuer ihrer Geburt hat sich dem edeln Tokayerwein mitgetheilt, der bekanntlich auf Perlitboden wächst!

Während die Perlitaustritte, denn dies scheint für sie mehr noch als für die übrigen nicht glasigen vulkanischen Gesteine eine ganz passende Bezeichnung zu seyn, seltener und in geringerer Masse in Bimssteinschaum aufgelöst worden zu seyn scheinen, so sind die Obsidiane, die ihrerseits durch Umschmelzung bereits erstarrt gewesener trachytischer Gesteine entstanden zu seyn scheinen, fast immer von Bimsstein begleitet, der sie bedeckt wie der Schaum das sehr kohlen säurehaltige Bier.

Die schnelle Erstarrung der trachytischen Massen und die sich schnell nach einander folgenden neuen Ausbrüche müssen nothwendig ein vielfältiges Durcheinander der sich drängenden Massen hervorgebracht haben, weshalb trachytische Conglomerate und Tuffe in allen Trachytgebieten in bunter Mannfaltigkeit zu finden sind.

### Basaltformation.

Noch einen Schritt näher an die Gegenwart, und zwar unmittelbar an die Seite der sogenannten erloschenen Vulkane, führen uns die Basalte welche zwar der Mehrheit ihres Vorkommens nach mehr ruhig aus Spalten hervorgequollen sind, aber doch zuweilen ersichtlich mit ehemaligen Vulkanen in Beziehung stehen. Wir haben gesehen, daß manche Eruptionsmassen unserer thätigen Vulkane mit dem Basalt eine große Aehnlichkeit, fast bis zu vollständiger Uebereinstimmung, haben.

Die Gesteine der Basaltformation sind, außer dem Basalt selbst, vorwaltend Dolerite und Anamesite, Mandelsteine und blasige schlackige

Massen. Neben diesen finden sich, wie in der Trachytformation, eben so mannichfaltig gebildete Erzeugnisse der Zertrümmerung, Verkittung und Umschmelzung, wie dieselben der Natur so gewaltsamer Vorgänge eigen sein müssen.

Während die äußeren Gestalten der basaltischen Eruptionen im allgemeinen die der Trachytformation sind, so ist doch die Basaltformation weit mehr verbreitet und bietet an ihren einzelnen Bildungsstätten weit beträchtlichere Berge und Gebirge als jene. Im Leitmeritzer Kreise Böhmens bilden sie das Mittelgebirge, ein aus vielen Kruppen und Kegelsbergen zusammengesetztes Gebirg von 8 Meilen Länge und 2 Meilen Breite. Noch großartiger ist der Vogelsberg in Hessen, der eine ganz aus Basalt bestehende Basaltdecke bildet, welche einen Flächenraum von 40 Quadratmeilen bedeckt und im Taufstein 3130 Fuß hoch aufragt. Westerwald und Rhön sind, wenn auch hiergegen unbedeutender, doch sehr umfangliche Basaltgebiete. Aber diese und einige andere deutsche Basaltgebiete sind verschwindend klein gegen die in Vorderindien, wo der Basalt über einen Flächenraum von 12,000 geograph. Quadratmeilen abgelagert ist und ein ungeheures 3000 — 4000 Fuß hohes Tafelland bildet, mit steil abstürzenden Rändern und tief einschneidenden Spaltungsthälern. Dabei zeigt diese furchtbare Spende der Unterwelt in ihrer ganzen Ausdehnung eine fast horizontale Schichtung, in der man an einem Punkte 14 Schichten übereinander gezählt hat, die unterste 200 Fuß mächtig.

Solche Maasse geben uns erst einen richtigen Begriff von der Bedeutung der Basaltformation.

Von der eigenthümlichen Säulen-Absonderung des Basaltes, welche auch bei manchen Trachyten, namentlich Trachytporphyrten vorkommt, haben wir schon S. 191 gesprochen.

---

Von einer Lavaformation hier noch besonders zu sprechen, ist um so weniger nöthig, als wir diese neuesten Erzeugnisse der vulkanischen

Thätigkeit im achten Abschnitte bereits kennen gelernt haben, und sie nicht mehr in das Gebiet der sogenannten vorweltlichen Erdzustände, sondern dem gegenwärtigen Erdzustande angehören.

Wir fühlen aber in diesem Augenblicke, von unseren noch thätigen Vulkanen über die Basalt- und Trachytformationen hinweg die übrigen tertiären oder känozoischen, die mesozoischen und paläozoischen Formationen überblickend, daß es recht eigentlich ein Geschiehtsgang war, in welchem sich ein Schritt an den andern reihte, welchen wir gegangen, und auf welchem wir nun an der Grenze der Gegenwart angekommen sind.

---

## XVIII. Periode der jüngsten Vergangenheit und Gegenwart der Erdrinde.

Trennung der Diluvialperiode von älteren und von der gegenwärtigen Periode; — Quartäre Formation: Erratische oder Driftformation; Knochenhöhlen und Knochenbreccien; Pluviale Formation. Schluß.

Wenn es auch schwer ist, das sogenannte Diluvium von den Tertiärbildungen zu trennen, ungefähr eben so schwer wie eine Trennung unserer heutigen vulkanischen Eruptionen von der Basaltformation, so ist es doch vielleicht noch schwerer, das Diluvium von der Gegenwart zu trennen. Ich will daher zum Schlusse unserer Geschichtsbetrachtung beide verbinden, obgleich ausdrücklich zugestanden werden muß, daß manche Diluvialablagerungen vielleicht älteren Datums seyn mögen als manche Basalte. Wir vereinigen die Bildungen des Diluviums, ein Name, welcher eben so wie Alluvium — die Bildungen der Gegenwart — jetzt nur noch der Bequemlichkeit bei der Bezeichnung der Altersrangordnung wegen im Gebrauch ist, unter dem Namen der

### 14. Quartären-Formationen.

Wenn die Ablagerungen sehr junger Formationen Ueberreste von Knothieren enthalten, so sind sie dann als quartäre zu betrachten, wenn diese nur zum Theil ausgestorbenen Thieren angehören, für neuzeitliche, recente, dagegen dann, wenn sie nur Ueberreste jetzt noch in derselben Gegend lebender Thiere einschließen. Wo dieser Wegweiser fehlt, da ist allerdings eine Entscheidung zuweilen kaum möglich.

Zu den interessantesten Gebilden der quartären Formationen gehören zunächst die der

## Erratischen oder Drift-Formation.

Die in den Ueberlieferungen so vieler Völkerschaften wiederkehrende Sage von einer einmaligen umfassenden Ueberschwemmung, einer „Sündfluth“ wurzelt vielleicht darin, daß die Diluvialfluthen, auf welchen die Driftformation beruht, wirklich in das Bereich des Gedächtnisses des Menschengeschlechtes fallen; oder daß schon seit uralten Zeiten, vielleicht von der Kaste der Priester, wenigstens soweit Geologie betrieben worden ist, daß man die gar nicht zu übersehenden Gebilde der Driftformation durch Annahme vorhistorischer Fluthen erklärte.

In einem großen Theile der norddeutschen Ebene sind mächtige und weit ausgedehnte Schichten von Gerölle, gewöhnlich Kieselager genannt, Lehm und Thon abgelagert, so daß man auf großen Gebieten sich vergeblich nach den festen anstehenden Gesteinen der Erdrinde umsieht. Diese von dem Ackerbau und der Waldkultur in Besitz genommenen Ebenen tragen auf ihrem fast gleichen oder nur sanft welligen Rücken eine der merkwürdigsten geologischen Erscheinungen, die sogenannten erratischen oder Findlingsblöcke. Es sind dies Blöcke von den verschiedensten Größen, in einzelnen Fällen bis 28 Fuß hoch und 44 Fuß lang, meist so scharfkantig, als ob sie vor Kurzem erst gebrochen seyen. Sie bestehen meist aus Granit oder Gneiß und sind nur wenig in ihre Auflagestelle eingesenkt. Da diese Blöcke je näher der Küste der Ostsee desto zahlreicher werden und alle in diesem Theile Deutschlands strömenden Flüsse dorthin ihren Lauf nehmen, so würde die Vermuthung gerechtfertigt seyn, daß diese Blöcke aus den höheren südlichen Theilen Deutschlands dorthin geschwemmt worden seyen. Allein diese Vermuthung verliert dadurch alle Begründung, daß das Gestein dieser Blöcke in Deutschland nirgends anstehend angetroffen wird, sie also nicht eingeborene Deutsche seyn können. Man mußte daher den Ursprung dieser Fremdlinge da suchen, wo dieselben Gesteine anstehen. Dies ist nun mit dem zuverlässigsten Erfolge in Scandinavien geschehen, wo genau dieselben Granite und Gneisse, letztere zumal von einem ganz ungewöhnlichen eigenthümlichen Gefüge, dieselben Porphyre und Syenite, Kalksteine und Sandsteine anstehen, wie diese in den erras-

tischen Blöcken vertreten sind. Nach diesem Nachweis blieb noch übrig, nach einem Mittel zu suchen, wie diese Tausende von Centnern schweren Blöcke über die Ostsee auf deutschen Boden befördert worden seyn können. Man findet dieses Mittel in schwimmenden Eisbergen und Schollen. Die Gletscherbildung, welche in den Moränen auf unseren Alpen mehr im Kleinen dasselbe thut (S. 69), rückt natürlich in den Polarländern tiefer und zuletzt ziemlich bis an den Meerespiegel herab. Die nach den uns bekannten Regeln der Gletscherbewegung herabgestoßenen Eismassen rücken zuletzt in das Meer hinaus und brechen dann durch ihre eigene Schwere dort ab, und schwimmen mit sammt den auf ihnen ruhenden Moränenblöcken, denn als solche sind die erratischen Blöcke ihrem Ursprung nach anzusehen, von Wind und Wogen getrieben nach fernen Ufern. Zwischen den erratischen Blöcken und den eigentlichen Moränenblöcken unserer Gletscher stehen gewissermaßen als Verbindungsglieder in der Mitte die „Seifberger“, wie man die ungeheuren Blöcke früheren Gletschertransportes auf den Gehängen des Jura nennt.

### Pluviatische Formation, Seifengebirge.

Sie trägt ihren Namen von dem griechischen Worte *Plusta* (Reichthum), weil sie aus Schuttland besteht, in welchem Edelsteine und edle Metalle vertheilt sind. Seifengebirge nennt sie der deutsche Bergmann nach der Arbeit, mit der diese edeln Einschlüsse aus dem Schutt gewonnen werden.

Außer Gold und Platin und Diamant werden bald mehr bald weniger häufig auch minder edle Metalle und Edelsteine in den pluviatischen Ablagerungen gefunden. Besonders häufig kommt Zinnerz auf diese Weise vor. Die Zinnseifen bei Banka auf der malayischen Halbinsel sind durch das „Bankazinn“ hinlänglich bekannt.

Goldhaltig ist bekanntlich der Sand vieler unserer deutschen Flüsse, namentlich des Rheins, in welchem auch bei Kehl jährlich noch für 10,000 bis 15,000 Gulden Goldsand gewaschen wird. Welche bedeutende Rolle in neuerer Zeit die Goldseifen Kalifornien's und Neuholland's spielen, ist

allgemein bekannt. In Kalifornien liegen die Goldförner in einem Landstriche von mehreren hundert engl. Meilen Länge und 10—14 Meilen Breite, welcher mit einer Schicht kleiner Quarzgeschiebe bedeckt ist. Es sind jedoch die Jagd und die Jagdreviere des Goldes und der Diamanten zu oft der so gern von Schätzen träumenden Einbildungskraft erzählt worden, als daß ich hier dabei länger zu verweilen nöthig hätte.

### Knochenhöhlen und Knochenbreccien.

In fast unheimlich zu nennender Weise begegnen wir der Verknüpfung der geologischen Vergangenheit und Gegenwart in finsternen unterirdischen Höhlen, in welchen ohne Zweifel durch anhaltend ihren Weg durch sie nehmende Wasserfluthen große Massen von Knochen zusammengeschwemmt worden sind, unter welchen man zuweilen neben den Knochen ausgestorbener Bären, Hirscharten und anderer ausgestorbener Säugethiere auch menschliche Knochen und Zähne findet. Hier haben wir also den Beweis, daß das Menschengeschlecht noch mit erloschenen Thierarten zusammen gelebt hat, während geschichtliche Ueberlieferungen mit unzweifelhafter Gewißheit über das Aussterben von Thieren nichts zu berichten wissen.

Auch in tiefen Spalten der Gebirge, wie die Knochenhöhlen fast immer nur in Kalkgebirgen, finden sich zuweilen ähnliche Knochenanhäufungen, welche dann immer durch ein kalkiges Bindemittel in eine feste Knochenbreccie verkittet sind. In ihrem Vorkommen ist es besonders bemerkenswerth, daß sich solche Knochenbreccien vorzüglich häufig in den mittelmeeerischen Küstenländern finden und überall eine große Uebereinstimmung ihrer Bildung und ihrer Knochen zeigen, was entweder auf eine Gleichzeitigkeit oder wenigstens auf gleiche Umstände ihrer Bildung zeigt.

In fernem Jahrhunderten findet man vielleicht nicht Knochenhöhlen, nicht Knochenbreccien, aber Gruben voll menschlicher Knochen, an denen man die zerschmetternden Wirkungen der Geschosse finden wird, wie an den Knochen jener Knochenhöhlen die Zahnspuren der neben ihnen bestatteten Höhlenhyäne; freilich bloß dann, wenn die Beschaffenheit des



Bodens der bluttriefenden Wahlstatt, in welchem Riesengräber für gefallene Regimenter gegraben wurden, der Erhaltung der Gebeine günstig war.

Doch um vor dem Schlusse unserer langen Wanderung noch einiger anderer Gebilde der quartären Zeit wenigstens zu gedenken, so nenne ich unter anderen noch die Lehm- und Lößablagerungen, welche man an Flußthälern und auch in Ebenen findet, die öden Sandgefilde, von dem sprüchwörtlich gewordenen „märkischen Sande“ bis zur Sahara. Andere Bildungen kennen wir schon: die alten Strandlinien und Uferterrassen, Dünen und Flugsandregionen, Deltabildungen, Travertin- und Sinterbildungen, Gletscherwälle, Torfmoore und Koralleninseln —; mit ihnen kehren wir zu unseren Abschnitten 5 bis 8 in die Gegenwart zurück, oder wie sie Raumann treffend bezeichnet: an den „beständig vorrückenden Endpunkt der Alluvialperiode“; und ich irre mich gewiß nicht, wenn ich glaube, daß an dieser Stelle sich meine Leser und Leserinnen in großartiger Anwendung an das Göthe'sche

Liegt dir Gestern klar und offen,  
Wirfst du heute kräftig, frei. —

erinnern werden. Denn zu einem „kräftigen freien Wirken“ gehört doch ganz gewiß auch ein klares Erfassen unserer kleinen persönlichen Stellung gegenüber der Entwicklungsgeschichte der menschlichen Gesammtheimath, in welcher unsere Stellung ein Pünktchen ist, welches sich mit unserer Kenntniß dieser Heimath gleichen Schrittes vergrößert.

Unser Blick über die wieder betretene Gegenwart streift, und nun gewiß theilnahmvoller, über das bunte Volk unsererer Mitgeschöpfe, die Erben und Nachkommen jener Geschlechter, aus deren Katakomben wir eben wieder heraufgestiegen sind. Ihre natürliche Geschichte und die unseres eigenen Geschlechtes kennen zu wollen, ist uns allen in diesem Augenblicke fast sittliches Bedürfniß, dünkt uns wie eine nothwendige Fortsetzung des in diesem Augenblicke Abgerissenen oder vielmehr bloß auf kurze Zeit Vertagten.





Seite	E.	Seite	F.	Seite	G.	Seite
	<b>E.</b>		<b>F.</b>		<b>G.</b>	
Ebenen . . . . .	36	Fällung . . . . .	75. 77	Gebirgsglied . . . . .	208	
Einpresseung . . . . .	226	Fallen . . . . .	188	Gefüge . . . . .	180	
Einsenkungs- ob. Fal- lungsthäl . . . . .	330	Fährtenabbrüche . . . . .	243	Genesis der Gesteine . . . . .	197	
Eis . . . . .	61	Felsart . . . . .	17	Geoben . . . . .	320	
Enorinus liliiformis . . . . .	325	Felsarten, wichtigste . . . . .	178	Geogenie . . . . .	1	
Enkrinitentalk . . . . .	324	Felsenmeer . . . . .	279	Geologie . . . . .	1	
Entstehung der Erde . . . . .	11	Feuerquellen oder Erd- feuer . . . . .	141	Geognosie . . . . .	1	
Entstehung u. Beschaf- fenheit der Verstei- nerungen . . . . .	234	Feuerstein oder Flint . . . . .	344	Geoponus borealis . . . . .	342	
Entstehungsweise der Gesteine . . . . .	197	Firnkörner . . . . .	68	Geschiebe . . . . .	59	
Eocänformation . . . . .	355	Firnmulde . . . . .	68	Geschleppte Gänge . . . . .	219	
Epoche . . . . .	260	Flint . . . . .	344	gestaltlos . . . . .	181	
Exemplar . . . . .	179	Flöz . . . . .	214	Gesteine, krystallinische . . . . .	193	
Erbsenstein . . . . .	79	Flüsse, Wirkung ders. . . . .	50	Gesteinsart . . . . .	18	
Erdbeben . . . . .	144	Flyschformation . . . . .	356	Gesteinsformen . . . . .	185	
— Wirkungsart und Stärke derselben . . . . .	145. 152	Flysch- oder Jucoiden- formation . . . . .	356	Gesteinsübergang . . . . .	222	
— bleibende Wirkun- gen derselben . . . . .	159	Foraminiferen . . . . .	101	Geyfir . . . . .	84. 142	
— Vorzeichen ders. . . . .	148	Formation . . . . .	254	Gleichsinnige Lagerung Gletscher . . . . .	211	
— Dauer u. Wieder- holung derselben . . . . .	149	Formationen, Brack- wasser- . . . . .	257	— erster Ordnung . . . . .	61	
— Gleichzeitigkeit der- selben . . . . .	150	Formationen, eruptive . . . . .	256	— zweiter Ordnung . . . . .	62	
— Umfang ders. . . . .	151	Formationen, fluvio- marine . . . . .	257	— Bewegung desselben . . . . .	65	
— plutonische u. vul- kanische . . . . .	145	Formationen, limnische . . . . .	257	— Schema eines solchen . . . . .	64	
— successorische u. . . . .	146	Formationen, marine . . . . .	257	— Zusammenfluß ders. . . . .	71	
Erdbebenmesser . . . . .	147	Formationen, Meer- wasser- . . . . .	257	Gletscherbach . . . . .	67	
Erde, astronom. Ver- hältnisse derselben . . . . .	13	Formationen, primitive . . . . .	256	Gletscherbildung, Be- dingung dazu . . . . .	61	
Erdige Struktur . . . . .	184	Formationen, regene- rirte . . . . .	271	Gletscherbruch . . . . .	73	
Erdoberfläche, Ernie- drigung ders. . . . .	47. 75	Format., sedimentäre . . . . .	256	Gletscherhub . . . . .	72	
— Erhöhung ders. . . . .	47. 75	Formationen, Süß- wasser- . . . . .	257	Gletscherthätigkeit, ebe- malige . . . . .	74	
— ihr Aussehen mit Hinwegdenkung des Meeres . . . . .	25	Formationen, regenerirte . . . . .	271	Gletscherthor . . . . .	67	
Erhebungskegel . . . . .	125	Formationen, regenerirte . . . . .	271	Gletschertisch . . . . .	68	
Erhebungsstrater . . . . .	126	Format., sedimentäre . . . . .	256	Glimmerschiefer . . . . .	274	
Erhebungen, säculare . . . . .	164	Formationen, Süß- wasser- . . . . .	257	Glimmerschiefer . . . . .	193	
Erosion . . . . .	49	Fruchtschiefer . . . . .	275	Gneiß . . . . .	272	
Erratische oder Drift- formation . . . . .	373	Fritzung der Gesteine . . . . .	204	Gneißbildungen, neuere . . . . .	276	
Erratische oder Find- lingsblöcke . . . . .	373	Fugen . . . . .	186	Granit . . . . .	193	
Eruptive Formationen, Alter derselben . . . . .	260	Fugenraum . . . . .	186	Granitformation . . . . .	276	
Eruptionstrater . . . . .	128	Fumarolen . . . . .	133	Granitgänge . . . . .	278	
Eruptionseegel . . . . .	125			Granitisches Gefüge . . . . .	182	
			<b>G.</b>	Graptolithen . . . . .	287	
		Gabbro . . . . .	293	Graptolithus turricu- latus . . . . .	288	
		Gallionellen . . . . .	85	Grauwacke . . . . .	283	
		Galt . . . . .	347	Greisen . . . . .	277	
		Gandeken . . . . .	69	Grünsteinformation . . . . .	292	
		Gang . . . . .	214. 217	Gruppengebirge . . . . .	39	
		Gangkreuz . . . . .	218	Guan . . . . .	117	
		Gasquellen . . . . .	140	Gufferlinien . . . . .	69	
		Gebirge . . . . .	18	Gyps . . . . .	195	
		Gebirge . . . . .	255			
		Gebirgsart . . . . .	17	<b>H.</b>		
		Gebirgsformation . . . . .	254	Härtung der Gesteine . . . . .	203	

Hauptmuschelfalk . . . . .	Seite 334	Körniger Kalk . . . . .	Seite 271	Martorf . . . . .	Seite 93
Hippurites . . . . .	350	Kohlenbrände . . . . .	303	Mastodontosaurus Jaegeri . . . . .	326
Hochebene . . . . .	35	Kohlenflöße, deren Ausdehnung . . . . .	303	Meer, Wirkung dess. . . . .	56
Hochland . . . . .	37	kohlenführend. Schichtensystem . . . . .	304	Meerwasser . . . . .	42
Hochplateau . . . . .	35	Kohlenkalkstein . . . . .	296	Meeresbeben . . . . .	146
Holzبانke . . . . .	100	Kohlenkalkstein . . . . .	296	Melaphyrformation . . . . .	319
Hügel . . . . .	39	Kohlenkalkstein . . . . .	296	Mergelstruktur . . . . .	184
Hydrogene Gesteine . . . . .	198	Kontaktverhältnisse . . . . .	211	Mesozoische Formationen . . . . .	265
Hyperthenit . . . . .	293	Korallen-Polypen . . . . .	101, 106	metamorphische Gesteine . . . . .	206
<b>I.</b>		Korallenriffe, Entstehung u. Umwandlung ders. . . . .	110	Metamorphismus . . . . .	201
Inchten . . . . .	242	Kreideformation . . . . .	341	Miascit . . . . .	277
Iguanodon Mantelli . . . . .	340	Kreidethierchen . . . . .	343	Mitolitenkalk . . . . .	359
Infusion als Pflanzen . . . . .	94	Kröten, lebend im Gestein . . . . .	253	Mimerogen . . . . .	185
Infusorien . . . . .	94	Krötensteine . . . . .	344	Miocänformation . . . . .	355
Injektion . . . . .	226	Kryptogene Gesteine . . . . .	267	Mittelmoräne d. Unterargletschers . . . . .	71
Insel Ferdinandea . . . . .	132	krySTALLINISCH . . . . .	180	Mofetten . . . . .	134
Insel Santorin . . . . .	128	Küsten- oder Strandriff . . . . .	103, 224	Moffastein . . . . .	253
Juraformation . . . . .	335	<b>K.</b>		Molasse . . . . .	355
Juraformation, braune . . . . .	336	Lage der Schichtgesteine . . . . .	187	Molassenformation . . . . .	364
Juraformation, weiße . . . . .	337	Lagerartige Gebirgsglieder . . . . .	214	Mooßachat . . . . .	253
Jurameer . . . . .	170	Lagerung der Schichten, Wirkung ders. . . . .	56	Moränen . . . . .	69
<b>K.</b>		Lagunriff . . . . .	105, 115	— Mittel- . . . . .	69
Känozoische Format. . . . .	265	Lava . . . . .	194	— Grund- . . . . .	69
Känozoische Periode . . . . .	352	Leitmuschel . . . . .	251	— Seiten- . . . . .	69
Kalk als chemischer Niederschlag . . . . .	78	Lepidodendron rimosum . . . . .	312	Morphologie der Gesteine . . . . .	185
Kalkschiefer, Solenhofener . . . . .	337	Lepidodendron Veltheimianum . . . . .	312	Muschelbänke . . . . .	116
Kalksinter . . . . .	81	Lettenkohlengruppe . . . . .	324	Muschelfalk-Formation . . . . .	323
Kalkstein . . . . .	194	Liassformation . . . . .	331	Mumifirung . . . . .	247
Kalktuff . . . . .	81	Liegendes . . . . .	217	Myophoria Whatelyae . . . . .	326
Kanal- od. Dammriff . . . . .	104	Limalk . . . . .	324	<b>N.</b>	
Kaolinisirung . . . . .	201	Limische Steinkohlenbecken . . . . .	295	Nebengestein . . . . .	217
Karlsbader Sprudelstein . . . . .	79	Lößablagerungen . . . . .	376	Nahrung . . . . .	92
Karren . . . . .	59	Luftbewegung, Wirkung derselben . . . . .	34	Neombildung . . . . .	347
Kessel . . . . .	38	Luftströmungen . . . . .	31	Neogene Bildungen . . . . .	355
Kettengebirge . . . . .	39	Luftvulkane . . . . .	140	Neptun, Entdeckung derselben . . . . .	10
Kuperformation . . . . .	324	Byell, Charles . . . . .	167	Neptunische Gebilde . . . . .	21
Kieselguhr . . . . .	94	<b>M.</b>		Neubildungen, chemische . . . . .	78
Kieselpanzer od. Kiesel-schalen . . . . .	95	Macaluben . . . . .	140	— mechanische . . . . .	85
Kiesel-sinter . . . . .	84	Mainzer Becken . . . . .	360	Neu-reb-sandstone . . . . .	322
Klastische Gesteine . . . . .	195	Mandelstruktur . . . . .	182	Niagarafall . . . . .	53
Klippen im Meere . . . . .	57	<b>O.</b>		Nieder-schlag . . . . .	75, 77
Klüfte . . . . .	186	Ob- od. sandstone . . . . .	285	Normaler Gesteinsverband . . . . .	211
Klufttraum . . . . .	186	Oolithformation . . . . .	335	<b>D.</b>	
Knochenbreccien . . . . .	251	<b>P.</b>		<b>D.</b>	
Knochenhöhlen u. Knochenbreccien . . . . .	375	<b>P.</b>		<b>D.</b>	
Knorria imbricata . . . . .	312	<b>P.</b>		<b>D.</b>	
Kochsalz . . . . .	195	<b>P.</b>		<b>D.</b>	

	Seite		Seite		Seite
Dololithstruktur . . .	182	Psephitische Gesteine .	196	Schneefeld . . . . .	62
Ophiolithformation . .	292	Pterichtys cornutus . .	289	Schriftgranit . . . . .	277
Drographie . . . . .	35	Pterodactylus crassirostris . . . . .	338	Schuttkegel . . . . .	87
Ortsveränderung und Dislokation . . . . .	227	Pyrogene Gesteine . . .	188	Secundäre Lagerstätte Sedimentbildung oder Bodenfabildung . . .	251
Dryftognose . . . . .	19			Bodenfabildung . . . . .	75
				Seismometer . . . . .	147
<b>P.</b>		<b>Q.</b>		Senkungen des Erdbodens . . . . .	165
Paläophytologie . . . .	235	Quaderförmige Absonderung . . . . .	192	Senonbildung . . . . .	347
Paläozoologie . . . . .	235	Quadersandstein . . . .	347	Serapistempel . . . . .	45
Paläozoische Formationen . . . . .	265	Quartär-Formation . . .	373	Serpentin . . . . .	180, 194, 293
Paralithische Steinkohlenbecken . . . . .	295			Sigillaria oculata . . . .	312
Parallelmassen . . . . .	210	<b>R.</b>		— elegans . . . . .	312
Pariser Becken . . . . .	358	Raseneisenstein . . . . .	84	— Voltzii . . . . .	312
Passatwinde . . . . .	33	Reibung u. Stättung . . .	227	Silurische Formation . . .	284
Pecopteris truncata . .	310	Reibungsconglomerate .	184	Silurformation Böhmen . . . . .	290
Pegmatit . . . . .	277	Reibungsflächen . . . . .	186	Simetofluß, Bett derselben . . . . .	53
Pelitische Gesteine . . .	196	Richtung der Schichten .	212	Solfataren . . . . .	133
Pentacrinus basaltiformis . . . . .	332	Riesentöpfe . . . . .	59	Sonnenystem . . . . .	11
Pentacrinus scalaris . .	332	Rogen- oder Dolithstruktur . . . . .	182	Sphärosiderit . . . . .	299
Pentamerus conchidium . . . . .	288	Rollsteine . . . . .	59	Sphenophyllum annulatum . . . . .	309
Periode . . . . .	260	Roßliegenes, das . . . . .	315	Spiegelflächen . . . . .	186
Perrnische Formation . .	314	Rubinen . . . . .	350	Spirifer hystericus . . . .	288
Petrifikation . . . . .	245	Rutshflächen . . . . .	186	— undiferus . . . . .	288
Pflanzen der Perrnischen Formation . . . . .	317			Sprunghöhe . . . . .	228
Pflanzenwelt d. Braunkohlenformation . . . . .	363	<b>S.</b>		Spurensteine . . . . .	242
Pflanzen der Steinkohlenformation . . . . .	305	Sauerbrunnen . . . . .	141	Stämme, aufrechte, in der Steinkohlenformation . . . . .	307
Pflanzen der Uebergangsformation . . . . .	290	Säulenförmige Absonderung . . . . .	191	Staudung . . . . .	227, 231
phytogen . . . . .	185	Salbänder . . . . .	217	Stafagmiten . . . . .	83
Pisolith . . . . .	80	Salsen . . . . .	140	Stalaktiten . . . . .	82
Platten . . . . .	190	Sand, vulkanischer . . . .	138	Steinart . . . . .	18
Pleuracanthus laciniatus . . . . .	289	Sandsteinstruktur . . . .	183	Steinkern . . . . .	239
Pliocänformation . . . .	355	Scaphites Ivani . . . . .	350, 351	Steinsalzgruppe . . . . .	324
Pluziatische Formation, Eisengebirge . . . . .	374	Schichten, geneigte . . . .	17	Steinkohlen . . . . .	248, 296
Plutenische Gesteine . .	22	Schichtencomplex . . . .	189	Steinkohle, Arten derselben . . . . .	298
Polvogene Conglomerate . . . . .	196	Schichtenfaltung . . . . .	221, 227, 231	— Bildung derselben . . . . .	314
Polypenstöcke . . . . .	102	Schichtenmulde . . . . .	221	Steinkohlenbecken von Aachen . . . . .	300
Polythalamien . . . . .	101	Schichtenstättel . . . . .	221	— von Döhlen . . . . .	302
Porphyrfornation . . . .	319	Schichtenystem . . . . .	189	— von Mons . . . . .	301
Porphyrstruktur . . . . .	182	Schieferbildungen, neuere . . . . .	276	Steinkohlenformation — Nordamerikas . . . . .	293, 299
Prionotus geminus . . . .	288	Schieferthon d. Steinkohlenformation . . . . .	296	Stöcke . . . . .	210, 224
Protogin . . . . .	277	Schlacken, vulkanische .	137	Stoffe . . . . .	142
Psammitische Gesteine . .	196	Schlackenstruktur . . . .	184	Störungen der Schichtenlagerung . . . . .	19
		Schlammvulkane . . . . .	140	Streichen . . . . .	188
		Schliffflächen . . . . .	59	Ströme . . . . .	210, 224
		Schlucht . . . . .	38		

	Seite
Strandlinien . . .	163
Struktur . . .	180
Subapenninenformation	365
Süßwasser . . .	42
Süßwasser- oder ter-	
tiärer Kalk . . .	83
Sumpferz . . .	84
Suspension . . .	75, 78
Syenitformation . . .	277

**I.**

Tafelland . . .	35
Talkschiefer . . .	276
Teleosaurus Cado-	
menensis . . .	336
Terebratelfalk . . .	324
Tertiärbecken Nord-	
frankreichs . . .	358
Tertiäre Formationen	352
Teufelsmühlen . . .	57
Thal . . .	37
Thalmulde . . .	38
Thermen . . .	141
Thiere der braunen	
Juraformation . . .	336
Thiere u. Pfl. d. wei-	
ßen Juraformation	337
Thiere der Keuperfor-	
mation . . .	325
Thiere u. Pflanzen der	
Kretzformation . . .	348
Thiere der Liassforma-	
tion . . .	332
Thiere der permischen	
Formation . . .	318
Thiere der Steinkohlen-	
formation . . .	313
Thiere u. Pflanzen der	
Wealdenformation	340
Thiere der Uebergangs-	
formationen . . .	287
Thierische Ueberreste in	
der Braunkohlenfor-	
mation . . .	363
Tiefland . . .	37
Thonschiefer . . .	295
Torfbildung . . .	96
Trachyt . . .	194

	Seite
Trachytformation . . .	368
Travertin . . .	81
Treibholz . . .	100
Trias der Alpen . . .	327
Triasformationen . . .	321
Trigonia navis . . .	333
Trinucleus Caractaci	289
Tropfsteinbildung . . .	82
Trümmergesteine . . .	185
Trümmerstruktur . . .	184
Tuffstein . . .	81
Turonbildung . . .	347

**II.**

Uebergangsformationen	280
Uebergangsgebirge	281
Uebergreifende Bro-	
ckenbildung . . .	222
Ueberstüppung . . .	229
Ueberrindung oder In-	
krustation . . .	235
Ueberschiebung . . .	229
Uferterrassen . . .	163
Uferwall der Delta-	
bildungen . . .	91
Umfrostallisirung . . .	204
Umhüllene Lagerung	213, 220
Unterlagerung . . .	214
Urformation . . .	256
Urgebirge . . .	256
Urgneißformation . . .	271
Urkalk . . .	273
Urschieferformation . . .	274
Ursprüngliche Lager-	
stätte . . .	251

**III.**

Verbindung d. Gesteine	222
Vererzung . . .	246
Verfärbung d. Gesteine	203
Verfälschung . . .	244, 246
Vertiefelung . . .	246
Verknüpfung d. Gest.	222
Verkohlung . . .	247
Verschiebung . . .	227
Versteinerung . . .	245

	Seite
Versteinerungen d. Num-	
mulitenformation . . .	358
Versteinerungsfunde . . .	23
Vertheilung der Ver-	
steinerungen . . .	251
Verwachsung . . .	211
Verwerfung . . .	219, 227
Verwitterung . . .	32, 201, 244
Verwitterungsschutt . . .	86
Vejuw . . .	126
Vogesen sandstein . . .	322
Vulkanausbruch, Bes-	
chreibung eines sol-	
chen . . .	134
Vulkane, Auswurfss-	
stoffe derselben . . .	137
— bleibende Wirkun-	
gen ders. . . . .	153
Vulkane . . .	125
— Zustand d. Ruhe u.	
d. Aufregung . . .	132
Vulkanische Gesteine . . .	22
Vulkanismus . . .	118
Vulkanreihen . . .	119

**IV.**

Wasser, Kohlensäure-	
gehalt desselben . . .	47
— mechanische Wir-	
kungen desselben . . .	48
Wealdenformation . . .	339
Wechsellagerung . . .	210
Wellendolomit . . .	323
Wellenkalk . . .	323
Widersinnige Lagerung	211
Windung . . .	227
Wurzelsüßler o. Rhiz-	
ozopoden . . .	100

**V.**

Zechstein . . .	316
Zerreichungsthäler . . .	329
Zerfegung d. Gesteine	201
Zersprengung . . .	226
Zonen . . .	210, 224
zoogene . . .	185
Zwischenlage . . .	211, 223









21/ 75  
/ 5

