

Mineralien manchfaltige Abänderungen, und es bilden sich durch Veränderungen in den quantitativen Verhältnissen ihrer Bestandtheile zahlreiche Uebergänge. Auch ist die feste Unterlage, worauf die Ackererde ruht, die man den Untergrund nennt, immer von sehr wichtigem Einfluß auf ihre Beschaffenheit. Ein und derselbe Boden verhält sich, namentlich gegen die Vegetation, sehr verschieden, je nach der abweichenden Beschaffenheit des Untergrundes.

Zweite Abtheilung.

Orographie.

Die Gesteine setzen die größeren Gebirgsmassen zusammen, woraus die feste Oberfläche der Erde besteht. Diese Gebirgsmassen lehrt die Orographie oder Gebirgsmassenlehre nach allen ihren äußeren und inneren Verhältnissen kennen. Sie entwickelt ihre Form, Structur und Lagerung, macht uns mit den organischen Resten bekannt, die sie einschließen, und mit den Verhältnissen ihrer Bildung und Veränderung.

Von der Form der Gebirgsmassen.

Die Oberfläche der Erde zeigt eine unendliche Zahl von Unebenheiten. Erhöhungen und Vertiefungen wechseln unaufhörlich. Dem Begriff Erhöhung entspricht im gewöhnlichen Sprachgebrauch das Wort Berg; dem Begriff der Vertiefung das Wort Thal. Wir beurtheilen die Erhöhungen theils nach ihrer Höhe über der Meeresfläche oder nach ihrer absoluten Höhe, theils nach ihrer Höhe über irgend einem anderen Punkte des Landes oder nach ihrer relativen Höhe. In letzterer Beziehung unterscheiden wir vorzüglich Berge und Hügel.

Von den Bergen.

Berge sind durch Gebirgsmassen gebildete Erhöhungen, welche ihre Umgebungen um einige hundert Fuß überragen. Der höchste Theil eines Berges heißt allgemein Gipfel, wenn er abgerundet ist auch Kuppe, und wenn er spitzig zuläuft Spitze.

Den untern Theil nennt man Fuß, und was zwischen diesem und dem Gipfel liegt die Seiten oder auch Abhänge. Der Gipfel eines Berges fällt in der Regel zuerst, und oft schon aus weiter Ferne, in die Augen. Seine Beschaffenheit ist immer von wesentlichem Einfluß auf den Character der Berge. Die Seiten oder Abhänge haben sehr verschiedene Neigungen. Beträgt die Neigung weniger als 10 Grad, so sagt man, daß sie sich verfläachen, und heißt sie wohl auch Verfläachungen. Der Name Abhang wird bis zu einem Winkel von 45 Grad gebraucht; darüber und bis zu 70 Grad heißt man die Seiten Abstürze, und bey noch größerem Neigungswinkel Wände.

Gewöhnlich ist die Neigung der Seiten gering, 10 bis höchstens 20 Grad, und man heißt den Abhang alsdann sanft. Schon selten beträgt die Neigung mehr, und erhebt sie sich bis zu 30 Grad. Sie ist dann schon beträchtlich, und der Abhang wird steil genannt. Bey 35 Grad Neigung läßt sich ein Abhang frey nur noch dann ersteigen, wenn er treppenartige Abstufungen hat, oder wenn man Stufen einhaut oder Steigeisen anwendet. Ueber 44 Grad kann man nur eigentlich kletternd ansteigen, und nicht ohne Gefahr. Spricht man von schwach geneigten Bergseiten, so nennt man ihre Neigungswinkel die Verfläachung, und diese steht mit der Größe des Neigungswinkels immer in einem umgekehrten Verhältnisse.

Der Fuß der Berge hat in der Regel eine viel geringere Neigung als die Seiten. Dieß rührt vorzüglich davon her, daß die Stücke des Gesteins, welche sich von den oberen Theilen des Berges loslösen, gegen seinen Fuß herabrollen und sich an demselben anhäufen.

Die meisten Berge zeigen eine vorwaltende Ausdehnung in die Länge; der Gipfel solcher Berge wird Rücken genannt, und häufig nennt man einen in die Länge gezogenen Berg einen Bergrücken.

Die Höhe der Berge ist außerordentlich verschieden. Damit man sie in dieser Beziehung leicht mit einander vergleichen kann, bestimmt und gibt man ihre absolute Höhe, ihre Erhebung über die Meeresfläche, an, auf welche überhaupt alle Höhen auf der Erdoberfläche zurückgeführt werden. Berge, welche sich bis

zu 6000 Fuß übers Meer erheben, sind schon beträchtlich hoch; schon selten steigen sie bis zu 10,000 Fuß an, und diejenigen, welche sich darüber erheben, gehören zu den höchsten der Erde. Die allerhöchsten übersteigen etwas die absolute Erhebung einer geographischen Meile. Aber selbst die Höhe des höchsten bekannten Berges der Erde, des riesigen Dhawalagiri im Himalaya-Gebirge, der bis zu 26,340 par. Fuß ansteigt, kommt nicht dem tausendsten Theil des Aequatorial-Durchmessers der Erde gleich.

Das Messen der Höhen geschieht theils mit geometrischen Instrumenten, theils mit dem Barometer. Mit letzterem lassen sich alle Höhen bestimmen, die zugänglich sind; die unzugänglichen können aber nicht anders, als geometrisch bestimmt werden. Dieß geschieht durch Messen von Verticalwinkeln, vermittelst eines Theodolits mit Verticalkreis, oder vermittelst eines dioptrischen oder reflectierenden Wiederholungskreises. Für den Geognosten, so wie für jeden Reisenden, hat die Höhenmessung durch das Barometer entschiedene Vorzüge, weil der dazu gehörige Apparat leicht ist, und überall hin mitgetragen werden kann, während die geometrischen Instrumente ungleich schwieriger zu transportieren sind. Die geometrische Methode gibt zwar genauere Resultate, allein die barometrischen Messungen sind, mit möglicher Genauigkeit ausgeführt, für die Zwecke des Geognosten, und überhaupt des Reisenden, immer so gewiß, daß bey Höhen von 3000 Fuß der Fehler nicht leicht über 10 Fuß, bey Höhen von 10,000 Fuß und darüber wohl nicht über 40 Fuß geht, somit eine Genauigkeit bis auf $\frac{1}{250}$ erhalten wird.

Der Nutzen, den barometrische Höhenmessungen geben, ist daher für den Naturhistoriker, den Forstmann, Deconomen u.s.w. immer sehr groß. Darum wird auch der 19. September des Jahres 1648 immerhin ein denkwürdiger Tag bleiben, an welchem Perrier zu Clermont, aufgefordert durch seinen Schwager Pascal, welcher vermuthete, daß das Barometer auf den Bergen niedriger stehen würde, als in den Thälern, mit dem Barometer den Puy de Dome bestieg, dabey das Quecksilber in demselben um 3 Zoll $1\frac{1}{2}$ Linien fallen sah, und so die erste barometrische Höhenmessung ausführte.

Von den Hügeln.

Die Hügel sind niedriger als die Berge, Erhöhungen, welche gewöhnlich nicht über 200 Fuß über ihre Grundfläche ansteigen. Ihre Formen sind mehr gerundet, ihre Dimensionen gleichförmiger. Der höchste Theil der Hügel wird Rücken oder auch Höhe genannt. Die Seiten sind meist flach geneigt, der Fuß flach verflacht.

Von der Verbindung der Berge.

Selten stehen Berge vereinzelt; sie sind gewöhnlich mit einander verbunden. Hängen sie nach der Längenausdehnung zusammen, so nennt man ihre Gesamtheit eine Bergkette. Eine solche Verbindung findet bald vorzüglich nach einer vorherrschenden Richtung, oder nach mehreren Richtungen Statt. Die Gesamtheit nach bestimmten Richtungen mit einander verbundener Berge nennt man ein Gebirge. Es hat immer eine mehr oder weniger scharfe Begränzung, und unterscheidet sich dadurch, und durch Anordnung seiner Theile nach bestimmten Richtungen, von einer Gesamtheit von Bergen, welche in der Form eines Haufens erscheint, und die man Berggruppe nennt, so wie von einer Anzahl mit einander in Berührung stehenden Bergen, die nach unbestimmten Richtungen an einander gereiht sind, und deren Gesamtheit man bergiges Land heißt.

Gebirge mit beträchtlicher Längenausdehnung nennt man Kettengebirge. Sie bestehen niemals aus einer einzigen Kette, sondern immer aus mehreren größeren und kleineren, die theils unter sich parallel laufen, Parallelketten sind, wobey eine als höchste und mächtigste, Haupt- oder Centalkette, erscheint, theils von dieser unter Winkel ablaufen, und alsdann Seitenketten, auch Gebirgsäste, genannt werden, weil sie, Nester ähnlich, von einem gemeinschaftlichen Gebirgsstamm auslaufen. Von diesen Nestern gehen wieder kleinere Ketten ab, Nebenketten oder Gebirgszweige, und von diesen wieder andere kleinere, so daß das ganze Gebirge das Ansehen eines mehrfach verästelten und verzweigten Stammes hat.

Oft lauft eine einzelne Seitenkette über den allgemeinen Fuß des Gebirges hinaus, und erstreckt sich in die Ebene hinein. Man nennt sie alsdann Gebirgsarm. Lauft ein solcher hoch in das Meer hinaus, so bildet er ein Vorgebirge oder Cap. Bleibt zwischen auslaufenden Aesten ein mittlerer zurück, während die andern weiter vorspringen, so entsteht ein Gebirgsbusen. Fällt ihn das Meer aus, so nennt man ihn Meerbusen oder Golf, wenn der eingeschlossene Meerestheil im Vergleich zum ganzen Ozean von beträchtlichem Umfange ist; dagegen wird er Bay oder Bucht genannt, wenn sein Umfang klein ist. Die kleinsten Buchten sind die Häfen, welche den Schiffen Sicherheit gewähren.

Hat ein Gebirge eine ziemlich gleiche Ausdehnung in Länge und Breite, und besteht es aus einer Ansammlung von Bergen, die um einen höchsten, mehr oder weniger in der Mitte liegenden, Punct geordnet sind, der als Gebirgsstock auftritt, so heißt man das Gebirge Massengebirge. Hier können keine Ketten unterschieden werden; es fehlen zusammenhängende Rücken. Einzelne Berge, mitunter in kurze Reihen geordnet, schließen sich bald dem Gebirgsstock an, bald einem andern, seitlichstehenden, größeren Berge der Gruppe, und in den Zwischenräumen liegen zerstreut wieder einzelne Berge umher (Harz).

Eine Gesamtheit kegelförmiger Berge, die nach bestimmten Richtungen an einander gereiht sind, sich aber gewöhnlich nur mit dem Fuße berühren, heißt man Regelgebirge (Hegau).

Ein Gebirge, welches sich nicht über 3000 Fuß erhebt, wird ein niederes genannt; erhebt es sich bis zu einer absoluten Höhe von 4000 Fuß, so heißt man es Mittelgebirge. Hohe Gebirge nennt man solche, die sich über 4000 und bis zu 6000 Fuß erheben. Steigt ein Gebirge bis zu 6000 Fuß über die Meeresfläche an und darüber, so heißt es ein Hochgebirge. Darüber und bis zu den höchsten bekannten Höhen ansteigende Gebirge heißen Alpengebirge. Nimmt ein solches Gebirge, sowohl nach Länge als nach Breite, einen bedeutenden Flächenraum ein, so nennt man das damit bedeckte Land ein Alpenland.

Man unterscheidet, als wesentliche Theile eines Gebirges,

den Gebirgskamm, den Abfall und den Fuß des Gebirges. Der Gebirgskamm wird durch das Zusammenlaufen der beiden Seiten des Gebirgs gebildet, und stellt sich als eine Linie dar, welche wir uns über die höchsten Punkte des Gebirges gezogen denken. Man nennt ihn auch Gebirgsrücken. Schneiden sich aber die Seiten scharf in eine Kante, so erscheint er als Graht. Das ist aber selten der Fall. Gewöhnlich hat der Kamm einige Breite, manchmal eine beträchtliche, und hin und wieder besitzt er eine ungewöhnlich große Breite, so daß er wie eine Hochebene erscheint, wie es bey dem Längfeld-Gebirge in Norwegen und bey der Andeskette in Mexico der Fall ist. Diese Verhältnisse des Kamms treten nur deutlich bey dem Kettengebirge auf; bey dem Massengebirge und Regelgebirge findet man sie nicht.

Die beiden großen Seiten des Gebirges nennt man die Abfälle. Sie besitzen selten eine gleiche Neigung. Der allgemeine Abfall eines Gebirges, den eine Ebene angibt, die man sich vom Kamm rechtwinkelig, nach dem parallelen Fuß gelegt, denkt, ist immer sehr gering, und beträgt nur einige Grade. Allein der Abfall ist niemals vom Kamm bis zum Fuß des Gebirgs ununterbrochen gleichförmig, nie derselbe, er hat im Gegentheil viele Unterbrechungen, ist aus vielen einzelnen, steileren Abfällen zusammengesetzt, die häufig 8—12 Grad Neigung besitzen.

Gebirge, welche große Vertiefungen einschließen, haben in der Regel ihren steileren Abfall gegen dieselben. Das Erzgebirge, welches sich gegen Norden allmählich verflacht, fällt weit stärker und schneller südlich gegen das Becken von Böhmen ab. Der Schwarzwald und die Vogesen haben ihren steileren Abfall gegen das Rheinthal u. s. w.

Der Fuß des Gebirges wird durch den untersten Theil der Abfälle gebildet, und hat in der Regel die stärkste Verflachung. Er ist selten ganz scharf begränzt, sondern verläuft meistens durch vorliegende, niedrigere Berge, welche man, in Beziehung zur Hauptmasse des Gebirges, Vorberge nennt, in die Ebene, oder steht, vermittelt derselben, mit einem bergigen oder hügeligen Lande in Verbindung, oder mit einem andern Gebirge. So zieht sich am westlichen Fuße des Schwarzwaldes und am östlichen der Vogesen eine Reihe von Vorderbergen hin.

Man unterscheidet weiter an den Gebirgen, und namentlich an den Hochgebirgen und Alpengebirgen, Gebirgsgipfel, Pässe, Plateaus, Pforten und Terrassen.

Gebirgsgipfel nennt man einzelne Erhebungen auf dem Kamm des Gebirges. Sie tragen, nach Maßgabe ihrer Häufigkeit, Form und nach ihrem Ansteigen über den Kamm, sehr viel zu den eigenthümlichen, äußeren Verhältnissen eines Gebirges bey. Es ist bekannt, daß der Kamm der Pyrenäen nicht nur eben so hoch, sondern selbst etwas höher ist, als der Kamm der Alpen, und doch gewährt ihr Anblick nicht das Eigenthümliche, Großartige, Ueberraschende einer alpinischen Aussicht, nicht die Ansicht von Reihen hochauftretender Gipfel und ausgezackter Hörner.

Im Hochgebirge sind die Gebirgsgipfel häufig Pyramiden oder Obelisken ähnlich, schroff und spitz, zerrissen und ausgezackt. Man heißt sie alsdann Hörner, Pils, Nadeln (*Aiguilles*). Im mittelhohen Gebirge sind schroffe, spitze Gebirgsgipfel selten, und im niederen Gebirge werden sie kaum angetroffen. Bey geringerer Gebirgshöhe sind die Formen durchaus mehr gerundet, die Gipfel kuppen- und glockenförmig, und werden Köpfe, Koppen, Stöcke, Belchen (*Ballons*) genannt, Namen, welche wir in den niedrigeren Theilen der Alpen, im Riesengebirge, im Schwarzwalde und in den Vogesen häufig antreffen.

Pässe sind Uebergänge aus einem Thal in das andere, da wo eine Einsenkung des Gebirgskammes, ein Ausschnitt oder ein Sattel liegt. Sie sind den Hochgebirgen vorzugsweise eigen, vermitteln die Verbindung zweyer durch eine Gebirgskette von einander getrennter Gegenden, und haben davon ihren Namen erhalten. Die Römer hießen sie *Juga montium*, was das deutsche Wort Joch wieder gibt; im Französischen heißen sie *Cols*. Oefters sehen die Einschnitte im Kamm tief herab unter die Berggipfel. Sie erstrecken sich bald eine halbe bis andert- halb Stunden in die Länge, wie der Paß am Simplon, am kleinen Bernhardsberg, am Mont Cenis, bald sind sie nur einige Duzend Schritte lang, wie am Splügen und am Stillsfer-Joch. Ungeachtet der beträchtlichen Einsenkungen des Kammes an der Stelle der Pässe, liegen diese doch immer noch in einer

bedeutenden Höhe. Viele Alpenpässe liegen über 7000 Fuß über dem Meere. Die höchsten Alpengipfel, der *Mont blanc* mit 14,764 Fuß, und der *Monte Rosa* mit 14,222 Fuß, steigen bis zur doppelten Höhe an.

Die absolute Höhe der merkwürdigsten Pässe in den deutschen, schweizerischen und savoyischen Alpen ist, in franz. Fuß angegeben, folgende:

Simpson	6,174 Fuß,
St. Bernhardin	6,238 „
Brenner	6,360 „
Mont Cenis	6,360 „
Gotthard	6,390 „
Eplügen	6,498 „
Grimfel	6,652 „
Kleiner Bernhard	6,750 „
Septimer	6,980 „
Gemmi	6,998 „
Ferret	7,146 „
Bernina	7,181 „
Albula	7,238 „
Gries	7,338 „
Furca	7,455 „
Julier	7,631 „
Großer Bernhard	7,668 „
Stilfser-Joch	8,610 „
Mont Cervin	10,500 Fuß.

In den Anden, wo die Gebirgsgipfel noch viel höher ansteigen, als in den Alpen, wo in der östlichen Kette der peruanischen Anden der *Illimani* sich bis zu 22,519 Fuß, und der *Nevado von Sorata* bis zu 23,692 Fuß erhebt, liegen auch die Pässe in größerer Höhe. Der Paß von *Altos de los Hueffos* liegt 12,736 Fuß, und der von *Altos de Toledo* 12,736 Fuß über dem Meere. In der westlichen Kette erhebt sich der Paß von *Ayo*, auf welchem ein Posthaus liegt, sogar zur Höhe von 16,550 Fuß.

Im Durchschnitt liegen in den Alpen und in den Anden die Pässe in der halben Höhe der höchsten Gebirgsgipfel. In

beiden Gebirgen befinden sich in der Höhe der Pässe noch einzelne Wohnungen; aber Gruppen derselben, Dörfer, erreichen jene Höhe nicht. Die höchsten in den Alpen sind die im Oberen Engadin in Graubünden, von welchen St. Morizio 5600 Fuß über dem Meere liegt; in Peru aber lebt ein Drittheil des Gebirgsvolkes in einer Höhe von 13,200 Fuß, und das Dorf Tacora ist daselbst 13,373 Fuß über der Meeresfläche erhaben, somit das höchste auf dem Erdboden.

Sind die Pässe eng und von steilen Felswänden eingeschlossen, so heißt man sie Engpässe. Sie sind alsdann leicht zu bewachende Pforten, natürliche Gränzscheiden benachbarter Völker. Sie scheiden auch zwischen den beiden Thälern, die sie mit einander verbinden, die Wasser, sind Wassertheiler, und daher auch der Name Scheideck für den höchsten Theil derselben, wo sich die Wasser nach verschiedenen Meeren scheiden. So fließen vom Julierpaß die Wasser einerseits dem Rheine zu, und sofort in die Nordsee, andererseits zum Inn und in das schwarze Meer. Am Bernina fließen die Wasser einerseits dem Po zu und ins Adria-Meer, andererseits in den Inn und durch diesen zur Donau.

Schon diese Verhältnisse lassen uns die Gebirgspässe als höchst interessante Eigenthümlichkeiten des Hochgebirges erscheinen. Sie haben aber auch noch ein weiteres, hohes, historisches Interesse, als Uebergangspuncte bey den Wanderungen der Völker. Die Römer überstiegen, wenn sie ihre Legionen nach Deutschland entsendeten, die rhätischen Alpen vom Comer-See her, vermittelst des Septimer-Passes oder des Juliers. Hannibal stieg über den Paß des kleinen Bernhardsberges nach Italien hinab. Auf der Straße durch das Thal von Aosta führten die römischen Feldherren ihre Heere über den Paß des kleinen und großen Bernhardsberges, und Caecina, einer der Legaten des Vitellius, führte, nach Tacitus *), seine schwerbewaffneten Legionen noch im Winter über den letzteren Paß, über welchen Buonaparte, nach vielen Zurüstungen, erst im Sommer nach Italien vorzubringen wagte.

*) Histor. lib. 1. cap. 70. Penino subsignanum militem itinere et grave legionum agmen, liberis adhuc nivibus traduxit.

Gruppen von Gebirgsgipfeln, aus welchen einer derselben sich mächtig über die anderen erhebt, nennt man Gebirgsknoten, auch Gebirgshöcke. Sie bilden sich da, wo einige Gebirgsketten zusammenstoßen. Der Montblanc stellt mit seinen nächsten Umgebungen einen solchen Gebirgsknoten dar. Das von Süden heraufziehende Alpengebirge stößt dort zusammen mit dem vom Gotthard her in westsüdwestlicher Richtung laufenden Theil des Alpengebirges.

Ebenen, welche auf der Höhe eines Gebirges liegen, heißen Hochebenen oder Plateaus. Terrassen nennt man die Absätze, welche sich am Abfall eines Gebirges befinden.

Zwischen zwey oder mehreren Gebirgen liegende Plateaus von bedeutender Erstreckung, auf denen sich Hügelreihen, Berge oder kurze Bergzüge erheben, nennt man Hochländer. Haben ausgedehnte Plateaus dagegen wellenförmige Erhebungen und Vertiefungen, so nennt man sie Tafelländer. Asien schließt die höchsten und größten aller Hochländer ein, die Wüste Cobi, die Tartarey, Tibet und die große Bucharey.

Von der Verbindung der Hügel.

Die Hügel erscheinen weit häufiger isoliert, als die Berge. Wie durch niedere Höhe, öfters isolirtes Auftreten, unterscheiden sie sich von den Bergen auch noch durch die Art ihrer Verbindung. Sie liegen nemlich in der Regel gruppenweise beisammen, oder bilden kurze Reihen, selten ausgedehntere, oder in bestimmter Richtung weit fortziehende Ketten. Ihre Gruppen zeigen gewöhnlich eine ziemlich gleiche Ausdehnung in Länge und Breite. Einen mit Hügeln besetzten, ausgedehnteren Theil der Erdoberfläche nennt man ein Hügelland.

Ofters liegen Hügel am Fuße der Gebirge, und vermitteln gleichsam deren Uebergang in die Ebene. Die Vertiefungen zwischen den Hügeln sind klein und flach. Selten erhebt sich in einer Hügelgruppe ein einzelner Hügel so stark über die anderen, daß man auf seiner Höhe deren Gesammtheit überblicken kann.

Von den Höhenzügen.

Höhenzüge wollen wir die unbedeutenden, stark verflachten Erhebungen nennen, welche zwischen den Quellen der Bäche und

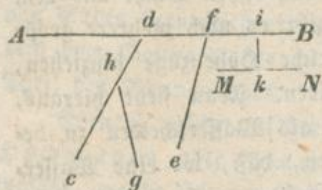
Flüsse hinziehen. Sie sondern häufig Flußgebiete von einander, und erscheinen als die allgemeinsten Wasserscheiden. Als eine wichtige Wasserscheide tritt der Höhenzug von Polen und Rußland auf, welcher sich zwischen der bohnischen Bucht und dem Eismeere hinzieht. Von dieser Art gibt es noch mehrere große Strecken der Erdoberfläche, über welche Höhenzüge hinziehen, die eine fortlaufende Wasserscheide bilden. Man sieht hieraus, wie irrig es ist, die Gebirge allein als Wasserscheiden zu betrachten, und demzufolge vorauszusetzen, daß, wo eine Wasserscheide vorhanden ist, auch ein Gebirge seyn müsse.

Von den Thälern.

Die Vertiefungen zwischen den Bergen und Hügeln nennt man Thäler. Ihre Beschaffenheit ist immer abhängig von den Verhältnissen der sie einschließenden Erhebungen. Ein Thal ist immer auf zwey Seiten von Bergen begränzt, und dieser Name bleibt einer derartigen Vertiefung immer, wenn sie breit ist und sich weithin erstreckt. Ist sie aber schmal und kurz, so heißt sie eine Schlucht. Im bergigen Lande, zwischen einzelnen Bergen liegende Thäler nennt man Bergthäler; zwischen Rücken, Ketten u. s. w. im Gebirge liegende Thäler heißen Gebirgsthäler. Man nennt diese Längenthäler, wenn ihre Richtung mit der des Gebirges zusammenfällt, und Querthäler, wenn dieselbe die Hauptrichtung des Gebirges unter einem starken Winkel schneidet. Thäler ferner, welche zwischen einem Gebirge und dessen Vorbergen liegen, sich somit an der Außenseite des Gebirges befinden, nennt man Außenthäler, und solche endlich, welche zwischen zwey verschiedenen Gebirgen liegen, Zwischenthäler. Solcher Art ist das große Rheinthale zwischen Basel und Mainz, von dem Schwarzwalde, den Vogesen und den nördlich von diesen fortsetzenden Gebirgszügen eingeschlossen. Laufen zwischen zwey oder mehreren parallelen Ketten oder Bergzügen Thäler hin, so heißen sie Parallelthäler.

Ein Thal, welches ein Gebirge ganz oder einen großen Theil desselben durchzieht, wird ein Hauptthal genannt; kleinere Thäler, welche sich mit demselben verbinden, heißen Seiten-

thäler, und solche, welche sich wieder mit diesen vereinigen, Nebenthäler. Die Linie *AB*, nebenstehender Figur, soll ein Hauptthal vorstellen. Die damit sich verbindenden



Thäler *cd* und *ef* sind Seitenthäler, und *gh* ist ein Nebenthäl. Der Punct, wo ein Thal in ein anderes ausläuft, heißt seine Mündung; *dfh* sind also Thalmündungen. Die Seitenthäler münden gewöhnlich in der Richtung des

Hauptthals in dasselbe aus, und zwar in der Regel unter einem spitzen Winkel. Parallelthäler sind häufig durch Querthäler mit einander verbunden, welche ziemlich senkrecht gegen jene laufen, wie *MN* und *ik* der Figur zeigen. Dadurch werden Thalkreuze gebildet, an welchen sehr oft beckenförmige Erweiterungen liegen.

Der Anfang oder Ursprung eines Thales besteht in der Regel in einer engen, öfters spaltensförmigen Vertiefung. Selten ist die Vertiefung daselbst becken- oder kesselförmig, oder von drey Seiten von Felsen umschlossen, wie ein Circus oder ein Amphitheater, wo alsdann durch die vierte offene Seite das Thal nach abwärts fortsetzt. Von dieser Beschaffenheit ist der Ursprung mehrerer Thäler in den Pyrenäen, und namentlich des Thales von Baréges, den die Gebirgsbewohner *Oule de gavarnio* nennen. *Oule* bezeichnet in ihrer Sprache einen Topf oder Kessel. Der größte bekannte Circus liegt am Anfang des Thales von Anzascá, am Fuße des Monte Rosa. Er ist beynähe zirkelrund, hat über 2 Meilen im Durchmesser, und ist von verticalen, reichlich 2000 Meter hohen, Felsenwänden eingeschlossen.

Der Boden der Thäler, welchen man Thalsohle nennt, senkt sich von ihrem Ursprung bis zu ihrem Ende immer tiefer und tiefer herab. Auf diese Weise sind die Thäler im Allgemeinen auch die Ableitungscanäle des Wassers vom Bestand in das Meer, denn die auf ihrem Boden zusammenfließenden Wasser müssen nach der Neigung desselben abwärts laufen. Die Rinne, worinn das Wasser fließt, die tiefste Linie der Thalsohle, heißt Thalsohleweg. Das Fallen der Thalsohle ist niemals gleichförmig,

und bey Thälern im niedrigeren Gebirge und bey breiten Thälern gewöhnlich schwach. Bey Thälern im mittelhohen Gebirge ist es schon weit stärker, und oft absatzweise. Die stärkste Neigung hat in der Regel die Sohle der Querthäler, namentlich im Hochgebirge. Hier sind auch die Seiten, die Thalwände, höher, steiler, rauh, mit Felsen versehen, durch herabfließende Wasser ausgefurcht, die sich oft über Abfälle stürzen und Wasserfälle bilden. Die Thalwände laufen selten parallel, und nur bey sehr engen, spaltenförmigen Thälern. In der Regel nähern sie sich bald, bald entfernen sie sich von einander, und so entsteht eine Reihe von Verengungen und Erweiterungen, von Engen und Becken, die bey den mehrsten Thälern, vom Ursprunge an bis zu deren Ende, ununterbrochen auf einander folgen.

Die wässerigen Meteore, Regen, Nebel, Thau, Schnee, Eis liefern das Wasser, welches, wie alles Flüssige, das Streben zum Fall hat, in die Erde eindringt, der Tiefe zufließt und durch Ritzen und Klüfte des Gesteins niedergeht, bis ihm geschlossene, undurchdringliche Gesteinslager, Thon- oder Lettenschichten, darinn Schranken setzen. Seitenklüften folgend, oder durch Druck des nachfließenden Wassers in die Höhe gehoben, tritt es nun als Quelle an den Tag. Hier nun beginnt abermals die Fallthätigkeit des Wassers. Es fließt entweder frey ab, oder sammelt sich in einem Becken, das bald moorig oder sumpfig, bald von reinem, stehendem Wasser erfüllt, ein See ist, und fließt erst aus diesem weiter. So geht das Wasser jedes Thales aus einer freyablaufenden Quelle hervor, oder es fließt aus einem Moor oder Sumpf heraus, oder es ist endlich der Abfluß eines Sees. Mehrere zusammentretende Quellen bilden nun einen Bach, mehrere sich vereinigende Bäche einen Fluß. Verbinden sich Flüsse, und fließen alle diese verbundenen Gewässer direct ins Meer ab, so nennen wir sie einen Strom. Der Weg, welchen die Wasser von der Quelle an bis dahin durchlaufen, wo der Strom das Meer erreicht, heißt Stromlauf, der ganze Landstrich, der seine Gewässer einem Strom zusendet, Stromgebiet, die Gegend, welche dieselben einem Flusse zuschickt, Flußgebiet, und derjenige Landstrich, aus welchem die Gewässer zu einem Flusse zusammenfließen, und wo deren Quellen liegen, Quellenbezirk.

Der Wasserlauf läßt sich im Allgemeinen in den Ober-, Mittel- und Unterlauf unterscheiden, da jeder dieser seine besondern Verhältnisse zeigt.

Der Oberlauf ist durch das Maximum des Gefälles characterisirt, da die Neigung der Thalsohle hier sehr stark ist, ja häufig Abfälle bildet. Die Wasser fließen hier daher außerordentlich schnell ab, stürzen sich, im eigentlichen Sinn des Wortes, in Hochgebirgsthälern brausend über die Felsen und Blöcke, und bilden häufig Wasserfälle, die, bey kleiner Wassermasse, meistens durch hohen Fall ausgezeichnet sind. Der wilde, oft tobende Lauf dieser Gewässer hat zu den Benennungen Gießbäche, Wildbäche u. s. w. Veranlassung gegeben.

Der Mittellauf ist durch ein schwächeres Gefälle, ein breiteres Bett und durch viele Krümmungen characterisirt. Der Thalweg wechselt häufig von einer Seite zur andern. Inseln liegen zerstreut zwischen den Krümmungen, Thalengen schnüren die Wassermasse ein und veranlassen Stromschnellen, das heißt eine stellenweise größere und wachsende Geschwindigkeit, und einzelne Abfälle bewirken, obwohl viel seltener als beym Oberlauf, Wasserfälle, die nun durch ihre große Masse imponieren, wie der Fall des Niagara. Größere und kleinere Parthien des Bettes sind oftmals feicht, und bilden Untiefen.

Der Unterlauf zeigt das Minimum des Gefälles, die Wassermasse ist breiter, und nimmt, zur Zeit der Anschwellungen, an Breite zu. Zu dieser Zeit ist jeder Strom mit Schlamm beladen. Wo er das Meer erreicht, an seiner Mündung, hemmt der Widerstand des Meerwassers, namentlich zur Zeit der Fluth oder bey Stürmen gegen die Küste, den freyen Ausfluß. Die Geschwindigkeit des Wassers erlischt hier mehr oder weniger, und nun setzen sich die aufgeschlemmten Massen ab, erhöhen das Bett, wachsen zu Riegeln und Barren an, die sich endlich über den Spiegel des Wassers erheben und den Strom theilen. Laufen nun die beiden Arme getrennt, in Gabeltheilung in das Meer, so hat der dazwischen liegende Landtheil die Gestalt eines Dreiecks, oder eines griechischen D (Δ , Delta), und wegen der Aehnlichkeit des zwischen den Nilmündungen liegenden Landtheils mit jenem Buchstaben, nannten ihn die Griechen auch Delta, ein Namen,

der
wor

Die
Mit
am
char
Sch
lieg
Be
Hoch
in d
nich
und
den
dehn
Wass
Fluß
Bier
Bod
u. s. f.
thal

einen
des
liche
Fuß
den
diese
besitz
mal
me r
448
Gen
einen
seine
nom

der später allgemein zur Bezeichnung von Landstrichen beybehalten worden ist, welche zwischen getheilten Strommündungen liegen.

Die beckenförmigen Erweiterungen vieler Thäler sind zum Theil mit stehendem Wasser angefüllt, und stellen Seen dar. Mitunter liegen diese in ansehnlichen Höhen, treten bisweilen am Anfang der Thäler auf, wo dieser durch eine Circusbildung characterisirt ist, wie z. B. der *Feldsee* am *Feldberg* im *Schwarzwalde*, der 3400 Fuß über dem Meere liegt. Desters liegen sie auch auf der Höhe der Pässe, wie die *Seen* auf dem *Bernina*, oder auf Abhängen enger, stark abgestufter Thäler im Hochgebirge, wie der *Fehler-*, *Emteffer-* und *Seealp-See* in den *Appenzeller Alpen*. Diese *Seen*, wahre *Gebirgsseen*, sind nicht selten von mächtig hohen Felswänden umgeben, gewöhnlich klein und mit dem Wasser der Quellen oder der Gletscher erfüllt. In den größeren Thälern erreichen sie oftmals eine ansehnliche Ausdehnung, zumal der Länge nach. Bäche und Flüsse führen die Wasser dem Becken zu, dessen Uebermaaß mit der Stärke eines Flusses abläuft. So liegen im *Jura* der *Neuschäteler-* und der *Bianner-See*; am Ausgange von *Alpenthälern* der *Genfersee*, der *Bodensee*, der *Lago Maggiore*, *Lago di Como*, *Lago di Garda* u.s.f., im *Marthal* der *Briener-* und der *Thuner-See*, im *Reußthal* der *Luzerner-See* u.s.w.

Das höchste und größte Seebecken auf der Erde ist das in einem hohen Längenthale der *Peruanischen Andes* gelegene Becken des Sees von *Titicaca*. Es liegt zwischen 14 und 17° südlicher Breite, und nimmt den nördlichen Theil des 11,800 Par. Fuß über dem Meere liegenden Hochgebirgthales ein, zwischen den beiden dortigen parallelen *Cordilleras*. Den südlichen Theil dieses Thales durchfließt der *Desaguadero*. Dieses Seebecken besitzt einen Flächenraum von 3500 Quadratlies, ist somit drey-mal größer als die *Schweiz*, und von allen Seiten vollkommen geschlossen. Der See selbst bedeckt eine Fläche von 448 Quadratlies, und ist somit zwanzigmal größer als der *Genfersee*. Seine Wasser finden nur in der Verdunstung einen Abfluß. Hier, an den Ufern dieses Sees, und auf seinen Inseln, hat das Reich der *Inkas* seinen Anfang genommen.

Sehr oft sind mehrere Seen mit einander verbunden, durch Bäche oder Flüsse, die von einem zum andern fließen. Auf diese Weise ist der Neuschateller-See durch die Thielle mit dem See von Bienne verbunden, der obere Bodensee durch den Rhein mit dem Untersee, der Thunersee durch die Aar mit dem Brienzensee, und auf eine ähnliche Weise sind in Nordamerica, die canadischen Seen, mit einander verbunden, der Wälder-, der Winnipeg-, der Athapascow- und der Sclaven-See, deren Wasser-Abfluß sowohl gegen Osten geht, durch den Ashany und Sewernfluß, als gegen Norden zum arktischen Polarmeer, vermittelst des Mackenzie-Stroms und des Kupferminen-Flusses. Ebenso bilden die Seen, welche südlich von der Hudsonsbay liegen, eine zusammenhängende Seefette, die man die Lorenzo-Seenkette heißt. Fünf Seen, der Obersee, der Huron, der Michigan, der Erie und der Ontario, sind durch kurze Flußläufe mit einander verbunden, und der Abfluß derselben bildet den St. Lorenzo-Strom.

Von den Ebenen.

Zeigen Theile der Erdoberfläche keine Unebenheiten oder nur unbedeutende, so heißt man sie Ebenen. Liegen sie nur wenig über dem Meerespiegel, so nennt man sie Niederungen, auch Tiefebene, zum Unterschiede von Ebenen welche hoch über der Meeresfläche liegen, und die man Hochebenen nennt. Zu den Tiefebene gehören die norddeutschen Ebenen, so wie die Ebenen Ungarns, die lombardische Ebene, und in America die Ebenen am Amazonenfluß und am unteren Orinoko. Liegt eine Tiefebene in der Nähe des Meeres, und tiefer als dessen Wasserspiegel, so heißt man sie negative Niederung. Befindet sich eine solche Tiefebene im Innern eines Landes, von Bergen oder Gebirgen umgeben, so nennt man sie Erdsenkung oder Versenkung. Einzig in dieser Art, und höchst interessant, ist die Erdsenkung im Westen Asiens, welche Hr. v. Humboldt beschrieben hat. Dort liegt ein Land von mehr als 10,000 geographischen Quadratmeilen Flächeninhalt, zwischen der Kuma, dem Don, der Wolga, dem Jaik, der Obtschei Syrt, dem Affakal-See und bis zum unteren Lauf des Sihon (Farartes) und

des Amu (Orus der Alten), welches als eine merkwürdige Senkung eines bedeutenden Theils des asiatischen Festlandes erscheint. Die Oberfläche des caspischen Meeres und des Ural-Sees, welche 32—50 Toisen unter dem Spiegel der oceanischen Wasser liegen, bilden den tiefsten Theil derselben. Nur wenige einzelne Massen ragen beträchtlicher hervor und tragen dazu bey, die Gestalt dieser wunderbaren Senkung des Bodens recht auffallend zu machen.

Gewöhnlich besteht die Oberfläche der Ebenen aus losen Massen, aus Schutt, Grus, Geröll oder Sand, unter welchen die feste Gesteinsmasse sich da und dort hervorhebt. Die Wasser durchziehen langsam und in vielen Krümmungen diese einförmigen Landstriche. Sind sie vorzugsweise mit Haidekraut bedeckt, so nennt man sie Haide. Solcher Art sind die Ebenen, welche sich von Jütland aus durch Lüneburg und Westphalen bis nach Holland erstrecken, und wovon ein Theil unter dem Namen der Lüneburger Haide sehr bekannt ist.

Sind die Ebenen dagegen mit Gräsern bedeckt, oder mit kleinen dicotyledonischen Gewächsen, so nennt man sie Steppen. Dieser Art sind die ausgedehnten ungarischen Ebenen, die Ebenen der Songarey und das Land zwischen dem Don und der Wolga. Die größten Steppen sind die Planos (spanisch) Südamericas, die ungeheuren Ebenen von Caracas, Venezuela u.s.w. Das Gefälle der Wasser ist hier so außerordentlich klein, daß starke Winde und Meeresandrang öfters das Zurückfließen derselben gegen die Quellen bewirken.

Sind die Ebenen ganz ohne Vegetation, von nacktem, unfruchtbarem Sande bedeckt, so heißt man sie Wüsten. Ausgedehnte Wüsten gleichen Sandmeeren. Vom Winde gewellt liegt hier oft der lose Sand in Wogen und Hügeln viele Meilen weit fort. Dürr und öde zieht sich unabsehbar die stille, todte Sandfläche hin. Sparsam, weit aus einander, liegen da und dort Wasserstellen, grüne Oasen, die Inseln des Sandmeers.

Structur der Gebirgsmassen.

Jede größere Gesteinsmasse zeigt sich aus einzelnen kleineren Stücken zusammengesetzt. Man sieht Spalten, oft nach gewissen

Richtungen, die Masse durchziehen, und sich schneiden unter bisweilen ziemlich constanten Winkeln. Die zwischenliegenden Stücke erscheinen im Allgemeinen parallelepipedisch, haben gewöhnlich eine dem Würfel oder Rhomboëder mehr und weniger genäherte Gestalt, und sind auch häufig tafelförmig. Gebirgsmassen von Granit, Sandstein, Kalkstein, Thonschiefer zeigen diese Structurverhältnisse häufig auf eine ausgezeichnete Weise, wie aus Fig. 1, Taf. I, zu ersehen ist, welche die gewöhnliche Structur des Granits darstellt. Gebirgsmassen, welche aus Basalt, Dolerit, überhaupt aus Gesteinen bestehen, welche unter Feuereinwirkung gebildet worden sind, besitzen oft eine säulenförmige Structur. Die Säulen bestehen theils der ganzen Länge nach aus einem Stücke, theils sind sie durch Querspaltten in kleinere Stücke abgetheilt, gegliedert, wie Fig. 2. Nicht selten sind gerade dieselben Gebirgsmassen, welche oft aus prismatischen Stücken zusammengesetzt scheinen, aus kugelförmigen Stücken zusammengesetzt, so manche basaltische, doleritische, dioritische Gebirgsmassen, ja mitunter selbst der Granit, wie z. B. am Kynast in Schlessen. Die Bildung von Prismen und Kugeln nehmen wir bey vielen Substanzen wahr, die aus dem feurigflüssigen Zustand, unter gewissen Verhältnissen, in den festen Zustand übergegangen sind, und nach der Analogie dürfen wir daher schließen, daß die oben genannten Gesteine, welche prismatische und kugelförmige Structur besitzen, einmal in einem geschmolzenen Zustand gewesen sind, und bey der Abkühlung diese Structurverhältnisse angenommen haben. Auch die Structur vieler crystallinischer Gebirgsmassen kann auf eine ähnliche Weise entstanden seyn. Die schieferige des Gneises, Glimmerschiefers u. s. w. ist eine Folge der Crystallisation, welche bey der Masse, woraus diese bestehen, stattgefunden hat.

Bey den Gebirgsmassen, welche sich aus dem Wasser abgesetzt, oder unter Wassereinfluß gebildet und nach und nach erhärtet haben, wie bey Kalksteinen, Sandsteinen, Conglomeraten, ist die Structur eine Folge der Zusammenziehung ihrer Masse, bey dem Uebergang aus dem flüssigen oder halbflüssigen Zustand in den festen, mitunter wohl auch eine Folge einer mechanischen Erschütterung oder eines Stoßes, wodurch mehr oder weniger regel-

mäß
dentung
und
mäß
theil
tenweit
gleich
nenn
nenn
gelbe
rühr
im
einerfante
ein
eman
gibt
Bild
Schie
regel
den
Bezi
ThälEtr
Neig
dami
verste
Orte
Stre
De

mäßige Risse und Sprünge in der Masse hervorgebracht worden sind.

Spalten, welche die Gebirgsmassen in unbestimmten Richtungen durchsetzen, dieselbe in unregelmäßige Stücke zertheilen, und selbst innerhalb der Theile erscheinen, welche durch regelmäßige Structur gebildet sind, heißt man Klüfte. Das Zertheiltseyn einer Gebirgsmasse durch derartige unregelmäßige Spalten nennt man Zerklüftung.

Schichtung.

Sind die Gebirgsmassen durch parallele Spalten, welche weit aushalten, sich regelmäßig wiederholen und die ganze Masse gleichförmig durchsetzen, in plattensförmige Lager abgetheilt, so nennt man sie geschichtet. Die plattensförmigen Lager selbst nennt man Schichten. Sie sind vollkommen von einander abgelöst. Die Flächen, womit sie bey der Auseinanderlage sich berühren, sind mehr oder weniger eben, oder es verschwinden doch, im Vergleich zu ihrem gleichmäßigen, meilenweiten Fortsetzen, in einerley Ebene, die kleinen Unebenheiten derselben.

Dieses Verhältniß der Schichtung ist eines der interessantesten im Gebiet der Geognose, und folgenreich, wie kaum ein anderes. Es belehrt uns, wie die einzelnen Lager sich nach einander, und allmählich aus dem Gewässer abgesetzt haben, gibt uns einen durchgreifenden Unterschied zwischen solchen Bildungen und denjenigen zu erkennen, welche, ohne alle Schichtung, nur Structurverhältnisse wahrnehmen lassen, keine regelmäßige Auseinanderfolge zeigen; und unter andern Umständen gebildet worden sind. Die Schichtung steht ferner in naher Beziehung zur Richtung der Gebirge und zur Beschaffenheit der Thäler.

Man unterscheidet bey ihr zunächst das Fallen und das Streichen der Schichten. Unter Fallen versteht man die Neigung einer Schicht gegen den Horizont. Den Winkel, den sie damit macht, nennt man den Neigungswinkel. Unter Streichen versteht man ihre Richtung in Bezug auf den Meridian des Ortes. Eine Linie rechtwinkelig auf das Fallen gezogen, ist die Streichungslinie.

Man kann sich von diesem Verhältniß keine bessere und einfachere Vorstellung machen, als wenn man sich einige Bücher *a* in schiefer Lage auf einem Tisch liegend, und, etwa durch ein anderes dickes Buch *b*, gestützt denkt. Wenn nun der Tisch, wie Fig. 4, eine horizontale Fläche bildet, und die Bücher Schichten einer Gebirgsmasse vorstellen, dann ist der Winkel, den dieselben mit der Tischplatte machen, ihr Fallen, dessen Größe durch den Winkel bestimmt ist, den sie mit dem Tische machen. Das größere, zur Stütze dienende Buch *b* liegt horizontal, oder, wie der Bergmann sagt, söhlig, und hat somit gar kein Fallen. Die ganz aufrecht, mit nach oben gekehrtem Rücken stehenden Bücher haben das Maximum der Neigung, und geben das Bild einer senkrechten oder verticalen Schichtenstellung, welche der Bergmann auch eine seigere nennt. Die Streichungslinie ist durch den Rücken der Bücher bezeichnet. Diese haben nun entweder eine Richtung von Süd nach Nord, oder irgend eine andere dazwischenliegende.

In der geognostischen und bergmännischen Sprache werden zur Bezeichnung der angeführten Verhältnisse und einiger anderer, noch besondere Benennungen gebraucht. So heißt man senkrechte Schichten auch „auf dem Kopf stehende;“ nennt man das Fallen auch Einschießen; die Dicke oder Stärke der Schichten Mächtigkeit, und heißt man ferner Schichten, die über einen Fuß stark sind, Bänke. Die an der Oberfläche der Gebirgsmassen hervortretenden Schichten nennt man das Ausgehende, und die einzelnen, hervorragenden, Treppenstufen vergleichbaren Theile der Schichten, welche in der Richtung des Einfallens über einander liegen, Schichtenköpfe.

Die Bestimmung des Streichens und Fallens der Schichten geschieht mittelst eines kleinen Compasses, der mit einem Gradbogen und Senkel versehen ist. Diese Bestimmungen müssen immer mit Sorgfalt und Umsicht gemacht werden, da die zu untersuchenden Schichten gar oft nicht auf eine solche Weise entblößt sind, daß man sie leicht überblicken kann. Man findet sie nicht selten nur in Linien angedeutet, oder mit Thon, Lehm, Kalksinter u. s. w. überkleidet. Ihr ununterbrochenes Fortsehen auf große Erstreckung, ihr Parallelismus, der sich bey allen

Die
aber
tur,
nich
des
gem
der
tung
groß
solch
irgen
Lette
Schie
schlo
halte
die
menf

Schie
Orte

linie
dehnu
keit
Gebir
und
Schic
das
dern.

parall
v. B
welche
geschic
Oberfl
wunde
an, t
Spalt

Biegungen gleich bleibt, zeichnet sie immer aus. Mitunter besitzt aber eine geschichtete Gebirgsmasse eine so ausgezeichnete Structur, daß, wenn die dabey vorhandenen Hauptspaltungsrichtungen nicht parallel laufen mit den Schichtungsebenen, die Bestimmung des wahren Streichens und Fallens der Schichten leicht unrichtig gemacht wird. Dieß kann namentlich bey dem Thonschiefer geschehen, der öfters eine ausgezeichnete Structur besitzt, deren Hauptspaltungsrichtung mit der Schichtungsebene einen mehr oder weniger großen, manchmal einen beynahen rechten Winkel macht. In solchem Falle thut man am besten, nachzuforschen, ob nicht irgendwo eine fremdartige Zwischenschicht, eine Lage von Thon, Letten, Kalk u. s. w. vorkommt, welche die wahre Richtung der Schichten angeben kann. Auch geben in den Schichten eingeschlossene Versteinerungen, Bruchstücke, Geschiebe ein gutes Anhalten, da sie immer so vertheilt in den Schichten liegen, daß die Richtung ihrer Verbreitung mit der Schichtungsebene zusammenfällt.

Wir haben oben schon im Allgemeinen die Wichtigkeit des Schichtungsverhältnisses ausgesprochen, und wollen nun an diesem Orte einige besondere Beziehungen desselben herausheben.

Es ist eine vielfach bestätigte, alte Regel, daß die Streichungslinie der Schichten fast immer mit der vorwaltenden Längenausdehnung der Gebirgsmassen zusammenfällt. Diese Gesetzmäßigkeit bemerkt man im Hügel- und im bergigen Lande, wie in den Gebirgen. Gleichförmig in einerley Richtung fortziehende Berg- und Gebirgsmassen zeigen gewöhnlich auch eine gleichförmige Schichtenstellung, wobey das Streichen der Schichten so lange das gleiche bleibt, als die Massen selbst die Richtung nicht ändern. Laufen Ketten parallel, so hat man auch die Erscheinung parallellaufender Streichungslinien. Der Scharfsinn Leopold v. Buchs hat darinn die Richtung mächtiger Spalten erkannt, welche in der Erdruste aufgerissen wurden, und durch welche ungeschichtete Gebirgsmassen aus dem Erdinnern herauf an die Oberfläche gestiegen sind. Die aufgerichteten und manchfach gewundenen Schichten deuten auch klar die mächtigen Einwirkungen an, denen sie ausgesetzt waren, und die bey Verstungen und Spaltenbildungen vorkommen mußten.

Von großem Interesse ist ferner das Verhalten der Schichten in den Thälern. Enge, schluchtige Thäler haben oft vollkommen das Aussehen von Spalten, sie können daher durch Aufreißen der Gebirgsmasse entstanden seyn, aber möglicher Weise auch durch Auswaschung. Die genaue Untersuchung und Würdigung der Schichtungsverhältnisse führt nun zunächst zur richtigen Ermittlung der Entstehung solcher Thäler, von welchen Fig. 4 A und B, Taf. I., eine Ansicht gibt. Sind die Wände des Thales A durch dieselben Schichten gebildet, die einander gerade gegenüber liegen und mit einander correspondieren, und zieht unter der Wasserrinne bey a eine nicht zerbrochene Gesteinschicht durch, so ist es als ziemlich bewiesen anzusehen, daß das Thal nicht die Folge einer Spaltung der Gebirgsmasse, sondern die Folge einer Auswaschung und Aushöhlung durch strömendes Wasser und Rollsteine oder Felsblöcke ist, welche, durch die Gewalt des Wassers bewegt, Ausreibungen und Ausschleifungen der Felsen bewirken. Sieht man aber unter dem Bett des Baches oder Flusses keine geschlossene ganze Schicht, sondern eine Lage von Grus, Sand oder Geröll, so kann man nicht wohl bestimmen, wie das Thal entstanden ist, da möglicher Weise die Schuttmassen, geborstene Schichten oder den tiefer niedergehenden Theil einer Spalte bedecken können, wie in B, obiger Figur. Sind aber gespaltene Schichten unter der Wasserrinne zu beobachten, oder das Niedergehen einer Kluft, so hat man Ursache anzunehmen, daß das Thal in Folge einer Verftung der Gebirgsmasse entstanden ist, wobey eine Spalte gebildet wurde.

Bemerkt man in einem engen, spaltenförmigen Thal, daß die Gesteinsschichten der Thalwände nicht mit einander correspondieren, daß die gleichartigen Schichten bey ihrer Verlängerung nicht auf einander treffen und in verschiedener Höhe liegen, wie bey Fig. 5, Taf. I., so zeigt dieß deutlich eine Verschiebung der durch eine Spalte zertheilten Masse an, und man hat ein solches Thal als ein entschiedenes Spaltenthal zu betrachten, auf welches auch noch die Wasser eingewirkt haben können, so daß seine jetzige Beschaffenheit als die Folge einer zusammengesetzten Wirkung erscheint, nämlich zunächst als Folge einer entstandenen

Spalte, und dann als Folge der Auswaschung durch ein die Spalte durchfließendes Wasser.

Defters sieht man in Thälern von ringförmiger Gestalt, die man passend Ringthäler nennt, die Schichten, welche deren Wände zusammensetzen, in allen Richtungen, nach außen und abwärts geneigt, so daß die Schichtenköpfe einen steilen Abfall gegen den Thalgrund bilden, welcher der Neigung der Schichten gerade entgegengesetzt ist. In solchen Thälern sieht man nun offenbar, daß die Schichten sich hier nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage befinden, und daß diese Thalbildung nicht eine Folge der Auswaschung durch strömende Gewässer ist. Die Schichten sind hier offenbar in einem Puncte in die Höhe gehoben, dabey in den obersten Theilen aus einander gerissen oder zersprengt worden, und die Köpfe derselben bilden nun einen kreisförmigen Wall um die Kesselvertiefung. Aus dem fast ganz geschlossenen Thalgrund führt durch einen Einschnitt ein Bach oder ein Flüsschen die Wasser ab. Solche Thäler nennt man, mit Berücksichtigung der eigenthümlichen Stellung ihrer Schichten, Erhebungsthäler.

Ein schöneres und großartigeres Beyspiel eines solchen kreisförmigen Erhebungsthales, als dasjenige, welches das Thal von Pyrmont darbietet, ist bis jezt nicht bekannt. Fr. Hoffmann hat davon eine vortreffliche, hier benutzte, Beschreibung und die auf Taf. I. durch Fig. 6 gegebene Profilzeichnung mitgetheilt, welche die Eigenthümlichkeit des merkwürdigen Schichtungsverhältnisses besser als alle Worte erläutert. Die oberste, horizontalgestrichelte Gebirgslage ist Keuper. Darunter folgt der von der Linken zur Rechten wellenförmig linirte Muschelkalk, und hierauf Sandstein durch eine von der Rechten zur Linken schräg abwärts laufende Linirung angezeigt. Die Punctirung deutet Gyps an, und die senkrechten Striche die Entwicklung der Kohlensäure. Die obersten Ränder der Muschelkalkberge, welche die höchste Einfassung des Kessels bilden, liegen an den gegenüberstehenden Thalwänden bis auf eine halbe Meile weit aus einander, und erheben sich fast auf allen Seiten gleichförmig über die Thalsohle um 900 bis 1000 Fuß. Auf der Außenseite liegen die Keupermassen, die in einzelnen Bergen noch zu größerer

Höhe ansteigen, und eine zweyte ringförmige Einfassung bilden. Im Thalgrund liegt unter dem Muschelkalk der bunte Sandstein, der sich noch bis zu 400 Fuß über denselben an der Thalwand hinaufzieht. Seine obersten Gränzen gegen den aufliegenden Muschelkalk liegen an den gegenüberstehenden Abhängen nicht in gleicher Höhe. Wir sehen sie an der nördlichen und östlichen Seite um ein Beträchtliches höher hinauf gehen, als an der südlichen und westlichen, dort also weiter hinaufgehoben, und deshalb auch das Einfallen der über ihm liegenden Schichten nach Außen dort steiler. Wichtig ist ferner das Auftreten einer Gypsmaße auf dem Thalboden, an der Emmerbrücke bey der Saline, und von dem größten Interesse das ebenfalls im Thalgrunde stattfindende Ausströmen von Kohlensäurem Gas, welches in der berühmt gewordenen Dunsthöhle so bedeutend ist.

Man kann nach diesen Verhältnissen der Schichtung und den sie begleitenden Umständen hier nur annehmen, daß Gase die Schichten emporgehoben und zersprengt haben, und mag in der noch stattfindenden Kohlensäure-Entwicklung erkennen, daß die Herauswirkung unterirdischer Gasarten noch fortbauert, und der Verbindungsweg noch offen ist.

Ein vollkommenes, nur etwas verkleinertes Abbild des Pyramonter Erhebungsthales, ist das Thal von Driburg, bis auf die Größe, jenem Thale in allen äußeren Verhältnissen vollkommen ähnlich, aus dessen Thalgrund auch die Sauerquellen aufsteigen, welche, nach denen von Pyrmont, die stärksten sind, welche am linken Ufer der Weser vorkommen.

Gar oft sieht man in langen Thälern und in Parallelthälern die Schichten in einer Linie erhoben und zu beiden Seiten sich nach auswärts einsenken. Hier nun, wo die verlängerten Schichten zusammentreffen, wird ein Scheitel gebildet. An den innern Wänden solcher Thäler sieht man ferner häufig verschiedene unter einander liegende Gebirgsmassen hervortreten. Kann man bey solchen Thälern wohl eine Entstehung in Folge von Auswaschungen annehmen; können Wasserströme ihren Weg ursprünglich auf der Scheitellinie der Schichten genommen haben?

Hier sieht man nun klar, daß das Thal in Folge einer ver-

änderten Schichtenstellung entstanden ist. Wir können uns vorstellen, wie die Schichten in die Höhe gehoben worden sind, und sich da eine klaffende Spalte bilden konnte, wo die Scheitellinie derselben hingelaufen ist.

Liegen die Schichten in einem Thale, in ihrer ursprünglichen Lage, horizontal, völlig ungestört, zeigen sie sich an beiden Gehängen in gleichem Niveau auch vollkommen gleichartig, so ist deutlich, daß ein solches Thal nicht in Folge einer Verftung und Verschiebung der Schichten entstanden seyn kann. Bestehen horizontale Schichten aus weichen, thonigen, mergeligen oder kalkigen Gesteinen, so können mit Heftigkeit darüber wegströmende Gewässer, zumal wenn sie mit Schutt und Gesteinstrümmern beladen sind, oder diese mit sich fortwälzen, leicht Furchen, Einschnitte hervorbringen, welche bey fortdauernder Wirkung der Gewässer immer mehr vertieft, immer weiter ausgespült werden. Unter solchen Umständen können Thäler durch die zerstörende Kraft der Gewässer, durch Auswaschung, gebildet werden. Führen die Gewässer die lockeren Schichten nach und nach fort, und treffen sie darunter härtere, so geht der Angriff und die Spülung, bey dem stärkeren Widerstand der härteren Gesteine, sehr wenig in die Tiefe, dagegen stark in die Breite, das Thal wird flach und die tieferen harten Schichten werden dabey bloß gelegt. Unter solchen Umständen gebildete Thäler nennt man Entblösungsthäler.

Diese Spülungen und Auswaschungen können aber nicht durch diejenigen Wasser bewirkt worden seyn, welche heute noch in den Thälern fließen, da, in Betracht ihrer gegenwärtigen Stärke, die Wirkungen viel zu groß erscheinen, als daß man sie ihnen ganz zuschreiben könnte; ja, daß sie es nicht sind, welche die Thäler ausgewaschen haben, geht noch ganz klar daraus hervor, daß die heutigen Gewässer die Thäler nicht immer ihrer ganzen Länge nach durchströmen, sondern ihre natürlichen Rinnale öfters verlassen und seitwärts abfließen durch Spalten, welche die Gebirgsmassen durchschneiden.

Alle diese Verhältnisse zeigen uns deutlich die Wichtigkeit an, welche die Schichtungsverhältnisse, hinsichtlich der Beschaffenheit der Thäler, und bey Beurtheilung ihrer Bildungsweise, haben.

Von der Lagerung.

Das Verhältniß der einzelnen Gebirgsmassen zu einander, nennt man Lagerung. Eine Gebirgsmasse von großer Ausdehnung und einer eigenthümlichen inneren Beschaffenheit, heißt man ein Gebirgslager. Auch hier spielen die Schichtungsverhältnisse wieder eine wichtige Rolle. Fig. 7, Taf. I., soll einige der wichtigsten Lagerungsverhältnisse erläutern, die Art der Verbindung der Gebirgslager verdeutlichen und die dabey vorkommenden Schichtungsverhältnisse anschaulich machen.

Berühren sich zwey Gebirgslager in einer horizontalen oder schwachgeneigten Ebene, so zeigt sich immer deutlich das eine auf das andere gelagert, wie a, b, c der Figur 7, und ein solches Verbindungsverhältniß bezeichnet man mit dem Namen der Auflagerung. Die unter einem Gebirgslager b, oder auch einer einzelnen Schicht b, sich befindenden Massen a heißt man das Liegende; die darüber gelagerten das Hangende. Massen, deren Schichten parallel sind, wie a, b c, oder d, e f, und die also ein gleiches Streichen und Fallen haben, zeigen gleichförmige Lagerung; sind dagegen die Schichten nicht parallel, wie a und g, so heißt man die Lagerung eine ungleichförmige. Die unteren Schichten sind in der Zeit, welche zwischen ihrer Bildung und dem Absatz der darauf ruhenden verstrich, aus der horizontalen Lage in eine geneigte versetzt worden, und zwar entweder ohne daß dabey die Oberfläche wesentlich verändert worden wäre, oder aber es hat in dieser Zwischenzeit die Oberfläche des unteren, älteren Gebirgslagers einen mehr oder weniger starken Angriff, einen gewissen Grad von Zerstörung erlitten, in dem sie längere Zeit zerstörenden Einflüssen ausgesetzt war, und somit vor der Ablagerung a a' eine zeitlang das Ausgehende der älteren Ablagerung gebildet hatte. Ruht eine Gebirgsmasse auf zwey oder mehreren älteren, wie a a' auf i und g, so nennt man dieses Lagerungsverhältniß übergreifende Lagerung.

Bilden die, sehr selten auf weite Strecken horizontalen oder gleichförmig geneigten, Schichten Krümmungen, welche nach abwärts gehen, und Vertiefungen an der Erdoberfläche ähnlich sind,

wie h o, k d, Fig. 7, so heißt man diese Stellung der Schichten die muldenförmige, oder man sagt, die Schichten bilden eine Mulde. Die Linie, welche durch die tiefsten Punkte derselben läuft, nennt man die Muldenlinie. Geht die Krümmung der Schichten nach oben, bilden sie eine dachförmige Gestalt, wie d, e, f derselben Figur, so nennt man die Schichtenstellung eine sattelförmige, und die Erhöhung einen Sattel. Von der Höhe desselben neigen sich die Schichten nach entgegengesetzten Seiten. Die Linie, von welcher aus das Fallen auf diese Weise stattfindet, und die über die höchsten Punkte des Sattels hinläuft, nennt man die Sattellinie, oder auch, nach dem entgegengesetzten Einfallen der Schichten, die Antiklinallinie. Solche Sattellinien ziehen sich mitunter auf große Strecken höchst gleichförmig fort, und geben uns einen Beweis von ausgedehnten Hebungslinien. Ueberhaupt sprechen diese Verhältnisse deutlich aus, daß die Schichten auf manchfaltige Weise aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, daß Hebungen und Senkungen derselben stattgefunden haben. Nicht selten folgen bey hinter einander fortliegenden Bergen, oder bey parallel laufenden Zügen derselben, Hebungen und Senkungen mehrfach auf einander. Die erhabenen Punkte stellen die Sättel, die vertieften die Mulden dar, und erstere entsprechen häufig den Bergen, letztere den Thälern. Fig. 8, Taf. I, soll eine Vorstellung einer auf einanderfolgenden Sattel- und Muldenbildung geben, a zeigt die Sättel, b die Mulden an. Man sieht auf der Höhe der Sättel, die bald auf dem Gipfel der Berge, bald im Grunde der Thäler liegen, wie bey a', die Schichten sich nach entgegengesetzten Richtungen einsenken, und hat somit in der Streichungsrichtung eine Antiklinallinie (vom Griechischen anti, entgegengesetzt, und klino, neigen). In den Mulden neigen sich die Schichten gegen einander, und die Muldenlinie ist also zugleich auch eine Synklinallinie (ein Name vom syn, zusammen, und dem eben angeführten klino, gebildet).

Diese Veränderungen der ursprünglichen Schichtenstellung und Lagerung der Gebirgsmassen sind nicht nur an der Oberfläche der Erde vor sich gegangen, sondern auch in ihrem Innern. In Bergwerken beobachtet man sie in allen Tiefen, und hier

sieht man häufig die Schichten und große Gebirgsager von Spalten durchsetzt, welche in unerforschte Tiefe niedergehen und manchmal meilenweit fortsetzen. Die dadurch getrennten Theile wurden an einander verschoben, und man nennt derartige Veränderungen daher auch Verschiebungen, auch Verwerfungen, und die Spalten, welche mit solchen Verschiebungen im Causalnerus stehen, Rücken, Klüfte, Sprünge, Gänge. Sie sind bald mehr und weniger ausgefüllt, bald leer.

Fig. 9, Taf. I., wird diese Verhältnisse anschaulich machen. Es ist hier das Innere des Gebirges aufgeschlossen. Verschiedene Schichten sehen dasselbe zusammen; aber die zu beiden Seiten der Klust liegenden Schichten correspondieren nicht mit einander, und die Schichten *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, immer von gleicher Beschaffenheit, müssen einst zusammenhängend gewesen seyn. Die Klust *k* hat den Zusammenhang unterbrochen, und es wurde dabey entweder der Theil *A* in die Höhe gehoben, oder der Theil *B* gesenkt, wobey, wie im vorliegenden Fall, die auf der Seite *B* befindlichen Schichten *a*, *b*, *c*, *d* durchaus tiefer liegen, als auf der Seite *A*.

Die Spalten sind gewöhnlich mit Thon, Lehm, Trümmern verschiedener Mineralkörper, mit Gesteinen oder auch mit Erzen ausgefüllt. Die mit Gesteinen und Erzen ausgefüllten Spalten nennt man Gänge, und nach der Art der Ausfüllung selbst unterscheidet man Gesteinsgänge und Erzgänge. Was bey den Erzgängen noch außer den Erzen als Ausfüllungsmasse vorkommt, nennt man Gangart. Das Gestein zu beiden Seiten einer solchen Spalte nennt man Nebengestein.

Einfluß der betrachteten Verhältnisse auf die Form der Gebirgsmassen.

Betrachtet man die mannfaltigen und so sehr von einander abweichenden Formen der einzelnen Berge und der Gebirge in ihrer Beziehung zur Zusammensetzung der Gebirgsmassen, zu ihren Structur-, Schichtungs- und Lagerungsverhältnissen, so kann nicht unbemerkt bleiben, daß diese einen ganz entschiedenen Einfluß auf jene haben. Harte, der Verwitterung trohrende Gesteine treten mit scharfen, eckigen Gestalten auf, zeigen Felsen-

bildung, ragen in Mauern, Pyramiden u.f.w. empor, während die Massen weicher, thoniger und mergeliger Gesteine sich durch starke Verwitterung abrunden und sanfte Formen annehmen. Bey wagerechten Schichten sind die Formen immer einförmiger und weniger ausgezeichnet, es erscheinen die Massen auf große Strecken in ununterbrochenem Zusammenhange, und in Folge dessen in langgezogenen Rücken oder sanft gerundeten und wellenförmig gebogenen Kuppen, Köpfen, Platten u.f.w. Sind dagegen die Schichten stark aufgerichtet, haben sie beträchtliche Hebungen und Senkungen erlitten, so sieht man den Zusammenhang vielfach unterbrochen, Spalten die Massen zertrennen, die Tafeln der Schichten sägenartig ausgezackt, in Säulen, Pyramiden, Obeliskten und Nadeln zertheilt, die bey starker Aufrihtung und bedeutender Erhebung frey in die Lüfte ragen und einen malerischen Anblick gewähren. Sind geschichtete Bildungen mit solchen gelagert, welche keine Schichtung besitzen, so bedingt dieß immer eine große Abwechslung der Formen, und kommt dazu noch das oben erwähnte Verhältniß, großer, räumlicher Veränderungen der geschichteten Massen, Hebungen, Zerspaltungen u.f.w., so wird dadurch die größte Mannfaltigkeit überraschender Formen hervorgebracht.

Von den geognostischen Formationen.

Gebirgsmassen, welche Schichtung zeigen, müssen sich nach und nach ruhig abgesetzt haben, und alle Schichten, welche in gleichförmiger Lagerung über einander liegen, sind während derselben Zeit der Ruhe gebildet worden. Störungen, die später eintraten, haben sie alle gleichmäßig betroffen, eine spätere Hebung hat alle in gleicher Zeit der Ruhe abgesetzten horizontalen Schichten gleichförmig aufgerichtet, und eine ungleichförmige Lagerung ist daher immer das Resultat gewaltsamer Störungen, welche die Zeit des ruhigen Absatzes unterbrochen hat. Auf diese Weise ergeben sich von selbst Perioden der Ruhe und gewaltsamer Vorgänge. Die Schichten einer Periode tragen immer einen eigenthümlichen Character, umfassen Absätze, welche unter denselben Umständen gebildet worden sind, zusammen ein Ganzes ausmachen, und daher immer zusammen und unter denselben Lagerungsverhältnissen

vorkommen. Den Inbegriff mineralischer Massen, die zusammen ein solches Ganzes ausmachen, nennt man eine Formation. Durch Bildungsperioden von einander geschieden, erscheinen die geognostischen Formationen, deren Unterscheidung wir dem Genie Berners verdanken, als selbstständige und unabhängige Ganze, und ihre Unabhängigkeit beurfundet sich dadurch, daß sie auf Massen von verschiedener Beschaffenheit liegen und auf ältere unterliegende Bildungen, bald in gleichförmiger, bald in ungleichförmiger Lagerung abgesetzt sind.

Der bekannte und genauer untersuchte Theil der Erdrinde läßt eine bestimmte Reihenfolge solcher Formationen wahrnehmen, die mit großer Regelmäßigkeit und Gleichförmigkeit allgemein verbreitet sind, und die man deshalb auch allgemeine Formationen oder Gebirgsbildungen heißt. Diesen gegenüber unterscheidet man locale Bildungen, die durch besondere, durch örtlichkeiten bedingte, oder an solche gebundene Charaktere sich auszeichnen, und keine allgemeine Verbreitung haben.

Die Schichten, welche sich während der Bildungszeit einer Formation abgesetzt haben, sind fast nie alle von ganz gleicher Beschaffenheit, und daher die Formationen, hinsichtlich ihrer Gesteinsverhältnisse, auch beynah niemals einfach. Sie zeigen sich in der Regel aus verschiedenartigen Gesteinen, Kalksteinen, Sandsteinen, Conglomeraten, Thonen, Mergeln u. s. w. zusammengesetzt, welche gewöhnlich lagenweise auf einander folgen, öfters mit einander abwechseln und natürliche Abtheilungen des Formations-Ganzen bilden. Diese Abtheilungen treten als die einzelnen Glieder der zusammengesetzten unabhängigen Gebirgsbildung auf, bleiben aber nicht aller Orten gleich, sowohl an Anzahl als Stärke, ja sie werden nicht selten, während sie an einem Orte in bestimmter Mächtigkeit oder Abwechslung angetroffen werden, an einem andern Orte ganz vermißt, oder man sieht sie hier durch Massen von abweichender Beschaffenheit ersetzt. Dabey bleiben aber die Lagerungsverhältnisse unverändert, und man findet in diesen somit das Constante und Bezeichnende einer Formation, während die Gesteinsverhältnisse wechseln, in einer bestimmten Formation ein Gestein das andere ersetzt, als dessen Stellvertreter, als dessen Aequivalente auf

tritt. Formationen, die gleiche Lagerungsverhältnisse zeigen, aber aus verschiedenen Gesteinen bestehen, nennt man auch parallele Formationen. So zeigt die Formation, welche zunächst das Becken von Paris erfüllt, und daselbst auf Kreide ruht, dasselbe Lagerungsverhältniß, was die thonigen Massen haben, welche im Becken von London zunächst die dortige Kreide bedecken, während aber in der Gegend von Paris das Gestein überwiegend kalkig ist, besteht die Gebirgsbildung, worauf London steht, vorzüglich aus Thonmassen.

Diese Verschiedenheiten in den mineralogischen Characteren der Formationen erschweren ihre richtige Erkennung in vielen Fällen ganz außerordentlich, namentlich wenn es sich um Vergleichung von Gebirgsbildungen handelt, die an weit aus einander liegenden Orten vorkommen. Dabey leisten alsdann solche Bildungen sehr nützliche Dienste, die wohl bekannt und ganz allgemein verbreitet sind, indem sie, wenn man bey einer solchen Untersuchung durch ihr Vorhandenseyn begünstigt ist, ganz vortreflich zur Orientierung dienen, und als sichere Anhaltspuncte gebraucht werden können. Man hat solche Bildungen deßhalb auch sehr passend geognostische Horizonte genannt.

Vorkommen von Bersteinerungen.

Die mehrsten geschichteten Gebirgsbildungen schließen Bersteinerungen ein, Ueberreste von Pflanzen und Thieren, deren organische Masse mehr oder weniger von mineralischen Substanzen überkleidet, durchdrungen oder ersetzt ist.

Diese Ueberreste, auch Petrefacten genannt, Gegenstand einer eigenen Sciencz, die man Petrefactenkunde heißt, liegen in den verschiedenartigsten Schichten begraben, bis hinab zu den aller ältesten, finden sich in jeder Tiefe, bis zu welcher man in geschichteten Bildungen niedergekommen, in jeder Höhe, bis zu der man hinangestiegen ist, 1000 Fuß unter der Oberfläche der Erde und bis zu 16,000 Fuß über dem Meerespiegel.

In den untersten ältesten Schichten findet man im Allgemeinen Reste von Thieren und Pflanzen, welche den niederen Classen angehören, zumal Reste von Schal- und Gliederthieren, und die ausgebildeteren Formen nehmen in dem Maaße zu, als

man aus den älteren Schichten in die jüngeren aufsteigt, und zu gleicher Zeit werden sie auch zahlreicher. Man erkennt, bey der aufmerksamen Beobachtung der Vertheilung der Petrefacten in den verschiedenen Gebirgsformationen, eine deutlich ausgesprochene, fortwährende Entwicklung der organisierten Wesen, von den ältesten Bildungen bis herauf zu den jüngsten, eine stufenweise Vervollkommnung der Thiere und Pflanzen. Immer treten vollkommener organisierte Wesen auf, je weiter man aus den älteren Schichten in die jüngeren vortrückt, und in den jüngsten endlich findet man, mit den Pflanzen der vollkommensten Ausbildung, den Dicotyledonen, auch die Thiere einer höheren, vollkommeneren Organisation, Vögel und Säugethiere.

Der bey weitem überwiegende Theil der versteinerten organischen Reste besteht aus Gehäusen von Schalthieren, welche im Meere lebten, und während langer Epochen der Ruhe den Meeresgrund bedeckten. Diese Schalen erscheinen bald abgerieben, zerbrochen und wie durch eine lange fortgesetzte Bewegung des Wassers in Form, Stärke und Größe verändert; bald finden wir sie ganz und wohl erhalten bis auf die zartesten Hervorragungen. Im ersteren Falle scheinen sie von einer entfernten Stelle hergebracht und da aufgehäuft worden zu seyn, wo wir sie heute finden; im andern Falle scheinen sie an der Stelle gelebt zu haben, wo man nunmehr ihre Reste antrifft, oder nahe dabey. Die Schichten sind nicht selten mit solchen Resten ganz angefüllt, und schließen unzählige Quantitäten derselben ein, so daß man annehmen muß, das Meer habe lange und ruhig über solchen Stellen gestanden. Es waren auch in der That lange Zeitperioden erforderlich, zur Hervorbringung der oft sehr mächtigen Niederschläge, und nur während einer langen Zeit der Ruhe konnten so zahllose Schalthier-Individuen an einer Stelle leben und absterben. Jeder Ort, an welchem wir sie heute treffen, war einst Meeresboden, war vom Meere bedeckt, und Meere nahmen also einst die Stellen unserer heutigen Continente und Inseln ein.

Die Schalthierreste sind bisweilen microscopisch klein, und sehen uns dann ebenso durch ihre Kleinheit, wie durch ihre Zahl in Erstaunen. Eine in dieser Beziehung sehr interessante Thatsache erzählt uns Soldani in seinem *Saggio Oritographico*,

1780. Er untersuchte einen in den Hügeln von Casciana in Toscana gefundenen Stein von nahezu anderhalb Unzen Gewicht, und fand darinn 10,454 microscopisch kleine, gekammerte Conchylien. Der Rest des Stückes bestand aus Schalenbruchstücken, winzigen Schinitenstacheln und Kalkspath. Von einigen Arten dieser Schalthiere giengen 4—500 auf 1 Gran, und er nimmt an, daß von einer besonders kleinen Art, selbst 1000 Individuen kaum einen Gran wägen.

Gar oft haben die organischen Reste wesentlichen Einfluß auf die Anordnung der Theile eines Gesteins, und wir sehen namentlich Thon- und Mergellager dadurch öfters in dünne Blätter abgetheilt. In der Auvergne liegen in einem mächtigen Mergelgebilde zahllose Myriaden dünner Schalen von *Cypris faba*, von einem winzig kleinen Schalthiere, von welchem heut zu Tage noch einige Arten leben, die hurtig in den stehenden Wassern der Teiche und Sümpfe umherschwimmen. Der die *Cypris*gehäuse einschließende, einige hundert Fuß mächtige, Mergel ist dadurch in papierdünne Blätter abgetheilt. Diese Thierchen werfen jährlich ihr Gehäuse ab, und konnten nur in sehr langer Zeit eine so unzählige Menge ihrer Schalen hinterlassen. Erwägt man diesen Umstand, so wie die Mächtigkeit des Mergelgebildes, so findet man darinn einen unumstößlichen Beweis, daß das Gebilde, während einer langen Zeit der Ruhe, langsam und allmählich abgesetzt worden ist.

In neuester Zeit hat man auch große Massen versteinert^r Infusorien gefunden. Ehrenberg, der sie entdeckte, hat gezeigt, daß sie an vielen Stellen in Mineralien und Gesteinen angetroffen werden, und man namentlich in einer mehrfältig vorkommenden Ablagerung, in dem Polierschiefer, sie in solcher Menge findet, daß sie beynah die ganze Masse desselben zusammensetzen. Diese Thierchen haben ungefähr einen Durchmesser von $\frac{1}{200}$ Linie, was $\frac{1}{8}$ von der Dicke eines Menschenhaares beträgt, oder der Größe eines Blutkugelschens gleichkommt. Eine Cubiklinie des Biliner Polierschiefers enthält nahezu 23 Millionen solcher Thierchen, ein Cubikzoll 41,000 Millionen. Das Gewicht eines solchen Cubikzolls ist 220 Gran; 187 Millionen dieser Thierchen wägen einen Gran, und jedes wägt somit für

sich, das heißt, der fossile Kiefelschild jedes derselben, $\frac{1}{100}$ millientel eines Grans.

An vielen Orten schließen die Schichten Meerthierreste zu gleicher Zeit mit Resten von Thieren ein, die im süßen Wasser leben, in Flüssen, Seen, Sümpfen, und mit Landthierresten. Solche Vermischungen der Reste von Meeres-, Süßwasser- und Landthieren erklären sich durch die Beobachtungen, welche man an vielen sich ins Meer ergießenden, großen Flüssen macht. An deren Mündungen leben Meer- und Flußbewohner beysammen, und Landthiere können in die Strommündung getrieben, oder es können ihre Gerippe vom Lande hergeschwemmt werden. Ein Wechsel von Schichten, die Meerthierreste einschließen, und von solchen, die Süßwassergeschöpfe enthalten, findet darinn seine Erklärung, daß ein dem Meere nahe gelegenes und damit in Verbindung stehendes Becken, welchem süße Wasser zufließen, bey Wechselln des Wasserstandes, bald von süßem, bald von salzigem oder brakischem Wasser auf längere Zeit erfüllt seyn konnte.

Diese im Vorhergehenden in ihren allgemeinsten Verhältnissen betrachteten Versteinerungen sind nun in den geschichteten Bildungen keineswegs verworren durch einander geworfen, sondern stellen einmal, wie schon oben bemerkt worden ist, eine ununterbrochene Entwicklungsreihe dar, und fürs andere sind gewisse Geschlechter und Gattungen immer in bestimmten Gebirgsbildungen eingeschlossen, so daß in denselben Schichten im Allgemeinen auch dieselben Versteinerungen vorhanden sind. Einige Familien kommen zwar in Schichten jedes Alters vor, dagegen sind andere sehr bestimmt auf gewisse Formationen beschränkt, und man bemerkt sehr gut das Aufhören ganzer Gruppen, und gewisse Abschnitte, über welche hinaus sich bestimmte Thier- und Pflanzenfamilien nicht mehr erstrecken.

Dieser Zusammenhang der regelmäßigen Aufeinanderfolge der Schichten, mit der bestimmten Vertheilung der Petrefacten in denselben, ist von der allerhöchsten Wichtigkeit. Wir haben durch dessen Erkennung die schätzbarsten und bestimmtesten Data von der Bildung der Erde erhalten, und durch die Versteinerungen, diese ächten historischen Documente, Einsicht in die Entwicklung

des Organischen, und in die Vorgänge gewonnen, die an der Oberfläche unseres Planeten stattgefunden haben.

Unstreitig sind die Versteinerungen für die Bestimmung geognostischer Formationen von der größten Wichtigkeit. Ihre Kenntniß ist beim Studium der Geologie unentbehrlich, und groß und wesentlich sind die Aufschlüsse, die wir durch sie erhalten. Darum können wir der Bemerkung nur beystimmen, nach welcher es eben so thöricht seyn würde, eine Untersuchung über Bau und Umwälzungen der Erde vorzunehmen, ohne auf die von den Versteinerungen dargebotenen Beweise zu achten, als es abgeschmackt wäre, die Geschichte eines alten Volkes schreiben zu wollen, ohne auf seine Münzen, Innschriften, Denkmäler, auf die Ruinen seiner Städte und Tempel Rücksicht zu nehmen. Doch dürfen wir niemals vergessen, daß nicht die organischen Reste das allein Charakteristische und Wesentliche der Schichten sind, und daß die Lagerungsverhältnisse immerhin den ersten Rang einnehmen; daß Bestimmungen und Schlüsse über Identität oder Verschiedenheit der Bildungen zunächst aus ihren räumlichen Verhältnissen abgeleitet werden müssen, und die Schlüsse nach dem Vorkommen von Versteinerungen nur dann volle Gültigkeit haben, wenn ihnen die Lagerungsverhältnisse nicht widerstreiten.

Die Vernachlässigung dieses Grundsatzes, die einseitige Ueberschätzung des Werthes der Petrefacten, führt immer zu Irrthümern. Wie kann man auch jetzt schon, ohne Irrthümer zu begehen, einzig auf den Grund hin, daß an entlegenen Puncten dieselben Versteinerungen vorkommen, die Identität solcher Massen behaupten? Raum kennen wir einige Theile von Europa genauer; von den anderen Erdtheilen wissen wir noch ungleich weniger. Einige Bruchstücke und Angaben allgemeiner Verhältnisse, die wir Reisenden verdanken, reichen noch lange nicht hin, uns eine klare Vorstellung von den dortigen Verhältnissen zu geben. So lange wir aber nicht die ganze Erdoberfläche gleichmäßig kennen, dürfen wir nicht anders, als nach sämtlichen Erscheinungen, den räumlichen und den petrefactologischen, Schlüsse über Identität der Massen ziehen.

Classification der Gebirgsbildungen.

Sämmtliche Gebirgsbildungen zerfallen ganz einfach und naturgemäß in zwey große Abtheilungen. Eine Abtheilung umfaßt

die geschichteten Bildungen, welche in regelmäßige, plattens fremige Lagen abgetheilt, in bestimmter Ordnung über einander abgelagert sind, und eine große zusammenhängende Reihe bilden; die andere Abtheilung begreift die ungeschichteten Gebirgsbildungen, die man auch massige heißt, bey denen die parallelen, weit aushaltenden und sich regelmäßig wiederholenden Spalten, und die lagenweise Aufeinanderfolge fehlen.

Die geschichteten Bildungen zeigen in der Regel einfache Producte mechanischer Aggregation; die ungeschichteten bestehen dagegen vorzüglich aus crystallinischen Gesteinen, sind meist aus mehreren Gemengtheilen zusammengesetzt, die häufig in ausgebildeten Crystallen auftreten, und nur ausnahmsweise ist durch die Structur eine durchgreifende Anordnung der Gemengtheile nach parallelen Ebenen bedingt.

Die Unterscheidung der Gebirgsbildungen in geschichtete und massige ist ganz geeignet, unsere Vorstellungen von der Bildungsweise der Gebirgsmassen zu unterstützen. In der Schichtenbildung kann man den successiven Absatz der Lagen aus Gesteinen, nach Art eines Niederschlags, nicht verkennen, und findet man den unwiderleglichen Beweis der Entstehung von Gebirgsmassen unter Wassereinfluß, oder der Existenz neptunischer Bildungen.

Die massigen Gesteine weisen dagegen durch ihren Bestand aus Substanzen, die sich nicht in Wasser lösen, niemals aus wässerigen Flüssigkeiten crystallisieren, auf Verhältnisse hin, wo unter Feuerwirkung Crystallisationen erfolgen, auf Schmelzungen, auf feurigen Fluß, aus welchen beym Erkalten und Erstarren der Massen unter unseren Augen so oft Crystallbildungen stattfinden; sie führen uns auf eine vulcanische Bildungsweise.

Betrachten wir nun die Art und Weise, wie die Bildungen beider Abtheilungen mit einander verbunden sind, untersuchen wir aufmerksam ihre Verschiedenheiten, hinsichtlich der Zusammensetzung ihres verschiedenen mineralogischen Characters, und studieren wir endlich genau die Verhältnisse, unter welchen heute noch vor unseren Augen, Fortbildungen an der Erdoberfläche, theils unter Einwirkung des Wassers, theils unter Einfluß des Feuers geschehen, so müssen wir unseren Schlüssen, wornach die G

schichteten Formationen neptunischen, die massigen vulcanischen oder plutonischen Wirkungen ihre Entstehung verdanken, den höchsten Grad von Sicherheit zugesiehet.

Nach dem jetzigen Stande unserer geologischen Kenntnisse kann man, mit Beybehaltung der Haupteintheilung Berners und der altüblichen, allgemein bekannten Benennungen, unter Berücksichtigung der neueren Fortschritte der Wissenschaft, nachstehendes, leicht verständliche geologische System aufstellen:

I. Classe. Geschichtete Gebirgsbildungen.

- I. Ordnung. Aufgeschwemmtes Gebirge.
- II. " Tertiäres Gebirge.
- III. " Secundäres oder Flözgebirge.
- IV. " Uebergangsgebirge.
- V. " Grundgebirge.

II. Classe. Massige Gebirgsbildungen.

- I. Ordnung. Vulcanisches Gebirge.
- II. " Plutonisches Gebirge.

Beide Classen beginnen mit den jüngsten Bildungen, oder mit solchen, die jetzt noch im Gange sind, und von welchen viele unter unseren Augen erfolgen.

Bey der näheren Betrachtung der einzelnen Gebirgsbildungen ist es unstreitig am zweckmäßigsten, mit den allerjüngsten zu beginnen, mit solchen, deren Entstehungsweise unter den verschiedenen, an der gegenwärtigen Erdoberfläche waltenden, Einflüssen wir zu beobachten Gelegenheit haben. Bey der Auffassung der heutigen oder der historisch nachweisbaren Vorgänge, erlangt man am besten Einsicht in die früheren Vorgänge auf unserer Erde, und gewinnt man die richtige Kenntniß der Ursachen und eine klare Vorstellung der Umstände, durch welche und unter denen die verschiedenen Gebirgsmassen gebildet worden sind. Wir befolgen daher diese Betrachtungsweise.

I. Classe. Geschichtete Gebirgsbildungen.

- I. Ordnung. Aufgeschwemmtes Gebirge.

Das aufgeschwemmte Gebirge schließt die jüngsten Gebirgsmassen ein, Massen aus ruhigen und bewegten Wassern abgesetzt,

durch Fluthen angeschwemmt, zum größten Theil auf dem westen Lande gebildet, und zum Theil jetzt noch in Bildung begriffen. Große, weitverbreitete und anhaltendere Wasserbedeckungen der Continente scheinen zur Zeit der Entstehung der ältesten derselben nicht mehr vorhanden gewesen zu seyn, da man sie nicht mit gleichförmigen Characteren ganz allgemein verbreitet antrifft, und sie häufig die Kennzeichen örtlicher Ablagerungen haben. Die bey weitem vorwaltende Masse derselben ist mechanisch zusammengehäuft, ein großer Theil der westen Bildungen aus verschiedenartigen Trümmern mechanisch zusammengefittet.

1. Formation. Alluvium.

Syn. Neues Alluvium, postdiluvianische Gebilde, Terrains alluviens, Modern Group.

Das Alluvium bildet die oberste, jüngste Lage der Erdrinde. Seine Massen sind größtentheils locker, und liegen vorzugsweise in den Niederungen, erfüllen das Flachland, den Grund vieler Thäler, die Becken mancher trocken gelegter Seen, erscheinen häufig an den Ufern der Landseen, am Meeresufer, an den Rändern der Inseln, auf den Spitzen untermeerischer Berge, an Ufern und Mündungen der Flüsse und Ströme, aber seltener auf Bergen oder Höhen der Gebirge.

Mechanische und chemische Kräfte, erstere vorzugsweise, sind bey der Entstehung der Alluvialmassen thätig gewesen und wirken zu ihrer Bildung noch fort, und selbst die jetzt lebende Organisation liefert zur Constitution mehrerer derselben wesentliches Material, und mehrere lebende Geschlechter arbeiten fort und fort am unorganischen Bau der gegenwärtigen Periode.

Zahlreiche Reste von Thieren und Pflanzen, welche, mit weniger Ausnahme, Geschlechtern angehören, die gegenwärtig noch leben, und gewöhnlich selbst noch an den Orten, wo man ihre Ueberreste findet, sind in die Massen der hierher gehörigen Bildungen eingeschlossen. Wahrhaft, vollkommen verfeinert, sind diese Reste nicht. Die Thierreste sind gewöhnlich von kohligen und bitumindsen, oder von humosen Theilen durchdrungen, Knochen, Schalen mehr oder weniger calcinirt, ihrer organischen Bestandtheile theilweise beraubt. Die Pflanzenreste sind gewöhnlich

braun oder schwarz, bituminisirt, mehr oder weniger verkohlt oder in eine weiche Masse umgewandelt, deren Hauptbestandtheile Humusssäure und Humuskohle sind. Man findet in diesen Bildungen selbst menschliche Ueberreste und verschiedenartige Erzeugnisse des menschlichen Kunstfleißes, Waffen, Denkmale, Geräthe, von den ältesten oder früheren Bewohnern des Landes hinterlassen, und von welchen manche mitunter einen niederen Grad von Ausbildung zu erkennen geben, wie ihn etwa die Kunst-erzeugnisse der Wilden Americas, oder die Producte roher Insulaner beurfunden.

Um uns eine möglichst deutliche Vorstellung von der Entstehungsweise der jüngsten neptunischen Gebirgsbildungen machen zu können, wollen wir vor Allem die Veränderungen betrachten, welche durch die heute noch fortwirkenden, nicht vulcanischen Ursachen ununterbrochen an der Erdoberfläche hervorgebracht werden.

Verwitterung. Zerstörung der Felsen.

Alle Körper, welche dem Luftkreise ausgesetzt sind, werden davon angegriffen. Die Gesteine, den wechselnden, manchfaltigen Einwirkungen der Temperatur, des Wassers und der Luft preisgegeben, erleiden ununterbrochenen Angriff, und unterliegen endlich alle der Zerstörung. Schon die mechanische Einwirkung der Luft ist zerstörend. Ein Sturm reißt vorragende Theile nieder, ein Luftstrom, der lange Zeit Sand gegen oder über Felsen fährt, wirkt angreifend ein, wie die nackte, felsige Hochebene des Karst über Triest zeigt, dessen unbedeckte Kalkmassen dem Einfluß der heftigen Bora ausgesetzt sind. Selbst eine geringfügige Ursache ist bey unendlich langer Dauer von großer Wirkung. Auch die mechanische Gewalt des Wassers, wenn es als Regen, Hagel, Schnee herabfällt, ist nicht ohne Einfluß, es schabt hervorragende Theile ab und grabt Furchen aus, indem es über sie hingleitet. Lawinen ziehen Felsstücke mit in den Sturz und zerschmettern sie. Das flüssige Wasser bringt ferner in die Masse der Gesteine ein, vermindert dabey ihre Festigkeit, weicht sie auf und bewirkt ihr Zerfallen. Durch seine auflösende Eigenschaft zieht es Kalk, Gyps, Salze, alkalishe Bestandtheile aus den Gesteinen aus.

Es wirkt in dieser Hinsicht besonders stark auf kalkige und felspathige Massen dann ein, wenn es Kohlensäure enthält, was bey dem aus der Atmosphäre herabfallenden Wasser immer mehr oder weniger der Fall ist. Am zerstörendsten aber wirkt das Wasser ein, wenn es von Gesteinen eingesogen, oder in ihnen eingeschlossen, zu Eis wird. Dabey dehnt es sich bekanntlich aus, und zwar mit solcher Kraft, daß es, in Spalten und Höhlungen selbst der stärksten Steine eingeschlossen, diese zersprengt und in kleinere Theile trennt, gleich wie ein eingetriebener, anschwellender Keil. Auch die Eismassen der Gletscher zerreiben unablässig die Gesteine, über welche sie sich fortbewegen, und die daraus abfließenden Bäche tragen in ihren trüben Wassern die Trümmer fort.

Die Atmosphäre wirkt noch in chemischer Beziehung wesentlich verändernd auf die Oberfläche ein, durch ihren Sauerstoffgehalt. Eine große Zahl von Gesteinen ist eisenhaltig. Das in ihnen enthaltene Eisenorydul verwandelt sich durch Sauerstoffanziehung in Eisenoryd, und dieses sofort, indem es Wasser aufnimmt, in rostfarbiges Hydrat. Dabey wird die Gesteinsmasse aufgelockert und allmählich zerstört. Auf diese Weise wirkt das Eisenoryd, welches von den schweren metallischen Substanzen am allgemeinsten verbreitet ist, durch den Einfluß des Sauerstoffs der Atmosphäre auf eisenhaltige Felsen erzeugt, ganz wesentlich auf die Veränderungen ein, welche an der Oberfläche der Erde vor sich gehen. Diese oxydierende Wirkung übt der Sauerstoff vorzüglich dann sehr kräftig aus, wenn er, in Wasser gelöst, wie er sich in jedem lufthaltigen Wasser befindet, mit den mineralischen Massen in Berührung steht. Nebst dem Eisenorydul wird namentlich der viel verbreitete Binar kies durch den Sauerstoffgehalt der Luft oxydiert, in Eisenvitriol umgewandelt, wobey, je nach der Zusammensetzung des Gesteins, das ihn einschließt, noch andere Salze gebildet, und immerhin Bestigkeit und Zusammenhang desselben aufgehoben werden. Alle die bezeichneten, die Zerstörung der Felsen bewirkenden chemischen Vorgänge werden noch insbesondere durch Wärme begünstigt.

Die Electricität wirkt, als chemisches Agens, das bey allen chemischen Prozessen thätig ist, unverkennbar bey den Veränderungen mit, welche durch jene hervor gebracht worden,

und diese stille und langsame Wirkung, die sie dabey, so wie bey den Verdunstungen von Wasser an der Oberfläche der Felsen auf diese ausübt, ist unstreitig wichtiger, als ihre großartige Einwirkung als Bliß, der schmilzt und zerschmettert. Dazu kommt endlich noch die zerstörende Einwirkung organisirter Wesen, der Flechten, Moose, Sträucher, Bäume, einer Vegetation, die nach dem Tode Stoff zu eigenthümlichen Gebilden hinterläßt.

Erwägen wir nun die Wirkung der geschilderten mechanischen Agentien und die chemische Thätigkeit der Luft und des Wassers, durch die Kraft der Electricität unterstützt, verbunden mit der angreifenden Wirkung der Vegetation, und betrachten wir ihren gemeinschaftlichen Einfluß auf die unorganischen Massen unseres Erdballs, so finden wir darinn die Erklärung einer ununterbrochenen Zerstörung, die immerwährend trennt, verfallen macht und Trümmer liefert, und erkennen wir die Kräfte, durch deren Thätigkeit aus diesem Material stets neue Gebilde erzeugt werden.

Goldhergestalt liefert auch in der unorganischen Natur die Zerstörung das Material zu immer neuen Bildungen. Man hat diejenigen von ihnen, welche sich in der Gegenwart gestalten, auch mit dem Namen der gegenwärtigen Bildungen bezeichnet, und sie in eine besondere Gruppe zusammengefaßt. Für diese wendet man auch den oben gebrauchten Namen Alluvium an. Erscheinungen, die eine Folge der zerstörenden Einflüsse der Atmosphären sind.

Den angeführten zerstörenden Einflüssen der Atmosphäre unterliegen, wie bemerkt, mit der Zeit die festesten Gesteine. Dabey werden hervorragende Gesteinsmassen, insbesondere auf den Höhen, auf den Gipfeln und an den Seiten der Berge, am Gehänge der Thäler, am stärksten angegriffen, und nach Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung, nach ihren Structur- und Schichtungsverhältnissen, auf manchfaltige Weise verändert. Es entstehen die manchfaltigsten Formen, und werden häufig, durcherspaltungen und Einstürze, groteske, malerische Felsen gebildet. Das zeigen uns die nördlichen Vogesen, im Thal der Lauter, bey Dahn, und im Thal von Anweiler, bey Trifels, wo die rothen Sandsteine in Gestalten dastehen, die wie Trümmer und Mauerstücke von

Ruinen ausfehen, davon geben uns ferner die Felfen von Abersbach in Böhmen, die Sandsteinmassen der sächsischen Schweiz Beyspiele, vor allem aber die Alpen, wo durch die starke Aufrihtung der Schichten der Angriff der Atmosphärlilien erleichtert und die wunderbarsten Formen hervorgebracht werden.

Zu gleicher Zeit offenbart sich, mit dem Fortschreiten der Verwitterung, bey vielen Gesteinen ihre eigenthümliche, innere Structur, die man während ihres frischen Zustandes nicht wahrnehmen kann. Man beobachtet z. B. die kugelige Structur des Basaltes und Granites, sieht wie sich Schale um Schale von größeren Kugeln ablöst, erkennt darinn den Grund der Abrundung prismatischer oder parallelepipedischer Blöcke und der Aushöhlung ausgefehter Felfenflächen. Es erklärt sich daraus die Bildung der Schwanksteine (Logan-stones) und der Felfenbecken (Rock-basins).

Felfen von Granit, mit deutlicher Structur und aus parallelepipedischen Stücken zusammengesetzt, werden durch den starken Angriff, den Ecken und Kanten erleiden, allmählich abgerundet, und nehmen, bey fortschreitender Verwitterung, immer mehr eine runde Form an. Die ebenen Auflagerungsflächen der einzelnen Blöcke werden dabey gewölbt, die Unterstützungspuncte werden vermindert und die Blöcke fallen über einander, wenn ihr Schwerepunct nicht senkrecht darauf steht. Unter gewissen Verhältnissen bleiben auch stark abgerundete Blöcke auf einander liegen, und mitunter liegt einer auf seiner convexen Unterlage so im Gleichgewicht, daß er in Schwingung gefeht werden kann, ohne herabzufallen, also im wahren Sinne des Wortes ein schwankender Stein ist. Man findet solche Schwanksteine vorzüglich auf den Granitbergen von Cornwall und Devonshire. Mehrere von diesen Steinen sind berühmt, namentlich der Logan-Rock am Vorgebirg Castle Trerryn in Cornwal, welchen die Druiden als hohen, geheimnißvollen Richter ehrten, worauf der englische Dichter Mason anspielt *).

*) Behold yon huge
And unknown sphere of living adamant
Which, pois'd by magic, rests its central weight
On yonder pointed rock: firm as it seems

Fig. 10, Taf. II., ist das von Dr. Paris gegebene Bild dieses interessanten Steines. Eine am Meeresufer hoch aufragende Gruppe von Granitfelsen trägt auf einer ihrer pyramidalen Spitzen den berühmten Stein. Er hat ein Gewicht von 60 Tonnen *), eine sphäroidische Gestalt, und steht in der Richtung seiner kürzeren Achse so im Gleichgewicht, daß, seiner Größe ungeachtet, die Kraft eines einzigen Mannes hinreicht, ihn in eine oszillirende Bewegung zu setzen.

Auf der Oberfläche von Granitblöcken, die eine innere kugelige, mit schaligen Ablösungen verbundene Structur besitzen, entstehen bey der Verwitterung, auf den derselben vorzüglich ausgefetzten Seiten, mitunter schüsselförmige Vertiefungen, die in Cornwall und Devonshire, an deren Granitblöcken man sie am häufigsten findet, Rock-basins, Felsenbecken, genannt werden. Man hat sie lange Zeit für ein Werk der Menschenhände gehalten, und sie für ein Werk abergläubischer Ceremonien der Druiden ausgegeben, die namentlich in Devonshire früher in Menge gelebt haben.

Der Fuß der Berge, der untere Theil der Gehänge der Thäler, ist überall mit Schutt bedeckt, der aus Bruchstücken der

Such is its strange, and virtuous property

It moves obsequious to the gentlest touch

Of him, whose heart is pure, but to a traitor

Tho' e'en a giants powers nerv'd his arm

It stands as fix'd as Snowdon.

Seht jenen Riesenstein dort oben!

Die Zauberkraft, die Keiner noch erfast,

Hat ihn auf schroffen Gipfel hingehoben;

Auf spitzem Fels ruht schwebend seine Last.

Er scheint uns fest, wenn man ihn so erblicket;

Doch birgt er sel'ne, große Wundermacht:

Berührt den Stein, wen Herzensunschuld schmückt,

Bewegt er folgsam sich, eh' man's gedacht.

Doch wenn des Frevlers schuld'ge Hand es waget

Zu messen seine Kraft, so wankt er nicht;

Des Riesenarmes spottet er und raget

Wie Snowdon fest, im ew'gen Gleichgewicht.

*) Eine englische Tonne = 20 englische Sentner, = 1015,649 Kilogramme.

höher anstehenden Gesteine besteht, welche durch Verwitterung abgetrennt, und dann durch eigene Schwere, durch Regen, Schnee, Lawinen herabgeführt werden. In größeren Gebirgen ziehen häufig große Schutthalden an den Gehängen herab, oder in Schluchten und Döbeln. Sie haben in der Regel die Form eines Kegels, dessen Spitze der Anfangspunct der Halde ist, und gegen welche hin die Bruchstücke immer kleiner werden.

Nicht selten lösen sich im Hochgebirge, namentlich im Frühjahr, ganz große Felsmassen ab, die mit fürchterlicher Gewalt in die Tiefe fallen, sich im Sturze zertrümmern und auf alles zerstörend wirken, was sich ihnen entgegen stellt. Die Wirkungen solcher Felsenstürze kann man sehr schön im Thal von Bevers, unsern Samaden, im oberen Engadin sehen, wo vor einigen Jahren Felsmassen vom Albulagränit durch das bewaldete Gehänge des Bevers-Thales herabgestürzt sind. Man sieht hier starke Stämme, in 15—20 Fuß Höhe über dem Boden, geradezu abgesprengt, beynahe alle entgipfelt und entastet, viele völlig umgeworfen; eine entsetzliche Zerstörung, so weit hin die Felsenrümmern im Sturze den Wald durchgebrochen haben. Sehenswerth ist auch der Felsensturz bey St. Marco, unsern Roveredo, im unteren Etschthal, unter dem Namen Lavini di St. Marco in der Gegend bekannt, und von Dante geschildert. Das Thal und seine Gehänge sind bis Seravalle herab mit Felsenrümmern überschüttet.

Werden Gesteine von Wasser durchweicht und aufgelockert, so lösen sich bey aufgerichteter Stellung der Schichten bisweilen ganz große Massen davon ab, und es erfolgen auf diese Art Bergfälle, Bergstürze. Dieß tritt namentlich dann ein, wenn das Gestein von thoniger oder mergeliger Beschaffenheit, oder wenn ein festeres Gestein auf einem thonigen aufgelagert ist, das durch eine größere Menge Wasser erweicht wird. Ein solcher Fall ereignete sich 1806 am Ruffenberg in der Schweiz, dem Rigi gegenüber, wo von der auf einer Thonlage ruhenden Nagelfluhmasse des Berges, dessen Schichten unter einem starken Winkel gegen das Thal geneigt sind, am 2. September, nach einem heftigen Regen, um 5 Uhr Abends, der größte Theil herabstürzte, Goldau, Busingen, Ober- und Unterröthen und Lowerä

verschüttete, und einige andere nahe gelegene Dörfer mehr oder weniger beschädigte. Die Stein- und Schuttmasse wurde durch den Fall bis in den kleinen See von Lownerz getrieben, und machte dessen Wasser 60—70 Fuß hoch steigen, so daß der am entgegengesetzten Ende gelegene Ort Seven von den stürmenden Wellen überschwemmt und hart bedrängt wurde.

Wo weiche, schieferige Gebirgsmassen dem zerstörenden Einfluß der Atmosphäre ausgesetzt sind, da werden immer große Trümmermassen gebildet. Im Hochgebirge entstehen, unter solchen Umständen, nach und nach ungeheure Schutthalden, die sich bey steilem Gehänge der Berge öfters ablösen und in den tieferen Theil der Thäler herabrutschen. Solche Abrutschungen von Schuttmassen, die sich öfters weit in die Thäler hinauschieben, nennt man Bergschlipfe. Sie verursachen öfters große Verheerungen, zumal wenn sie Flußbette auffüllen und verstopfen, wo nachher, beym Durchbruch der Gewässer, ganze Landschaften mit Schutt überdeckt werden. Durch solche Bergschlipfe wurden die Thäler Domleschg und Prettigau in Graubünden mit unfruchtbaren Trümmern überschüttet.

Nach der Beschreibung von Escher lag die Ursache des Bergschlipfes im Nolla-Thal bey Thusis, wodurch 1820 das Domleschger-Thal verwüstet worden ist, in ungeheuren Schutthalden eines thonigen und mergeligen Gesteins, das den Hintergrund des Thales bildet, und die darüber aufsteigenden Höhen bey Ober-Cepina. Zusammenhängende Schuttmassen hatten vor diesem Ereigniß den Hintergrund des Nolla-Thales bogensförmig ausgefüllt, und sich, mit Wiesen und Wald bekleidet, weit an den Gehängen in die Höhe gezogen. Durch von oben her einsickernde Wasser, und durch Regen und Schnee allmählich durchwässert und aufgeweicht, glitschten gewaltige Massen davon herab, erfüllten das Bett der Nolla, stauten ihre Wasser auf, bis sie endlich durchbrachen, wobey die ungeheure Schuttmasse in das Bett des Hinterrheins getrieben und dort zu einem 40 Fuß hohen Damme aufgeschüttet wurde, welcher den Lauf des Rheins unterbrach. Sein Bett lag im Domleschg-Thal nun trocken, während das Rheinwasser hinter dem Damm zu einem langen See aufgeschwellt wurde.

Der Schuttdamm brach endlich durch, aber glücklicherweise nur ganz allmählich, so daß die angeschwellte Wassermasse Zeit zum ruhigen Abfluß fand. Der Nolla-Schutt wurde dabey längs dem linken Rheinufer hinabgetrieben und im erweiterten Rheinbett allmählig abgesetzt. Dadurch wurden aber die Wasser nach Sils herüber gedrängt, welches sich dabey in wenig Stunden aller seiner schönen und fruchtbaren niederen Fluren beraubt sah.

Durch diesen Bergschlupf ist die zusammenhängende und von Vegetation bekleidete Schuttmasse im Hintergrund des Nolla-Thales zerrissen und entblößt worden. Die kahlen Schuttmassen saugen nun alles Wasser ein, das ihnen aus der Atmosphäre und den höheren Gebirgstheilen zugeführt wird, werden immer mehr durchwässert und erweicht, so daß bey starken Regengüssen, schnellen Schneeschmelzen, Lawinen, früher oder später wieder gewaltige Schuttmassen in das Bett der Nolla herabgitschen werden. Nach dem regnerischen Sommer 1816 löste sich von der Höhe des basaltischen Hohenlöwen im Hegau ein großes Stück des an feinen Conglomerat-Mantel angelehnten mergeligen Süßwassergebildes ab, und rutschte, sammt den darauf stehenden Bäumen und Sträuchern, tief herunter an den Fuß des Berges. Dabey wurde eine tiefe Schlucht in die conglomeratistische Hülle des Berges eingerissen, und dieser bis auf seinen basaltischen Kern entblößt. Ähnliche Schlupfe hat man schon an vielen Orten beobachtet, wo thonige und mergelige Massen, bey starker Schichtenneigung, oder bey steiler Anlehnung, von Wassern durchnäßt und aufgeweicht worden sind.

Ackererde.

Bey der Verwitterung und Zerstörung der verschiedenartigen Gesteine wird endlich jene lockere, erdige Masse gebildet, welche von allen geognostischen Gebilden das oberste, allverbreitet und mit dem Namen Ackererde belegt ist. Es ist der Standort wildwachsender und cultivierter Pflanzen, und wird auch Ackerkrume, Ackerboden oder schlechweg Boden genannt. Der Landwirth unterscheidet die oberste Lage, welche er bey seinen Culturen umarbeitet, mit dem Namen Ackerkrume, und nennt die tieferen Schichten Untergrund. Diese Ackerkrume

enthält außer den mineralischen Stoffen, welche bey ihrer näheren Beschreibung, S. 536, aufgeführt sind, noch organische Reste, welche durch den Dünger und durch absterbende Pflanzen in sie gelangen, so wie Humusäure, humusäure Salze, Humuskohle und Wachscharz, die man zusammen unter dem Namen Humus begreift.

Nach der Beschaffenheit des Gesteins, aus welchem durch Verwitterung die Ackererde entsteht, ist ihre Zusammensetzung mehr oder weniger verschieden, und sie wird auch durch den Einfluß strömender Gewässer, des Regens, des Düngers, der Pflanzung so verändert, daß ihre Bestandtheile häufig nicht genau der chemischen Constitution des Gesteins entsprechen, aus welchem sie ursprünglich hervorgegangen ist. In Gebirgsgegenden, an den Ufern der Flüsse, ist sie daher immer von mannfaltiger Beschaffenheit. Ihre Fruchtbarkeit ist in der Regel größer in Vertiefungen als auf Höhen, weil das Wasser Salze, Thon, Humus von diesen herab in jene führt.

Forfmoore.

Wo in becken- und kesselförmigen Vertiefungen sich stehende Wasser aufhalten, da stellen sich im gemäßigten Europa in der Regel bald Sumpfmooße und Algen ein, deren zarte Theile sich nach ihrem Absterben zersetzen und in dem Wasser zum Theil suspendiert bleiben, zum Theil aufgelöst werden, während ein anderer Theil davon zu Boden sinkt. Das Wasser wird nach und nach gelb und braun. Eine Pflanzengeneration ersticht nach der andern, durch die Ueberreste der früheren im Wachsthum begünstigt, und mit der Zeit wird das ganze Wasser von ihren mehr oder weniger zersetzten Theilen erfüllt. Haben die feinsten und feinstblätterigen Pflanzen den Anfang gemacht, und so den stärkeren gleichsam den Boden vorbereitet, so erstehen auch diese, entwickeln sich reichlich und es erscheint nun eine ausgezeichnete Sumpfsvegetation. Vaccinien (*Vaccinia*), Niedgräser (*Carex*), Binsen (*Scirpi*), Simsen (*Junci*), Schilfrohr (*Arundo*), Wollgras (*Eriophorum*), Igelstnospe (*Sparganium*) und viele andere bedecken nach und nach die ganze Oberfläche. Das flüssige

Wasser wird immer mehr und mehr durch die ihm jährlich in reichlichem Maasse zufallenden und sich darinn zerfetzenden Pflanzenreste gebunden, aufgesogen, und das Ganze bildet endlich ein breyartiges Moor, das fortwährend consistenter wird, an Bestigkeit zunimmt, so daß sich endlich auch Sträucher und Bäume darauf ansteden. Auf diese Weise werden der Masse auch Holzreste eingemengt, und sie geht in einer Reihe von Jahren in Torf über. Diese, unter den gegenwärtigen Verhältnissen fortgehende Torfbildung, kann man häufig beobachten, und sie wird auch durch in Torfmooren gemachte Auffindungen von Baumstämmen mit unverkennbaren Arthieben, von Kunstproducten und selbst von Menschen mit erhaltenen Bekleidungen, außer allen Zweifel gesetzt. Nicht selten findet man auch in der Torfmasse heut zu Tage noch lebende Süßwassermuscheln, Lymneen, Planorbien, Paludinen, Cyclostomen.

Sehr oft liegen in den Torfmooren Baumstämme, am häufigsten von Eichen, Fichten, Ersen und Weiden. Die Stämme sind mitunter plattgedrückt, brennen nach dem Trocknen öfters noch leicht und hell, und können, wie in Pommern und Ostpreußen, fein gespalten zu Lichtspähnen verwendet werden. Seltener findet man Knochen von Ochsen, Hirschen, Pferden, Rehen, Schafen u. e. a., auch Reste von Schildkröten. Einige der im Torfe aufgefundenen Thiergattungen leben heute nicht mehr, wie z. B. der große Ochs (*Bos priscus*), der im Torfmoor der badischen Saline Dürnheim gefunden worden ist, so wie das riesenhafte Elenthier, das man in irischen Torfmooren gefunden hat (*Cervus giganteus*). Doch scheint dieses noch mit dem Menschen gelebt zu haben, da man in Lancashire Knochen davon in Torfmooren fand, worinn auch roh gearbeitete Boote entdeckt wurden. Im Rheinthal sieht man aber Reste dieses Thiers auch in derselben Gebirgsbildung (Löß), worinn Reste von Elephanten liegen, die in Europa bekanntlich nicht mehr leben. Das Riesen-Elenn hat also die Catastrophe überlebt, bey welcher die Elephanten in Europa vertilgt worden sind. Einige von den Thieren, deren Knochen im Torfe liegen, leben zwar heute noch, aber nicht mehr an den Orten, wo man ihre Reste findet; so die Schildkröten, die im Torfe von Dürnheim auf dem Schwarz-

wald vorkommen, der Auerochs, dessen Gebeine in den schonischen Torfmooren begraben sind, und 1704 in einem Döfsters kommt blaue Eisenerde an einzelnen Stellen, und meist als pulveriger Anflug, in Torfmooren vor, und hin und wieder Binar kies und Eisenvitriol, und zwar in solcher Menge, daß man den Torf Vitrioltorf nennen und auf Vitriol benützen kann. Ein solcher Vitrioltorf kommt zu Kamnig und Schmelzdorf bey Reisse in Schlesien vor, und wird dort von zwey Vitriolhütten benutzt.

Welches wichtige Brennmaterial der Torf ist, und wie man ihn als solches allgemein schätzt, ist bekannt. Bey einer vollständigen Torfwirtschaft kann man des Nachwachsens, oder der fortschreitenden Bildung des Torfes, ganz gewiß seyn, wie es das Alt-Warmbrücher Torfmoor bey Hannover bestätigt, das gegenwärtig zum zweytenmale abgestochen wird, so wie die Moore in der Bodensee-Gegend, in welchen seit 24 Jahren sich eine neue Torfmasse von 3—4 Fuß gebildet hat. Abgestochene Torfmoore können ferner auch in nutzbringende Erdenbestände umgewandelt werden. Mit Kalkmergel untermengter Torf verwandelt sich bey längerem Liegen und öfterem Umwenden auch in einen guten Dünger.

Durch starken anhaltenden Regen schwellen die Torfmoore bisweilen stark auf, wie ein Schwamm, werden durch die Wasser mitunter blasenartig in die Höhe gehoben, und es ereignen sich dabey, wenn die Blase berstet, und in Folge der oft sehr starken Gasentwicklung, welche die Gährung der vegetabilischen Masse begleitet, Ausbrüche der Moore, wodurch große Schlamm-massen in Strömen ausgegossen werden, die weithin verwüstend wirken. Solche zerfließende Moorausbrüche haben sich schon öfters in Irland ereignet. Wir haben in neuester Zeit aus Lulamoore im Jahr 1821 Nachricht von einem Ausbruch erhalten, der im Juny desselben Jahres, innerhalb $\frac{1}{2}$ Stunde 300 Acres Landes verwüstete; im Jahr 1836 von einem Bruch eines Theils des großen Sloggen-Moores, des beträchtlichsten im nördlichen Irland, wobey ein Schlammstrom sich verwüstend eine Meile weit, bis in das Bett des Mainesflusses wälzte, durch dessen Wasser er endlich fortgerissen wurde.

Die Unterlage der Torfmoore besteht in der Regel aus einer wasserdichten Thonmasse, oder aus einem geschlossenen, festen Gesteine, das die Wasser hält. Die günstigen Bedingungen der Torfbildung finden sich besonders in den Niederungen und haben sich von jeher da gefunden, wo in Flußthälern, um Seen, Versumpfungungen eingetreten sind. Man trifft deshalb auch die Torfmoore vorzüglich in großen Flußthälern, und überhaupt in Niederungen, wie z. B. in den großen norddeutschen Niederungen von Holland bis gegen Preußen hin, in den baltischen Ländern, in den Niederungen und breiten Thälern von Irland u. s. w. An vielen Orten sieht man aber auch Torfmoore auf Höhen liegen, und mitunter auf beträchtlichen, da nemlich, wo bey der Verwitterung der Gesteine auf Hochflächen, Terrassen, thonige Lagen entstehen, welche die Wasser halten. So ist es der Fall auf den Gebirgen von Schottland, auf dem Harz, im Erzgebirge, auf dem hohen Benn im rheinischen Schiefergebirge, in den Vogesen und im Schwarzwalde, in welsch letzterem Gebirge viele Moore in einer Höhe zwischen 3000 und 4000 Fuß liegen.

Untermeerische Wälder.

An mehreren Puncten der Erdoberfläche, namentlich an der Küste von England, Schottland und Frankreich, liegen mit Torf vermengte Ansammlungen von Holzstämmen und anderen vegetabilischen Resten, in Lagen, die sich unter dem gegenwärtigen Wasserstande der Meeresfluth befinden. Diese Anhäufungen werden daher zur Ebbezeit, oder beym Angriff des Strandes durch die Wellen, entblößt. Man hat sie, ihrer Lage und Zusammensetzung wegen, untermeerische Wälder genannt. Die Baumstämme sind mit den jetzt noch wachsenden völlig identisch, können aber nicht an diesen Stellen bey einem Meeresstande gewachsen seyn, der mit dem heutigen übereinstimmt. Die Bäume wuchsen auf einem trockenen, vom Meere nicht bedeckten Boden, der sich entweder später gesenkt hat, oder welcher in Folge eines späteren Steigens des Meeresniveaus gegenwärtig überfluthet wird.

Die Stämme liegen öfters mit ihren Gipfeln alle nach einerley Weltgegend gerichtet, ihre Lagen haben das Ansehen von Windbrüchen, und es ist nicht zu zweifeln, daß die Bäume, von

denen sie stammen, durch Stürme niedergeworfen worden sind. Neuere Ereignisse bestätigen diese Annahme. In der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts wurde unweit Lochbroom in Rosshire, Schottland, ein Wald durch einen Orcan umgeworfen. Fünzig Jahre später stellte er schon eine mit Stämmen untermengte Torfmasse dar. Ein Wald bey Drumsanrig, der im Jahr 1756 durch einen Orcan niedergeworfen wurde, ist ebenfalls nunmehr ein mit Baumstämmen erfülltes Torfmoor. Birken, Fichten, Eichen, Erlen, lassen sich in diesen Ablagerungen deutlich erkennen, und oft sind die Wurzeln noch ganz in ihrer natürlichen Stellung, die Stämme dagegen wie umgefallen.

Ausgedehnte solche untermeerische Wälder liegen an der Westküste von England, in den Niederungen zwischen dem Mersey- und Deesflusse in Cheshire, an den Küsten von Schottland im Firth of Forth, an der Südwestküste von Cornwall, in der Mountsbay bey Penzance und auf Mainland in den Orkneinseln.

Liegen diese Anhäufungen von Baumstämmen selbst zur Zeit der Ebbe unter dem Meerespiegel, so müssen wir annehmen, daß seit ihrer Bildung eine Niveauveränderung zwischen der See und dem Lande, und ein Sinken des Landes stattgefunden habe. Erscheint ihre Lage aber nur zur Fluthzeit tiefer als der Meerespiegel, so können sie in Folge von Anschwemmungen und Dünenbildungen entstanden seyn, und man braucht weder ein Sinken des Bodens noch ein Steigen des Meeres zur Erklärung ihrer Lage anzunehmen, da sich, wie wir wissen, hinter Sandablagerungen und Dünen an den Küsten häufig stagnierende süße Wasser bilden, in welchen sich eine Sumpfvegetation einstellt, welche nach und nach die Wasserbecken ausfüllt und zur Bildung von Torf oder sogenannten untermeerischen Waldungen das Material liefert.

Raseneisenstein.

An vielen Orten kommen Eisenerze im Torfe vor. Sie gehören zu dem S. 362 beschriebenen Geschlechte Raseneisenstein, dessen Bildung ununterbrochen fortgeht. Bey der Zersetzung organischer Substanzen die eisenhaltig sind, oder mit

eiseführenden Körpern in Berührung stehen, werden immer Verbindungen der entstandenen Humus-, der Quell- und der Quellsäure mit Eisenoxyd gebildet, welche sich als Ocker ausscheiden, nach und nach erhärten und auf diese Weise die verschiedenen Abänderungen von Raseneisenstein darstellen, die unter den Namen von Sumpf-, Wiesen- und Morast-Erz bekannt sind. Auch der Phosphorsäuregehalt der organischen Substanzen wird vom Eisen gebunden, und es enthalten die Raseneisensteine deshalb immer auch einige Procente Phosphorsäure. Auf diese Art erklärt sich das häufige Vorkommen dieses Eisensteins in Torfmooren, Morästen, stehenden Wassern, wie z. B. auf dem Grunde vieler kleinen schwedischen Seen, so wie in Niederungen, wie in der Lausitz, im Münsterischen und Lingenischen, woselbst die Raseneisenstein-Ablagerungen in nächster Beziehung zum Torfe stehen und selbst mit ihm wechsellagern. Auf eine ähnliche Weise mögen diese Erze früher in anderen Niederungen entstanden seyn, wo gegenwärtig keine Torfbildung, oder keine Zerfetzung größerer Massen organischer Substanzen mehr vor sich geht, wo aber die ganze Beschaffenheit des Bodens und der Erze auf ähnlichen Ursprung hindeutet. So ist der Raseneisenstein, welcher auf den Savanen des nördlichen Kordofans in außerordentlicher Menge abgelagert ist und in einem eisenschüssigen Sande liegt, nach Russegger's Beobachtungen voll vegetabilischer Reste, die zum Theil unverändert, zum Theil in Erz umgewandelt sind.

Man benützt den Raseneisenstein zum Eisenausschmelzen, erhält aber, wegen seines Phosphorsäuregehaltes, aus ihm gewöhnlich ein schlechtes, kaltbrüchiges Eisen. Auffallend genug, daß die Araber, welche, nach Russegger's Bericht, das Erz in Kordofan auf die allerroheste Weise, in kleinen Sandgruben mit Holzkohlen, unter Anwendung eines erbärmlichen Blasebalges, ausschmelzen, daraus ein sehr gutes, geschmeidiges Stabeisen bereiten.

Von der beschriebenen Bildung des Raseneisensteins ist eine andere, noch fortdauernde, von A. Kindler beobachtete, Bildung von Eisenerz, eine Art Bohnerz-Bildung, nur wenig verschieden. Wo Nadelhölzer auf eisenhaltigem Sandboden wachsen, da ziehen die Wurzeln, indem durch den Vegetationsprozeß eine

eigenthümliche Säure aus ihnen in den Boden übergeht, die Eisentheile aus dem Sande aus. Das Wasser führt die Eisenlösung an tiefere Punkte herab, und setzt an der Luft, und wenn es über Moore rieselt, eine große Menge eines gelatinösen Eisenoxydschlammes ab, der, wenn die Quellen durch Regen anschwellen, weggespült und in den benachbarten Niederungen als eine Schlamm-
schichte abgesetzt wird. Versiegen die Wasser, so trocknet sie aus, sie trennt sich in ungleich große Stücke, deren Ränder sich bey stärkerer Austrocknung heben, und es bilden sich hohle Scheiben, deren nasser Mittelpunct noch am Boden verbleibt. Der erste kräftige Windstoß reißt diese Scheiben los, rollt sie über den Boden weg und es entsteht so eine hohle Kugel, eine Art Bohnerz, das vom Winde verbreitet wird. Der Hauptunterschied bey der Bildung des Raseneisensteins und dieser Bohnerze scheint also nur darinn zu liegen, daß bey jenen keine solche Austrocknung stattfindet.

Allmähliche Erhöhung des Bodens.

Die betrachtete, ganz eigenthümliche Bildung des Torfes trägt fortwährend zur allmählichen Erhöhung des Bodens bey. Die vielen Fäße der Auffindung von Werken menschlichen Kunstfleißes in verschiedenen Tiefen der Moore, beweisen dieses unwidersprechlich, und ein recht auffallendes Beyspiel einer sich weit erstreckenden Bodenerhöhung, in Folge des Fortwachsens der Torfmasse, ergab sich im Jahr 1818, als man in den Niederlanden, in der Landschaft Drenthe, unter einer bis vier Meter dicken Torfdecke eine Holzstraße von vier Meter Breite auf eine Länge von 15,000 Meter (zwey geogr. Meilen) fand.

Ganz besonders wirkt auch die Menschenhand auf Erhöhung des Bodens hin, und ganz auffallend da, wo viele Menschen beisammen wohnen. Fortwährend bearbeitet der Mensch in der Nähe seiner Wohnungen den Boden, und der Ackerbau und alle Arten von Baulichkeiten erhöhen denselben beständig, und so werden die Fluren und der Boden aller Städte und Dörfer immerfort erhöht. Davon findet man unzählige und recht in die Augen fallende Beweise an allen seit uralten Zeiten von großen Menschenmassen bewohnt gewesenen Orten. So findet sich in

einem großen Theil der Ebenen von Morea, am Fuße von Anhöhen, eine regelmäßige Schicht abgelagert, die aus einem Gemengsel von Ziegeln, Backsteinen, Töpferwaaren, allerley Werken der Menschenhand, besteht, und mit Ackererde und durch Wasser zusammenschwemmtem Boden untermischt ist. Dieses Gebilde, welches H. Bobblay beschrieben, der die französische Morea-Expedition als Geologe mitmachte, erhielt den Namen Keramische Bildung, vom griechischen Worte Keramos, das Töpfererde und Töpfergeschirr bezeichnet.

In der Gegend des alten Roms sind viele vordem gepflasterte Stellen nunmehr mit einer Erdlage bedeckt. Der Campo Vaccino ist hoch mit Erde bedeckt; die Via Appia trägt Anhöhen über sich. Die Via Flaminia fand man zwischen Otricoli und Castel nuovo auf eine Länge von 3 Meilen tief unter der Erde. Zu Bologna findet man mehrere alte Straßenpflaster lagenweise über einander, unter dem heutigen; zu Warschau fand man im Jahr 1821 beym Fundamentgraben, in einer Tiefe von mehr als 6 Fuß, ein Backsteinpflaster und mehrere Büsten und Statuen; in Nordamerica in Virginien, 20 Fuß unter der Oberfläche, eine eiserne Art; unweit Philadelphia, auf dem Neck, 19 Fuß tief, ein altes Schwert, und in einem Hause zu Cincinnati am Ohio ließ ein Hausbesitzer auf einer Anhöhe einen Brunnen graben, wobey er in 60 Fuß Tiefe einen Baumstamm mit Arthieben, neben welchem die abgehauenen Splitter lagen, fand.

Alle diese Beyspiele, denen wir leicht noch viele andere beyfügen könnten, sprechen deutlich für eine allmähliche Erhöhung des Bodens auf dem trockenen Lande, ohne alle Anschwemmungen durch Meer und Flüsse.

Bildung der Gerölle und Fortschaffung derselben durch strömendes Wasser.

Gelangen Bruchstücke von Gesteinen, eckige Geschiebe, Trümmer, die bey dem Vorgange der Verwitterung und Zerstörung der Felsen aus größeren Massen entstehen, in den Rinnsal der Bäche und Flüsse, so werden sie von dem strömenden Wasser fortbewegt, durch Rollung abgerundet und auf diese Weise in

Gerölle umgewandelt. Je größer das Gefälle und die Wassermasse, je gewaltiger die Strömung ist, um so größere Blöcke wälzt sie fort, und desto zahlreicher und verschiedener nach Gestalt und Größe sind auch die Bruchstücke, welche fortgerollt werden. Alles was sich aber der Bewegung der Wassermasse hindernd entgegenstellt, was ihre Strömung schwächt, die Schnelligkeit ihres Laufes vermindert, als: vorspringende Felsen, geringere Neigung des Rinnfals, Verbreiterung desselben, Einstießer des Wassers in Seen, in das Meer, bewirkt eine Ablagerung der Gerölle. Das langsamere fließende oder ganz zur Ruhe gekommene Wasser läßt die schwereren fremden Theile fallen, die es bis dahin fortgeschafft hatte. Während dieses Transports werden die Bruchstücke selbst durch Stoß und Reibung noch fortwährend verkleinert und mehr und mehr abgerundet. Mit Bezug auf dieses Verhältnis hat man den Geröllmassen, welche das Wasser fortbewegt und absetzt, auch den Namen Detritus gegeben, abgeleitet vom lateinischen Worte Detritum, was einen durch mechanische Kräfte abgeriebenen Körper bezeichnet.

Bekanntlich ist die Geschwindigkeit eines Wasserstroms in seiner Mitte immer am stärksten. Sie vermindert sich gegen die Seiten und ist an den Ufern am geringsten. Hier setzen sich demzufolge auch die mehrsten Gerölle ab. Da der Abfaz nach dem Verhältnis ihrer Schwere erfolgt, so sind die Gerölle im Allgemeinen immer größer und größerer, je weiter man stromaufwärts geht, wo die Strömung stärker ist, und je näher man ihrer ursprünglichen Lagerstätte kommt. Nimmt die Schnelligkeit des Wassers ab, so fallen natürlich die größeren Blöcke, die gröberen Stücke sogleich nieder, und es werden nur die kleineren, feineren Theile, kleine Gerölle, Sand und Thon fortgerissen.

Inselbildung in den Flußbetten.

Wird die Schnelligkeit eines mit Detritus beladenen Stromes an einer Stelle seines Bettes stark vermindert, so setzt sich, dem angeführten zufolge, da sogleich eine starke Geröllmasse ab. Ragt diese nun bey niederem Wasserstande über die Fläche des Wassers hervor, so erscheint sie als Insel. Diese Inselbildung zeigt sich gar schön bey dem Rheinstrom, in seinem Mittellauf zwischen

Basel und Mannheim. Von seinem Ausfluß aus dem Becken des Bodensees bis herab nach Basel ist der Rhein zwischen steilen felsigen Ufern und Gebirgen eingeschlossen. Seine Geschwindigkeit ist in dieser Strecke sehr groß, und wird noch durch die Wasserfälle von Schaffhausen und Laufenburg vermehrt. Die Schweizerflüsse und die reißenden Bäche des Schwarzwaldes führen ihm bey hohem Wasserstande auf dieser Strecke große Massen von Geröllten zu. Bey Basel, bis wohin der Strom in schmalem Bette eingeschlossen westlich geflossen war, wendet er sich schnell nach Norden, tritt in das weite Thal zwischen Schwarzwald und Vogesen ein, breitet sich aus und verliert an Gefälle. Nun lagern sich sogleich Gerölle ab. Wo das Wasser nun durch irgend eine Ursache, namentlich durch Krümmungen, an Geschwindigkeit verliert, da erhöht sich durch Geröllabsatz das Bett, und hat sich die Geröllmasse einmal bis nahe unter den hohen Wasserspiegel angehäuft, so wird die Geschwindigkeit des Wassers über derselben wieder bedeutend vermindert, und es fallen an dieser Stelle nun auch feinere Theile aus dem Wasser nieder, Sand, und wenn endlich die Masse sich dadurch bis beynah zum Wasserspiegel erhoben, das Wasser über derselben eine sehr kleine Geschwindigkeit hat, so setzt sich auch feiner Thon und Schlamm ab. Die Grundlage der Rheininseln wird immer durch eine Geröllmasse gebildet, die eine wahre Mustercharte von Gesteinen der Alpen, des Schwarzwaldes und der Vogesen ist, und worunter häufig Kollsteine von Bergcrystall liegen, die man Rheinkiesel heißt. Darauf folgt Sand, und zu oberst liegen Thon und Schlamm. Beym niederen Wasserstand steht eine solche Ablagerung nun als Insel da. Jetzt werden gewöhnlich zuerst die wolligen Saamen der Weiden benachbarter Inseln oder der Ufer auf ihrer Oberfläche abgesetzt, und bald ist die Insel grün durch eine Bedeckung von jungen Weiden. Jedes große Wasser erhöht die Insel noch mehr, da die Pflanzen nun den Boden vor Angriff schützen, und ihr Wurzelnetz, ihr dichter Stand, sehr viel Schlamm zurückhält. Es sprossen Schilfrohr, Schaftheu, Tamariske, Seekreuzdorn auf, und in dem dichten Gestrüppe häuft sich, so lange das hohe Wasser noch über die Insel weggeht, immer Thon und Schlamm, so wie Erde, die

vom Ufer abgespült wurde, und Pflanzenreste, die auf der Oberfläche daherschwimmen. Endlich wird die Insel nur noch bey den höchsten, ungewöhnlichen Wasserständen überfluthet. Erlen und Espen wachsen kräftig in die Höhe, und zuletzt erhebt sich die Silberpappel, der größte Baum der Rheininseln, über das Meer der Weiden und das dichte Buschwerk der waldbähnlichen Vegetation.

Fährlich entstehen auf diese Weise neue Inseln, aber immer werden auch wieder ältere, zumal bey sehr hohem Wasserstande, angegriffen, je nachdem die Richtung des Stromes, oftmals gerade in Folge der Bildung einer neuen Ablagerung, sich ändert, und dabey werden sie theilweise oder auch ganz wieder fortgerissen. Dadurch wird denn auch das Fahrwasser auf dieser Rheinstraße, der sogenannte Thalweg, vielfach verändert; bald läuft er in der Mitte, bald wird er gegen das rechte, bald gegen das linke Ufer geworfen. Dieß nöthigt die Uferstaaten zu ununterbrochenen Bauten und macht die Schifffahrt beschwerlich.

Annagung und Ausreibung der Felsen durch fließendes Wasser, das mit Detritus beladen ist.

Die annagende Kraft des Wassers wird noch bedeutend vermehrt, wenn der Wasserstrom mit Detritus beladen ist, weil alsdann noch eine sehr starke Reibung stattfindet. Dadurch werden Spalten ausgehöhlt und erweitert, durch welche die Strömung geröllführender Wasser geht, und so werden schluchtige Thäler ausgewaschen, von derjenigen Beschaffenheit, die S. 564 näher bezeichnet worden ist. Sind die Gesteinsmassen, über welche sich ein solches Wasser fortbewegt, weich, so graben sich selbst kleine Bäche in kurzer Zeit Canäle aus, die bald auf mehrere Fuße vertieft sind. Stürzt sich ein schuttbeladenes Wasser auf horizontale oder schwachgeneigte Gesteinsplatten, so gräbt es sich in denselben bald eine beckenförmige Vertiefung aus, worinn einige größere Gerölle liegen bleiben, welche durch das einfallende Wasser fortwährend im Kreise herumgetrieben werden, und dabey das Becken immer tiefer und weiter ausreiben. Auf diese Weise werden verticale Cylinder ausgehöhlt, die wie ausgebohrt aussehen, 3—4 Fuß Durchmesser und öfters eine Tiefe von mehreren

Ellen haben. Diese höchst interessante ausreibende Wirkung strömender, mit Schutt beladener Wasser, kann man nicht wohl schöner und großartiger sehen, als in der Schlucht der Cavaglia, ganz nahe bey dem gleichnamigen Dorfe, am östlichen Abfall des Bernina, woselbst eine Reihe tief niedergebohrter Cylinder im Felsenbett des Baches steht. Aehnliche Ausreibungen, wobey schüsself- und topfartige Vertiefungen gebildet werden, sieht man in allen Gebirgen, verschieden in Größe und Form, nach Maaßgabe der Wassermenge und der Geröllmasse, die fortbewegt wird, und nach dem Verhältniß des Falls, so wie endlich der Zeit, während welcher die Einwirkung stattfindet. Allenthalben, wo ein Wasser über Felsen herabfällt, erfolgt eine derartige Ausreibung. Dabey wird immer der Felsen selbst unterwaschen, über welchen das Wasser herabstürzt, und rückwärts ausgegraben. Doch erfolgt dieß gewöhnlich so allmählich, daß man es während der kurzen Dauer eines Menschenalters nicht beobachtet. Der Niagara-Fall macht indessen hievon eine äußerst belehrende Ausnahme. Dieser Wasserfall wird durch den Abfluß des Wasserüberschusses des Erie-Sees gebildet, und liegt zwischen diesem und dem Ontario-See. Vom oberen Theil dieses Sees erhebt sich ein Plateau a b, Fig. 111. T. II., das bis zum Erie-See c d fortsetzt. Ueber dieses Plateau, das den Damm bildet, der vor dem Erie-See liegt, stürzen die gewaltigen Wasser in die Tiefe, in eine Spalte, die sie sich selbst ausgegraben haben, und die sich in dem Plateau bis an dessen Ende, 7 englische Meilen weit, bis zur Stadt Queenstown hinab, erstreckt, allwo der Fluß in die Niederungen austritt, welche sich bis zum Ontario-See ausdehnen und diesen umgeben. Das erwähnte Tafelland hat eine sehr gleichförmige, geognostische Zusammensetzung. Die oberste Lage besteht aus sandigem Diluvium, darunter liegt ein harter Kalkstein o in wagerechten Schichten, ungefähr 90 englische Fuß mächtig, und unter diesem ein weicher Schiefer k, der durch die Wasser- und Windstöße, die der Fall bewirkt, unaufhörlich angegriffen wird, zerbröckelt und in Schutt g zerfällt. Der vestere Kalkstein wird auf diese Weise unterhöhlt, bildet vorragende Felsenplatten, die ihrer Unterstüzung beraubt, von Zeit zu Zeit mit Donnergetöse einstürzen. Dergestalt grabt sich das Wasser immer

weiter rückwärts ein, und steigt die Spalte immer weiter herauf gegen den Erie-See. Genaue Beobachtungen beweisen, daß der Fall in den letzten 40 Jahren volle 50 Yards (45,7 M.) rückwärts gegangen ist. Von seinem jetzigen Stande bis zum Erie-See sind es noch 25 englische Meilen. Wenn nun dieses Rückwärtsgehen des Niagara gleichmäßig auch in der Folge stattfindet, wie in den 40 letzten Jahren, so erreicht der Fall den Erie-See in einem Zeitraum von etwa 35,000 Jahren. Dann ziehen seine Wasser durch den bis zu seinem Spiegel rückwärts eingegrabenen Canal völlig ab, und sein Becken wird trocken gelegt, wenn es bis dahin nicht schon ganz mit Schutt ausgefüllt ist, da dieser See eine sehr geringe Tiefe hat (von beyläufig 22 Meter), und ihm alljährlich eine große Menge Detritus zugeführt wird. In Anbetracht dieser Verhältnisse erscheint die in Nordamerica allgemein verbreitete Meynung nicht unbegründet, daß der Fall des Niagara einst unten bey Queenstown war, und er nach und nach eine rückgängige Bewegung bis zu seiner jetzigen Lage gemacht habe.

Ablagerungen von Detritus in Seen und im Meere.

Führt ein mit Schutt, Sand und Thon beladener Fluß oder Bach seine Wasser in einen See, so bildet sich am Einfluß in solche mit stehendem Wasser erfüllte Becken immer eine Ablagerung. Die Gerölle werden zunächst am Einfluß abgesetzt, die trüben, mit den feineren Theilen beladenen Wasser aber weiter in den ruhigen See hineingeführt, die Strömung vermindert sich dabey, hört bald ganz auf, und das trübe, schwerere Wasser sinkt in Wolken nieder und setzt den feineren Sand und Schlamm ab. Je mehr Geschwindigkeit das trübe Wasser dabey hat, desto weiter dringt es in den See vor und um so weiter wird auch noch größerer Detritus geführt. Auf solche Weise wird der Boden erhöht und das Wasser an den Einmündungen der Flüsse und Bäche seicht. Da wo die Hauptströmung hingeht, grabt sie einen Canal in der Ablagerung aus, zu dessen beiden Seiten sich fortwährend Detritus ablagert. Ein gutes Beyspiel dieser Art gibt der Einfluß des Rheins in den

Bodensee zwischen Rorschach und Lindau, s. Fig. 12. Taf. II. Die Geröllmassen sind dort durch die Wasser des Rheins weit in den See vorgeschoben, bilden Vorsprünge und Erbzungen, und der Detritus erstreckt sich auch unter dem Wasser weit hinein in den See, als nachhaltige Erhöhung des Bodens, so daß unmittelbar vor der Einmündung des Flusses der Seeboden nur 9 Fuß unter dem Wasserspiegel liegt, zu beiden Seiten der Schuttablagung aber sich schnell in die Tiefe senkt. Weiterhin gegen Bregenz fällt bey Mererau die Aach in den See, welche schuttbeladen aus den Gebirgen des Bregenzer Waldes herabfließt, ebenfalls Geröllmassen in den See vorschleibt, und dessen Boden erhöht.

Auf eine ähnliche Weise nimmt der Genfersee den Detritus der Rhone auf, der Comersee die Gerölle der Adda, der Langensee die Schuttmassen des Tessin u. s. w., wobey ihr Boden an den Einflusspuncten der Gewässer beständig aufgefüllt und erhöht wird.

Fortschaffung des Detritus ins Meer.

Die Seebecken, in welche sich mit Geröllen beladene Bäche und Flüsse ergießen, setzen der Weiterführung des Detritus Schranken, und werden, da derselbe sich gänzlich in ihnen absetzt, davon nach und nach aufgefüllt. Geht die Strömung der Flüsse aber ununterbrochen fort, so wird auch die Detritusmasse fortgeschoben und es finden, wie wir schon gesehen haben, nur an solchen Stellen Ablagerungen statt, wo die Geschwindigkeit der Strömung vermindert ist. Flüsse, welche große Continente, unangebaute Länderstrecken durchlaufen, wie die Flüsse Americas, führen zur Zeit der Schwellungen oder Fluthen, unermessliche Quantitäten von Geröllen, Sand, Schlamm und überdies noch Pflanzenreste, ja oft ganz große Massen von Baumstämmen. In dieser Beziehung ist besonders der Mississippi ausgezeichnet. Bekanntlich beträgt der Abstand seiner Quellen, von der Mündung, 320 deutsche Meilen, und der Flächenraum seines Stromgebietes 53,600 deutsche Geviertmeilen. Zahlreiche Nebenflüsse führen ihm ihr Wasser zu. Sein Lauf ist so lang, das seine ganze Stromentwicklung, mit Einschluß der Krümmungen, 730

deutsche Meilen ausmacht, und die Climate der Länder, die er durchströmt, sind so verschieden, daß die Fluthen der Nebenflüsse zu sehr verschiedenen Zeiten eintreten, wodurch es geschieht, daß ihm fortwährend Schutt- und Schlamm-Massen, bald durch diesen, bald durch einen andern Nebenfluß zugeführt werden. Sein Gefälle ist schwach; daher die vielen Krümmungen. Zur Fluthzeit werden oft zwischenliegende Landengen durchbrochen, ältere Ablagerungen, Uferstücke und darauf stehende Wälder fortgerissen, neue Ablagerungen gebildet, die später dasselbe Schicksal haben. Eine unermessliche Masse von Geröllen, Sand, Thon und Schlamm wird fortgewälzt, und eine große Menge von Baumstämmen wird aus den waldigen Districten herabgetrieben. Diese häufen sich an einzelnen Stellen an, und bilden wahre Flöße, welche die ganze Breite des Flusses einnehmen, mit diesem fallen und steigen. An der Mündung ins Meer hat der Strom ein ungeheures Delta von Thon und Schlamm, mit Pflanzentheilen und Treibholz untermengt, gebildet, das in unzählige Ströme, Seen und Sümpfe getheilt und von Alligatoren bewohnt ist. Die herabgetriebenen Schuttmassen verändern das Fahrwasser beständig, und die während der Anschwellungen herabgefößten Millionen Baumstubben und Stämme, machen die Schifffahrt zu dieser Zeit gefährlich. Ein 10—20 Meilen breiter Saum von unbewohnbarem Lande umgibt, nach Capitän Hall, die Mündungs-Küste dieses Stromes.

Überall, wo Flüsse sich in Meere ergießen, die keine Fluth und Ebbe haben, oder nur eine schwache, da werden Deltas weit ins Meer hinausgeschoben, wie es die Donau, Wolga, Rhone, der Po und der Nil zeigen. Sie werden selbst da gebildet, wo die Strömungen des Flusses die Fluthen und Wogen des Meeres überwinden, wie am Ganges. Am bekanntesten ist das Nil-Delta, eine unerschöpfliche Kornkammer, schon von den alten Aegyptern als ein Geschenk des Flusses betrachtet.

Auswaschung und Zerstörung der Küsten durch die Wellen, und Bildung von Geschiebebänken, Sandbänken und Dünen.

Wo die Meeresküste hoch ist und aus Felsen besteht, da wird sie von den Wellen angegriffen, die Gesteine werden aus-

II.
in
und
a in
ttel-
Fuß
bla-
egen
elche
rab-
essen
ritus
ngen-
an
er

Bäche
ritus
bfezt,
Flüsse
ortge-
n sol-
t der
e, un-
ricas,
efliche
s noch
a. In
ichnet,
Mün-
Strom-
enflüsse
eine
, 730

gewaschen und nach und nach zerstört. Je steiler die Küste ansteigt und je weicher das sie zusammensetzende Gestein ist, desto sichtbarer erscheint die zerstörende Einwirkung des Meeres. An ausgesetzten Küsten schlagen die Wellen bey schweren Stürmen mit solcher Kraft gegen die Felsen, daß sie zu erzittern scheinen. Weichere Gesteine werden dabey schnell zerstört, unterwaschen, ausgehöhlt, und überhängende Massen stürzen seewärts ein. Bey horizontaler Lage der Schichten, bey verticaler Stellung derselben, sind sie der Zerstörung sehr unterworfen, und eben so, wenn sie sich landeinwärts neigen, wobey die vorragenden Köpfe gegen das Meer sehen. Nur wenn die Schichtenneigung seewärts ist, zeigt sich die Einwirkung der Wellen schwach. Seewärts einfallende Schichten eines nur einigermaßen festen Gesteines, wirken schützend gegen den Angriff des Meeres, wie ein Damm.

Auf diese Weise werden die Küsten, je nach der Festigkeit des Gesteins, der Stellung seiner Schichten, der Ausdehnung des Meeres vor ihnen, ganz verschiedentlich angegriffen, und darauf beruht denn auch die Gestalt der Küsten. Aber selbst die allerverfesten Gesteine widerstehen der ausnagenden Kraft der Wellen nicht. Sie höhlen Löcher aus, und zernagen die Felsen auf die wunderbarlichste Weise. Mitunter werden große Höhlen ausgebohrt, und gerade eine der bekanntesten Höhlen am Meer, die Fingalshöhle auf Staffa, ist durch Einwirkung der Wellen auf die gegliederten Säulen des basaltischen Gesteins gebildet worden.

Die seewärts hereingebrochenen Felsenstücke bleiben theils an dem Fuße der Klippen liegen, namentlich wenn die Stücke groß und sehr hart sind, und schützen alsdann die Küsten gegen den Wellenschlag. Gewöhnlicher aber werden sie sogleich vor der Brandung ergriffen, gerollt, abgerundet, fortwährend zerkleinert und endlich zu Sand zerrieben. Werden die Stücke von der Fluth fortgerissen und gegen flache Küsten getrieben, so werden an denselben Geschiebe- und Sandbänke abgelagert, welche in der Richtung der herrschenden Winde und des vorherrschendsten stärksten Wellenschlages fortrücken. Auch Gerölle und Sand, welche die Flüsse ins Meer führen, werden auf gleiche Weise gegen die flachen Küsten getrieben, und zu gleicher Zeit treibt

das Meer Corallen, Muscheln, Seepflanzen, die auf Untiefen entstehen, gegen das Land. Diese Bänke, welche sich in Reihen vor den niedrigen Küsten hinlegen, schützen das flache Land gegen die Angriffe des Meeres, und modificieren häufig die Beschaffenheit der Küste, da sie an Stellen, wo Flüsse und Bäche einfallen, öfters den Abfluß der Wasser hindern, indem sie sich quer vor die Mündung legen, Barren bilden, den Ausfluß ablenken und nicht selten Versumpfung bewirken, und sind endlich, wenn sie aus Sand bestehen, die Ursache der Verbreitung des Sandes über benachbarte Gegenden.

Die Wellen, welche die Gerölle nicht mehr fortbewegen, werfen doch noch den Sand auf die Küste, und die Wellenspitzen führen ihn beym Sturm leicht außerhalb des gewöhnlichen Wellenbezirks. Er trocknet nun bey niedrigen Fluthen und gutem Wetter durch die Sonnenwärme aus, und wird vom Seewinde landeinwärts geführt und zu kleinen Hügeln aufgehäuft. Solche Sandhügel an den Meeresküsten heißen Dünen. Man findet sie an sandigen Küsten in allen Theilen der Erde. Ihre Längenerstreckung stimmt genau mit der Richtung des gegen die Küste blasenden, herrschenden Seewindes überein, und ihre Gestalt ist gewöhnlich die eines spitzen Dreyecks, dessen Basis der Küste zugekehrt ist, während die Spitze nach dem Innern des Landes sieht.

Wird der lockere Sand nicht durch Pflanzen befestiget, so führt ihn der Seewind weiter landeinwärts, und die Dünen schreiten immer weiter vor und verheeren Feld und Wald, Höfe und Dörfer. Von dieser zerstörenden Versandung durch vorschreitende Dünen gibt die Gascogne Beweis. Dort dringt an der Mündung der Garonne und des Adour der Dünen sand unwiderstehlich vor. Er hat bereits mehrere Dörfer zerstört, die in Urkunden des Mittelalters aufgeführt sind, und ein Sandhügel von 60 Fuß Höhe rückt gegen das kleine Städtchen Mimizan vor, dessen Bewohner schon seit 30 Jahren mit dem gelben Sande kämpfen. Bremon tier hat berechnet, daß an dieser Küste die Dünen jährlich um 60—70 Fuß vorrücken. Nur wo sich die Düne von selbst mit Pflanzen bekleidet, oder wo man sie durch Bepflanzung befestiget, ist man vor der verheerenden Versandung geschützt. Im Bas-Boulonnais werden die Dünen seit den Arbeiten

von Cassini mit *Arundo arenaria* bepflanzt, die darauf recht gut fortkommt und den Sand hinlänglich befestiget.

Die furchtbarste Versandung hat bekanntlich ein Theil von Africa erlitten, der die doppelte Größe des mittelländischen Meeres hat. Das Sandmeer Lybiens, die große Wüste, ist dadurch gebildet worden. Von 32° nördlicher Breite bis herab zum 20.° ziehen sich an der Westseite des Welttheils Sandbänke und dürre Flugsanddünen an der flachen Küste hin. Von dieser aus wird der Sand durch die herrschenden Nord- und Nordwestwinde ununterbrochen ins Innere des flachen Landes getrieben. Stellenweise hat sich, durch das immerwährende Nachrücken des Sandes, die Wüste schon bis zum Nilthal ausgedehnt, und an einzelnen Stellen ist sie schon in dasselbe hinabgestiegen. Gipfel alter Städte ragen hier aus dem dürren Sande hervor, und man wandert über Drikschaften, die der Sand der Wüste verschlungen hat. Längst würde ein großer Theil des linken Nilufers aufgehört haben bewohnbar zu seyn, hätte nicht der Nilwall, eine Reihe von Bergen, die lybische Kette, welche über dem linken Nilufer aufsteigt, dem Eindringen des Sandes ein Ziel gesetzt.

Gegenwärtige Bildungen von Conglomeraten und Sandsteinen.

Sehr häufig werden Gerölle oder Sand, die mit einem ockerigen, mergeligen oder kalkigen Schlamm in Berührung stehen, durch diesen verkittet, und es bilden sich so unter unseren Augen Conglomerate und Sandsteine. Ganz besonders verkittend wirkt das Eisenoxydhydrat, das an der Luft die Beschaffenheit eines wahren Eisenrostes annimmt, dessen festes Anhaften an Gegenstände der verschiedensten Art und dessen verkittende Kraft allgemein bekannt ist. Der Kitt solcher jugendlichen Gebilde ist manchmal so fest, daß man eher die Gerölle zerbricht, als sie vom Bindemittel lostrennt.

Am häufigsten beobachtet man die Verkittungen von Geröllen, Geschieben und Sand an den Meeresküsten, namentlich südlicher Länder. Bey Messina, an der Küste von Sicilien, geht durch Verkittung herbeygeführter Sandmassen, vermittelst eines eisenschüssigen Mergels, fortwährend eine Sandsteinbildung unter dem

Meeresspiegel vor sich, und auf ähnliche Weise, mit Ausnahme der Ostküste der Insel, an allen anderen Küsten. Der Stein erhärtet in 30 Jahren so sehr, daß er zu Mühlsteinen verarbeitet werden kann. Aehnliche fortdauernde Sandstein- und Conglomeratbildungen geschehen an der Küste von Tranquebar in Indien, an den Küsten von Kleinasien, Griechenland, Neuholland, an den Küsten des Adriameeres, des Mittelmeeres, der Antillen. Hiesher gehört namentlich das jugendliche Gestein, welches in Guadeloupe Menschenreste einschließt. Es liegt auf La grande terre, nahe bey dem Moulchafen, und besteht aus Bruchstücken von Corallen und Muschelschalen des benachbarten Meeres, Stücken von Kalkstein, schließt außer den Menschenknochen besonders die Landschnecke *Bulimus guadaloupensis* ein, ferner *Helix acuta*, *Turbo*, *Pecten*, Zähne von Caimans, Scherben von Töpfergeschirre, Waffen aus Basalt- und Porphyrmasse, und sogar Schnitzwerk aus Guajakholz. Die menschlichen Skelette rühren wohl von bey einem Schiffbruch Verunglückten her.

Eine der merkwürdigsten Bildungen jugendlicher Sandsteine, ist die Bildung des Filtriersandsteins an der Küste von Gran Canaria, die L. v. Buch beschrieben hat. Sie geht zwischen der Stadt Arucas und der Isleta unmittelbar am Meeresufer ununterbrochen fort. Der heftige Nordostpassatwind, welcher den Sommer hindurch unausgesetzt weht, erhebt die leichten Stücke zerbrochener Muscheln, kleine, abgerundete Trachyt- und Basaltkörner, treibt sie über die schmale Landenge von Guarateme herüber und bildet Dünen von 30—40 Fuß Höhe. Hinter den Dünen benehzen die Wellen den Sand und verkitten ihn durch einen kalkigen Absatz, den sie hinterlassen, zu einer festen Masse. Man bricht diese zur Ebbezeit, formt sie in Vasen, worinn man Wasser aufbewahrt, und verfährt diese über alle Inseln der Gruppe. Das Wasser setzt die Unreinigkeiten in den porösen Stein ab, durchdringt ihn, verdunstet an der Oberfläche und erhält dadurch den Inhalt des Gefäßes kühl.

Dieser jugendliche Stein hat sehr viele Aehnlichkeit mit einem Kogenstein. Seine Körner haben meistens einen Kern von Trachyt, Basalt oder von einem Muschelsplitter, der von einer Kalkschale umhüllt ist, und haben somit eine schalige

Construction, wie die Kogensteinkörner. Die vielen Bruchstücke von Muscheln und die Sandkörner fehlen auch nicht darin, wie in den jurassischen Kogensteinen. Kurz, eine solche Uebereinstimmung, daß man die Bildung des Gesteins der Jöleta für eine noch fortdauernde Kogensteinbildung betrachten muß, und zu der Annahme berechtigt ist, die Kogensteine der älteren Gebirgsbildungen seyen auf ähnliche Weise entstanden, und als Küsten- oder Litoralgebilde zu betrachten.

Coralleinseln und Risse.

Im stillen, indischen und rothen Meere finden sich häufig Bänke, Risse, Inseln, die von steinerzeugenden Corallenthieren erbaut sind. Ueber seichten Stellen des felsigen Meeresgrundes an den Küsten, oder auf den Spizen unterseeischer Berge, über Felsen, die nicht oder wenig über den Seespiegel erhaben sind, setzen sich Corallenthiere an und bauen im klaren bewegten Wasser bis an die Oberfläche des Meeres, und selbst etwas über dieselbe heraus. Es sind Madreporen, Heteroporen, Milleporen, Aträen, Favien, Caryophyllien, Mäiandrinen, Pocilloporen, Stephanoporen u. s. w. (Maschentuffe, Kronentuffe, Taufendsternentuffe, Sternecorallen, Babencorallen, Kalkencorallen, Bechertuffe, Kronencorallen) unregelmäßig durch einander, wie Blumen auf einer Wiese, untermeugt mit Muscheln, Seepilzen, Seeigeln, Seesternen, Holothurien. Auf erstorbenen sitzen die weichen Ledercorallen, Seeanemonen, Straußcorallen, Schwammcorallen, mit einer zahlreichen Menge von Ringwürmern und Wirbelwürmern. Zwischen hinein, und vornämlich am Fuß der Corallenbänke, liegt Sand. So hat es E. G. Ehrenberg bey gründlicher Untersuchung im rothen Meere gefunden. Solche Risse und Inseln sind theils tafelförmig, bandartig verlängert, reihenweise parallel der Küste geordnet (im rothen Meere), theils ring- oder trichterförmig, mit einer offenen Wasserstelle in der Mitte (im Südmeere), wenn sie an Kraterrändern oder dem Kranze eines Erhebungskraters angelegt sind. Die Corallentämme bilden allenthalben nur den Ueberzug unterseeischer Felsen, und ihre Höhe beträgt im rothen Meere nirgends mehr als höchstens $1\frac{1}{2}$ Klafter, im Australmeere, nach Duoy u. Saimard,

25—30 Fuß. Sie setzen sich nirgends auf Sand an, immer nur auf bestem Felsenboden. Die größten und schönsten Corallen befinden sich am Außenrande der Riffe und Inseln, an der Windseite, und hier sind es meist Dädalinen, keine verästeten Formen; aber dicht neben dem schroffen Außenrande, noch ganz von der Brandung überfluthet, treten die ästigen Formen am schönsten auf; weiter entfernt, vom Winde abliegend, sind die Formen schon kleiner, die Riffe und Inseln werden in dieser Richtung flacher, die Corallen bilden hier einen flachen breiten Saum, und es zeigt sich auch, von der vorherrschenden Brandung abgewendet, eine Sandanhäufung. Das Meer wirft mit jedem Winde, der die Wellen gegen diese Gebilde treibt, Sand, Tang, Muscheln auf dieselben, die Zwischenräume des löcherigen Gebäudes werden nach und nach ausgefüllt, dasselbe dadurch erhöht, und es siedelt sich endlich die Vegetation darauf an.

Quellenabsätze.

Das Wasser der Quellen ist wohl niemals ganz rein. Das allerreinste enthält noch Spuren einer Chlorverbindung. Gewöhnlich enthalten die Quellwasser Kohlensäure, welche das Meteorwasser schon aus der Luft anzieht, und die häufig, da sie oft aus dem Innern der Erde in Strömen aufsteigt, den Wassern begegnet und sich darinn löst, in größerer Menge in denselben enthalten ist. In diesem Falle lösen die Wasser immer sehr viel Kalk auf, wenn sie durch kalkige Schichten laufen, durch Kalksteine, Mergel, kalkige Sandsteine, Conglomerate, Thone. Sie nehmen ferner gewöhnlich auch Eisen, Mangan, Bittererde auf, Gyps, Kochsalz, etwas Kieselerde, und letztere in ziemlich großer Menge, wenn sie kohlenstoffsaures Natron enthalten.

Treten die kalkigen Wasser an den Tag, oder in Spalten, Höhlungen, so entweicht durch Verdunstung der Antheil von Kohlensäure, durch welchen der Kalk im Wasser gelöst war, und er scheidet sich nun als einfaches, in Wasser unlösliches Carbonat ab, bildet Tropfstein, Incrustationen, Luff. Die fortdauernde Bildung dieser Kalkabsätze kann man in allen Kalkgebirgen, auch in allen Sandsteingebirgen sehen, wenn der Gesteinskitt von kalkiger

Beschaffenheit ist, ja man beobachtet sie bey vielen Wasserleitungen, wie z. B. in der großen Römischen aus der Eifel nach Eöln, und selbst bey künstlichen Gewölben, bey denen Kalkmörtel als Bindemittel verwendet ist, wenn Wasser durch dieselben sickert. Der Kalktuff oder Travertino, wie die Italiener die Masse nennen, hat eine ganz allgemeine Verbreitung, und an vielen Stellen eine beträchtliche Mächtigkeit, wie z. B. in der römischen Ebene und um Tivoli. Aus ihm ist die Peterskirche zu Rom erbaut. Im Allgemeinen ist der Kalktuff porös, voll Blasen und Höhlungen, und gewöhnlich schließt er Pflanzenreste ein, häufig Land- und Süßwassermuscheln, und bisweilen selbst Menschenknochen. Durch Einschluß der letztern besonders ausgezeichnet ist der Kalktuff von Martres-de-Beyre in der Auvergne. Er tritt als ein graulichweißer, ziemlich homogener Kalkstein auf, der einzelne Quarzkörner und viele gebogen-röhrenförmige Höhlungen enthält, eine noch in der Gegend lebende Helix- und eine Pupa-Art, und liegt mit einer Mächtigkeit von 10 Fuß und mit Andeutungen einer horizontalen Schichtung auf einer Diluvialschicht im Allierthal. Die eingeschlossenen Menschenknochen kleben stark an der Zunge, und haben eine schmutzig gelblichweiße Farbe. Dieser Kalktuff bildet das 600 Meter lange Plateau Saint-Martial, das von drey Seiten vom Allier umflossen ist. Man sieht deutlich, daß der Tuff der Kalkabsatz zweyer Quellen ist, wovon die eine nahe am Fundort der Knochen, die andere an der höchsten Stelle des Plateaus hervorgetreten, und, wie diese letztere, durch den Absatz selbst nach und nach verstopft worden ist. Untersuchungen über die Veränderungen des Allier-Laufes machen es wahrscheinlich, daß man die Epoche, in welcher die Menschenknochen in die Tuffmasse eingeschlossen wurden, nicht wohl über 2000 Jahre zurück datieren darf.

Auch warme und heiße Quellen bilden öfters bedeutende Absätze. So gerade die warmen Quellen der Bäder von San Filippo in Toscana und die heißen Quellen von San Vignone eben daselbst, und ganz nahe bey Radicofari. Das Wasser von San Vignone setzt so rasch und in solcher Menge Kalk ab, daß in der Zuleitungsröhre zu den Bädern, die eine Neigung

von 30° hat, jedes Jahr sich eine Tuffmasse von $\frac{1}{2}$ Fuß Stärke absetzt. Die Quelle tritt auf dem Gipfel eines etwa 100 Fuß hohen Hügels hervor, der aus schwarzem Schiefer h besteht, Fig. 13. Taf. II. Der Tuff a zieht sich einerseits östlich herab gegen S. Bignone, deutlich geschichtet und mit einer Neigung von 6°. Eine Lage desselben von etwa 15 Fuß Dicke, aus vielen über einander liegenden dünnen Schichten zusammengesetzt, ist sehr fest und gilt als ein vortrefflicher Baustein. Im Jahr 1828 wurde aus ihr ein 15 Fuß langer Quader gehauen, den man zum Bau der neuen Brücke über die Orcia verwendete. Westlich zieht sich der Tuff a' auf eine Länge von 250 Fuß, mit verschiedener Mächtigkeit, die bis auf 200 Fuß steigt, herab bis zum Orcia-Fluß, an welchem er mit voller Mächtigkeit steil absetzt. Die Strömung des Wassers spült ihn hier immer weg, und setzt seiner weiteren Ausdehnung Schranken. Wenn man nun hier von einer einzigen Quelle einen so großen Kalkabsatz gebildet sieht, und dabey bedenkt, daß unendlich mehr von der kalkigen Masse mit dem Flußwasser fortwährend dem Meere zugeführt, als auf der kurzen Strecke vom Ursprung der Quelle bis zum Flußbett abgesetzt wird, so kann man sich ungefähr eine Vorstellung von der Mächtigkeit und Ausdehnung derartiger Ablagerungen machen, wenn ihre Bildung ungestört und unter günstigen Verhältnissen durch einen langen Zeitraum fortgeht.

Warme und heiße Quellen sehen öfters auch Kieselgerbe ab. Am bekanntesten sind die kieseligen Absätze des Geysers auf Island. Die heißen Quellen von Washita in den Rocky mountains sehen sehr viel Kieselgerbe nebst Kalk und Eisen ab, ebenso mehrere heiße Quellen in Indien. Die heißen Quellen auf San Miguel in den Azoren sehen ebenfalls viel Kieselgerbe ab, und von dieser die zu Furnas nebstdem noch große Massen Thon, so daß Gräser, Blätter, Holzstücke davon schnell incrustiert, dichte Kieselmassen abgesetzt, zertrümmerte Lagen wieder zusammengeklümpert und Ablagerungen von mehr als 2 Klafter Stärke gebildet werden.

Von ganz besonderem Interesse sind die Absätze von Eisen, welche einige eisenreiche Sauerlinge machen, die in dem Gebirgsfessel von Wehr beym Laacher See hervortreten. Sie sehen

eine solche Menge Eisenerde ab, daß man stellenweise 10 bis 12 Fuß mächtige Lager dieser Substanz antrifft, die als Farbmateriale benuzt wird. Gräbt man in solchen Lagen bis dahin nieder, wo die Quelle hervorsprudelt, so findet man hier den Absatz aus graulichweißem kohlensaurem Eisenorydul bestehend, das völlig die Zusammensetzung des Eisenspathes besitzt, während die höheren Lagen ganz aus Eisenorydhydrat bestehen, das wie der Brauneisenstein zusammengesetzt ist. Der Grund davon liegt darinn, daß die Quellen unmittelbar kohlensaures Eisenorydul absetzen, das, wenn es vor der Einwirkung der Luft geschützt ist, sich erhält, während derjenige Theil, welcher der oxydierenden Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt ist, sich in Eisenorydhydrat umwandelt.

Abatz aus Seen.

Gewisse Seen setzen fortwährend in ihrem Wasser gelbliche salzige Stoffe ab, in Folge der Wasserverdunstung. Hierhin gehören namentlich viele Seen, die zwischen dem Jaik und der Wolga, in der niedrigen barabischen und irtischischen Steppe und in der Krimm liegen, und aus denen sich alljährlich eine außerordentliche Menge Steinsalz absetzt. Die flachen Seen Aegyptens liefern Natron; mehrere Seen in Fezzan setzen Trona, anderthalb-kohlensaures Natron ab, das sich auch in America, woselbst es Urao genannt wird, unfern Merida, bey Lagunilla, aus einem See ablagert.

Muschelmassen und Strandgeschiebe über dem gegenwärtigen Meerespiegel.

Im Norden von Europa findet man, vorzüglich an der Küste von Schweden, namentlich in der Nähe von Uddevalla, große Muschelanhäufungen zwischen Gneisfelsen bis zu 200 Fuß über dem Meere. Die Muscheln stimmen mit denen überein, welche heute noch im benachbarten Meere leben. Man findet darunter Meereicheln, Balani, die noch vest am Felsen sitzen, der einst Meeresklippe war. Im Süden findet man eine ähnliche Muschelablagerung auf der Halbinsel St. Hospice, unfern Nizza. In Südamerica hat man zu Conception

Bänke von Muscheln die gegenwärtig noch in den nahen Meeren leben, an Puncten über dem Meerespiegel gefunden, bis zu welchen die Fluthen des heutigen Meeres nicht mehr ansteigen. Strandgeschiebe, durch Wellenschlag abgerundete lose Steine, die längs der Küste hin, im Niveau der Fluth, liegen, sieht man bey Plymouth bis 30 Fuß höher abgelagert, als gegenwärtig die Fluth steigt, und auf der Insel Jura in den Hebriden unterscheidet man 6 bis 7 über einander liegende Ablagerungen von Strandgeschieben, wovon die höchste wohl 40 Fuß über dem gegenwärtigen Meerespiegel liegt. Diese Erscheinungen haben ihren Grund in

Hebungen und Senkungen des Bodens.

Sie sind eine Folge der Erhebung der Küste. Erdbeben können zum Theil die Ursache solcher Erhebungen seyn. Sie bringen bekanntlich sehr oft Hebungen und Senkungen des Bodens hervor, und wir haben in der neuesten Zeit ein großartiges Beispiel von Erhebung eines beträchtlichen Theils der festen Erdrinde durch ein Erdbeben gehabt. Während der Erschütterungen, nämlich welche 1822 die Küste von Chili erlitt, wurde dieselbe auf eine Erstreckung von mehr als 200 Meilen in kurzer Zeit um 3—4 Fuß in die Höhe gehoben. Eine ähnliche Hebung hat sich im Februar 1835 an der Küste von Chili ereignet. Im Norden dagegen beobachtet man seit langer Zeit eine allmähliche Hebung des Landes. Sie beträgt in Schweden, nach der Untersuchung von Merkzeichen, die in Felsen eingehauen wurden, von Ra Holmen bis Löfgrundet, in dem Zeitraum von 100 Jahren, im Durchschnitt $4\frac{1}{2}$ Fuß. Hier müssen wir also eine langsame, gegenwärtig noch fortdauernde Wirkung annehmen.

An anderen Küstenstrecken bemerkt man eine Senkung des Bodens bey unverändertem Meerespiegel. So namentlich an der felsigen dalmatischen Küste und an der flachen italicnischen. Bey Pola, Fiume, Zara, Sebenico, auf Lissa u.s.w. sieht man vielfältig den Fußboden antiker Gebäude vom Meere bedeckt, Aschenurnen, Mosaik unter dem Meerespiegel. An der äußersten Spitze der Insel Bragnia sieht man hart am Lande

eine ganze Reihe von Steinsarcophagen, regelmäßig an einander gestellt auf dem wenig tiefen Meeresgrund. Zu Ravenna und Venedig hat man Steinpflaster gefunden, die unter der jetzigen größten Wasserhöhe liegen, auch mosaïsche Arbeit und viele Alterthümer.

Ebenso hat man an der Westküste von Grönland Senkungen des Bodens beobachtet. Schon in den 70ger Jahren des verflossenen Jahrhunderts vernahm Aretander in dem Fiorde Igalliko, daß ein kleines, felsiges und flaches Eiland, das einen Kanonenschuß von der Küste entfernt ist, zur Fluthzeit gänzlich unter Wasser stehe, während sich doch darauf 5 Fuß dicke Mauerreste eines 52 Fuß langen und 30 Fuß breiten Hauses befinden. Ein halbes Jahrhundert hernach fand Dr. Pingel die Insel schon so weit versunken, daß sie beständig vom Meere bedeckt war, und nur die Ruinen des Hauses aus dem Wasser hervorragten. Mehrere andere Punkte der Westküste zeigen ähnliche Erscheinungen. Die Senkung des Bodens ist hier von den Bewohnern dieser Küste so gut gekannt, daß um derentwillen kein geborener Grönländer sein Haus nahe ans Wasser baut. Er weiß, daß später die Fluth in dasselbe tritt.

Diese Senkungen des Bodens hängen eben so gut, wie die Hebungen, von vulcanischen Ursachen ab. Es ist höchst interessant wahrzunehmen, wie beide Erscheinungen noch fortdauern, und durch die Geschichte bestätigt werden.

Eines der merkwürdigsten und lehrreichsten Beyspiele von successiver Senkung und Hebung einzelner Theile der Erdoberfläche seit den historischen Zeiten, gibt uns die Beschaffenheit des Serapis-Tempels bey Pozzuoli, an der Bucht von Baja, unfern Neapel. Dort stehen noch aufrecht und an ihrer ursprünglichen Stelle drey Marmorsäulen, S. Fig. 14. Taf. II., welche in etwa 15 Fuß Höhe über dem jetzigen Meerespiegel, einen 3 Fuß breiten Streifen haben, der von Bohrmuscheln durchlöchert, etwas dünner und mit einer kalkigen Kruste bekleidet ist. Der untere Theil der Säulen, der bey der Ausgrabung in der Erde stand, ist wohl erhalten; der obere dagegen von der Witterung angegriffen. Auch die im Innern des Tempels liegenden Marmorsäulen sind von allen Seiten von Bohrmuscheln durchlöchert, und

nur die harten Granitfäulen blieben unversehrt. Dagegen zeigen auch diese sich mit einer kalkigen und unreinen Kruste überzogen, welche das Meer allenthalben auf Gegenstände absetzt, die von seinen Rändern berührt werden. Hier müssen wir nun, bey Erwägung aller obwaltenden Umstände, annehmen, das Meer sey einst, in Folge einer Senkung der Küste, ins Innere dieses Tempels eingedrungen, habe ihn lange Zeit bedeckt, zahlreiche Bohrmuscheln genährt, und den Tempel später, bey erfolgter Wiedererhebung der Küste, verlassen, von welcher Zeit an er in dem Zustande verblieb, in welchem man denselben bey der Ausgrabung im vorigen Jahrhundert fand. Die Zeit der Senkung des Tempels ist ungewiß. Seine Wiedererhebung aber hat wahrscheinlich gegen das Ende des fünfzehnten und den Anfang des sechzehnten Jahrhunderts stattgefunden. Um jene Zeit nämlich, wurden, nach Urkunden, in den Umgebungen des Serapis-Tempels ansehnliche Landstrecken vom Meere entblößt, und von der Regierung größtentheils an geistliche Stiftungen verschenkt. Damals aber wurde bekanntlich Pozzuoli mehrfach von starken Erdbeben heimgesucht, und in jener Zeit (1568) wurde auch der Monte Nuovo herausgehoben. Beweise genug, daß jene Küstengegend, während der angeführten Periode, mehrfältige Bewegungen erlitten hat.

Die Ablagerungen von Muschelmassen und Strandgeschichten, die man an vielen Orten über dem gegenwärtigen Meeresspiegel, und bis auf Höhen von 30 und 40 Fuß über demselben findet, Bildungen, die einst am Meeresrande abgesetzt wurden, sind also durch eine später erfolgte Hebung der Küste in ihre jetzige Lage gebracht worden. Sehen wir mehrere solche Ablagerungen terrassenweise über einander, so geben diese uns den Beweis von wiederholten Hebungen des Bodens.

Gletscher und Polareis.

Der trockene, crystallinische Schnee, der im Hochgebirge fällt, und die übrigen Schneemassen bildet, die man Firne heißt, verwandelt sich durch Erweichung, Zusammensinterung und Wiedererhärtung in den tieferen Lagen in eine Eismasse, welche an geneigten Stellen durch ihr Gewicht sich über dieselben herabzieht,

durch Schründe, Dobel und Thäler bis zu den Wohnstätten herabsteigt, und die man Gletscher nennt. In den Alpen steigen einzelne Gletscher bis zu 3200 Fuß herab (Grindelwald). Ihre obere Gränze ist in diesem Gebirge ziemlich regelmäßig bey 7600 Fuß. Die stete Erneuerung des Firns unterhält die fortdauernde Bildung des Gletschereises, das in Dobeln und Thälern bis zu einer Stärke von 120, ja selbst bis 150 Fuß anwächst. Vielfältig senden die Firnmassen auf diese Weise Gletscher in Streifen, Zacken oder Franzen gegen die tieferen Gegenden herab.

Das Gletschereis besteht aus stumpfeckigen Stücken von 1 bis 2 Zoll, die, wie man es, zumal am untern Ende des Gletschers, beobachten kann, locker und gleichsam gelenkartig mit einander verbunden sind. Die einzelnen Stücke sind farblos, außen rauh, wie überhaupt die ganze Oberfläche des Gletschers. Größere Massen zeigen eine blaue Farbe, die vom lichtesten Himmelblau ins Smalteblaue und reinste Lasurblaue übergeht. Manchmal ist dem Blau ein grüner Ton beygemischt. Diese Färbungen sieht man besonders rein und von unbeschreiblicher Schönheit in tieferen Löchern, Spalten und Klüften der Gletscher.

Die Temperaturveränderungen, denen das Gletschereis ausgesetzt ist, das Fortrücken desselben auf geneigtem Boden, bewirken manchfaltige Trennungen seiner Masse, und alle Gletscher sind daher mehr oder weniger von Spalten und Schründen durchschnitten, und diese sind immer um so zahlreicher und größer, je geneigter die Lage des Gletschers ist. Ueber hohe Felsenabfälle heruntersehende Eismassen, erscheinen wie Wassermassen, die in wildem Sturze erstarrt sind. Die Spalten laufen meistens parallel der Längeerstreckung des Gletschers; seltener schneiden sie die Richtung desselben. Wo die Unterlage ein festes, geschlossenes Gestein ist, da ruht die ganze untere Fläche der Eismasse gleichförmig darauf; ist dagegen das Gestein verwittert, zerborsten, aufgelockert, besteht der Boden aus Trümmern, Geschieben, so schmilzt die darüber hingehende Eismasse an ihrer unteren Fläche ab und wird dabey über solchen Stellen ausgewölbt. Es entstehen auf diese Weise Gewölbe, die manchmal eine beträchtliche Größe haben, und die man wohl auch Eiskeller genannt hat.

Der Gletscher ruht alsdann mit einzelnen Füßen, die wie Pfeiler eines Gewölbes dastehen, auf der Unterlage.

Der Felsboden, über welchem sich die Eismasse fortbewegt, wird abgeschliffen, wie poliert, und an den Felsenwänden werden parallele Furchen ausgerieben, in der Richtung, nach welcher sich das Eis bewegt.

Von den umgebenden Felsen lösen sich durch Verwitterung fortwährend Stücke los. Viele davon fallen auf den Gletscher herab. Sind diese Stücke klein, so sinken sie nach und nach in die Eismasse ein, da sie als undurchsichtige dunkle Körper, und, vermöge ihrer Wärmecapacität, am Tage viel stärker erwärmt werden, als das Eis, und somit von diesem mehr schmelzen, als die directen Sonnenstrahlen. Dieses Einsinken der Steine findet vorzüglich auf dem tieferliegenden Theile der Gletscher, in einer Höhe von 4—5000 Fuß, statt, und es werden dabey Löcher gebildet, in welchen sich Wasser sammelt. In der warmen Jahreszeit werden die obersten Wassertheilchen durch warme Winde erwärmt, dadurch specifisch schwerer und sinken unter. Dabey lösen die warmen Wassertheilchen immer Eis auf, und es werden auf diese Weise größere Vertiefungen, die sogenannten Eislöcher gebildet, die häufig mehrere Fuß tief und mit Wasser angefüllt sind. Den Stein, der die Veranlassung ihrer Entstehung war, findet man gewöhnlich auf ihrem Grunde.

Während das Wasser der Eislöcher in das Gletschereis der Wände eindringt, verdrängt es die in seinen Poren vorhandene atmosphärische Luft, absorbiert davon mehr Sauerstoff als Stickstoff, und daher bestehen die aus Eislöchern aufsteigenden Luftblasen aus einer sauerstoffarmen Luft, die nicht ganz 10 Procent Sauerstoffgas enthält. Dadurch kommt dann eine an Sauerstoff ärmere Luft in die Atmosphäre über den Gletschern, die aber schnell in dem großen Luftmeere aufgelöst und dadurch wirkungslos auf die Respiration wird.

In größeren Höhen sinken kleinere Steine weniger ein. Große Steine aber sinken nicht nur gar nicht ein, sondern erheben sich im Gegentheil scheinbar, ruhen auf einige Fuß hohen Eisfüßen und bilden die über die Gletscheroberfläche erhabenen, sogenannten Gletschertische. Große Steine werden

nämlich nicht durch und durch erwärmt, ihre untere Fläche bleibt auf dem Gefrierpunkte und eben so das Eis darunter, während das umliegende Eis in den Sommertagen bey jedem Sonnenschein schmilzt und sich dabey senkt. Dergestalt bleibt die Eisunterlage des Steins in gleicher Höhe, während die Gletscheroberfläche sinkt, und die geschätzten Eistheile bilden den hervorragenden Fuß des Tisches.

Fallen mehrere große Steine neben einander hin, oder bedecken starke Schuttlagen die Oberfläche des Eises, so wird die nämliche Erscheinung, nur in größerem Maasstabe, hervorgerufen. Es bilden sich größere hervorragende Eisfüße, wellenartige Erhöhungen, die bey dem Fortrücken des Gletschers sich in die Länge ziehen, und da immer frischer Schutt nachfällt, über die ganze Oberfläche desselben, in der Richtung seiner Längenerstreckung, fortlaufen. Man nennt diese, mit Steinen und Schutt bedeckten Eiswälle, Gufferlinien. Gegen das untere Ende der Gletscher werden die Gufferlinien breiter, und häufig nehmen sie am Ausgang die ganze Oberfläche des Gletschers ein. Der Grund davon liegt darin, daß die Gufferlinie in den tieferen Theilen der Gletscher, vermöge des hier stärkeren Schmelzens des umliegenden Eises, höher liegt und steiler ist, wobey einzelne Steine, deren Unterlage schwächer wird oder in Schmelzung geräth, seitlich abrollen und so der Gufferlinie eine größere Breite geben.

Bey dem ununterbrochenen Fortrücken des Gletschereises nach der Neigung des Bodens, gelangen Steine, die im Hintergrunde eines Gletschertales auf das Eis fallen, allmählich herab bis an den Fuß des Gletschers, bey dessen Abschmelzen sie herabrollen, und vereinigen mit der Trümmernasse, welche der Gletscher durch Aufreibung des Bodens vor sich her schiebt, einen Ball von Schutt und Trümmern bilden, den man *Moraine* heißt, eine Musterkarte der Gesteine und Mineralien der Gletscherumgebung.

Am Fuße schmelzen die Gletscher fortwährend ab. Ist die abschmelzende Eismasse derjenigen gleich, die nachrückt, so bleibt der Gletscher stationär; schmilzt weniger ab, als nachrückt, so bewegt sich der Gletscher vorwärts; schmilzt im Gegentheil unten mehr ab, als von oben nachrückt, so zieht sich der Gletscher

zurück. Beschaffenheit der Sommer, der Umgebungen und namentlich auch die Verhältnisse der Vegetation, wirken darauf wesentlich ein.

Gegen die Pole hin sind auch niedrige Berge von Schnee und Eis bedeckt; im nördlichen Lappland gehen die Gletscher bis zum Meere herab, und um die Pole ist selbst das Meer mit Eis bedeckt. Das Polar-Eis, wie man das Eis nennt, welches sich um die Pole in den Meeren, an den Küsten und in den Buchten der Polarländer bildet, wird durch Meeresströmungen gegen Süden getrieben, in den wärmeren Himmelsstrichen geschmolzen, und auf diese Weise stellt die Natur das Gleichgewicht her, ohne welches eine fortwährende Vermehrung des Polareises stattfinden müßte.

Im ganzen nördlichen Sibirien ist der Boden, selbst in der heißesten Jahreszeit, von einer gewissen Tiefe ab, die nach Dertlichkeit und geographischer Breite verschieden ist, gefroren. Dieses Bodeneis hat an den ostwärts gelegenen Orten, wie namentlich bey Jakutzk unter dem 62. Breitengrad, dessen mittlere Temperatur der Monate December und Januar -33° R. ist, wo also das Quecksilber während zwey Monaten des Jahres im Freyen nicht aufthaut, eine beträchtliche Stärke. Man hat daselbst bey einer Brunnengrabung, 357 engl. Fuß (1 engl. Fuß = 0.304 M.) tief, den Boden fest gefroren, und erst darunter weiches Erdreich gefunden. Dieses Bodeneis ist über den 59. Breitengrad hinaus durch ganz Nordasien verbreitet. Der Boden bleibt hier überall in einer Tiefe, bis zu welcher die Sonnenwärme nicht mehr eindringt, fortwährend gefroren. In Obdorsk müssen, wie A. Erman erzählt *), die Gräber selbst im Sommer durch Feuer ausgehöhlt werden. Als im Jahr 1821 auf einem der beiden dortigen Kirchhöfe eine Nachgrabung gemacht wurde, fand man den Sarg des von Peter dem Großen hierhin verbannten und daselbst vor 92 Jahren verstorbenen Fürsten Menschischikow in dem gefrorenen Erdreich, und darinn die Leiche nebst deren Bekleidung völlig unverändert und wohl

*) Reise um die Erde durch Nordasien und die beiden Oceane, 1828 bis 1830 ausgeführt. Erster Band. Berlin 1833.

erhalten. Es kann uns daher nicht befremden, wenn man an der Mündung der Lena, an den Ufern des Wilui, so wie im Kokebue-Sund, Elephanten- und Rhinoceros-Reste im Eise antrifft, die noch mit Muskelfleisch und anderen weichen Theilen bekleidet sind. S. Bd. 7. S. 1182 f.f.

Da man weiß, daß heute noch ein Tiger aus dem Süden Afriens während der Sommerzeit hoch nach Sibirien hinauf streift und dort öfters erlegt wird (ein Exemplar eines solchen in Sibirien erlegten Tigers befindet sich in der zoologischen Sammlung zu Moskau), so begreift man auch, daß dickhaarige Pachydermen in früherer Zeit ähnliche Züge gemacht haben, und daß, wenn sie durch irgend ein Ereigniß in den eisigen Gegenden Nord-Sibiriens getödtet und mit Erdreich bedeckt wurden, ihre Körper unverfehrt bleiben konnten.

Auch in Nordamerica hat man in der Umgegend der Factory York, an der Südwestküste der Hudsonbai, Bodeneis beobachtet.

Organische Reste in den gegenwärtigen Bildungen.

Die organischen Reste, welche in die Gebilde des Alluviums eingeschlossen sind, stammen von gegenwärtig noch lebenden Thieren und Pflanzen ab. Einige wenige jedoch gehören zu untergegangenen Geschlechtern. Die in der gegenwärtigen Periode durch Klima, Boden u.s.w. bedingte geographische Verbreitung der Pflanzen und Thiere, ist die Ursache, daß die Reste, welche in verschiedenen Ländern zu gleicher Zeit, und unter den nämlichen Verhältnissen, in die Alluvialbildungen eingeschlossen werden, doch ganz verschieden sind.

Einige Thiergeschlechter, die seit der Existenz des Menschen und der Ausbreitung seiner Herrschaft ausgestorben, andere, die seit dieser Zeit von ihren ursprünglichen Wohnorten ganz oder zum Theil verschwunden sind, zeigen deutlich an, welcher Vergänglichkeit alles Organische unterliegt, und welchen Einfluß der Mensch darauf hat.

Der riesenhafte Hirsch (*Corvus eurycerus*), dessen Geweih eine Länge von 8 Fuß hatte, und dessen Reste man in Torfmooren findet, soll, nach Professor Goldfuß, erst nach dem

Jahre 1550 unter den lebenden Thieren erloschen seyn. Er ist im Nibelungen-Lied unter dem Namen Schelch erwähnt, hat schon gelebt zur Zeit, als Mitteleuropa von Elephanten bewohnt war, denn man findet seine Reste mit Elephantenresten zusammen begraben.

Das Ohiothier (*Mastodon giganteus*), der große Mastodon, von der Größe des Elephanten und, wie dieser, mit einem Rüssel versehen, aber gestreckter und plumper, mit höckerigen Backenzähnen, scheint im Anfang der gegenwärtigen Periode noch gelebt zu haben. Seine Reste, die man am häufigsten im Morast des Ohio in Nordamerica, und, so viel bis jetzt bekannt, nur in diesem Lande findet, sind meistens so vortreflich erhalten, daß schon mehrere vollständige Skelete zusammengesetzt werden konnten, die sich in nordamericanischen Sammlungen befinden. Auch sollen Weichtheile dieses Thiers daselbst gefunden worden seyn, und dazu rechnet man einen häutigen Sack, der bey den Knochen lag, mit klein zerkauteu, jetzt noch in Virginien wachsenden Pflanzen angefüllt war, und der Magen des Thieres gewesen zu seyn schien. S. Bd. 7. S. 1186.

Die Dronte (*Didus ineptus*), von holländischen Schifferrn 1599 auf der Insel Morih gefunden, ein Vogel aus der Gattung der Trappen, von der Größe eines Schwans, der auch auf Bourbon lebte, ist in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wahrscheinlich durch die Portugiesen und Holländer ausgerottet, verschwunden. Seit jener Zeit hat niemand mehr eine Spur von diesem Vogel gefunden. Auf der Insel Rodriguez sind Knochen desselben in Kalktuff eingeschlossen vorgekommen. Siehe Bd. 7. S. 628 f. f. Auch der sonderbare Vogel Kiwi (*Apteryx australis*), der auf Neuseeland lebt und dort, seiner geschätzten Federn wegen, stark verfolgt wird, von Natur aus träg und unbehilfflich, zum Schwimmen und Fliegen nicht geschaffen, wird wahrscheinlich in kurzer Zeit ausgerottet seyn. S. Bd. 7. S. 634.

Es ist beynahe unglaublich, wie zerstörend der Mensch auf die Thiergeschlechter einwirkt, und wie groß daher sein Einfluß auf das Vorkommen thierischer Reste in den gegenwärtigen Bildungen ist. Um davon nur ein Beyspiel zu geben, wollen

wir nur der Seehund-Jagd erwähnen. Unmittelbar nach der Erforschung der Küsten von Süd-Georgien durch Capitän Cook 1771, fiengen die Americaner den Handel mit Seehundsfellen nach China an. Seit jener Zeit wurden von dort 1,200,000 Felle bezogen, und ungefähr die gleiche Zahl von der Insel Desolation. Die Zahl der Seehundsfelle, welche 1821 und 1822 auf den Süd-Schottland-Inseln erbeutet wurde, beträgt 320,000 Stück. Auf allen diesen Inseln ist der Seehund nunmehr völlig ausgerottet. Von den Neufundland-Fischern wurden in den 3 Jahren 1829, 1830 und 1831 nicht weniger als 1,582,000 Stücke Seehunde gefangen!

Fortwährend vermindert sich die Zahl der im Naturzustand lebenden Thiere, durch die rastlosen Nachstellungen der Jäger, ihr rücksichtsloses Niedermachen, und dadurch, daß die Menschen Länder und Seen, Wälder und Flüsse, die den Thieren Nahrung und Schutz gewährten, ihrer Herrschaft unterwerfen und ihren Zwecken aneignen. Am auffallendsten zeigt sich dies in Nord-america. Hier weichen die Thiergeschlechter mit den Urbewohnern zurück vor der Fluth der Civilisation, und fallen ihr zum Opfer.

Dieser Einfluß des Menschen auf die Oberfläche der Erde hat natürlich schon wesentlich verändernd auf die übrige organische Welt eingewirkt, und die Ueberreste derselben, die sich in den Bildungen der gegenwärtigen Periode finden, werden daher aus diesem Grunde verschieden seyn von den Ueberresten einer früheren Periode, in welcher der Mensch noch nicht existirt, oder seine Herrschaft nicht so weit über die Erde verbreitet hatte.

Die Verminderung der Wälder hat unmittelbar in ihrem Gefolge eine Verminderung der fließenden Wasser, der Pflanzengeschlechter und des auf Flüssen treibenden Holzes, und so werden einst die großen Flüsse Americas aufhören Massen Holzes gegen ihre Mündungen zu führen, und in ihren Deltas aufzuhäufen, wenn der Mensch die großen Wälder dieses Welttheils in Cultur genommen hat.

Von den thierischen Resten, welche im Alluvium gefunden werden, fallen besonders die Menschenreste auf, die man im Torf, in Schutt und Kalktuffablagerungen, im Sande und in Höhlen antrifft. Thierische Stoffe erhalten sich im

Torfe, vermöge seiner Zusammensetzung, s. S. 534, und der im Innern seiner Masse stattfindenden Entwicklung von Kohlen säure und Kohlenwasserstoff, wobey der eingedrungene Sauerstoff der Luft absorbiert wird, und der äußere beynahe ganz ausgeschlossen ist, außerordentlich lange. Die antiseptische Eigenschaft des Torfs ist auch allgemein bekannt. Es kann daher nicht so sehr befremden, wenn man in Torf menschliche Leichname findet, die, ungeachtet sie Jahrhunderte lang darinn vergraben lagen, doch noch ziemlich gut erhalten sind. Im Ganges-Delta wurden Menschenknochen 19 Fuß unter der Oberfläche in Schutt begraben aufgefunden. An der Küste von Guadeloupe fand man mehrere Menschen skelete in eine jetzt noch sich fortbildende Kalkstufmasse eingeschlossen, die Corallen- und Muschelreste des umliegenden Meeres und einige auf der Insel lebende Landschnecken enthält. Diese Menschenreste rühren ohne Zweifel von Individuen her, die an der Küste verunglückt sind. Im Sande der africanischen Wüste findet man öfters menschliche Leichen, die von der Sonne ganz ausgetrocknet sind. In Höhlen hat man in Frankreich und Belgien Menschenknochen, theils zusammen mit Werken von Menschenhand, theils mit Knochen jüngerer und älterer in jenen Gegenden verschwundener Thiere gefunden.

Findet man Menschenknochen mit Knochen von Thieren zusammen, die aus der gleichen Zeit abstammen, wie z. B. auf alten Schlachtfeldern, Menschenknochen zusammen mit Pferdeknöcheln, so zeigen sich die ersteren besser erhalten. Wenn man nun Menschenreste nur in den allerjüngsten Gebirgsbildungen findet, die unter unsern Augen noch fortgebildet werden, so kann man daraus nicht schließen, daß der Grund hievon in ihrer größeren Vergänglichkeit liege, sondern findet die Ursache davon einfach darinn, daß der Mensch der jüngsten Epoche unserer Erde angehört. Die Existenz des Menschengeschlechtes beginnt erst nach dem Tode aller antediluvianischen Thiergeschlechter.

Einschließung organischer Reste in die Bildungen des Alluviums.

Die genauere Betrachtung der Art und Weise, wie in der gegenwärtigen Periode organische Reste begraben werden und in

einen versteinerten Zustand übergehen, ist schon an und für sich von Interesse, erlangt aber namentlich dadurch noch eine besondere Wichtigkeit, daß sie uns erläutert oder andeutet, auf welche Weise Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren in die älteren Formationen begraben, und wie sie versteinert worden sind. Wir wollen daher das Wesentliche einer solchen Betrachtung hier anreihen.

Beginnen wir diese mit den niedrigsten thierischen Organisationen, mit den Infusorien. Durch Ehrenbergs ausgezeichnete Untersuchungen hat sich ergeben, daß im Schlamm von Torfmooren, in Sümpfen und Lachen, in der darinn vorkommenden ockergelben, zarten Masse, die im ausgetrockneten Zustande wie Eisenoryd ausseht, sich unzählbare Mengen einer Infusorien-gattung aufhalten; die *Gaillionella ferruginea*, die nach ihrem Tode in die Zusammensetzung der Raseneisensteine eingeht. Zieht man diese Erze mit Salzsäure aus, so hinterbleiben die Kieselpanzerchen dieser Thiere. Eben so hat Ehrenberg im Kieselguhr von Franzensbad in Böhmen, der in einem Torfmoore vorkommt, Infusorien des Geschlechtes *Navicula* gefunden, und Gattungen darunter, die heute noch leben; eben so im franzensbader Torfe selbst. Daraus ersieht man, wie fortwährend Infusorien an den Orten selbst, wo sie leben, nach ihrem Tode in Versteinierung übergehen.

Die röhrenförmigen Polypen, Corallen, bauen, wie wir gesehen haben, Risse und Inseln von untermeerischen Felsen herauf bis an die Oberfläche und darüber, sterben ab und bilden im stillen Ocean, in den indischen Meeren, im tropischen Theil des atlantischen Meeres und im rothen Meere große poröse Felsenmassen, die von kalkigen Absätzen des Meeres durchdrungen und zu fester Steinmasse verbunden werden. Einzelne Stämme von Corallen werden von den Wellen losgerissen, an die Ufer geworfen und gehen hier in Litoralbildungen ein. Diese Corallen-Felsenbildung der gegenwärtigen Epoche ist so groß und ausgedehnt, daß sie den alten corallenführenden Kalkbildungen an die Seite gestellt werden kann.

Muscheln und Schnecken, die im süßen oder im salzigen Wasser leben, an den Ufern oder auf dem Boden der Flüsse, an

den Meeresküsten, in seichten Meeresstellen, an Klippen, auf Sandbänken oder im tiefen Meere sich aufhalten, werden unter mancherley Umständen, in Sand- und Schlammsschichten eingeschlossen. Fluß-, See-, Ufer- und Hochmeerbildungen enthalten aus dem Grunde zahlreiche Muschelreste. Angeschwollene Flüsse führen mit anderen Gegenständen auch die Mollusken ihres Bezirks mit sich fort, und setzen sie mit Schlamm und Sand, und in diese eingewickelt, ab, theils auf Inseln im Flußlauf (wie wir es immer bey den Rheininseln sehen), theils in Seebecken, theils in Meeresbuchten, wo sie mit den dort lebenden Meeresconchylien untermischt werden. Ofters auch stoßen Stromwasser gegen Bänke an den Mündungen, wo im seichten oder brakischen Wasser zahlreiche Muschelgeschlechter seit langer Zeit gelebt und sich fortgepflanzt haben, oder es greift eine Meeresströmung solche Niederlassungen an und reißt sie los, und so werden Litoral- und solche Muscheln, die im seichten Wasser der Bayen und Buchten, oder an den Mündungen großer Flüsse leben, hinaus ins hohe Meer und auf den Grund desselben geführt, allwo sie nicht fortleben können und begraben werden. Nur die Geschlechter, welche sich in Sand und Schlamm versenken oder einbohren können, wie namentlich *Solen*, *Pholas*, *Cardium*, entgehen mehr oder weniger diesem Begräbniß. Die Anhäufungen großer Conchylienmassen, die man auf dem Grunde des tiefen Meeres zwischen Gibraltar und Ceuta, bey Tory-Inseln, zwischen den Shetland-Inseln und Nord-Irland u. s. w. gefunden hat, sind wohl einfach eine Folge der angedeuteten Einwirkungen der Meeresströmungen auf Ansammlungen von Muscheln und Schnecken, die an den Ufern, in Buchten, auf Sandbänken u. s. f. leben. Werden derartige Conchylienlagen von Schlammabsätzen durchdrungen und bedeckt, und wiederholen sich Schalen- und Schlammabsätze, so entstehen nach und nach Bildungen, deren Schichten von Schalthierresten ganz erfüllt sind.

Wellen, die gegen die Küste laufen, so wie die Brandung, werfen mit Sand und Geröllen, auch Schalthiere und andere organische Substanzen ans Land, und bilden Anhäufungen derselben, welche durch Kalk- und Schlammabsätze verwittert werden.

Landmollusken werden häufig an den Orten selbst, wo sie lebten, in die Lagen der Ackererde eingeschlossen, da viele von ihnen sich in den Boden einsenken, in Löchern sich verbergen und da absterben, wobey ihre Schalen sich erhalten und in der Erde eingeschlossen bleiben. Andere, die ganz auf der Oberfläche leben, hinterlassen hier ihre Schalen. Flüsse, welche die Ufer angreifen, dieselben übersteigen und das anliegende Land überschwemmen, führen diese Schalthierreste mit anderen fort und setzen sie in Seebecken oder an den Mündungen ins Meer ab, wo sie gleich anderen Resten abgestorbener Organismen begraben werden und der Versteinerung unterliegen.

Die Würmer, wie *Serpula*, die gewöhnlich auf Muscheln sitzen, Meerigel, *Echinus*, *Cidaris*, *Spatangus*, Meersterne, von welchen namentlich der gemeine Relfensterne (*Pentacrinus*) *Isis asteria*, und *Pentacrinus europaeus*, den versteinerten Crinoideen so ähnlich sind, unterliegen denselben Versteinerungsverhältnissen, wie die Meer-Schalthiere.

Insecten werden selten in Erdschichten eingeschlossen. Bisweilen findet man Reste derselben in jugendlichen Schlamm- und Thonablagerungen, unter Umständen, die andeuten, daß sie von Individuen herstammen, die auf die Fläche eines Sees oder Flusses gefallen, oder durch eine Uberschwemmung überrascht und mit anderen Gegenständen im Schlamm eingewickelt worden sind. Die Krebse theilen die Verhältnisse der Schalthiere.

Fische, welche in Flüssen leben, suchen, während der Zeit der Anschwellungen, vor der größeren Wassermasse und Geschwindigkeit, so wie vor dem Detritus, der mit der Wassermasse fortbewegt wird, Schutz in ruhigeren Wasserstellen, und versammeln sich hier in großer Anzahl. Ungewöhnliche Anschwellungen und Strömungen ergreifen sie aber auch an solchen Stellen, führen sie in die Schuttbeladene Masse, in welcher sie umkommen und wobey sie in Schuttmassen eingeschlossen werden, die sich im Rinnfal des Flusses, in einem Seebecken oder an der Mündung ins Meer absetzen. In Seen und kleineren Wasserbecken lebende Fische kommen bey Austrocknungen um, oder wenn dem Wasser in größerer Menge Kalkerde oder ein Gas, wie kohlen-saures Gas, Schwefelwasserstoffgas, zugeführt wird, und dabey

werden sie in die entstehenden Absätze eingeschlossen. Die Meerfische werden häufig durch Stürme an die Küste geworfen und ihre Reste daselbst mehrfältig in jugendliche Schlamm- und Thonbildungen, in Conglomerate begraben. An den Küsten von Island werden bekanntlich häufig Fischreste in einen bläulichen Schlamm eingewickelt, der bald verhärtet, was uns andeutet, wie etwa die Fischreste, die im Saarbrücker Steinkohlengebirge vorkommen, in thönigen Sphärosiderit eingeschlossen worden sind. Brandung und Sturmfluthen werfen bisweilen selbst große Fische auf Sandbänke, auf den Strand, wo sie in Thon und Sand begraben werden, und Strömungen häufen bisweilen große Massen von Fischresten an, und mitunter liegen diese auf dem Meeresgrunde in ansehnlicher Tiefe. So fand Capitän Vidal an der Nordwestküste von Island, in einer Tiefe von 80—90 Faden, eine Lage Fischknochen in einer Ausdehnung von 2 Seemeilen, und zwischen den Schetland-Inseln und Island beobachtete man in $61^{\circ} 50'$ Breite und $6^{\circ} 30'$ Länge (Greenwich), in einer Tiefe von 45 Faden, eine $3\frac{1}{2}$ Meilen lange Fischknochen-Ablagerung. Sehen sich nun darauf Thon- oder Schlamm-Massen ab, so werden die Fischreste darinn vergraben, und es entsteht eine Schicht, die davon ganz erfüllt ist.

Die Amphibien, von welchen ein großer Theil an feuchten Orten und im Wasser lebt, namentlich in Flüssen, an ihren Mündungen oder in den Deltas, wie Crocodile, Alligatoren, sind den oftmalß plözlich eintretenden, verwüstenden Anschwellungen der Flüsse ausgesetzt, und gehen dabey mitunter zu Grund, wobey ihre Körper in die Schlamm- und Schuttmassen begraben werden. So war es namentlich der Fall bey der großen Flußüberschwemmung, welche auf Java 1699 in Folge eines Erdbebens eintrat. Dehnt sich eine solche Ueberschwemmung weit aus, greift sie das Land bedeutend an, so werden auch solche Amphibien, die auf dem Lande leben, getödtet, fortgeführt und in die Detritusmasse eingeschlossen. Die Meer-Amphibien sind denselben Verhältnissen unterworfen, wie die größeren Fische. Auf der Insel Ascension hat man, nach Lyell, in neuester Zeit Schildkröten-Eyer unter sehr interessanten Verhältnissen in ein Conglomerat eingeschlossen gefunden, das sich am Strande hin

aus Muschel- und Corallenresten, welche die Wellen anwerfen, immer fortbildet und mit der Zeit so erhärtet, daß es vielfältig als Baustein angewendet werden kann. Man fand nämlich in diesem Conglomerate mehrere beynahе vollkommen ausgebrütete Schildkröten-Eyer, in deren Innern man die Knochen des jungen Thieres sieht, zwischen welchen fest zusammengebäckene Sandkörner liegen. Wahrscheinlich lagen die Eyer beynahе ausgebrütet im warmen Sande des Strandes, als eine große Welle dieselbe mit so viel Sand bedeckte, daß die Sonnenstrahlen nicht mehr durchbringen konnten, wobey der Fötus erkaltete und starb. Zu gleicher Zeit scheinen die Schalen der Eyer zerbrochen worden zu seyn, wobey Sand in das Innere drang.

Die Vögel, welche dem Luftkreise angehören und, vermöge ihrer Organisation, den Ereignissen, welche an der Oberfläche der Erde stattfinden, weniger als die mehrsten anderen Thiere unterliegen, da sie denselben ausweichen können, theils durch Fliegen, theils durch Schwimmen, werden nur selten in die Absähe der gegenwärtigen Periode eingeschlossen.

Die Säugthiere kommen auf mancherfaltige Art um, und werden dabey häufig in Schichten des Alluviums begraben. Sie versinken in Moorgründen, Schlamm-Massen, brechen im Eise ein, stürzen in Spalten, werden in Höhlen verschüttet, in einigen Ländern in großer Zahl durch Ueberschwemmungen getödtet und vom Schutte bedeckt. A. v. Humboldt bemerkt, daß in den Savannen des südlichen Americas, während der periodischen Anschwellungen der großen Flüsse, jährlich sehr viele Säugthiere umkommen. Zur Zeit der Anschwellungen des Apure gehen Tausende der wilden Pferde zu Grund, die in den Savannen weiden, ehe sie die höher liegenden Planos erreichen können. Bey den Ueberschwemmungen, die von Sturmfluthen verursacht werden, die Regengüsse in den gemäßigten Zonen bewirken, kommen immer viele Quadrupeden um, und eben so bey ungleich selteneren, durch Erdbeben verursachten Ueberschwemmungen. Bey dem schon angeführten Erdbeben auf Java brachte der angeschwollene Bataviafluß, nebst einer unzähligen Menge von Fischen, auch getödtete Büffel, Tiger, Rhinoceros, Affen aus dem Gebirge herab. Unter allen angeführten Umständen werden die Körper

der getödteten Thiere häufig in Schlamm, Sand, Detritus eingeschlossen. Die weichen Theile sind bald zerstört; die Knochen aber erhalten sich und gehen in den verfeinerten Zustand über, wenn Thon- oder Kalktheile an die Stelle des sich allmählich zersetzenden Knorpels, des thierischen Stoffes der Knochen, treten.

Auf eine eigenthümliche Weise werden Thierreste manchmal in Höhlen abgesetzt; wenn nämlich, durch Spalten herab, Bäche sich in dieselben ergießen, welche mit Thon und Sand auch thierische Reste mit sich führen. Eine sehr interessante Beschreibung eines solchen Verhältnisses verdanken wir Boblaye, der dasselbe in Morea, vorzüglich in der Gegend von Tripoliza, beobachtete. Eine Anzahl im Kalkgebirge liegender Höhlen ist daselbst mit der Oberfläche durch Spalten in unmittelbarer Verbindung. In der Regenzeit stürzen sich Gießbäche hinein und verschwinden darinn. Die Einwohner nennen diese Spalten *Katavothra*, Höhlenschlünde. Im Innern der Höhlen liegen in dem röhlichen Schlamm, den die Wasser von der Oberfläche herabführen, Pflanzen- und Thierreste, und in einer dieser Höhlen fanden Boblaye und Birlet auch Menschenknochen, die von Erschlagenen des letzten Krieges herstammten. In der trockenen Jahreszeit wohnen Füchse und Schakals in diesen Höhlen, und schleppen Thierreste, die ihnen zur Nahrung dienen, dahin. Dadurch werden diese mit jenen Resten vermengt, welche die Wasser hereinführen.

Von Pflanzen, die auf dem Lande, an Seen oder Flüssen wachsen, werden abfallende Theile, wie Blätter, Samen, Früchte, häufig auf die Oberfläche des Wassers geführt. Sie sinken nach einiger Zeit unter, oder werden durch Winde und Strömungen stellenweise aufgehäuft und nach und nach in Schlamm eingewickelt oder in Torf verwandelt. Wachsen sie am Rande incrustirender Quellen, so werden sie in die sich absetzende Kalktuffmasse eingeschlossen. Stehen sie an den Ufern eines Flusses der Anschwellungen hat, das Uferland unterspült und einreißt, so fallen größere und kleinere Pflanzengeschlechter, Strauch- und Baumgewächse, in die Fluth, schwimmen so lange, bis sie sich ganz voll Wasser gesogen haben, und sinken alsdann unter, oder werden an ruhigen Wasserstellen, hinter Dämmen und Barren,

in Buchten, in Seebecken oder an den Mündungen ins Meer, in Deltagegenden, abgesetzt und allmählich von Detritus bedeckt. Dehnen sich Flußüberschwemmungen über größere Länderstrecken aus, so werden auch Pflanzen, die im Innern des Landes wachsen, von Orten, die entfernter von Flüssen liegen, in die Strommasse getrieben, und erfolgen endlich Ueberschwemmungen in Folge starker Regengüsse, so werden Pflanzenreste von noch weiter entlegenen Punkten, und auch von höheren Gegenden, der Flußrinne zugeführt. In den Tropenländern treiben die Flüsse mächtige Massen von Treibholz ins Meer, und asiatische und americanische Flüsse liefern die enormen Holzmassen, welche an die Küsten von Island, Spitzbergen, Grönland, an die Labradorküste u.s.w. antreiben. Viele auf solche Weise entstandene Anhäufungen von Pflanzenresten, werden in den Flüssen selbst, bey Inselbildungen, in Seebecken, in den Deltas oder wo sie sonst erfolgen, bald schneller, bald langsamer und allmählicher, von Sand, Thon, Schlamm oder Detritusmassen bedeckt und darinn begraben, und verwandeln sich nach und nach in eine kohlige Masse oder versteinern, indem sie von einer verdünnten, versteinernenden Flüssigkeit, Wasser, welches Kieselerde aufgelöst enthält, oder in Kohlensäure gelösten Kalk, Eisen u.s.w. allmählich durchdrungen werden, wobey die Flüssigkeit zuerst die Wände und Zellen durchdringt, und später auch die Höhlungen derselben selbst ausfüllt. Der Vorgang dieser Versteinernung ist also ein wahrer Imprägnations-Prozeß. Wasserpflanzen lassen ihre Reste in derselben Wassermasse, in der sie leben, und werden an Ort und Stelle begraben, wenn nicht Fluthen oder Strömungen sie an andere Stellen führen, in welchem Falle sie den oben geschilderten Verhältnissen unterworfen sind.

Die Kenntniß der Vorgänge, welche sich in der gegenwärtigen Periode an der Oberfläche der Erde ereignen, und der Bildungen, die sich unter unsern Augen gestalten, gewährt uns Einsicht in die Vorgänge, welche bey der Bildung der älteren Schichten der Erdrinde stattgefunden, deutet an, wie sie entstanden sind, und macht uns auf manche Umstände aufmerksam, welche dabey mitgewirkt haben. Das Studium der Bildungen des Alluviums, deren Entstehungsweise wir tagtäglich beobachten können,

und die so manchfaltig sind, gibt daher die beste Vorbereitung und Einleitung zum weitem Studium der Geologie.

2. Formation. Diluvium.

Altes Alluvium.

Die Hauptmassen des Diluviums, welches stets unter den Bildungen des Alluviums liegt und mit denselben nie wechsellagert, bestehen aus Thon, Lehm, Sand, Mergel, Grus, Kuffen und Conglomeraten, aus Schutt- und Trümmerablagerungen. Sie haben eine außerordentliche Verbreitung, und die letzteren sind durch große Fluthen über ganze Länder abgelagert worden. Sie haben selbst Bergketten überstiegen, und befinden sich meist weit entfernt von der ursprünglichen Lagerstätte, in einer solchen Lage, daß sie gegenwärtig selbst beym höchsten Wasserstande, von den höchsten Fluthen, nicht mehr erreicht werden. Zerstreute Krümmer, Felsblöcke, in Schuttmassen eingeschlossen, haben nicht selten eine solche Größe, daß sie auf die erhabenen Punkte, an denen wir sie heute sehen, nur von ganz außerordentlichen Fluthen können abgesetzt worden seyn. Die Mächtigkeit der Ablagerungen ist im Allgemeinen viel größer als beym Alluvium, und beträgt öfters über 200 Fuß.

Zwischen den losen Massen dieser Gebirgsbildung, in Sand, Lehm, Thon und Schutt eingeschlossen, oder in thonige und kalkige Massen eingewickelt und in Spalten und Höhlen abgelagert, kommen viele organische Reste vor, zumal Thierreste. Diese Reste gehören zur Hälfte untergegangenen Gattungen an, mehrere untergegangenen Geschlechtern, und die lebenden Arten, welche den im Diluvium eingeschlossenen Fossilien entsprechen, findet man heut zu Tage zum Theil in der warmen Zone, was andeutet, daß die Temperatur an der Erdoberfläche zur Zeit der Ablagerung der Diluvialbildungen höher gewesen ist, als gegenwärtig.

Jedenfalls verlangen die lebenden Thiergattungen, deren Analoga im Diluvium begraben sind, ein wärmeres Klima als Italien, Frankreich, Deutschland, England, Rußland gegenwärtig darbieten, wo man sie so häufig in Diluvialschichten findet. Ganz charakteristisch ist das Vorkommen der Fossilienreste eines Ele-

phanten, des *Elophas primigenius*, Blumenb., den die Russen *E. mammonteus*, wir *Mammuth*, nennen. Er ist im mittleren Europa überall zerstreut, wird von den Felsen von Gibraltar an, und den Hochebenen von Chili, bis herauf zum 66.° nördlicher Breite, in den Diluvialmassen gefunden, und ist in Nordasten so häufig, daß die Stoßzähne einen Handelsartikel bilden. Die Querstreifen seiner Backenzähne sind parallel, wie bey dem noch lebenden asiatischen Elephant, aber die Blätter dünner und zahlreicher, als bey diesem. S. Bd. VII. S. 1181.

Nach diesen Elephantenresten findet man am häufigsten die fossilen Reste eines Nashorns, welches dem indischen sehr ähnlich ist, und von Blumenbach *Rhinoceros antiquitatis*, von Cuvier *Rh. tichorhinus* genannt worden ist. Außerdem kommen öfters die Reste eines colossalen Hirschens vor, *Cervus giganteus*, Blumenb., und einiger anderer Hirschgattungen, ferner Ochsen-Gattungen, namentlich *Bos priscus*, und *Bos primigenius*, Mastodonten, zumal *Mast. giganteum*, das Ochthier oder Mammuth der Americaner, Reste von Flusspferden, *Hippopotamus major*, *intermedius*, *minutus*, Cuv., sodann *Megatherium australe*, Oken, Bären-, Hyänen-, Tiger-, Tapir-, Pferde-, Hund-, Schwein-Reste und noch einige andere, endlich mehrere Vögel-, Wasser- und Landconchylien und viele Pflanzen-Reste.

Die Diluvialgebilde liegen theils am Fuße der Gebirge, in Thälern und Ebenen, theils an Abhängen, auf Hochflächen und zum Theil selbst auf den Gipfeln der Berge und den Rücken der Gebirge. Blöcke, die von entfernten Felsen stammen, deren Lage wohl bekannt ist, liegen mehrere Hundert Fuß höher als die Stammfelsen. Keine Fluth der gegenwärtigen Zeit wäre im Stande, sie auf eine solche Höhe zu schaffen, und oftmals sind sie, mit anderen Geröll- und Schuttmassen, in einer Richtung verbreitet, die dem heutigen Flußsysteme nicht entspricht. Jene Fluthen sind also nicht nur der Richtung der vorhandenen Thäler gefolgt, sondern auch über diese und über Berge weggegangen. Da man verschiedene Richtungen in den Ablagerungen von Blöcken, Sand und Geröllern beobachtet und weiter erkannt hat, daß die Fluthen, welche sie verbreiteten, mit den Erhebungen einzelner

Gebirge im Zusammenhange stehen, diese aber, wie uns zuerst L. v. Buch, und dann ausführlich C. de Beaumont gelehrt, zu ganz verschiedenen Zeiten erfolgt sind, so müssen wir auch verschiedene Fluthen und in verschiedenen Zeiten der Diluvialperiode gebildete Ablagerungen unterscheiden.

Lehm-, Thon-, Letten-, Sand- und Mergel-
Ablagerungen.

Diese lockeren Gebilde sind allverbreitet im Gebiete des Diluviums, und bilden bedeutende Ablagerungen. Hinsichtlich der Zusammensetzung den analogen Gebirgsarten des Alluviums ähnlich, unterscheiden sie sich von diesen durch den Einschluß der organischen Reste.

Der Lehm ist öfters mit Sand und Geröllen untermengt, und schließt manchmal viele organische Reste ein, wie bey Cannstadt in Württemberg und bey Tiede, unweit Wolfenbüttel, wo man in einem Lehmlager sehr viele Knochen antediluvianischer Thiere gefunden hat. Diluviallehm bildet die oberste Lage des großen mexicanischen Plateaus, die Hauptmasse des salzigen Bodens der persischen Ebenen und die Oberfläche eines großen Theils der sibirischen Steppen.

Thonablagerungen erscheinen im Diluvium vorzüglich in Buchten und Mulden abgesetzt, am Fuße der Gebirge oder in Thälern, und treten mehr als locale Bildungen auf. Zerstückte thonhaltige Gesteine scheinen das Material dazu herzugeben, zu strömende Wasser den Thon ausgeschlemmt und in ruhigeren Wasserstellen abgesetzt zu haben. Im Rheinthale, am Fuße des Schwarzwaldes und der Vogesen abgelagerte Thonmassen, können auf diese Weise entstanden und abgesetzt worden seyn. Thonige Sandsteine, die am Gebirgsfuße anstehen, haben das Material geliefert zu den Ablagerungen bey Heimbach und Baden am Schwarzwalde, zu jenen von Sufflenheim, Schirhofen und Bischweiler an den Vogesen, und auf ähnliche Weise hat der Sandstein des Solling in der Wesergegend das Material zu den dortigen Thonablagerungen, namentlich zu dem Thonlager von Lenne gegeben. Der Quarzsand der durch den Thon zum

Sandstein verkittet war, liegt oft in besonderen Schichten beym Thon oder ganz in seiner Nähe.

Lettenlager erscheinen in alten Seebecken, Flußbetten, Thälern, oft im Wechsel mit Sandablagerungen. Diese treten für sich und im Wechsel mit obigen, in großen Massen in Niederungen auf, in großen Thälern, wie im Rheinthale, und bilden vorzugsweise den Boden der Steppen und Wüsten. Sandmassen bilden die Oberfläche der großen norddeutschen Ebene, und ziehen von Holland durch dieselbe fort bis nach Rußland. Bey Berlin und Potsdam hat man darinn viele Thierknochen gefunden. Mitunter wird der Sand durch Eisenoxydhydrat verkittet und zu einem Sandstein verbunden, der am Ufer der Ostsee bisweilen in einzelnen Bänken hervorragt. Die Nehrungen des baltischen Meeres, schmale, weit fortsetzende Landzungen, sind alte Dünen.

Mergellager gehören zu den alten Fluß- und Seebildungen, die längs den Ufern oder an den Mündungen, öfters in ansehnlicher Höhe über dem gegenwärtigen Wasserstande, abgesetzt worden sind. Es liegen darinn häufig knollige und kugelförmige Stücke, zuweilen noch abwärts zackige, plattensförmige Massen von Kalkmergel, die durch Infiltration kohlenstoffhaltigen Wassers gebildet worden sind. Vielfältig liegen Knochen großer antediluvianischer Vierfüßer darinn, Land- und Süßwasserschnecken, Gattungen, die theils ausgestorben sind, oder sich von den lebenden mehr oder weniger unterscheiden, oder mit denselben ganz übereinstimmen.

Hierhin gehören die Mergelablagerungen im nördlichen Deutschland, diejenigen des östlichen Ungarns, die Mississippimergel mit verkohlten Pflanzenresten, und die Mergelmassen im Donau-, Garonne-, Seine- und Rheinthale. Das gelblichgraue, lockere Mergelgebilde des Rheinthals ist besonders ausgezeichnet und wohl am besten bekannt. Man nennt diesen Mergel im Rheinthale Löß. Er ist, zumal zwischen Basel und Andernach, am Fuße der beiderseitigen Gebirge, mächtig abgelagert und auch in die Seitenthäler der Elsenz, des Neckars u. s. w. abgesetzt. Er erhebt sich durchschnittlich 400 Fuß über den Rhein Spiegel, und enthält viele calcinierte Schnecken, von welchen *Helix hispida*, *H. arbustorum*, *Succinia oblonga*, *Pupa muscorum* und

Clausilia parvula am gewöhnlichsten vorkommen, und deshalb besonders characteristisch sind. Ueberdies liegen häufig Mammuthknochen darinn, seltener Reste von *Rhinoceros tichorhinus*, *Cervus euryceros*, *Bos priscus*, *Equus caballus*. Beste darinn liegende Knauer von Kalkmergel heißen Kupfsteine.

Der Löß ist nicht geschichtet, liegt unmittelbar auf dem Rheinschuttland, auf Geröllten oder Sand, und ist in seinen untersten Lagen öfters damit vermengt. Er liegt an und auf allen Vorbergen der rheinischen Gebirge, ist von tiefen Hohlwegen durchschnitten, trägt die mannichfaltigsten Pflanzungen, muß aber, zur Verhütung von Abbrüchen und Einstürzen, gut terrassiert werden. Der Löß zeigt große Uebereinstimmung mit der obersten Schichte der Rheininseln, und scheint von einem strömenden Wasser abgesetzt worden zu seyn.

Geröllablagerungen und Conglomerate; Eisenwerke.

Gerollte Steine füllen den Grund vieler Thäler aus, bedecken große Ebenen, setzen kleine Hügel zusammen, und liegen öfters auf Terrassen, die weit über die höchsten gegenwärtigen Wasserstände erhaben sind, und mitunter entfernt von Seen oder Flüssen. Sand und Grus wechseln mit den Geröllten, die von der Größe des Hirsekorns bis zur Faust- und Kopfgröße variiren. Größere Dimensionen sind selten. Die Gerölle sind meistens stark abgerundet, stammen bald von den nächsten Bergen, der unmittelbaren Unterlage, oder sind von entfernteren Punkten hergeführt. Die Mächtigkeit ist manchmal sehr bedeutend, und an vielen Orten noch unergründet. Im Rheinthale nennt man diese Geröllablagerungen kurzweg Kies; in der Gegend von München Schotter. Hin und wieder sind die Gerölle durch ein kalkiges Cement zu einem nagelhartigen Conglomerat verkittet; bisweilen auch durch Eisenrost. Mitunter liegen in Braunkohle umgewandelte Hölzer darinn.

An mehreren Orten enthalten solche Geröllablagerungen nützliche oder geschätzte Mineralien, Metalle oder Edelsteine, welche sodann durch Wascharbeiten gewonnen werden. Man nennt lockere Diluvialmassen, welche nützliche oder geschätzte

Mineralien einschließen, Seifenwerke. Mit den Geröllen, die in diesem Falle gewöhnlich klein sind, kommen vorzüglich Quarzsand, Thon und Lehm vor. Eisenrost erscheint häufig als färbende Substanz.

Man unterscheidet vorzüglich Gold-, Platin-, Zinn-, Demant- und Edelstein-Seifen.

Die Goldseifen sind die gewöhnlichsten. Sie führen Gediengen-Gold in Körnern und Blättchen, und werden schon seit den ältesten Zeiten ausgebeutet. Die reichsten liegen in Africa (Manica, Monomotapa, Schabun, Fazoglo, Bouré), Asien (Ural) und America (Nord- und Süd-Carolina, Georgia, Mexico, Columbia, Brasilien).

Platinseifen liegen in America (Columbia, Brasilien) und Asien (Ural, hier 1822 entdeckt, und nunmehr die wichtigste Fundstätte).

Zinnseifen, die Körner von Zinnstein führen, sind seit den ältesten Zeiten in Cornwall bekannt, und liegen auch im sächsischen Erzgebirge. Auch in Mexico, Chili und Ostindien werden Zinnseifen ausgewaschen.

Demantseifen liegen in Ostindien, Brasilien, Sibirien und Nordafrika. Die indische Halbinsel war schon den Alten als die Heimath des Demants bekannt, und galt als solche ausschließlich bis zum ersten Dezennium des verfloßenen Jahrhunderts, in welchem auch in Brasilien Demante aufgefunden wurden. Im Jahr 1829 endlich wurden sie auch am Ural entdeckt, und vor Kurzem in Nordafrika. Die reichsten ostindischen Demantseifen liegen zu Golconda. Sie bestehen aus einem lockeren Conglomerat, das aus Bruchstücken verschiedener Quarzabänderungen zusammengesetzt ist und ein thoniges Bindemittel besitzt. Die brasilianischen Demantseifen liegen in der Gegend von Tejuco, 40 Leguas von Villa Rica. Das Gerölle dieser Wäschen besteht aus Quarz, Thonschiefer, Itakolumit, Brauneisenstein, Jaspis und aus Körnern von Topas, Corund, Chrysoberyll und Spinell, und enthält auch Gold und Platin. Am Ural finden sich die Demante auf der Westseite, unfern Nischne-Tura, unter Verhältnissen, die den brasilischen sehr ähnlich sind.

Edelsteinseifen liegen in Brasilien, Peru, Chili. Am böhmischen Mittelgebirge liegen granatführende Lager.

Gebirgsschutt und lose Felsblöcke.

In allen Ländern finden sich lose Felsblöcke, theils freyliegend in Ebenen, Thälern, selbst auf Berghöhen, bald einzeln zerstreut, bald in Gruppen zusammengehäuft, theils in Schuttmassen, in Sand und Gerölle, eingeschlossen. Sie bestehen, wie der sie umschließende Schutt, aus Gesteinen, die in ihrer jetzigen Umgebung nicht vorkommen, die ganz verschieden sind von den Gesteinen der umliegenden oder benachbarten Berge und Gebirge. Es sind von entfernten Orten herbeigeführte Massen, Fremdlinge in der Gegend, wo sie heute liegen. Unsern Altvordern schon fielen die fremden Blöcke auf, die der Süddeutsche und Schweizer Findlinge heißt, der Italiäner Trovanti und der Geologe auch erratische Blöcke (Felsblöcke) nennt, theils wegen ihres Vorkommens und Bestandes, theils wegen ihrer Größe. Sie haben häufig einen körperlichen Inhalt von 10—100 Cubikfuß, viele darüber und bis zu mehreren Tausenden, ja einzelne besitzen einen Körperinhalt von 50 bis 60,000 Cubikfuß. Die Stücke, welchen den Schutt zusammensetzen und die kleineren Blöcke, sind abgerundet, die größeren dagegen mehrentheils eckig, und manchmal sogar scharfkantig.

Durch diese Vorkommnisse besonders ausgezeichnet sind der südliche und nördliche Fuß der Alpen, und dieser bis auf die Höhen des Jura und bis nach Oberschwaben hinein, die baltischen Ebenen, England, der Süden Scandinaviens und Nordamerica. Die Schuttmassen und Findlinge am Nordfuße der Alpen liegen am Jura bis auf eine Höhe von 4000 Fuß, und stammen sämmtlich aus den Alpen, aus dem Hintergrund in der Centralkette entspringender Alpenthäler, denen gegenüber man sie antrifft. Die Schutt- und Blöckmassen dieser verschiedenen Thäler lassen sich wohl von einander unterscheiden, und sind nur hin und wieder in flacheren Gegenden vermengt. Im oberen Rheinthal, im Becken des Bodensees und in Oberschwaben liegen die Granite, Syenite, Serpentine, Gabbro-Abänderungen und Kasse

Graubündtens; im Reußgebiete die Gesteine des Gotthardt, im Arthal die Gesteine des Berner Hochgebirges u. s. w.

In den Thalverengungen fehlen die Blöcke in der Regel ganz, in den Thalweiten liegen sie aber in größter Anzahl, eben so auf Berghöhen, die davon bisweilen ganz übersät sind. Am Jura sieht man sie vorzüglich an Stellen, welche den Alpenthälern gegenüber liegen, und hier gehen sie am weitesten hinauf; ist an solchen das Juragebirge durchgerissen, so findet man die Findlinge auch in Thälern, welche hinter der durchrissenen Stelle liegen. Die Felsenwände der Alpenthäler, durch welche heraus man die Verbreitung der Blöcke verfolgen kann, zeigen, und zwar oftmals in großer Höhe, Abschleifungen, Furchen und Kerben, in der Richtung ihrer Längenerstreckung.

Diese Verhältnisse der Ablagerung der Findlinge und des Gebirgsschutts haben große Aehnlichkeit mit den Verhältnissen der Geschiebeablagerungen unserer heutigen Ströme, und führen daher ganz natürlich auf den Gedanken, daß sie durch mächtige Wasserfluthen bewirkt worden seyen.

In neuester Zeit hat Benck eine Theorie aufgestellt, wonach die Blöcke in früherer Zeit durch Gletscher, welche die Thäler erfüllten, und noch hoch am Jura hinauf lagen, angehäuft und verbreitet worden seyn sollen. Der Schutt und die Blöcke ruckten, nach ihm, aus dem Hintergrunde der Thäler in Gufferlinien nach dem vorderen Rande der Gletscher, und häuften sich hier in Moränen an. Die Abschleifungen und Furchen der Felswände, die man bis dahin als Anzeigen alter Wasserströme betrachtet hatte, werden für eine Folge der Reibung des Eises gegen die Felswände erklärt. Diese Theorie nimmt also an, daß zur Zeit der Diluvialbildungen die Alpenthäler und das große Thal zwischen den Alpen und dem Jura von Gletschern eingenommen war, und über diese weg müssen Schutt und Blöcke bis auf den Jura und die Abhänge und Höhen der schwäbischen Molassenhügel gerutscht seyn!

Treten wir in die norddeutschen Ebenen ein, so treffen wir eine andere, höchst ausgezeichnete Ablagerung von Schutt und Blöcken, die besonders dadurch merkwürdig ist, daß die Gesteine, woraus sie besteht, aus weiter Ferne stammen, von den

scandinavischen Gebirgen herkommen, und also durch ein Meer von ihrer Geburtsstätte getrennt sind. Von Holland an zieht sich diese Ablagerung durch alle baltischen Länder, durch Polen und Rußland bis in die Gegend von Moskau.

Schon in der Gegend von Dresden und Leipzig findet man finnländische Blöcke, und von da liegen scandinavische Abkömmlinge bis zum Meer. Jenseits desselben erscheinen sie in Seeland wieder, in den Umgebungen von Kopenhagen und hinauf bis Helsingör. Jenseits des Sundes findet man sie wieder in Schweden und durch den mittleren Theil von Schweden bis zum hügeligen Lande, an der Gränze gegen Norwegen. Die Schuttmassen und Blöcke bilden hier häufig parallelaufende, langgezogene, schmale Hügel, welche die schwedischen Geographen Åsar nennen, und deren lineare Richtung von N.-N.-W. gegen S.-S.-D. geht. Diese Åsar gleichen den Abfähen von Geröllten, die sich in Flüssen unterhalb eines Gegenstandes anlegen, der die Strömung hemmt. An den Seiten der Gneis- und Granithügel, welche im Zuge der Åsar liegen, sieht man zahlreiche Kerben und Furchen in der Längenrichtung der Schutthügel eingegraben.

Alles deutet hier auf eine Fluth hin, welche Schutt und Blöcke vom Plateau des mittleren Schwedens herab nach Süden fortgerissen, über den Sund und die Ostsee in die baltischen Länder geführt hat. Oder wurden die scandinavischen Blöcke durch Gletscher fortgeschoben und über das Meer getragen?

Im östlichen Theile von England liegen Schutt und Blöcke zerstreut, die theils von den nördlicheren englischen, theils von den scandinavischen Gebirgen abstammen; in Nordamerica liegen weit hinab zerstreute Blöcke der nördlicheren Gegenden. Auch in den Gebirgen von Potosi, in Oberägypten, in der lybischen Wüste, selbst am Fuße des Himalaja, hat man das Phänomen erraticcher Blöcke beobachtet.

Diluvial-Eisenerze.

Beynahe in allen Ländern findet man Ablagerungen von Eisenerzen, welche die unverkennbaren Zeichen eines Fluthlandgebildes an sich tragen. Die Erze sind von ganz verschiedener Beschaffenheit, Trümmer älterer Lagerstätten, stumpfeckig,

mehr oder weniger abgerundet, im Durchschnitt von Linsen- bis Eyrgröße. Sie liegen in flachen Mulden, Spalten, Kessel- und trichterförmigen Vertiefungen, selbst in Höhlen, sind mit Thon, Sand und Geröllen untermengt, mit Versteinerungen älterer Gebirgsbildungen und mit manchfaltigen Ueberresten von Paläolithium, Haysfisch, Bär, Wolf, Pferd, Ochs, Rhinoceros, Elephant u.s.w.

Knochenbreccien.

In mehreren Gegenden sieht man zu Tage ausgehende Spalten mit Thon ausgefüllt, worinn Knochen antediluvianischer Thiere liegen. Das thonige Gestein, gewöhnlich eisenschüssig, bisweilen auch sandig oder mergelig, verbindet die Knochen zu einer breccienartigen Masse. Mitunter ist Kalk eingesintert, der die Festigkeit vermehret. Außer den Thierknochen sind theils Land- und Süßwasser-Conchylien, theils nur Meerconchylien eingeschlossen, und öfters auch Gerölle. Die Wandungen der Spalten sind nicht selten wie von einer Flüssigkeit angefressen, und bisweilen von Bohrmuscheln angegriffen.

Man hat solche mit Knochenbreccie erfüllte Spalten vorzüglich an den Küsten des Adria- und Mittelmeeres, am dalmatischen Litorale, sodann zu Gette, Antibes, Nizza, Gibraltar, auf Corsica und Sardinien gefunden. Ein Theil der Spalten ist über dem Meere ausgefüllt worden, und dieser schließt Landschnecken ein; ein anderer Theil wurde ausgefüllt, während die Spalten unter dem Meere standen, und dabey wurden Meerconchylien mit eingeschlossen, und vor der Ausfüllung konnten Bohrmuscheln die Wandungen der offenen Spalten angreifen. Da auch solche Spalten heute beträchtlich über dem Meerespiegel erhaben sind, so folgt daraus, wie groß die Niveau-Veränderung zwischen Land und Meer seit der Zeit ihrer Ausfüllung gewesen ist.

Knochenhöhlen.

Höhlen im festen Gesteine, besonders in geschichteten Kalkformationen, erscheinen als buchtige, unterirdische Ausweitungen. Sie zeigen häufig eine große Erstreckung, bieten zahlreiche Erweiterungen und Verengerungen dar, und große Hallen sind oft durch enge Oeffnungen oder Canäle mit einander verbunden, durch

welche man nicht selten nur mit Mühe durchkriecht. Die niemals parallelen Wände sind gewöhnlich mit Tropfsteinen der verschiedenartigsten Gestalt ausgeschmückt, öfters sehen sie aus wie abgerieben oder wie angefressen von einer corrodierenden Flüssigkeit. Das Innere dieser Höhlen ist mehr und weniger ausgefüllt mit fremdartigen Massen, mit feinem Lehm oder Thon, mit gerollten Steinen, worunter bisweilen Fremdlinge der Gegend, mit Bruchstücken des Gesteins, worinn die Höhle liegt, und die von ihrer Decke herabgefallen sind. In dieser Masse liegen häufig viele Knochen von Raubthieren und Graßressern, so daß sie oftmals jener Breccie sehr ähnlich ist, welche offene Spalten ausfüllt.

Höhlen dieser Art liegen in den verschiedenartigsten Kalkformationen, von den ältesten an bis herauf zu den neuesten. Bald befinden sie sich in der Nähe der Berggipfel oder der Plateaus, und haben hier ihre Zugänge, bald ziehen sie sich von den Abhängen oder vom Fuße der Berge ins Innere, und haben in diesem Falle ihre Oeffnungen an der Thalseite. Diese sind bald weit und groß, bald klein und hin und wieder so enge, daß man sie erweitern muß, um ins Innere zu gelangen. Öfters sind die Eingänge verstärkt durch eingebrochene Stücke des anstehenden Gesteins.

Der Boden der Höhlen ist gewöhnlich uneben, hockerig, und namentlich durch Massen von Kalksinter, die von oben herab gesintert sind, und öfters eine dicke Kruste über der thonigen Lage bilden, worinn die Knochen liegen. Diese Sinterbildung dauert noch fort, indem fortwährend die Wasser von oben eindringen, und wie an den Seiten und am Gewölbe, so auch Kalk auf dem Boden absetzen.

Die Thierknochen, welche unter der Sinterkruste in Thon und Schlamm liegen, gehören zum größten Theil Bären- oder Hyänen-Gattungen an. Der Bär, dessen Knochen am gewöhnlichsten vorkommen, ist von Blumenbach Höhlenbär (*Ursus spelaeus*) genannt worden, und so wurde auch die Hyäne, die am öftesten gefunden wird, Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*) genannt. Im Verhältniß gegen die Reste dieser beiden Thiere, machen die der anderen nur einen geringen Theil aus. Bald

haben die Bären-, bald die Hyänen-Knochen die Oberhand. Mitunter hat man auch schon Höhlen gefunden, welche nur Reste von Grasfressern einschließen, Knochen von Hirschen, Elephanten, Rhinocerosen u.s.w.

In Deutschland hatten die Höhlen seit langer Zeit schon große Aufmerksamkeit erregt und die Phantasie des Volkes angesprochen. Wunderbares verlautete davon im Volksmunde. Die Knochen wurden für heilkräftig gehalten, sorgfältig zusammengesucht, und waren in den Apotheken als fossiles Einhorn (Unicornu fossile) vorrätzig.

Durch die Arbeiten von Leibniz^{*)}, Blumenbach, Sömmering, Cuvier, Goldfuß und namentlich von Buckland, erhielten die Knochenhöhlen ein neues, erhöhtes wissenschaftliches Interesse.

Von den deutschen Knochenhöhlen wurde die Baumannshöhle am Harz frühzeitig berühmt. Sie liegt im Budethal, nahe bey Räbelaand, im Grauwackenkalkstein. Ihre 6 Kammern sind durch enge Canäle mit einander verbunden, und schließen vorzüglich Bärenknochen ein, die, theils im zerbrochenen Zustande und mit gerosteten Steinen untermengt, theils wohl erhalten, von Schlamm und Sand umgeben, in den tieferen Stellen liegen. Es mag diese Höhle vereinst von Bären bewohnt gewesen seyn. Die Gewalt, welche die Rollsteine bewegte und in dieselbe führte, kann einen Theil der Knochen zerbrochen haben. Nicht weit davon befindet sich die Scharzfelsler Höhle (Einhornshöhle), welche Knochen von Bären, Hyänen, Tigern oder Löwen enthält.

Der Knochenhöhlen wegen besonders interessant ist der fränkische Jura, in der Gegend von Gailenreuth und Muggendorf, alwo im kleinen Thale der Wiesent und in der nahen Umgebung 24 Höhlen im Dolomite des Jura liegen, von welchen viele Knochen enthalten. Am bekanntesten und reichhaltigsten an Bärenknochen ist die Gailenreuther Höhle. Die Knochen liegen theils in einer lockeren Erde, theils in einer harten Masse von Kalksinter, und sind bereits in solcher Menge

^{*)} Leibniz gab in seiner „Protogaea“ mit scharfen Zügen das erste gute Bild von einigen der wichtigsten Höhlen unseres Vaterlandes.

aus ihr hervorgezogen worden, daß ihre Zahl den Skeletten von Tausend Thieren entspricht. Von diesen gehören etwa 800 dem *Ursus spelaeus* an, 70 zwey anderen ausgestorbenen Bären-gattungen, 60 nämlich dem *Ursus arctoides* und 10 dem *Ursus priscus*; auf den Wolf, Löwen und Bielfraß kommen 130 Individuen, und auf die Hyänen 25. Die Knochen sind wohl erhalten, nicht abgerieben, obgleich gerollte Kalksteine und Kiesel dazwischen liegen, welche ohne Zweifel durch eine Wasserfluth hereingetrieben worden sind. Goldfuß folgert aus seinen Beobachtungen, daß der größte Theil der Thiere als Leichen durch eine Fluth mit den Geröllten in die Höhle getrieben worden sey. Die Kühloch-Höhle ist dadurch ausgezeichnet, daß sie weder Lehm noch Gerölle, sondern eine lockere, mit thierischer Materie durchdrungene Erde enthält, worinn Knochen von Hyänen, Bären, Löwen, vom Fuchs und *Rhinoceros* liegen. Dieß scheint anzudeuten, daß die Raubthiere in der Höhle gelebt und ihre Beute hineingeschleppt haben.

Merkwürdige Höhlen befinden sich ferner im Kohlenkalkstein in Westphalen, die Sundwiger-Höhle bey Iserlohn und die Höhle Hohlerstein bey Rösenbeck. Die Höhle von Sundwig enthält eine überwiegende Menge von Bärenknochen, die den dreyerley Gattungen angehören, und welche die mannfaltigsten wieder ausgeheilten Verletzungen zeigen, was wohl davon herrühren kann, daß diese Thiere, während ihres Lebens, harte Kämpfe zu bestehen hatten; überdieß liegen in dieser Höhle Knochen von dreyerley Hirschen (*Cervus Elaphus fossilis*, Goldf., *Cervus giganteus*, Blumenb., *Cervus dama*, Linn.), von Schweinen (*Sus priscus*, Goldf.), vom Bielfraß und *Rhinoceros*. Von den Knochen der Pflanzenfresser sind viele angenagt. Engere Durchgangsstellen dieser Höhlen zeigen abgeriebene Seitenwände. Aus all diesem läßt sich ableiten, daß die Bären diese Höhle längere Zeit bewohnt und die übrigen Thiere als Beute hineingeschafft haben. Die Hohlerstein-Höhle zeichnet sich vor allen anderen deutschen Höhlen dadurch aus, daß sie weit mehr Hyänen- als Bären-Knochen enthält; überdieß findet man in ihr Knochen vom Hirsch, Pferd, Bielfraß und *Rhinoceros*. Diese Höhle scheint längere Zeit von Hyänen bewohnt gewesen zu seyn.

Sehr viele Höhlen befinden sich im schwäbischen Jura, und von denselben sind einige dreyßig genauer beschrieben. Man hat indessen erst in einer einzigen derselben, in der Carlshöhle bey Crpfingen, die erst 1833 geöffnet wurde, Knochen antediluvianischer Thiere, nämlich Knochen vom *Ursus spelaeus* und vom Bielfraß (*Gulo spelaeus*, Goldf.), gefunden.

Ein ganz besonderes Interesse gewährte die genaue Untersuchung der Höhle von Kirkdale, im östlichen Yorksshire, die wir H. Buckland verdanken. Sie wurde 1821 entdeckt, ist im Ganzen 245 Fuß lang, aber so nieder, daß ein Mensch nur an einigen Stellen darinn aufrecht stehen kann. Der Boden dieser Höhle war mit thonigem Schlamm bedeckt, der eine beynahe ganz ebene Lage bildete, und nur da, wo sich Tropfsteine darauf angefügt hatten, höckerig. Man kann annehmen, daß diese Höhle bey ihrer ersten wissenschaftlichen Untersuchung noch völlig unberührt war. Die Knochen liegen in dem Schlamm unregelmäßig zerstreut, der kalkig und weiter vom Eingang entfernt gröber und sandig ist. Hyänenknochen herrschen bey weitem vor; außerdem fand Buckland darinn Knochen vom Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel, Ochs, Pferd, Reh, Hippopotamus, Rhinoceros, Elephant, Hasen, Caninchen, von der Ratte, Wasserratte, Maus und einige Vogelknochen, wie vom Raben, einer Taube und einer Entengattung. Viele von den Knochen sind zerbrochen, angenagt, und selbst auch Hyänenknochen. So findet man es gerade auch in den Schlupfwinkeln dieser heerdenweise beysammen lebenden und mit einander jagenden Raubthiere, welche nicht nur die Beute und verschiedene Cadaver in ihre Höhlen schleppen und dort verzehren, sondern selbst auch die Cadaver ihrer eigenen Gattung fressen. Wir können daher annehmen, daß die Kirkdale-Höhle lange Zeit von Hyänen bewohnt war. Das häufige Vorkommen von Excrementen dieser Thiere hebt jeden Zweifel darüber. Die hereinbrechende Fluth hat sie mit den Resten der anderen Thiere im Schlamm begraben.

Die größte aller bekannten Höhlen ist die Höhle von Adelsberg in Krain. Man geht in ihren weiten und hohen Kammern 3 Stunden lang fort, und gelangt alsdann zu einem unterirdischen See, der dem weiteren Vordringen Schranken setzt. Ein

Kleiner Fluß, die Pinka, stürzt sich von der Seite her in die Höhle und verschwindet brausend in ihrer tiefen Spalte. Vielleicht bildet eine Ansammlung seiner Wasser diesen Höhlen-See. Einige Stunden von da entfernt tritt ein Bach bey Malimgradu aus dem Boden heraus, den man für das gleiche Wasser hält, aber Unze nennt. Man hat in dieser Höhle Bärenknochen gefunden.

In Frankreich hat man seit einigen Jahren eine große Zahl von Knochenhöhlen aufgefunden. Von diesen macht sich die Höhle von Argou, Dep. des Pyrenées, dadurch bemerklich, daß sie nur Knochen von Grasfressern einschließt. Sie sind vielfältig zerbrochen und mit Kalk- und Kieselgeschieben untermengt in einem Lehm eingebettet, in welchem man auch außerhalb der Höhle, in Begleitung von Geröllten, die gleichen Thierreste findet. Man sieht also, daß die Knochen in diese Höhle durch Wasser hineingetrieben worden sind.

Eine besondere Aufmerksamkeit haben in neuester Zeit einige Höhlen im südlichen Frankreich erregt, namentlich die Höhlen von Pondres und Sauvignarques, im Gard-Dep., in welchen man unter den Knochen antediluvianischer Raubthiere, unter Hyänen- und Bärenknochen, bey welchen auch Excremente liegen und Knochen von Ochsen, Schweinen, Hirschen, Vögeln, gut characterisierte Menschenknochen, aber auch Bruchstücke von Töpferwaaren gefunden hat. Bey genauerer Untersuchung der Verhältnisse, unter welchen die Menschenknochen mit den Knochen der vorweltlichen Thiere vorkommen, stellte es sich heraus, daß sie nicht von antediluvianischen Menschen, sondern von solchen Individuen stammen, welche später in die Höhlen gekommen sind. In der frühesten Zeit waren diese Höhlen ohne Zweifel von Raubthieren bewohnt, später wohl von Menschen, zur Zeit der ersten geringen Civilisation des Geschlechtes. Daß die Höhlen vielfältig auch Begräbnißplätze waren, ist wohl bekannt. Auch in Höhlen der Gegend von Lüttich hat man Menschenknochen unter ähnlichen Verhältnissen gefunden. Bis heute ist aber auch noch nicht eine einzige Thatsache bekannt, welche bestimmt darauf hindeutete, daß Menschen schon vor den Catastrophen gelebt haben, welche die Bildungen des Diluviums bewirkten.

Erwägen wir nun, unter welchen Verhältnissen Thierknochen in den angeführten Höhlen angetroffen werden, so stellt sich heraus, daß sie in dieselben auf eine sehr verschiedene Weise gekommen sind; einmal, indem vorweltliche Raubthiere darinn gelebt, ihre Beute in dieselben geschleppt haben, und endlich mit den Knochen der Thiere, die sie verzehrten, dort begraben wurden; oder indem Thiere darinn starben, welche bey herannahendem Tode sich hinein begaben, oder endlich indem Thierreste durch die Wirkung des Wassers in dieselben geführt worden sind.

Neuerlich versprechen einige Höhlen Brasiliens, die am Rio Francisco liegen, interessant zu werden, da der dänische Naturforscher Lund darinn vor Kurzem Affenreste in Kalkstein eingeschlossen gefunden, und somit das lange vermiste Vorkommen fossiler Quadrumanen bestätigt hat.

Diluvialeis.

In mehreren Gegenden der Erde liegen uralte Eismassen und gefrorenes Erdreich, die Mammuth- und Rhinoceros-Reste einschließen. Um den Kopebue-Sund, in 66° nördlicher Breite, fand Eschholz über 100 Fuß hohe Eishügel, die mit etwas Lehm bedeckt, von einer Gras- und Moosvegetation überzogen sind und Knochen von Elephanten einschließen. In Sibirien liegen vom 58. Breitengrad an bis ans Eismeer, in lehmigen, sandigen, gefrorenen Erdlagen zahlreiche Elephantenreste, hin und wieder auch Nashornreste, öfters noch mit Fleisch, Haut und Haaren. Die Hautzähne der Elephanten liegen an manchen Orten in Menge beisammen, und bilden einen bedeutenden Handelsartikel Sibiriens. S. Bd. VII. S. 1181 u. f.

Diluvialtorf.

Die Torfbildung hat vor der Existenz des Menschengeschlechts begonnen, da wir Reste antediluvianischer Thiere darinn finden (*Bos primigenius* im Torfe zu Dürheim auf dem Schwarzwald). Seit jener Zeit geht sie ununterbrochen fort bis auf den heutigen Tag, so daß auch Reste von Thieren darinn vorkommen, die jetzt an den Stellen nicht mehr leben, an denen er sich erzeugt (*Emys europaea* v. *turfa* M., ebenfalls im Torf zu Dür-

heim), so wie endlich Reste von solchen Thieren, die heute noch die Gegend bewohnen.

Diluvialtuff und Mergel.

Die Bildung des Kalktuffs hat gleichfalls schon in der Diluvialperiode begonnen, und geht ununterbrochen fort in der gegenwärtigen Periode. Aeltere und jüngere Kalktuffmassen sind aber häufig auf eine so innige Weise mit einander verbunden, daß man sie nur dann mit Bestimmtheit trennen, die Diluvialtuffe von den Alluvialtuffen unterscheiden kann, wenn sie organische Reste einschließen. In demselben Verhältnisse stehen manche Mergelgebilde. Als einen Diluvialtuff und hierhin gehörigen Mergel können wir einen Theil der Ablagerung von Cannstadt bezeichnen, in welchem sich *Helix hispida* und *Pupa muscorum* finden, die auch im Löss vorkommen. Auch den älteren römischen Kalktuff, den der Architekt vorzugsweise Travertino nennt, können wir hierher rechnen. Es ist der Stein, woraus die prachtvollen Fassaden der römischen Kirchen und Paläste erbaut sind, es ist dieser Travertin der Baustein der Peterskirche. Hierher gehören auch manche Mergellager, die Lymneen und Planorben einschließen.

Muschelablagerungen über dem Meerespiegel.

In vielen Ländern sieht man an den Küsten Muschelablagerungen, welche sich hoch über dem gegenwärtigen Spiegel des Meeres befinden. So bey Neapel, auf Sicilien und Ischia, an der Südküste Frankreichs, in der Vendée, an der englischen, irischen, schottischen, scandinavischen Küste, an der Ost- und Westküste Südamericas u. s. w. Die Muscheln, größtentheils zertrümmert und mit Sand untermengt, gehören beynahelauter gegenwärtig noch im nahen Meere lebenden Schalthieren an. Einige wenige davon sind ausgestorben, oder leben heut zu Tage nur noch in entfernten Meeren. Es ist klar, daß es gewaltiger Kräfte bedurfte, um solche Ablagerungen in ihre jetzige Lage zu bringen, sie 100—300 Fuß über den heutigen Meerespiegel zu erheben. Diese Erhebungen fallen in die vorhistorische Zeit.

Eine der interessantesten Ablagerungen dieser Art ist die von Uddevalla, an der Westküste von Schweden. Sie befindet sich 200 Fuß über der Meeresfläche, in einer horizontalen Lage auf Gneisfelsen, an welchen man noch einzelne Balanen, Muscheln, die sich immer an die Felsen des Gestades befestigen, verständig antrifft.

Wenn bey solchen Ablagerungen der Sand vorwaltet, so ist die Masse oftmals so fest, daß sie als Baustein gebraucht werden kann; herrschen die Muscheln vor, so kann Kalk daraus gebrannt werden, wie dieß z. B. an der Küste von Bahia in Brasilien der Fall ist.

Diese verschiedenen Bildungen des Diluviums haben einige Gebirgsforscher auch unter dem Namen quaternäre Formation zusammengefaßt.

II. Ordnung. Tertiäres Gebirge.

Syn. Terrains tertiaires; Tertiary Rocks; (Gebirgs-) Gruppe über der Kreide.

Als Unterlage der Diluvialbildungen erscheint eine Reihe von Schichten, die durch reichlichen Einschluß bestimmter, eigenthümlicher, organischer Reste als ein wohl charakterisiertes Ganzes auftreten, das jedoch erst in neuerer Zeit erkannt worden ist. Man hat ihm zur Unterscheidung von dem schon früher bekannten Flözgebirge, das man auch secundäres Gebirge nennt, den Namen tertiäres Gebirge gegeben. Seine Schichten liegen zwischen dem Diluvium und der Kreidebildung, welche die untere Begrenzung ausmacht.

Die Hauptgesteine sind Kalksteine, Mergel, beide oft sandig, Thon, Sand, Sandsteine und Conglomerate. Die Festigkeit ist im Allgemeinen gering, die Gesteine zeigen sich oft zerreiblich, und nur ausnahmsweise fester und von starkem Zusammenhang. Dieß zeigt wohl an, daß sie keinem großen Drucke ausgesetzt gewesen sind. Immer noch erscheinen in dieser Periode viele mechanische Gebilde. Meer-, Sumpf-, Fluß- und Landbildungen treten in vielfältiger Abwechslung auf, aber nicht

in weithin zusammenhängenden Massen, sondern häufig unterbrochen und im Allgemeinen in Becken abgelagert. Daraus können wir schließen, daß zur Zeit der Entstehung des Tertiärgebirges schon große Beständer, viele einzelne Wasserbecken von verschiedener Ausdehnung, theils von Meereswasser, theils von süßem Wasser erfüllt, bestanden haben, daß sie nach einander diese verschiedenen Wasser einschloßen, daß Flüsse sich in dieselben ergossen und Abfälle darinn gemacht haben.

An organischen Resten sind die Schichten dieser Periode reicher als alle anderen. Besonders zahlreich sind die Schalthierreste, vorzüglich characteristisch die Reste von Säugthieren, die man häufig und nicht selten in wohl erhaltenen ganzen Skeletten antrifft. Die Fauna zeigt sich deutlich als Land-, Süßwasser- und Meeres-Fauna entwickelt. Die Flora zeichnet sich durch ein numerisches Uebergewicht der Dicotyledonen aus, vorzüglich der holzigen Gattungen derselben. Thiere und Pflanzen dieser Periode zeigen sich in gleichzeitigen Bildungen häufig verschieden nach Vertlichkeit und nach geographischen Verhältnissen, und dieß deutet darauf hin, daß in der tertiären Periode local verschiedene und von einander unabhängige Kräfte, geographisch-verschiedene Einflüsse thätig gewesen sind. Als solche müssen wir zunächst das Bestehen climatischer Unterschiede annehmen, welche eine zonenweise Verbreitung der Geschöpfe bedingen.

In den obern Schichten sind etwa 48 Procente der fossilen Schalthiergattungen von den jetzt lebenden verschieden; in den tieferen etwa 81 Procente, und in den untersten, ältesten 96 bis 97 Procente. So sehr umgestaltet erscheint die organische Welt während der Bildungszeit des Tertiärgebirges. Während in den untersten Lagen Reste von Pflanzen vorkommen, die denen der heißen tropischen Regionen ähnlich sind, treten in den obersten Schichten Pflanzen auf, welche die Vegetation großer Continente und gemäßigter Climate characterisieren, eine Temperatur und Beschaffenheit des Landes und der Atmosphäre anzeigen, welche von dem heutigen Zustand derselben wenig verschieden war.

Die große Reihe der verschiedenen Bildungen des Tertiärgebirges bildet, nach den Untersuchungen von H. Bronn, zwey

Gruppen, welche sich durch die in ihren Schichten eingeschlossenen organischen Reste unterscheiden.

Obere Gruppe.

Syn. Obere Tertiärformation. Molasse-Gruppe.

Von den organischen Resten dieser Gruppe kommen im Durchschnitt 40 Procent noch lebend vor. Sie zerfällt in zwey sich nahe stehende Abtheilungen, deren gemeinschaftliche Thierreste sind: *Cellepora globularis*, *Clypeaster grandiflorus*, *Venericardia scalaris*, *Perna maxillata*, *Pecten cristatus*, *scabrellus*, *Trochus patulus*, *Turritella subangulata*, *Cerithium margaritaceum*, *crenatum*, *tricinctum*, *Pleurotoma cataphracta*, *Cancellaria varicosa*, *Tritonium cancellinum*, *Ranella laevigata*, *Murex spinicosta*, *Buccinum semistriatum*, *Mitra scrobiculata*, *Voluta Lamberti*, *Cypraea Duclosiana*, und von Säugethieren *Machairodus*, *Mastodon angustidens* und *giganteus*, *Tetracaulodon*.

Obere Abtheilung.

Syn. Pliocene Bildungen, P 11; dritte ober obere Tertiärformation; Subapenninenformation.

Sie besteht aus Meeres- und Süßwassergebilden, Sand und alten Geschiebeablagerungen. Characteristisch sind die Reste folgender Säugethiere: *Hyaena*-Gattungen, *Elephas*, *Rhinoceros Pallasii*, *Hippopotamus*, *Cervus*-Gattungen, und namentlich *C. eurycerus* s. *giganteus*.

Die Meeresbildung dieser oberen Abtheilung ist am mächtigsten und bezeichnendsten in Oberitalien entwickelt, wo sie längs der ganzen Apenninenkette, von Asti in Piemont bis Monteleone in Calabrien, in einer zusammenhängenden Reihe von Hügeln, welche man die subapenninischen heißt, auftritt, und fast bis zu den größten Höhen der Gebirgskette hinauf reicht. Sie besteht aus einem gelben, etwas thonigen Sand, voll See-Schalthiere, unter welchem in gleichartiger Lagerung ein blauer thoniger Mergel liegt, der ebenfalls sehr viele See-Conchylien enthält, und zu unterst endlich liegt ein sandiger Mergel mit einzelnen Nagelstuh-Schichten.

In diesem Gebilde hat man die Ueberreste großer Säugethiere,

Elephanten, Rhinocerosse, Delphine, und auf deren Knochen bisweilen Aустern und Balanen wohl erhalten ansitzend gefunden, was unwiderleglich anzeigt, daß diese Thiere zu einer Zeit allda begraben wurden, wie das Meer über diesem Boden stand. Bey Castel-Arquato, einer reichen Conchylien-Fundstätte, wurde das Skelett eines Walfisches gefunden, das nunmehr im Mailänder Museum aufgestellt ist. Die Muschelreste sind überaus zahlreich. Es sind mehr als 700 Gattungen gefunden und genau untersucht. Etwas über 40 Procent gehören noch lebenden Gattungen an, die theils noch in den europäischen Meeren leben, theils im wärmeren atlantischen, rothen und indischen Meere wohnen. Am häufigsten kommen vor: *Turbo rugosus*, Linn., *Trochus magus*, Linn., *Solarium variegatum*, Lamk., *Tornatalla fasciata*, Lamk., *Pleurotoma vulpecula*, rotata, Brocchi, *Fusus crispus*, Bors., *Buccinum primaticum*, Bors., *Buccinum semistriatum*, Brocchi, *Mitra plicatula*, Brocchi, *Cassidaria echinopora*, Lamk., *Cytherea exoleta*, Lamk. Die Schalen sind im Allgemeinen sehr gut erhalten, zeigen mitunter noch blasse Farben und Perlmutterglanz.

Die Süßwasserbildungen der Subapenninen, durch Lymneen und Planorben bezeichnet, schließen dieselben Säugethierreste ein, die in der meeresischen Ablagerung eingeschlossen sind, und müssen daher als gleichzeitig betrachtet werden. Zweifels ohne gehören zu dieser Formation noch manche Süßwasserbildungen, welche durch den Einschluß von *Lymnea*, *Planorbis*, *Paludina* und von Landschnecken, namentlich von *Helix*-Gattungen, bezeichnet sind, wie z. B. der Süßwassergyps von Höhenhöwen im Hegau mit *Testudo antiqua*. Auch stimmt mit der Subapenninen-Formation die sandig-thonige Ablagerung des oberen Arnos-Thales, bey Figline, überein, welche in einem alten Seebecken abgesetzt ist, da sie mehrere der bezeichnendsten Säugethierreste mit jener gemein hat. Man findet darinn auch *Paludinen*, *Anodonten* und *Meritinen*.

Zu dieser Formation gehört auch der Trag der Engländer, ein muschelreiches Tertiargebilde, welches in den östlichen Theilen von Norfolk und Suffolk entwickelt ist, 450 Schalthiergattungen enthält, so wie die charakteristischen, oben genannten Säugethiere

und eine Menge Hayfischzähne. Ferner sind hierher zu rechnen die tertiären Bildungen von Montpellier, Pézenas, Perpignan in Südfrankreich, die von Nizza in Sardinien, mehrere auf Sizilien, an der Südküste von Spanien, auf der Halbinsel Morea, in Algier, Nord- und Süd-America.

Auch gehören zur Subappenninen-Formation einige Tertiärbildungen Deutschlands, so diejenigen, welche in Westphalen und Hessen liegen. Von der Ebene von Osnabrück an zieht das Gebilde, jedoch vielfach unterbrochen, über Hellern, Ahrupp, Kuhof, Melle, Bünde, Herford, Lemgo, Friedrichsfeld u.s.w. bis hinter Cassel fort. Das Gestein ist ein eisenhaltiger Sandmergel, mit einzelnen Sandsteinbänken, oder ein grauer verwitternder Kalkmergel, der einen fruchtbaren Boden bildet; bey Cassel besteht es aus einem eisenschüssigen, rostgelben, kalkigen Sande, woinn eine große Zahl von Pecten, Cythereen und Cyprinen liegt. Jenseits der Weser-kette sieht man diese Formation an vielen Orten zwischen Hannover, Braunschweig, Hildesheim, Ahlfeld.

In Süddeutschland ist das Gebilde an der Donau, von Dischingen bis Ortenburg bey Passau entwickelt.

Im westphälisch-hessischen Becken liegen überdieß Süßwasserbildungen, Thone und Braunkohlen, wie z. B. bey Lemgo, im Begathale bey Tonnenburg, bey Minden, Hörter, Almerode, am Habichtswald u.s.w.

Von den belgischen Tertiärbildungen gehören diejenigen des Antwerpener Beckens hierher.

Zu dieser oberen Tertiärbildung gehört wohl auch die Tertiärformation der Sewalik-Hügel im nördlichen Hindostan, in welcher man in neuester Zeit ein Sprungbein und ein beträchtliches Fragment des Oberkieferknochens eines Affen (*Semnopithecus*), mit einer ganzen Reihe von Backenzähnen, gefunden hat. Die große Seltenheit fossiler Affenknochen erklärt sich wohl dadurch, daß die Ueberreste von Affen eiligst von Hyänen, Wölfen, Schakals fortgeschleppt werden. In Indien, wo große Affengesellschaften die Mangobäume inne haben, werden Affenreste so selten gesehen, daß die Hindu meynen, die Affen beerdigten ihre Todten bey Nacht.

Bey den fossilen Affenknochen fand man auch *Anoplotherium Sivalense*, *Falc.* u. *Sautl.*, so wie *Crocodylus hiporeatus* und *gangeticus*, was anzeigt, daß Affen gleichzeitig mit einem Gliede des ältesten *Pachydermen*-Geschlechts von Europa und mit jetzt noch lebenden Amphibien gelebt haben. In demselben Gebilde finden sich überdieß: *Camelus Sivalensis*, *Hippopotamus Sival* und *dissimilis*, *Rhinoceros*, *Elephant*, *Mastodon*, eine Antilope, Schweine, Pferde, zusammen mit einem merkwürdigen, riesenmäßigen Wiederkäufer, dem *Sivatherium giganteum*, das wie die Prunthorn-Antilopen (*Dicranoceras*) 4 getheilte, gelappte Hörner hat. Hier finden sich ferner Hyänen, *Ursus sivalensis* und andere Raubthiere, sodann ein Moschusthier, Hundarten, *Felix cristata*, *F.* u. *C.*, und von Vögeln Stelzläufer, die noch größer sind als *Mycteria argala*, *s.* Bd. VII. S. 545., Caviare von enormer Größe, wie *Crocodylus leptorhynchus*, *crassidens*, *F.* u. *C.*, Schildkröten aus den Geschlechtern *Emys* und *Trionix*, von gewöhnlicher Größe, dabey aber auch Oberarm- und Oberschenkel-Knochen und Panzerfragmente einer Schildkröte, deren genannte Knochen so groß sind, als die entsprechenden des indischen *Rhinoceros*.

Man ersieht hieraus, daß das Tertiärgebilde der Sevalik-Hügel Nordhindostans eines der interessantesten ist, die man bis jetzt kennen gelernt hat.

Untere Abtheilung.

Syn. Tegelformation; Miocene Bildungen Syell's.

Die Hauptmassen bestehen aus Sand, Thon, Mergel, mit untergeordneten Sandsteinslagen und aus Kalkstein, der theils aus dem Meere, theils aus süßem Wasser abgesetzt worden ist. Die organischen Reste sind zahlreich, darunter Conchylien allein 677 Gattungen bekannt, und von diesen folgende charakteristisch: *Venericardia Jouanneti* und *Dreissenia*, *Bullina Lajonkairiana*, *Strophostoma*, *Scoliostoma*, *Natica compressa*, *Turritella Archimedis*, *Proto Turritella*, *Cerithium pictum*, *lignitarum*, *Pyrrula rusticula*, *Pleurotoma tuberculosa* und *Borsoni*, *Buccinum baccatum*, *Voluta rarispina*, *Ancillaria glandiformis*, *Oliva hiatula*, *Conus acutangulus*. Unter der Zahl bestimmter Gattungen sind

19 Procent noch lebend, die heut zu Tage meistens an den Küsten von Guinea und Sen:gambien wohnen. Besonders characteristisch sind auch hier wieder die Säugthier-Reste. Alle in diesem Gebilde vorkommenden fossilen Säugthier-Gattungen sind ausgestorben; von den Geschlechtern viele. Pachydermen und Niederkäufer herrschen vor. Die wichtigsten Säugthiere sind: Macrotherium, Acerotherium, Dinotherium, Hippotherium und die mehrsten Lophiodon-Gattungen.

Das Glied, nach welchem diese Formation benannt worden ist, der Tegel der Oesterreicher, besteht aus einem bänlich-grauen, bisweilen glimmerhaltigen Thon, der an zahllosen Orten zu Dachziegeln, Backsteinen und verschiedenen Töpferarbeiten verwendet wird. Es ist besonders im Wiener Becken entwickelt, das, nach Partsch, aus folgenden Schichten besteht:

Zu oberst liegt Löß mit Land-Conchylien und Elephas primigenius. Es folgen:

Sand und Kies mit Mastodon, Dinotherien, Anthracotherien.

Süßwasserfalk mit Schalthieren.

Corallenfalk (Leithafalk) mit Schiniten, Pecten, Mastodon, Dinotherium.

Kalkige Breccie.

Oberer Tegel voll Schalthiere, mit Braunkohle.

Gelber Sand mit Aустern, Cerithium pictum u.s.w.

Unterer Tegel.

Weißer Sand, nicht durchsunken.

Ganz ausgezeichnet ist diese Tegelformation im Becken von Mainz entwickelt, allwo Süßwasser- und Meer-Conchylien mit zahlreichen Säugthierresten vorkommen. Man hat daselbst bereits 21 Geschlechter fossiler Säugthiere gefunden, wovon 12 völlig ausgestorben sind, und von den vorkommenden 36 Gattungen ist nur noch eine einzige am Leben. Die reichste Fundstätte dieser Reste sind die Sandlager von Eppelsheim und Eßelsborn, unfern Alzey.

Man unterscheidet im Mainzer Becken folgende Lagen:

Sand und Sandstein. Die Hauptmasse des Sandes ist von feinem Korn, das in der Tiefe aber

gröber wird, wo der Sand auch öfters eine mergelige Beschaffenheit annimmt und zu einem Sandstein erhärtet ist. Zu unterst liegen gewöhnlich conglomeratistische Schichten oder Kies, mitunter abwechselnd mit Sandschichten.

Diese oberste Lage schließt den größten Theil der Säugthierreste ein. Hierinn hat man 2 Gattungen Dinosaurium, mehrere Gattungen Rhinoceros, 2 Gattungen Tapir, 2 Gattungen Hippotherium, einige Gattungen Schwein, 5 Gattungen Hirsch, mehrere Gattungen Kaze, eine neue Gattung Bielfraß (*Gulo diaphorus*), das *Agnotherium*, *Acerotherium*, *Chaliotherium*, *Pugmeodon*, *Mastodon longirostris* u.s.w. gefunden, welche alle in dem naturhistorischen Cabinet zu Darmstadt aufbewahrt und von Dr. Kaup aufs genaueste bestimmt sind.

Kalkstein und Mergel mit Meer- und Süßwasser-Conchylien. Von ersteren sind sehr häufig: *Cerithium margaritaceum*, *plicatum*, *cinctum*, *Cytherea laevigata*, *Mytilus Brardii* und *Faujasii*, *Cyprina islandicoides*, *Ostrea edulina*; von letzteren finden sich die Geschlechter *Helix*, *Paludina*, *Lithorina*, *Cypris*. Ueberdies kommen auch Säugthierreste vor.

Man kann hieraus abnehmen, daß diese Lage sich aus einem brackischen Wasser abgesetzt hat.

Plastischer, mergeliger Thon mit Kalkbänken.

Sand, Sandstein, Conglomerate und Gerölle, worunter Granite, Porphyre, Quarze vorkommen. Der Sand wechselt öfters mit den anderen Gesteinen, ist voll Muscheltrümmer, und enthält Bruchstücke von Hayen und Cetaceen.

Das Mainzer Becken scheint, vom offenen Meere abgeschlossen, längere Zeit von Salzwasser erfüllt gewesen, und durch Zufluß von süßem Wasser brackisch und nach und nach ausgesüßt worden zu seyn, indem ein beständiger Abfluß stattfand, welcher den Abflußcanal immer tiefer auspülte, wobey der Wasserspiegel

sich in dem Becken allmählich senkte, Inseln entstanden, und endlich das Becken trocken gelegt wurde. Dabey konnten in der ersten Zeit nur eigentliche Meer-Conchylien in dem Becken leben, später auch Süßwasser-Schalthiere darinn existieren, und endlich auf den Inseln Säugthiere leben.

Zu der Tegelformation gehören weiter die tertiären Schichten in der einförmigen Ebene der Touraine und der Gegend von Dax in Frankreich, im Becken von Volhynien, Podolien und Galizien. Die Zusammensetzung des Gebildes ist an diesen verschiedenen Orten den Gesteinen nach ziemlich abweichend. Die Schichten sind:

Zu Dax nach Grateloup.

Sandstein ohne Conchylien.

Sand und Kies ohne Versteinerungen.

Gelber Sand mit Meerconchylien.

Bläulicher Sand mit Resten von Meerconchylien und Meersäugthieren.

In Volhynien und Podolien nach Dubois.

Kalk mit *Serpula* und wenigen Meeresmuscheln, wie *Cardium lithopodolicum*.

Kalkstein mit *Cerithien*, auch volithisch, mit einigen Univalven, als: *Cerithium baccatum*, *rubiginosum*, *Buccinum baccatum* u.s.w.

Sand und Sandstein mit vielen Meeresconchylien, bisweilen wahrer Muschelsand.

Thon, ohne fossile Reste.

In der Touraine nach Dujardin.

Faluns, voll Meerconchylien, mit *Mastodon angustidens*, *Palaeotherium magnum*, *Anthracotherium*, *Dinotherium*, *Rhinoceros*, *Hippopotamus*, Hirsch, Manati, Crocodil.

Süßwasserkalk reich an Süßwasser-Schalthieren.

Quarz theils mit Thon durchmengt, theils zellig und porös (Meulière).

Thon mit Knauern von Eisenorydhydrat, Sand und Kiesel-Pudding.

In Galizien nach Boué.

Corallenbänke in Wechsellagerung mit Muschelsand,
mit untergeordneten Lagen von Süßwasserkalk und
Braunkohle.

Sand, kalkiger Sandstein und sandiger Kalk.

Thon mit Erdöl und Erdpech.

Mergelthon mit Steinsalz, Gyps, Schwefel, in Beglei-
tung von kalkigem Sandstein.

Die Salz- und Braunkohlen-Führung des galizischen
Tertiärgebirges ist von großem Interesse. Die Salz-Massen
der wichtigen Salzwerke Wieliczka und Bochnia liegen darinn.
Braunkohlen-Lager von mehreren Fußes Mächtigkeit liegen
an vielen Orten in den Sand- und Sandsteinschichten, und in
dem durch Podolien ziehenden Theil dieser Gebirgsbildung
kommt auch häufig Gyps in Verbindung mit dem oberen Meeres-
kalk vor. Von Podolien zieht sich die Tegelformung durch Wol-
hynien fort und bis in die Gegend von Moscau.

Wahrscheinlich wird man diese Formation noch in manchen
anderen tertiären Ablagerungen erkennen, wie z. B. die tertiären
Kalksteine der Baiarischen Pfalz, von Neustadt an der
Harz bis in die Gegend von Anweiler, die Ablagerung zwis-
schen Eibeswald und Radkersburg in Steyermark, noch
hierher gezählt werden können, so wie die Faluns, Muschelgrus-
Ablagerungen, in der Touraine, im Anjou, in Bretagne
und Basse-Normandie. Diese bestehen aus einem lockeren
Aggregat von größtentheils zerbrochenen Meermuscheln und klein-
körnigem Grus, mit einer Beymischung von Land- und Süß-
wasserthierern und Ueberresten von Mastodonten, Rhinocerossen,
Dippopotämen u.s.w. Man hat seit undenklichen Zeiten diesen
Grus zum Mergeln der Felder benuht, wobey die großen und
langgezogenen Falunidros, Muschelerde-Gruben, entstanden
sind, welche man in der Touraine sieht. Wahrscheinlich gehört
hierher auch der Calcaire Moëllon der Gegend von Mont-
pellier, Narbonne u.s.w., aus welchem im südwestlichen
Frankreich viele Bauten des Alterthums gebaut sind, wie gerade
die Arena zu Nimes.

Der Tegelformation steht auch das große, wichtige Molasse-
Drens allg. Naturg. I.

Gebilde sehr nahe, welches am nördlichen Fuß der Alpen und im großen Thale zwischen diesen und dem Jura, so wie in Oberschwaben, mächtig entwickelt ist. Es besteht aus Sandstein und Nagelstuh mit untergeordneten Lagen von Sand, Thon, Mergel, Süßwasserkalk und Braunkohle. Der Sandstein ist herrschend, ein Kalk- oder Mergelsandstein von grünlich- und bläulichgrauer Farbe und im Ganzen von geringer Festigkeit, weshalb man ihm in der französischen Schweiz den Namen *Molasse* gegeben hat, welcher zur Bezeichnung des ganzen Gebildes adoptiert worden ist. Im Sandstein und Sand kommen stellenweise viele Schalthier-Versteinerungen vor und Hayfisch-Zähne, zumal sind die oberen Lager reich daran, die man darum auch mit dem Namen *Muschel-Molasse*, *Muschel-Sandstein* belegt hat. Der immer deutlich geschichtete Sandstein wechselt bald mit den Nagelstuh-Lagen, bald tritt das Conglomerat in stockförmigen Einlagerungen auf. Der allbekannte *Rigi* ist ein Nagelstuh-Berg. In den oberen Lagen hat man an einigen Orten Säugethierreste gefunden, so am *Mollière-Berg* zu *Estavayer* bey *Neuchâtel*, *Elephanten*-, *Hyänen*-, *Rhinoceros*-*Reste* u. s. w., in Begleitung von *Hayfisch-Zähnen* und *Meer-Schalthieren*; zu *Waltringen*, unfern *Biberach*, *Reste* von *Walfrosch*, *Delfin*, *Manati*, mit *Pferd*-, *Hirsch*- und *Rhinoceros*-*Resten*, also *Meer-säugethiere* mit *Land-säugethiere*. Als ein *Muschel-Conglomerat*, das Gerölle enthält und alle Kennzeichen eines *Ufergebildes* an sich trägt, worinn die *Schalthier-Geschlechter* *Corithium*, *Turritella*, *Conus*, *Voluta*, *Natica*, *Nerita*, *Chama*, *Pecten*, *Cardium*, *Ostrea*, *Arca*, *Patella* u. m. a. in mehrentheils zerbrochenem oder stark abgeriebenem Zustande vorkommen, zieht die *Muschel-Molasse* vom *Klettgau*, unterhalb *Schaffhausen*, am *Randen* her ins *Hegau*, auf der Höhe und am südlichen Abfall der *Juraberger* weiter ins *Donauthal*, und tritt bis *Ulm* in vereinzelten Ablagerungen auf. Weiter unten an der *Donau* liegt die oben schon genannte *Tertiärbildung*, zwischen *Dillingen* und *Passau*, welche ebenfalls hierher gehört.

Die *Braunkohlen-Lager* der *Molasse* sind an vielen Stellen so beträchtlich, daß sie mit Vortheil abgebaut werden können, wie die Lager von *Käpfnach*, *Elgg*, *St. Saphorin* u. s. w.

in der Schweiz, am Peiffenberg, um Tegernsee, bey Miesbach u. s. w. in Baiern. Sie sind von Thon und bituminösem Süßwasser-Mergel oder Kalkstein begleitet, den man auch Stinkstein heißt, weil er sehr widrig riecht, wenn man ihn zerreibt. Es liegen gewöhnlich die Geschlechter *Planorbis*, *Lymnea*, *Unio* und *Cyelas* darinn, und an mehreren Orten auch Pflanzenreste.

Ausgezeichnet und wahrhaft weltbekannt ist der in der oberen Abtheilung der Molasse liegende Stinkfalk von Deningen, unfern Constanz, in der Badischen Seegegend; die reichste Fundstätte von Pflanzen und Fischen, die bis jetzt im Gebiete der Tegelformation bekannt geworden ist.

Der größere Theil der Deninger Pflanzen besteht, nach A. Braun, aus Dicotyledonen, und gehört solchen Geschlechtern an, welche heute noch in der Umgegend wachsen. Aber die Gattungen (*Species*) differiren von diesen und stimmen näher mit solchen überein, welche jetzt in Nordamerica leben, einige auch mit Südeuropäischen. Mehrere Geschlechter sind der jetzigen Flora Europas fremd, namentlich *Taxodium*, *Liquidambar*, *Gleditschia*; auch das Geschlecht *Diospyros* kommt nicht mehr in Deutschland vor. Die meisten Deninger Pflanzenreste bestehen in einzelnen Blättern von Laubhölzern, worunter diejenigen von Weiden, Pappeln und Ahorne die häufigsten sind. Blätter von Linden, Ulmen, Rusbäumen sind seltener. Auch vom Faulbeerbaum (*Rhamnus*), vom *Potamogeton*, *Isoetes*, von Gräsern und Farnen kommen Reste vor. Die vielen Blätter sind wohl nach dem gewöhnlichen Gang des Lebens der Bäume abgefallen, und Nestchen mit Blättern, Früchte und persistente Kelche mancher Blüthen, mögen durch Winde abgerissen worden seyn.

Von den Fischen, welche Agassiz bestimmt hat, kommt am häufigsten *Leuciscus Öningensis* vor, ferner *Leuc. pusillus* und *heterurus*, *Esox lepidotus*, *Tinea furcata* und *leptosoma*, *Gobio analis*, *Cobitis cephalotes* und *centrochir*, *Rhodeus latior* und *elongatus*, *Aspius gracilis*, *Anguilla pachyura*, *Cottus brevis*, *Perca lepidota*, *Lebias* (italienisch-arabisches Geschlecht) *perpusillus*, *Acanthopsis* (indisches Geschlecht) *angustus*.

Man hat in Deningen auch Reptilien gefunden, Schildkröten, Emys, ähnlich der *E. europaea*, und eine *Chelydra* (ein südamerikanisches Geschlecht), *Ch. Murchisoni* Bell. Hier endlich wurden auch die Thierreste gefunden, welche Schuchzer für menschliche hielt, was ihn veranlaßte, die Abhandlung zu schreiben, welche die Aufschrift „*Homo diluvii testis*“ führt. Cuvier zeigte später, daß die vermeyntlichen Menschenknochen einem großen Salamander angehören. In neuester Zeit wurde in Deningen auch das Skelett eines Fuchses gefunden, der vom jetzt lebenden, gewöhnlichen Fuchsen kaum zu unterscheiden ist.

Das Molassegebilde erreicht in der Nähe der Alpen eine Höhe von 5000 Fuß, setzt große, ausgedehnte Gebirgsstöcke, hohe, breite Rücken zusammen, mit häufig sehr steilem Abfall und tief eingeschnittenen Thälern. In der Nähe des Jura sind die Molasseberge niedriger; aber auch hier sieht man tief darinn eingeschnittene Thäler, viele Querthäler, mit oft sehr steilen Gehängen, wodurch länggezogene, breite Rücken vielfältig unterbrochen sind.

Der Molasse-Sandstein verwittert an der Luft und liefert einen sehr fruchtbaren Boden.

Mit den Pflanzen des Deninger Stinkkalks stimmen überein die Pflanzenreste der Braunkohlen-Ablagerungen der Wetterau, Niederhessens, der Gegend von Bonn und im Siebengebirge, am Fichtelgebirge, zu Comothau und Malsch in Böhmen, auf der Insel Zliodroma in Nord-Griechenland. Auch in vielen Thon-Ablagerungen, welche Braunkohlenlager begleiten, finden sich analoge Pflanzen. Wahrscheinlich können wir noch viele Braunkohlenbildungen zur Tegelformation zählen, wie z. B. die große Braunkohlenablagerung, welche von Magdeburg durch Preußen hindurch bis zur Ostsee geht, und hier namentlich durch ihre Bernstein-Führung ausgezeichnet ist.

Endlich müssen wir zur gleichen Formation noch mehrere Süßwasserbildungen zählen, wie den knochenreichen Süßwasserfall von Friedrichsmünd, Georgensmünd und Fürth in Baiern, den Süßwasserfall vom Wasberg bey Burweiler im Elfaß, den Süßwasserfall des Stubentals bey Steinheim unfern Ulm, die Süßwassermergel und

Eheer-Sand-Schichten von Lobsaun im Elsaß, mehrere Süßwasserbildungen des südwestlichen Frankreichs, wie diejenigen von Montabusard bey Orleans, von Simorre und Sansan im Gers-Dep., von Avaray im Loir- und Cher-Dep., sodann diejenige von Hordwell auf der Insel Wight u.s.w.

Untere Gruppe.

Großkalkformation. Formation des London-Thons; Eocene Bildungen
Ehellé.

Die untere Gruppe des Tertiärgebirges enthält, von unten herauf gerechnet, die ersten Säugthiere, und bezeichnet somit den Anfang einer eigenthümlichen Thier-Schöpfung. Es treten namentlich viele Dickhäuter (Pachydermen) auf, und beynah alle Thier- und Pflanzengattungen, die im Thon, Sand, Kalkstein und Sandstein, den Hauptgesteinen, eingeschlossen sind, differiren von den jetzt lebenden; von den genau bekannten 1400 fossilen Schalthier-Gattungen dieser Gruppe leben nur noch 38, also nur $3\frac{1}{2}$ Procent, und diese halten sich heute in tropischen Meeren auf, und nur einige finden sich nördlicher.

Das Gestein, wornach die Formation benannt ist, ein sandiger, groberdiger Kalkstein, wurde zuerst im Becken von Paris beobachtet, und in der vortrefflichen „Géographie minéralogique des environs de Paris,“ von G. Cuvier und A. Brongniart 1810, von letzterem als „Calcaire grossier“ beschrieben. Die Arbeit dieser Männer über die geologischen Verhältnisse des Pariser Beckens gab überhaupt den ersten Impuls zum Studium der bis auf ihre Zeit beynah völlig unbekanntem Tertiärbildungen, und ist eine der interessantesten und erfolgreichsten, welche in der Wissenschaft erschienen sind. Bald zeigte sich, daß die Bildungen des Beckens von Paris auch im großen Kreidebecken von London im Wesentlichen sich wiederfinden, und es konnte die Gruppe der Tertiärbildungen dieser Orte nunmehr als wohl bekannter Anhaltspunct, als Typus zur Beurtheilung anderer Tertiärbildungen gelten. Sie blieben dieses auch bis auf den heutigen Tag.

Charakteristisch für diese Gruppe ist, nach G. Bronn, der gänzliche Mangel fossiler Wiederkäuer und das Vorkommen von Auoplotherium und Palaeotherium, ferner das Auftreten vieler

regelmäßig gestalteter Eöcherpolyptarien-Geschlechter, und insbesondere von *Turbinolia elliptica* und *Orbitulites complanata*. Von Schalthieren sind am bezeichnendsten: *Anomia tenuistriata*, *Pectunculus pulvinatus*, *Natica epiglottina*, *Solarium plicatum* und *patulum*, *Trochus agglutinans*, *Turritella imbricata*, sehr viele Cerithien, namentlich *Cerithium lapidum*, *cornucopiae*, Lamarki, *Voluta crenulata*, *Conus antediluvianus*. Von Pflanzen sind besonders einige *Chara*-Gattungen bezeichnend für die Süßwasserbildungen dieser Gruppe. Auch finden sich viele Fische und Reptilien.

Die Reihe der Schichten ist im Becken von Paris folgende:

1. Zu oberst liegen Süßwasser-Kalkmergel mit Planorben, Lymneen, Potamiden, Cyclostomen, gemengt mit Kiesel, der die gleichen Versteinerungen führt, und mit dem Mergel auch in Lagen wechselt. In diesen Schichten kommen *Chara*-Reste vor, und namentlich auch Früchte derselben. Darunter liegt poröser Kiesel, löcheriger Quarz (*Silex Moulière*), ohne Versteinerungen, in verben Stücken in Sand oder Mergel eingeschlossen.
2. Nun folgen Sandstein und Sand mit Meerconchylien (*Grès et sables marins supérieurs*; *Grès de Fontainebleau*), und zwey Mergellagen mit Aустern, zwischen welchen sich eine Lage mit Süßwasser-Schalthieren befindet.
3. Hierauf folgt die Ablagerung des Grobkalks (*Calcaire grossier*), von welchem die ganze Gruppe den Namen erhalten hat, und die eine ausgezeichnete, mit Süßwasser-Schichten wechselnde, Meeresbildung ist.
 - a. Seine obersten Lagen bestehen aus Kalkmergel mit Zwischenlagen von Sand, welchem Schichten von grauem Sandstein oder Hornstein mit vielen Meerconchylien folgen, namentlich mit einer außerordentlichen Menge von Cerithien (*Grès marin inférieur*).
 - b. Darunter liegt der eigentliche Grobkalk, ein unreiner, mit Sand und Eisentheilen gemengter,

groberdiger Kalkstein, in dessen zahlreichen Schichten sehr viele wohl erhaltene Meerschalthiere vorkommen, und in manchen Schichten namentlich eine unzählbare Menge von Milioliten, (Milioliten-Kalk) eines winzig kleinen Schalthierchens begraben ist. Diese Lage liefert den Baustein für Paris.

- c. Die unteren Schichten enthalten grüne Körner von Eisen-Silicat, sind oft sandig, locker, enthalten Nummuliten und das große *Corithium gigantum*, im Ganzen aber wenig Conchylien.
- d. Zwischen diesen beiden Grobkalklagen befindet sich eine Süßwasserschicht mit Lymneen, Planorben und mit Braunkohle.

Noch an mehreren Orten sieht man in diesem Grobkalkgebilde Süßwasserschichten, wie bey Vaugirard, zu Vagney u.s.w. Mächtigkeit 100 F.

Im nördlichen Theil des Beckens liegt der Grobkalk am mächtigsten und reinsten entwickelt. Im mittleren Theile wechselt er aber mit Bänken von Süßwasserkalk, und im südlichen und östlichen Theile des Beckens ist Süßwasserkalk das vorwaltende Gestein. Es ist ein kieseliger, dichter Kalkstein, der an einzelnen Stellen Süßwasser- und Land-Conchylien einschließt, bisweilen löcherig und offenbar gleichzeitig mit dem Grobkalk abgesetzt worden ist (*Calcaire siliceux*).

- e. Im Mittelpuncte des Beckens liegt eine große Gypsmaße, einerseits, gegen Norden, im Wechsel mit den oberen Schichten des Grobkalks, andererseits, gegen Südosten, mit Schichten des Kiesalks wechselnd, begleitet von Mergel und Kalkstein, und gerade da am mächtigsten entwickelt, wo im mittleren Theil des Beckens die kalkigen Meeres- und Süßwasser-Gesteine mit der geringsten Mächtigkeit auftreten. Ueber dem Gypse liegen am Mont-Martre Mergel mit

Süßwasserconchylien, dann folgen die oben angeführten Auster-Mergel, und zu oberst, bey den Windmühlen, der obere Meeressandstein (Grès marin supérieur) mit vielen Cerithien. Die Unterlage des Gypses bildet theils sandiger Grobkalk, theils Kieselkalk. Mächtigkeit bis 170 Fuß.

Die Gypsbildung selbst besteht aus drey Hauptmassen, die durch Mergellagen geschieden sind. Am Fuße des Mont-Martre liegen Mergel mit kleinen Gypslagen, worinn viel späthiger, federartig gruppierter Gyps vorkommt. Darüber folgt eine zweyte mächtige Gypsmaße, worinn die schönen Gyps-Linsen liegen, deren Zwillingeverbindung in der Dryktognose, S. 245, angeführt worden ist, und über dieser Masse, durch Mergellagen davon geschieden, die oberste mächtigste Gypsmaße, worinn zahlreiche Säugthierreste eingeschlossen sind (Gypso à ossemens), und die den Hauptbedarf an Gyps für Paris liefert. In diesem oberen Gyps wurden die Paläotherien gefunden und die sonderbaren Anoplotherien (deren Füße zwey Zehen haben, und deren Zähne, wie bey dem Menschen, in fortgesetzter Reihe stehen, ohne Lücken dazwischen), mehrere Fleischfresser, *Nasua*, *Viverra*, *Canis*, sodann *Didolphys*, *Myoxus*, *Sciurus*, Süßwasser-Schildkröten, ein *Crocobit*, Süßwasserfische, mehrere Vögel, und überdieß Süßwasser-Conchylien.

4. Das unterste Glied besteht aus Lagen von Thon, Mergel, Sand, Sandstein mit Braunkohle und Flußmuscheln, und aus einem Conglomerat mit vielen Bierfächerknochen und Süßwasser-Conchylien.

Die obere Lage wird häufig durch sandige Thonmassen gebildet, welche die Arbeiter *sausses glaises* nennen. Darinn liegen viele Süßwasser-Conchylien und Braunkohle. In den tieferen Lagen findet sich

gewöhnlich ein feuerfester Thon, der mit Wasser einen sehr bildsamen Teig gibt, und deshalb den Namen plastischer Thon (*Argile plastique*) erhalten hat. An mehreren Punkten wird dieses unterste Glied durch ein Kalk-Conglomerat repräsentirt, worinn Süßwasser-Schalthiere und Reste von *Tapirotherium*, *Anthracotherium*, *Sciurus*, *Vulpes*, *Viverra*, *Latra* vorkommen.

Diese sämmtlichen Glieder des Pariser Tertiärgebirges ruhen auf Kreide.

Der geschilderte, wiederholte Wechsel von Meeres- und Süßwasserbildungen, ihr Zueinandergreifen, ihre räumliche Vertheilung und die mächtige Gypsmaße mit so vielen Thierresten im Centrum des Beckens, zeigen deutlich an, daß verschiedene Ursachen bey der Bildung dieser Pariser Tertiärschichten, theils nach einander, theils gleichzeitig gewirkt haben.

Das zunächst über der Kreide liegende Süßwassergebilde mit Braunkohle deutet an, daß das Becken zuerst mit süßem Wasser angefüllt war. Ein Fluß hat wohl Thon und Sand in dasselbe abgesetzt und von Zeit zu Zeit Treibholz hinein geführt. Später wurde das Becken mit Meerwasser erfüllt, und es erfolgte die Bildung des Grobkalks. Manche seiner Schichten sind voll Muscheltrümmer, durch Süßwasserschichten von einander getrennt, welche Lymneen, Planorben u.s.w. einschließen, und unter der großen Zahl Meer-Schalthiere treten die Cerithien in außerordentlicher Menge auf, deren heute noch lebende Gattungen sich vorzüglich da aufhalten, wo Flüsse sich ins Meer ausmünden und das Wasser brakisch ist. Alle diese Verhältnisse können die Folge der Einströmung eines Flusses in ein Meeresbecken seyn. Stellen wir uns vor, daß das Becken ein geschlossener salziger Landsee war, wie etwa das Caspi-See, und daß sich ungefähr da, wo heute Seine und Marne einfließen, ein großer Fluß in dasselbe ergoß, so konnten im Süden die Schichten des Kieselkalks abgesetzt werden, während im Nordtheil des Beckens die meerische Grobkalkbildung stattfand, und an den Gränzen der verschiedenen Absätze mußten diese unrein ausfallen, Meer- und Süßwasser-Schalthiere in denselben Schichten eingeschlossen werden, oder die verschiedenen Absätze sich im Wechsel

bilden. Die mächtige Gypsmaße hat sich aus süßem Wasser abgesetzt. Es liegen keine Meeresthierreste darinn. Wenn wir lesen, wie ein Vulcan auf Java einen Bach ins Meer sendet, dessen Wasser durch Schwefelsäure gesäuert ist; so begreifen wir, auf welche Weise im Mittelpunct des Pariser Beckens eine Gypsmaße abgesetzt werden konnte, wenn sich gegen Ende des Grobkalk- und Kieselkalk-Absatzes von einem vulcanischen Punkte aus ein ähnliches Wasser in das Becken ergoß. Die Thiere, deren Reste der Gyps einschließt, konnte der Fluß herschwemmen. Meerschalthiere, die in dem gesäuerten Wasser nicht leben können, findet man auch nicht im Gypse. Nach der Bildung des Gypses und seiner Mergel, muß das Becken wiederum vollkommen mit Meerwasser erfüllt worden seyn. Vielleicht kam es in dieser Zeit mit dem offenen Meere in Verbindung, in Folge der Oszillationen des Bodens während der Periode einer Gebirgs-Erhebung, der Puy's der Auvergne, oder eines andern Gebirgssystems. Es setzte sich nun die reine obere Meeresbildung ab, der Grès marin supérieur. Nochmals trat das Meer aus dem Becken zurück, und an seine Stelle trat wieder süßes Wasser. Jetzt bildeten sich die oberen Süßwasser-Mergel und der Silex meuliers mit den vielen Chara-Früchten, über denen unmittelbar die Massen des Diluviums liegen. Auf diese Weise sucht Constant Prevost die von ihm am genauesten nachgewiesenen Lagerungsverhältnisse und den zoologischen Character der Pariser Schichten einigermaßen zu erklären. Man muß zugeben, daß diese Erklärung die Thatfachen für sich hat.

Zimmerhin gibt uns das Pariser Becken einen recht anschaulichen Beweis von der abwechselnden Bildung von meereschen Absätzen und Süßwasserbildungen, in Folge von Oszillationen des Landes, welche nur durch heftig wirkende Kräfte bewirkt wurden; es gibt ferner den Beweis von einer gleichzeitig erfolgten Meeres- und Süßwasser-Ablagerung, so wie von einer Gypsbildung, die sich ruhig aus süßem Wasser abgesetzt hat.

Mit dem Pariser Becken stimmt das Becken von London, hinsichtlich der zoologischen Characteres seiner Schichten, aber keineswegs in petrographischer Beziehung überein; indem dort Thonmassen vorherrschen und die Kalkbildung ganz zurückgedrängt ist.

Die Schichtenreihe um London und in Hampshire ist folgende:

1. Zu oberst liegen Süßwasserschichten, Kalkstein und Mergel mit einzelnen Sandlagen. Die Mergel sind oft grün, wie die im Pariser Becken. Diese Bildung ist im Nordtheil der Insel Wight und an der gegenüberliegenden Küste von Hampshire entwickelt, und schließt einzelne Schichten ein, die nebst Süßwasser-Schalthieren auch Meer-Conchylien enthalten. Die in den andern Schichten liegenden Süßwasser-Conchylien sind die gewöhnlichen, und auch die vorkommenden Chara-Reste denen in den Pariser Schichten begrabenen analog. In neuester Zeit hat man auf Wight auch Zähne vom Anoplotherium und Palaeotherium, und Reptilien-Reste in dieser Bildung gefunden.
2. Darunter folgt die Ablagerung des London-Thon (London Clay). Sie besteht aus zwey Gliedern.
 - a. Zunächst unter der Süßwasserbildung liegt eine Sandlage, der Bagshot-Sand, der zumal im S.-O. von London stark entwickelt ist, aus Sand und Sandstein besteht, mit einzelnen Zwischenlagen von Mergel. Er bildet die oberste tertiäre Lage im eigentlichen Londoner Becken. Es liegen in den Mergeln dieselben Meer-Conchylien, wie im untenliegenden Thongebilde, dieselben Hai- und Fischzähne (*Squalus* und *Raya*), und in der Nähe von Quildford hat man, nach Buckland, im Sande, der dort voll grüner Eisenkieselsäurekörner ist, neuerlich auch Fischreste von den Geschlechtern *Pristis*, *Tetrapterus*, *Edaphodon*, *Passalodon*, *Scaphognathus*, *Ctenostychos*, *Pleio-stychos*, *Ameibodon* und Reste einer *Emys* gefunden. Bisweilen liegt im Bagshot-Sand auch Braunkohle.
 - b. Der eigentliche London-Thon bildet das untere Glied. Er ist ein blauer oder schwärzlichgrauer Thon, der zuweilen in Kalkmergel über-

geht, bisweilen Sandsteinbänke und einzelne Schichten von Kalkstein einschließt. Es liegen viele Lagen ovaler oder plattgedrückter, mit Kalkspathadern durchzogener Stücke von thonigem Kalkstein darinn, die man Septarien nennt und zu hydraulischem Kalkmörtel verwendet. Von den im Thon liegenden Meerconchylien stimmt ein großer Theil mit denen völlig überein, die im Pariser Grobkalk liegen. Auch wurden darinn Reste von Crocodilen und Schildkröten, und auf der Insel Sheppey eine außerordentliche Menge nußartiger Früchte gefunden, welche denen des Cocosbaums und anderer tropischer Pflanzen ähnlich sind. Von 70—100 Fuß mächtig.

3. Zu unterst liegen Schichten von Sand, Kies, Lehm und Thon, die regelmäßig mit einander wechseln. Einige Thonschichten werden in Töpfereyen verarbeitet, sind sehr bildsam und mit Beziehung auf dieses Verhältniß hat man der ganzen Lage den Namen Plastic clay gegeben. Der Kies besteht aus abgerundeten Feuersteinen und Quarzstücken. Einige Thon- und Sand-Schichten enthalten ganz dieselben Conchylien, welche im Londoner Thon vorkommen. Diese Schichten haben bey London eine Mächtigkeit von 100 Fuß, und in der Alum-Bay auf Wight eine Mächtigkeit von 1100 Fuß.

Bey der großen Uebereinstimmung der Schalthier- und Säugthierreste in den Schichten des Pariser und des Londoner Beckens ist die Gesteinsverschiedenheit dieser Schichten sehr auffallend. Während die Mitte der Pariser Schichten aus hellgefärbten Kalksteinen und aus Gyps besteht, tritt im Londoner Becken in der gleichen Stellung ein blauer Thon auf, und während die Pariser Gebilde nach oben von Kalkstein- und nach unten in der Regel von Thon-Schichten begränzt sind, bilden im eigentlichen Londoner Becken sandige Lagen die oberen und unteren Gränzen. In den untersten Schichten des Londoner Beckens, welche eine dem Pariser plastischen Thon analoge Stellung über der Kreide haben, hat man zur Zeit nur Meerthierreste gefunden, und das Londoner

Becken war demzufolge gleich im Anfange der Bildung seiner Schichten mit Meerwasser erfüllt, und blieb es bis ans Ende seiner Tertiärbildungen. In Hampshire aber und auf der Insel Wight waren die Becken in der letzten Periode mit süßem Wasser angefüllt, und das Meer trat in dieselben wiederholt auf kurze Zeit ein, woher die Vermischung von Süßwasser- und Meer-Schalthieren in einzelnen der oberen Schichten.

In Deutschland gehören, nach den Bestimmungen des Grafen Münster, die Schichten des sogenannten Mecklenburger Beckens, zu dem ältesten, den Pariser und Londoner Bildungen analogen, Tertiärgebirge. Seine wenigen kleinen Steinbrüche haben bereits 118 Schalthier-Gattungen geliefert, von denen 71 in dieser unteren Gruppe vorkommen, und 61 derselben eigenthümlich sind. Die meisten finden sich in braunem Sandsteine, mit vollkommen erhaltener Schale, haufenweise zusammengebacken. Einzelne Blöcke dieses Gesteins liegen auf den Feldern umher, und sind unter dem Namen „Sternberger Kuchen“ bekannt. Das Gebilde erstreckt sich über Mecklenburg, Lauenburg, Neuvorpommern, Lübeck bis in die Mark Brandenburg. Ferner gehören hierher die Sandsteinschichten am Kressenberg in Baiern, worinn die Thoneisensteine liegen, und die oberen Schichten des benachbarten Southofen.

Stark entwickelt tritt diese Gruppe in Belgien, in der Gegend von Antwerpen und Brüssel, auf. Die Gesteine bestehen hier vorzüglich aus Sand, Sandstein und Thon. Von den 200 bekannten Conchylien-Gattungen stimmen die meisten, und im kleinen Becken von Boom 66 Procent der darinn vorkommenden, mit den Schalthierresten des Londoner Beckens überein. Ein Verhältniß, welches seine Erläuterung in der Lage der Niederländer Becken findet, die dem Englischen gegenüber liegen.

In Frankreich zählt man noch die Ablagerungen zu Blaye im Bas-Medoc und um Balognes in der Manche hierher. Die Süßwassergebilde von Puy in Belay und von Aix in Provence, die manche hierher zählen, durch den Einschluss der Reste von Paläotherium und Anthracotherium, Testudo, Trionyx,

Crocodilus und vieler Fischreste so interessant, gehören wahrscheinlich zur Tegelbildung.

In Italien gehören die fischreichen Kalkschichten des Monte Bolca unfern Verona, die Kalksteine zu Castellgomberto im Vicentinischen und die Kalkbildungen im Val-Ronca hierher. Auch hat man in Ungarn und in der Moldau, am Dnieper, in der Ukraine und in Armenien Grobkalkschichten beobachtet.

In America ist die Gruppe stark entwickelt in den Vereinigten Staaten. Sie zieht sich vom Mexicanischen Meerbusen in zwey Richtungen, einerseits in N.-W. durch den Alabama- und Mississippi-Staat bis Tennessee, andererseits in N.-O. Richtung durch Florida, Georgia und Südcarolina. In Asien hat man hierher gehörige Schichten in den Kossia-Bergen bey Calcutta gefunden.

III. Ordnung. Secundäres- oder Flözgebirge.

Der Name Flözgebirge soll zunächst anzeigen, daß die Bildungen, von denen die Rede ist, in regelmäßigen Lagen erscheinen, und ganz die Beschaffenheit von solchen Mineralmassen haben, die sich aus Wassern abgesetzt, oder durch Wasser angeflößt worden sind. Man begreift darunter die große Reihenfolge von Schichten, welche zwischen der unteren Gruppe des Tertiärgebirges und zwischen dem Hauptsteinkohlegebirge liegt. Schon Lehman hat 1756 einen großen Theil derselben im Allg.-meinen gekannt, und sie zuerst unter dem Namen Flözgebirge zusammengefaßt, der bis auf den heutigen Tag beygehalten worden ist.

Die Gesteine, welche dasselbe zusammensehen, im Wesentlichen dieselben, welche wir bey dem Tertiärgebirge angetroffen haben, besitzen in der Regel eine weit größere Festigkeit. Ein Wechsel von Kalk- und Sandsteinschichten tritt zwar hier wie bey den jüngeren Gebirgsbildungen auf, aber es erscheinen nicht mehr die mehrfältigen Abwechselungen von Süßwasser- und Meereskalken.

An organischen Resten ist das Flözgebirge ziemlich reich, und die Mehrzahl derselben besteht gleichfalls aus Schalthierresten. Diese sind aber in den Flözgebirgsschichten wahrhaft versteinert, häufig mit Verlust der Schale, vollkommen von Kalkmasse, selten von Kieselmasse durchdrungen. Alle vorkommenden Gattungen sind gänzlich ausgestorben, ja sogar ganze Geschlechter, die in zahlreichen Gattungen in den Schichten des Flözgebirges begraben liegen, sind völlig ausgestorben, wie z. B. die Ammoniten. Die Säugthiere verschwinden beynahe ganz, dagegen treten viele Reptilien auf, namentlich Saurier, wahre Monstra der Urwelt, die theils durch ihre Größe, theils durch ihre sonderbar zusammengesetzten, außerordentlichen Formen in Erstaunen setzen.

Die Pflanzenreste gehören sämmtlich untergegangenen Gattungen an, ja selbst viele Pflanzen-Geschlechter dieser großen Periode kommen in den jüngeren Schichten nicht mehr vor. Die untersten Lagen des Flözgebirges schließen vorzüglich Reste aus den Familien der Farnkräuter, Equiseten und Lycopodiaceen ein, die namentlich durch ihren riesenhaften Wuchs von analogen Geschlechtern der gegenwärtigen Zeit verschieden sind. In den mittleren Lagen treffen wir zumal Pflanzenreste aus der Familie der Coniferen, einige Cycadeen und verschiedene Kryptogamen an; in den oberen Lagen findet man insbesondere eine überwiegende Anzahl von Cycadeen-Resten und viele Dicotyledonen.

Erzniederlagen haben wir in den bisher betrachteten jüngeren Schichten nur ausnahmsweise (Bohnerze) und in sehr untergeordnetem Verhältnisse, im Ganzen höchst sparsam gesehen. Hier, im Flözgebirge, ist das Vorkommen von Erzen von großer Bedeutung. Die verschiedensten Metalle kommen in feinen Bildungen auf mancherfaltige Weise, häufig und oft in großen Massen vor. Dergleichen ist das Auftreten von Salz, Gyps und Steinkohlen von großer Wichtigkeit.

Die Schichtung ist, mit seltener Ausnahme, durchaus auf eine höchst deutliche Weise ausgesprochen, und die Schichtenstellung gar mancherfaltig. Im Flachlande, in Niederungen, liegen die Schichten häufig horizontal; in der Nähe von Gebirgsketten

aber, am Fuße derselben, ja häufig am Fuße und an den Seiten einzelner crystallinischer Massen, sind die Schichten in der Regel aufgerichtet, auf die mannfaltigste Weise gehoben und gesenkt, gebogen, antiklinal gestellt, öfters in ihrem Zusammenhang unterbrochen und nicht selten zertrümmert.

Hinsichtlich seiner räumlichen Verhältnisse unterscheidet sich das Flözgebirge von den meistens in Niederungen und in gesonderten Becken liegenden Tertiärbildungen, vorzüglich durch sein Auftreten in großen zusammenhängenden Massen, die man in den verschiedensten Höhen sieht, die sich in Hügel-, Berg- und Gebirgszügen welthhin ausbreiten und über ganze Länder ausdehnen. Es hat eine ganz allgemeine, häufig über große Erdtheile beynah ununterbrochene Verbreitung, eine Mächtigkeit, welche die jüngeren Ablagerungen niemals erreichen, und steigt vom Meere an bis zu den größten bekanntesten Höhen.

Die vielen Glieder, welche das Flözgebirge zusammensetzen, bilden folgende drey größere Abtheilungen:

Kreide-Bildungen.

Jura-Bildungen.

Trias- und Kupferschiefer-Bildungen.

Man bezeichnet diese Abtheilungen auch mit den Namen Kreide-Gebirge, Jura-Gebirge, Trias- und Kupferschiefer-Gebirge, indem man das Wort Gebirge für die Summe zusammengehöriger Schichten gebraucht.

Kreidegebirge.

Syn. Kreidegruppe, Kreideformation, Terrain crétacé, Cretaceous Group.

Im gewöhnlichen Leben versteht man unter Kreide den lockeren weissen Kalk, den man allgemein als Schreib- und Farbmateriale benutzt. Dieser bildet im Kreidegebirge des Geognosten nur untergeordnete, obwohl immer sehr ausgezeichnete Schichten, nach welchen die ganze Bildung benannt worden ist. Die Hauptmasse des Kreidegebirges besteht aus verschiedenartigen Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen, und ist allein durch ihre Stellung zwischen dem tertiären Gebirge und dem Juragebirge, so wie durch die fossilen Reste charakterisirt, die sie einschliesst.

Die Kreideformation ist eine reine Meeresbildung, und erscheint in der oberen Abtheilung als eine kalkige, in der unteren als eine sandige Bildung, abgesehen von kleineren Unterabtheilungen und den Gesteinsverschiedenheiten einzelner Localitäten. Zum erstenmale treten hier Ammonshörner (Ammonoiten) (S. Bd. 5, S. 530) und Belemniten (Bd. 5, S. 431) auf. Terebrateln (Bd. 5, S. 504) erscheinen in eigenthümlichen kleinen Gruppen. Die Geschlechter *Crania* und *Thacidea* hat man bis jetzt nur in der Kreidebildung gefunden, und so auch die merkwürdigen Hippuriten (Bd. 5, S. 502). Wir treffen darinn auch ausgezeichnete versteinerte Sumpf-Eidechsen (*Saurier*) untergegangener Geschlechter, namentlich den riesenhaften *Mosaosaurus* (Maas-Eidechse). Von Pflanzen findet man vorzüglich *Fucoiden*.

Man unterscheidet im Kreidegebirge, von oben nach unten, derzeit folgende Glieder:

1. Kreidetuff von Maastricht. Dieses jüngste Glied der Formation besteht aus einem zerreiblichen, gelblich- und graulichweissen, tuffartigen Kalk, der gewöhnlich an der Luft zerfällt, öfters ganz sandig, bisweilen aber auch so fest wird,

daß er als Baustein gebraucht werden kann. Der Luff sezt den Petersberg zu Mastricht zusammen, dessen außerordentlich ausgedehnte, unterirdische Steinbrüche seit langer Zeit schon die Aufmerksamkeit aller Reisenden in Anspruch genommen haben. Die ganze Mächtigkeit beträgt 500 Fuß. Die oberen Schichten enthalten einzelne, hellgefärbte Feuersteinknauer, schließen viele Corallenversteinerungen ein, zumal aus den Geschlechtern *Eschara*, *Cellepora*, *Rotopora*, *Millepora*, *Astrea*, *Ceriopora*, mehrere *Terebrateln*, darunter die für diese Schichten charakteristische *Terebratula pectiniformis*, einige *Pectiniten*, darunter *Pecten sulcatus*, den charakteristischen *Belemnites mucronatus*, dessen Masse gewöhnlich aus bräunlichgelbem, durchscheinendem Kalkspath besteht, eine eigenthümliche große Meeresschildkröte, die *Mastrichter Chelonie*. Die interessanteste Versteinerung dieser Schichten aber ist der *Mosaosaurus Hoffmanni*, die riesenmäßige Sumpf-Eidechse, welche eine Länge von 25 Fuß, in ihrem Rückgrath 130 Wirbel hat und einen hohen, flachen, nach Art eines verticalen Ruders gebildeten Schwanz besitzt *).

*) Die Reste dieses merkwürdigen Thieres wurden 1770 aufgefunden, und von den Steinbrucharbeitern einem damals in Mastricht lebenden Sammler von Naturalien, H. Hoffmann, übergeben. Es sprach aber der Canonicus der Kirche, welche auf dem Petersberge steht, Namens derselben, als der Besizerinn des Berges, das Eigenthumsrecht an die merkwürdige Versteinerung an, und er erhielt dieselbe auch endlich nach langem Proceffe. Sie blieb jahrelang in seinem Besiz und Hoffmann starb darüber. Da rückte, nach dem Ausbruche der französischen Revolution, die Armee der Republik vor die Stadt, und fieng an sie zu beschiefen. Gelehrte, welche die Armee begleiteten, sprachen den Wunsch aus, daß die Artillerie ihr Feuer nicht auf jenen Stadttheil richten möchte, in welchem, wie man wußte, die berühmte Versteinerung aufbewahrt wurde. Es geschah. Der Canonicus merkte, warum seinem Hause eine so besondere Gunst wiederfahre, und verbarg den Schatz in ein Gewölbe. Er ward aber, nach der Einnahme der Stadt, von den französischen Behörden genöthiget, denselben, den er unrechtmäßig erworben, herauszugeben, worauf er sogleich in die Sammlung des Jardin des Plantes gesendet wurde. Die Erben Hoffmann's erhielten von den französischen Commissären eine Belohnung.

Die unteren Schichten schließen zahlreiche Feuersteine von dunkler Farbe ein, welche meistens zusammenhängende, schmale Bänke bilden. Dieses oberste Glied der Kreideformation ist, außer der Mastrichter Gegend, nur noch zu Fozz-les-Caves in Brabant nachgewiesen.

2. Weiße Kreide. Craie blanche; Upper chalk. Durch einen Eisengehalt öfters gelblich oder röthlich, und mitunter viel härter und vester als die weiße Kreide, welche im Handel vorkommt. Zahlreiche Knauer und Lagen von Feuerstein charakterisiren dieses Glied, und bezeichnen seine im Allgemeinen unvollkommene Schichtung. Öfters liegen Crystalle und Körner von Schwefelkies darinn, die mitunter in Brauneisenstein umgewandelt sind. Als bezeichnende Versteinerungen erscheinen: *Belemnites mucronatus*, *Terebratula carnea* und *semiglobosa*, *Gryphaea vesicularis*, *Galerites vulgaris*, *Micraster cor anguinum*, in Feuerstein verwandelte Corallen, namentlich *Siphonia pyriformis*, ferner *Discoidea albogalera*, *Scaphites striatus* und viele Schiniten, besonders die Geschlechter *Cidaris*, *Echinus*, *Galerites*, *Ananchytes*, *Spatangus*, häufig verkieselt, mit Beibehaltung der Form in Feuersteinmasse umgewandelt. In manchen Gegenden ist dieses Glied ziemlich mächtig entwickelt; in England erreicht es eine Mächtigkeit von mehr als 350 Fuß.

3. Kreidemergel. Craie tufau, Lower chalk. Die Feuersteine des vorhergehenden Gliedes werden in seinen unteren Lagen seltener, und es tritt sodann ein mergeliges Gestein auf, theils mit wenig, theils ohne Feuersteine (*Chalk without slints*), das größere Festigkeit hat, als die weiße Kreide, einen ansehnlichen Thongehalt besitzt und öfters Quarzkörner und grüne Punkte von Eisenorydul-Silicat einschließt. Die unteren Schichten sind manchmal ganz sandig, und erscheinen als Mergelsandstein. Diesem Gliede gehört der sogenannte Plänerkalk Sachsens und Böhmens an, und der Maigno Oberitaliens. Als Einmengungen findet man sehr oft Kalkspath und Schwefelkies. Von Versteinerungen erscheinen zumal *Belemniten*, *Scaphiten*, *Turriliten*.

Diese obere Abtheilung der Kreideformation ist vorzüglich

in England stark entwickelt, wo ihre Mächtigkeit von 600 bis 1000 Fuß geht. Der Plänerkalk ist in Sachsen und Böhmen der Repräsentant dieser Abtheilung. Durch ihn ist bey Oberau der große und schöne Tunnel der Leipzig-Dresdner Eisenbahn geführt. Der Kalk hat durch starke Einnengung von Eisenorydul-Silicat hier eine dunkelgrüne Farbe, liegt unmittelbar auf Granit und Gneis, und schließt in seinen untersten Schichten zahlreiche Bruchstücke davon ein. In Frankreich ist die weiße Kreide namentlich in der Champagne und Picardie verbreitet.

4. Ober-Grünsand. Upper greensand, Sables verts supérieurs. Ein Mergelsandstein, in welchen der Kreidemergel in den untern Schichten öfters übergeht, grün gefärbt durch das Eisen-Silicat, bildet die Hauptmasse dieses Gliedes. Oft ist das Gestein sehr weich und zerreiblich, mitunter selbst ein lockerer, mit grünen Puncten untermengter Sand, der dann und wann auch roth oder braun gefärbt erscheint, durch das Dryd oder das Drydhydrat des Eisens. Es treten hier zahlreiche Versteinerungen auf, namentlich Baculiten, Turrititen, Inoceramen, Eideriten, Schiniten, Spatangen, Austern (besonders *Ostrea carinata*), Scaphiten, Hamiten, Alcyonien, Milleporen, und von Pflanzenresten Fucoiden, insbesondere *Fucoides Targioni*. In Menge liegen Körner und Crystalle von Schwefelkies in dieser Lage, häufig auch Feuersteinknollen. Sie erreicht in England eine Mächtigkeit von mehr als 100 Fuß.

5. Gault. In England, Frankreich und Belgien folgt auf den Ober-Grünsand ein mächtiges Thonlager, das die Engländer Gault oder Galt nennen. Der obere Theil desselben ist ein plastischer Thon von bläulichgrauer Farbe, der sich sehr gut zur Fabrication von Backsteinen und Töpferwaaren eignet, und den die zahlreichen Tuchfabriken von Verviers in Belgien zum Walken der Tücher gebrauchen; der untere Theil ist gewöhnlich mergelig, und brauset daher mit Säuren auf. Er enthält Glimmerblättchen und einige Versteinerungen, unter denen in England *Inoceramus concentricus* charakteristisch ist.

6. Untergrünsand. Lower greensand, Sables verts inférieurs. Unter dem Gault liegt wieder eine Grünsand-Lage, deren Gestein im Allgemeinen dem Ober-Grünsand ähnlich, doch

öfters roth, braun und gelb gefärbt ist. Der Kalk- und Mergelsandstein wechselt mit Conglomeratschichten und reineren Kalksteinbänken, die bisweilen beträchtlich entwickelt sind. Dieses Kreide-Glied erreicht in England eine Mächtigkeit von 250 Fuß, und führt weit weniger Versteinerungen, als der Ober-Grünsand. Es wird dort *Trigonia alaeformis* als charakteristisch bezeichnet. Sandsteine dieser Lage sind es, in welchen die Steinbrüche von Blackdown liegen, welche für England die meisten Schleifsteine liefern.

In Norddeutschland ist die untere Abtheilung des Kreidegebirges durch eine Sandsteinbildung repräsentiert, welche von Werner wegen ihrer ausgezeichneten cubischen Structur mit dem Namen Quadersandstein belegt worden ist. Das Gestein ist ein hellfarbiger, feinkörniger Sandstein, mit thonigem, öfters eisenhaltigem Bindemittel. Dieser Sandstein bildet die schönen Felsen der sogenannten sächsischen Schweiz, und erreicht eine Mächtigkeit von mehr als 700 Fuß. Wo dieser Sandstein eine geringere Mächtigkeit hat, da ist er reich an mergeligem Bindemittel, enthält viele grüne Körner von Eisen-Silicat, und knollige Stücke von Chalcedon und Hornstein. Ausnahmsweise ist er durch eine sandige Mergellage von 150—200 Fuß Mächtigkeit in eine obere und untere Lage abgetheilt, wie der englische Grünsand.

In der Gegend von Neuschâtel liegt in Thälern auf den obersten Jurasschichten eine über 200 Fuß mächtige Ablagerung, die aus gelbem Kalk, der theils dicht, theils oolithisch ist, und aus gelbem und grauem Mergel besteht. Seine vielen Versteinerungen stimmen mit denen des Grünsandes überein, und es ist daher ein Aequivalent desselben. Man glaubte anfänglich darinn Versteinerungen beobachtet zu haben, von welchen ein Theil zwar dem Grünsande, der andere aber jurassischen Bildungen angehöre, und wollte dem Gebilde daher seine Stellung zwischen dem Kreide- und Juragebirge anweisen, und dieses durch den Namen *terrain jura-erétacé* andeuten. Nach der Stadt Neuschâtel sollte es auch *Néocomien* heißen. Wahrscheinlich gehört hiezu auch das Kalk- und Mergel-Gebilde der *Franche-Comté*, das Gyps und Eisenerze einschließt.

Die aufgeführten sechs Glieder stehen zwar unter sich in einer nahen Verbindung, doch sind sie nicht in allen Ländern gleichmäßig entwickelt, und es weichen insbesondere die Charaktere der Gesteine verschiedentlich ab. Außer dem obersten Glied jedoch, das bis jetzt mit Bestimmtheit nur in den Mastrichter Schichten gefunden ist, lassen sich die übrigen an den meisten Stellen nachweisen.

Als wichtige untergeordnete Massen kommen im Kreidegebirge vorzüglich Gyps und Steinsalz vor. Als Gypsvorkommnisse in der Kreide sind uns bekannt in Norddeutschland die Gypse von Segeberg in Holstein, und von Lüneburg in Hannover, durch den Einschluß von Boracit-Crystallen berühmt. In Frankreich, Spanien, Sicilien, Aegypten kennt man ebenfalls Kreidegypse. Steinsalz kommt auf eine höchst ausgezeichnete Weise in der unteren Abtheilung des Kreidegebirges in Spanien vor. Es bildet dort den berühmten Salzstock von Cardona in Catalonien. Dieser, 100 Meter hoch, ragt, von Thon und Gyps begleitet, aus einem Halbkreis von Anhöhen hervor, die aus grauen Sandsteinen und mergeligen grauen und grünlichen Kalkmassen zusammengesetzt sind, deren Schichten mantelförmig um den Salzberg liegen und nach allen Seiten von ihm abfallen, gerade so, wie wenn die Salzmasse von unten herauf in die Schichten derselben eingetrieben worden wäre.

Die Salzsoolen in Westphalen, so wie die Soolen von Lüneburg, kommen aus dem Kreidegebirge. An vielen Orten liegen darinn auch Eisenerze, in thonige, sandige oder mergelige Lagen eingeschlossen. Auf Bornholm liegen im unteren Grünsand Kohlenflöße, in Westschoonen Braunkohlenschichten.

Die obere kalkige Abtheilung des Kreidegebirges ist gewöhnlich undeutlich geschichtet, und zeichnet sich durch lichte Farbe aus, wodurch die Kreidefelsen an den Meeresküsten, wo sie, durch Wetter und Wellenschlag beständig angegriffen, häufig steile, nackte Wände bildend, weithin leuchten. Die Felsen des Königsstuhls und der Stubbenkammer auf Fasmund zeigen dieß auf überraschende Weise. Im Allgemeinen bildet das Kreidegebirge, indem es meistens in Niederungen und

Thälern abgesetzt ist, weder hohe Berge, noch zeigt es auffallende Bergformen; man ist gewohnt, es in gerundeten niedrigen Bergen, Hügeln und Platten zu sehen. Die Thäler, welche darinn liegen, sind jedoch nicht selten enge, schluchtig, von steilen Wänden eingeschlossen und dann malerisch.

An den Pyrenäen, im langen und hohen Zuge der Alpen, in den Karpathen und in allen Ländern, die das mittelländische Meer umgrenzen, tritt das Kreidegebirge mit einem ganz eigenthümlichen Character auf. Es ist hier weit verschieden von der Kreideformation der Länder im Norden der Alpen. Mächtigkeit der Massen und Verschiedenheit der Gesteine fallen besonders auf. Die ganze Bildung tritt hier in einer solchen Ausdehnung auf, daß einzelne Glieder derselben für sich allein hohe Gebirge zusammensehen, die in mehrere Ketten gespalten sind. Die Gesteine insbesondere stimmen so wenig mit den Kreidegesteinen der nördlichen Länder überein, daß dieses Verhältnisses wegen lange Zeit diese so interessante und großartige Kreidebildung gänzlich verkannt wurde. Es sind meistens dunkelgefärbte, oft ganz schwarze Gesteine; feste, harte, dunkle Kalksteine und Mergel; dunkelfarbige, oft kieselige Schiefer, Thonschiefern des Uebergangsgebirges ähnlich; feste, nicht selten quarzige Sandsteine, Kalkbreccien und der Nagelstube ähnliche Conglomerate. Nur mit strenger Berücksichtigung der Petrefacten, welche diese Gesteine führen, läßt sich ihre richtige Stellung finden. Die Petrefacten zeigen aber unzweideutig an, daß diese Schichten dem Kreidegebirge angehören, und daß sie insbesondere der unteren Abtheilung der nördlichen Kreideformation, dem Grünsand, entsprechen.

Als Hauptglieder lassen sich, nach den Untersuchungen von Studer, Escher und nach meinen eigenen Beobachtungen, für jetzt, von oben nach unten, folgende unterscheiden:

1. Flysch. Dunkelgraue Mergel- und Kalkschiefer, letztere bisweilen dolomitisch, feinkörnige Kalk- und Mergelsandsteine von grauer, brauner und schwärzlicher Farbe, die einerseits in dichten, thonigen und sandigen Kalkstein, andererseits in quarzigen Sandstein verlaufen, bilden die Hauptmasse dieses obersten Gliedes. Untergeordnet erscheinen Breccien und

Conglomerate. Die Schiefer und Sandsteine enthalten Fucoiden, namentlich *Fucus intricatus* und *Fucus Targioni*. Man nennt deshalb dieses Glied auch Fucoiden-Sandstein. Es bildet einen beträchtlichen Theil der nördlichen Kalkalpen, der Karpathen (Karpathen-Sandstein), der Alpeninen (Maigno). Hieher gehören auch die Schichten, die früher unter den Namen Sandstein von Höggl (bey Salzburg) und Wiener-Sandstein aufgeführt worden sind. Die Verbreitung des Gylsch ist sehr bedeutend, da er im ganzen südlichen Europa und im nahen Africa und Asien vorkommt.

2. Nammulitenkalk und Sandstein. Dunkler, grauer oder brauner Mergelschiefer, der an der Luft zerfällt; dichter, grauer oder brauner Kalkstein, öfters thonig oder sandig, und mitunter so voll grüner Körner von Eisen-Silicat, daß das Gestein davon eine dunkelgrüne Farbe hat. Sandstein von feinem Korn, mit kalkigem oder kieseligem Bindemittel und dann in Quarzfels verlaufend, weiß, grau oder grün durch eingemengtes Eisen-Silicat, und zuweilen auch braun, röthlich und grünlich gefleckt oder gebändert, bilden dieses Glied. Es ist durch den Reichthum an Nammuliten ausgezeichnet, welche häufig die Mergelschiefer ganz erfüllen, und auch in großer Menge im Sandstein und Kalkstein vorkommen. Das Eisen-Silicat bildet mitunter größere Nester, und an einigen Orten (Habkern und Beatenberg, am Thunersee) liegen kleine Kohlenflöze darinn. Einzelne Stellen zeigen die interessante Thatsache, daß mit Petrefacten des secundären Gebirges auch viele solche vorkommen, die man zur Zeit nur im tertiären Gebirge gefunden hatte. Es sind die Geschlechter *Conus*, *Fusus*, *Cerithium*, *Natica*, *Bulla*, *Cassidaria*, *Cytherea*, *Ampullaria*, *Turritella* und mehrere andere, die mit *Pecten*, *Cardium*, *Ostrea*, *Galerites*, *Spatangus*, *Clypeaster*, *Terebratula* u.s.w. zusammen vorkommen.

Der Nammulitenkalk ist außerordentlich verbreitet. Man sieht ihn namentlich an der Nordseite der Alpen, vom Rhone-Thal her, in mächtig hohen Ketten an den Thuner-See, von da zum Luzerner-See, weiter durch Schwyz an den Wallenstädter-See, von da zum Rheinthal und weiter östlich durch das Allgau

und Boralberg nach Salzburg und Steyermark fortziehen. Petrefactenvermengungen obiger Art sieht man in der Gosau im Salzburgischen, am Kressenberg in Baiern, an der Föhner in Appenzell und auf den Diablerets. Zwischen dem Rhone-Thal und dem Thuner-See erreicht diese Bildung an mehreren Stellen (Diablerets 9682', Oldenhorn 9622') eine beträchtliche Höhe. Am Wallenstädter-See bildet es die bekannten zackigen Kuhfirnen; in Clarus liegen darinn die bekannten Schieferbrüche bey Matt, deren schwarze, kieselige Platten die vielen interessanten Fischreste einschließen.

3. Kalkschiefer und Mergel mit Spatangen. Dichter, dünngeschichteter Kalkstein von dunkler Farbe, in Kalkschiefer übergehend, und dunkle, oft sandige Mergelschiefer bilden das herrschende Gestein. Der Kalk ist öfters kieselig, oder schließt viele eckige Quarzkörner ein, welche bey verwitterter Oberfläche des Kalksteins hervorstehen. In den Mergeln liegen öfters kleine Bergkristalle. Außer den Spatangen schließen diese Schichten noch ein: *Diceras arietina*, *Ostrea carinata*, *Terebratula octoplicata*, *Exogyra plicata*, *E. aquila* und *E. Couloni* und mehrere Corallen.

Dieses Glied tritt in dem oben angeführten Zuge des Nummulitenkalks zwischen dem Rhone- und Rhein-Thal stark entwickelt auf, und erreicht mehrfältig Höhen von 7 bis 9000 Fuß (Säntis 7663', Faulhorn 8312', Schwarzhorn 8923'), und eine noch größere Höhe erreicht diese Kalkbildung an der Jungfrau.

4. Schwarzer Kalk mit Inoceramen und Baculiten. Dichter, schwarzer, brauner oder schwärzlichgrauer Kalkstein mit eingemengten Quarzkörnern, und daher stellenweise Funken gebend am Stahl, eisenhaltig und schwer (2,7 bis 2,73). Öfters mit grünen Körnern von Eisen-Silicat. Ist characterisirt durch *Inoceramus concentricus*, *Baculites Faujasi*, *Ammonites inflatus* Sow. *Hamites virgulatus*, *Trochus Gurgitis*, *Turrilites Bergeri*. Er ist gewöhnlich von einem braunen oder schwarzen Mergel begleitet.

Dieses Glied scheidet den plattenförmigen Spatangenkalk, oder den Nummulitenkalk, wo jener fehlt, von der nächstfolgenden

Bage, und ist ausgezeichnet am Sântisstock entwickelt, und hier petrefactenführend, vorzüglich am Gabelschuß und auf der Meglisalp. Man hat es auch bey Einsiedel, am Schwyzer Haggen, am Montagne de Fizs und Reposoir in Savoyen beobachtet.

5. Hippuritenkalk. Dichter, grauer Kalkstein mit Hippuriten. Das Gestein ist mitunter davon ganz erfüllt, oft löcherig, zerpalten und schließt Höhlen ein. In Folge der zerklüfteten Beschaffenheit dieses Kalkes fließen die Wasser in ihm nicht selten auf große Strecken unterirdisch fort. Man findet darinn auch Corallen, Ergyren, die *Ostrea carinata* und den *Spatangus retusus*. Der Hippuritenkalk tritt ausgezeichnet in den schweizerischen und deutschen Alpen auf, im Gebirge am oberen Thunersee, am Pilatus, im Sântisstock und hier namentlich im Brülldobel, und ausgezeichnet am Untersberg unsern Salzburg. Er erscheint sodann weiter am ganzen östlichen Litorale des adriatischen Meeres, von Triest an durch Dalmatien, Griechenland, Kleinasien bis Syrien. Es ist indessen sehr unwahrscheinlich, daß der Hippuritenkalk der Alpen, von welchem allein hier die Rede ist, mit den gleichfalls Hippuriten einschließenden Schichten anderer Länder zusammengefaßt werden kann. Die Verbreitung solcher Schichten ist außerordentlich. Der Hippurit, die merkwürdige Versteinerung, einem auf der Spitze stehenden Horn oder Regel ähnlich, wurde zuerst von La Peyrouse, vor etwa 36 Jahren, bey Alet, am Fuß der Pyrenäen, und bald hernach auch von Thompson am Cap Passaro auf Sizilien beobachtet. Jetzt weiß man, daß er von Lissabon an durch Spanien, Südfrankreich, die Alpen u.s.w. verbreitet ist.

Das Vorkommen des Kreidegebirges in den nordwärts der Alpen gelegenen Ländern, ist im Allgemeinen schon angegeben worden. In Deutschland ist die Kreideformation mehr im Norden als im Süden verbreitet. Dort sieht man sie in dem Busen von Münster und Paderborn, am Teutoburger Wald, am Nordabhang des niederrheinischen Schiefergebirges, zunächst am Nordrand des Harzes zwischen Braunschweig und Hildesheim, in Sachsen zwischen Oberau,

Meißen, Dresden und in der sogenannten sächsischen Schweiz. In Süddeutschland ist die Kreideseformation bey Regensburg längs der Laber entwickelt, und in den östlichen Alpen.

Artesische Brunnen.

Artesische Brunnen, puits artésiens, puits forés, overflowing wells, heißen solche Brunnen, welche durch Bohrarbeit hergestellt worden sind, und zwar deshalb, weil man in der ehemaligen Grafschaft Artois, dem heutigen Departement Pas-de-Calais, seit langer Zeit vermittelst Bohrarbeiten zahlreiche Brunnen eingerichtet hat. Der Boden dieses so wie des Nord-Departements besteht aus Kreidekalk und einer darauf ruhenden Lage von Alluvial- und Diluvialmassen. Wo die Kalksteinschichten unbedeckt zu Tage anstehen, da fließen die Wasser der atmosphärischen Niederschläge durch das klüftige Gestein den tieferen Lagen zu, die thonig sind und die Wasser zurückhalten. Es treten daher aus den untern Schichten an den Abhängen und am Fuße der Hügel, im Grunde der kleinen, in das Kreideplateau eingeschnittenen Thäler viele Quellen hervor, während die oberen Schichten wasserarm oder ganz wasserleer sind. An vielen Stellen ist aber der Kreidekalk von den Diluvial- und Alluvialbildungen bedeckt, die vorzugsweise aus Sand und Geröllen, abwechselnden Lagen von Thon und Sand bestehen, und gewöhnlich liegt dann auf dem Kalkstein eine wasserdichte Thonschicht. Die Wasser gehen durch die lockeren Massen des aufgeschwemmten Gebirges bis auf diese Thonschicht nieder, und man bohrt in jenen Gegenden daher entweder in den untern thonigen Schichten des Kreidekalks, oder auf der Gränze zwischen diesem und den Alluvionen Wasser an. Die Kalkschichten sind schwach gegen Norden geneigt, die meisten artesischen Brunnen liegen nordwärts kleiner Hügel und Berge, oder am Nordrande des Kalkplateaus, und das Ausgehende der Kalkschichten nimmt häufig die höchsten Punkte der Landschaft ein.

Es ist somit klar, daß die artesischen Brunnen durch atmosphärisches Wasser gespeist werden, welches auf die Oberfläche niedersfällt, zwischen den Kalksteinschichten und auf Klüften desselben, oder

zwischen seiner Oberfläche und dem aufliegenden Thon, oder endlich durch die lockern Alluvionen bis auf die Thonschicht über dem Kalle niederfließt und durch das Bohrloch emporsteigt, wie durch den kürzeren Schenkel eines Hebbers, dessen längerer Schenkel im Gebirge liegt. Daraus folgt der für die Praxis sehr wichtige Satz:

Man kann überall da mit gerechter Hoffnung eines glücklichen Erfolgs Bohrversuche auf artesische Brunnen vornehmen, wo feste Schichten, gegen ein Thal oder gegen eine Niederung geneigt, aus verschiedenen kalkigen und sandsteinigen oder thonigen Massen zusammengesetzt, entweder unmittelbar anstehen, oder den Untergrund nicht allzumächtiger Alluvionen bilden.

Gar oft trifft man auf den Gränzen, da wo sich verschiedenartige, geschichtete Gesteine berühren, starke Quellen, indem Thon- und Mergellagen, welche die Wasser zurückhalten, mehrentheils auf solchen Grenzen liegen. In ungeschichteten Gebirgsmassen aber, in Sand- und Geschiebeablagerungen, ist keine Hoffnung zur Erbohrung artesischer Brunnen vorhanden. S. Fig. 15 und 16.

Juragebirge.

Syn. Dolithgebirge; Terrain jurassique, Oolitic group or Series.

Unter dem Kreidegebirge folgt eine große Reihe weitverbreiteter Schichten, welche in mächtiger Entwicklung auch die Masse des schweizerischen und deutschen Juragebirges zusammensetzen, das einen ununterbrochenen Zug von Ketten und Bergen bildet. Darnach ist der Name diesen Bildungen gegeben, die man ebenso auch die jurassischen nennt. Wegen der in einzelnen Gegenden häufig darinn vorkommenden Rogensteinen, Dolithen, hat man nach dem Vorgange der Engländer die Schichten auch unter dem Namen Dolith-Gebirge zusammengefaßt. Dieser Name wird gegenwärtig sehr viel zur Bezeichnung dieser Bildungen angewendet, obgleich die Jurasschichten weder im nördlichen England, noch im großen Zuge des deutschen Jura

Kogensteine einschließen. Wenn man aber dichte Kalksteine und Mergel, Sandsteine und Thonmassen *Dolithe* nennt, so ist es doch recht augenfällig, daß man damit Verwirrung verursacht und der Natur wahrhaft widerstrebt.

Die jurassischen Bildungen sind sowohl durch Thier- als Pflanzenreste im hohen Grade ausgezeichnet. Sie schließen, wie die Kreideschichten, in überwiegender Anzahl Conchylienreste ein, und am häufigsten die Geschlechter *Terebratula*, *Ammonites*, *Belemnites* in zahlreichen Gattungen. Die Geschlechter *Nerinea*, *Ostrea*, *Lima*, *Pecten*, *Modiola*, *Isocardia*, *Pholadomya*, *Pteroceras*, *Trochus*, *Turbo*, *Melania*, *Delthyris*, *Gryphaea*, *Trigonia* kommen in bezeichnenden Gattungen vor. Die Saurier treten in großer Zahl, und unter ihnen als charakteristisch insbesondere die Geschlechter *Plesiosaurus* und *Ichthyosaurus*, auf. Von Schiniden erscheinen vorzüglich *Cidaris* mit ihren Stacheln, *Echinus*, *Galerites* und *Nucleolites*; von Meersternen, die gestielten, *Solanocrinites*, *Pentacrinites*, *Eugeniocrinites*, *Apiocrinites*, überdieß viele Corallen. Von Pflanzenresten sind besonders die Nadelholzstämmе (*Polycotyledonen*) bezeichnend, mit welchen viele Cycadeen und Algaciten vorkommen.

Man theilt die große Reihe von Schichten in drey Abtheilungen, in den oberen, mittleren und unteren Jura. Jede dieser Abtheilungen, ja sogar eine jede der einzelnen Unterabtheilungen derselben, ist auf eine merkwürdige Weise durch die organischen Reste characterisirt.

Der obere Jura.

1. Wälderbildung.

a. Hilsthon.

In Norddeutschland liegt in der Hilsenmulde in Hannover eine dunkle, oft schwarze Thonmasse, welche Römer als das oberste Glied des Juragebirges erkannt hat. Sie schließt am Elliger Brinke bey Delligen bauwürdige Eisensteinlager, bey Holzgen, Duingen und Bardissen mächtige Gypsblöcke ein, und

von Versteinerungen häufig *Pecten lens*, ferner *Lima elongata*, *L. rigida*, *L. plana* und *L. striata*, *Belemnites subquadratus*, *Ammonites biarmatus* und *sublaevis*, *Exogyra spiralis* und mehrere andere, welche auch in älteren Gliedern des Jura gefunden werden. Man hat in dieser Bildung am Elliger Brinke auch *Ichthyosaurus*-reste gefunden. Neuerlich hat Römer dieses oberste Juraglied auch am nördlichen Fuße des Meisters, bey Schandelohe, unweit Braunschweig, und auf beiden Abhängen des Salzgebirges bey Salzgitter aufgefunden, wo es ein mächtiges Flöz von Eisenstein einschließt.

b. Wälderthon und Sandstein.

Syn. Weald Clay, the Wealden.

Die hierher gehörigen Schichten wurden zuerst im südöstlichen Theil von England beobachtet, und sind durch G. Mantell meisterhaft beschrieben worden. Sie nehmen die Landstrecke zwischen den Süd- und Nord-Downs ein, und ihre höchsten Massen bilden den Gebirgszug, welcher von O. nach W. unter dem Namen Forest-ridge zieht, und aus abwechselnden Schichten von Thon, Schiefer, Sand und Sandstein besteht. Er ist auf jeder Seite durch ein tiefes Thal begränzt, welches Weald heißt, und davon haben diese Schichten die Benennung erhalten. Man hat sie nicht nur in großer Ausdehnung und Mächtigkeit in England, sondern auch in Frankreich, Deutschland und zum Theil selbst in den Alpen gefunden. Die Steinbrüche des Tilgate-Forstes schließen eine Menge interessanter Versteinerungen ein, und sind dadurch berühmt geworden. Mantell hat darüber ein besonderes Werk herausgegeben unter dem Titel: „Fossils of Tilgate-Forest.“

Die Abtheilungen, in welche diese Schichten in England gebracht worden sind, heißen:

- a. Wälderthon (die obersten Schichten): Dunkler blauer Thon oder Letten mit Mergelknuern, Thoneisenstein und Schichten von Kalkstein mit Süßwasser-Conchylien, bekannt unter dem Namen Guffer- oder Petworth-Marmor.

6. Hastings-Schichten: Sand und Sandstein, letzterer in großen concretionirten Massen in Sandschichten eingeschlossen, (Tilgate Stone) offenbar durch Infiltration kalkiger Wasser in die Sandlagen gebildet. Enthält Süßwasser-Conchylien, viele Knochen und Zähne von Reptilien und Stengel und Blätter von Pflanzen.

7. Ashburnham-Schichten: Thon und dunkel gefärbte Kalk- und Sandsteine.

8. Purbeck-Schichten: Thon, Sandstein, Kalkstein mit Süßwasser-Conchylien, Purbeck-Marmor genannt. Der Kalkstein schließt Baumreste in aufrechter Stellung ein (der versteinerte Wald von Portland gehört hierher), sowie Lagen von Pflanzenerde.

Diese Schichtenfolge 1) von Thon mit Kalklagern, 2) von Sand und Sandsteinen mit Schiefer, Braun- und Steinkohle, 3) von Thon, Schiefer, Kalk- und Sandsteinen, 4) mit einer Unterlage eines pflanzenreichen und muschelführenden Kalksteins, den Sandstein und Thon begleiten, zeigt sich im Wesentlichen überall, wo man das Gebilde seither in Deutschland und Frankreich in größerer Entwicklung aufgefunden hat.

Die organischen Reste bestehen aus Blättern, Stämmen, Zweigen tropischer Gewächse, es sind Farren, *Clathraria Lyellii*, *Lonchopteris* und *Sphenopteris Mantelli*, *Equiseten*, *Coniferen*, den Palmen verwandte *Monocotyledonen* (*Endogenites erosa*), *Cycadeen* (*Mantellia*); Flußconchylien: *Paludina*, *Cyrena*, *Cyclas*, *Unio*, *Potamides*, mit welchen in den obersten Schichten (1) auch Meerconchylien vorkommen, *Ostrea*, *Gorvillia*, ferner Knochen sehr großer und merkwürdiger Saurier und einiger anderen Reptilien, von welchen sich auszeichnen: *Plesiosaurus* (S. Zoologie Taf. 67.), mit einem langen schmalen Hals, dem Schwanenhals ähnlich, und einem Eidechsenkopf, reichlich 25 Fuß lang; *Megalosaurus*, über 70 Fuß lang, von der Form eines Monitors, von der Höhe des größten Elephanten, somit ein Saurier von der Größe des Wallfisches; *Iguanodon*, eine riesenhafte gehörnte Eidechse, drey bis viermal so groß als das größte Crocodil; *Pterodactylus*, ein fliegendes

Reptil (S. Zoologie Taf. 69.); Meer- und Süßwasser-Schildkröten: *Tryonix*, *Emys*, *Chelonia*. Es sind darinn weiter Knochen von Vögeln gefunden worden und Fische: *Epidotus*, *Pholidophorus* und *Hybodius*, welche auch in den meereschen Schichten des älteren Jura vorkommen. Endlich liegen in großer Menge Reste von Süßwasser-Crustaceen (*Cypris faba*) in manchen Schichten.

Die Pflanzenreste liegen häufig im verkohlten Zustande in den Schichten, es liegen Braunkohlen und selbst Steinkohlen-Flöße dazwischen (Helmstädt, Osterwald, Deister, Bückeburg), Eisensteine (Zuhregge bey Carlshütt, unsern Braunschweig), und dieß alles im Wechsel mit Schichten, die vorzüglich Süßwasserthiere, und nur einige wenige Thiere des Meeres einschließen. Eine außerordentliche Aehnlichkeit mit der Hauptsteinkohlenbildung.

Aufs Deutlichste treten alle diese Schichten als ein altes Flußgebilde auf; alles erscheint als Absatz in einem Delta. Die Reste der Thiere werden vereinzelt gefunden; selten sind ganze Thiere oder auch nur größere Stücke von Gerippen, Knochen, Zähne, Gräten, Schuppen liegen zerstreut in den Gesteinen. Die Beschaffenheit der mehrentheils Reste beweisen, daß sie aus der Entfernung herbeigeführt worden sind. Gebeine und Thier-Cadaver wurden durch den Fluß herunter in das Delta geführt und bis ins anstoßende Meer, und es scheint daß sie hier Fluth und Ebbe vor- und rückwärts geschwemmt, und die Knochen zertheilt und zerbrochen haben, ehe sie eingewickelt wurden.

Die Knochen sind häufig von Eisen durchdrungen, die Pflanzenstämme oft verkieselt. Dieß ist insbesondere bey den Stämmen der Fall, die man in der untersten Lage daselbst in großer Menge findet, und die den sogenannten versteinerten Wald von Portland bilden. Mantell gibt davon folgende Beschreibung: Auf dem obersten Meereskalk-Lager der Halbinsel, dem Portlandkalk, ist die Bildung des Purbeck-Kalks abgelagert. Es liegt auf dem Meereskalk zunächst ein Süßwasserkalkstein (S. Fig. 17), und darauf eine dunkle Schicht vegetabilischer Erde, mit Braunkohlenstücken und Geröllern. In und über dieser

Lage finden sich versteinerte Stämme und Zweige von Coniferen und Cycadeen (Mantellien), und viele derselben befinden sich in aufrechter Stellung, als wie wenn sie im Leben an ursprünglicher Stelle versteinert worden wären. Die Wurzeln stecken im Boden, und Stämme und Zweige reichen bis in den überliegenden Kalkstein hinein. Die Stämme sind oft 3 bis 4 Fuß hoch, an den Enden gezackt, zersplittert, als wenn ein Sturm die Bäume abgerissen hätte. Ihr Durchmesser beträgt mitunter bis zu 2 Fuß.

Die unterste Lage der Wälderthon-Bildung ist namentlich auch auf der englischen Insel Purbeck entwickelt, die schon längst wegen ihren, in diesen Schichten liegenden, Steinbrüchen berühmt, und deren Namen zur Bezeichnung derselben gebraucht worden ist. Die dichten, politurfähigen Süßwasserkalke wurden ehemals für Kirchengebäude sehr gesucht und Purbeck-Marmor genannt. Es sind wenige ältere Kirchen in England, welche nicht mit Säulen, Platten, Grabmälern aus Purbeck-Marmor geziert wären. Dieser Stein ist voll kleiner Paludinen und Cypris-Schalen.

„Wie interessant,“ sagt Mantell (*The Wonders of Geology*. 1838. V. I. 231.), „ist die Betrachtung, daß die schöne Säulengruppe der Cathedral von Chichester, ihre reichste Zierde, ganz aus den Gehäusen von Schnecken besteht, welche in dem Flusse einer Gegend gelebt haben, die von ungeheuren Reptilien bewohnt war!“

Das Wälderthon-Gebilde erreicht in England eine durchschnittliche Mächtigkeit von 2000 engl. Fuß, und nimmt eine Oberfläche von 400 engl. Quadratmeilen ein. In Deutschland ist die Bildung, nach den Beobachtungen von Hoffmann und Römer, in Hannover und im Braunschweigischen, in einer Stärke von 800 Fuß entwickelt, und nimmt einen Flächenraum von mehr als 20 Quadratmeilen ein. In ihr liegen, nach Hoffmann, die westphälischen Schwefelquellen Gilsen, Nenn-dorf u.s.w. In Frankreich sind hieher gehörige Schichten an der Küste des untern Boulonnais und in dem Thale von Bray bey Beauvais, und bey Carsau und Lagrasse, unfern Pont-St.-Esprit im Süden, beobachtet worden.

In den Alpen hat man diese Bildung im Simmenthal
Drens allg. Naturg. I.

bepachtet. Die Kohlen von Voltigen gehören ihr an. Auch die Kohlenbildung von Entrevernes, unweit Annecy in Savoyen, ist hieher zu rechnen.

Der Lagerung nach scheinen auch die, nach den Beobachtungen von Röggerath, Strombeck und Münster, unter der Kreide liegenden Braunkohlen zu Brühl, Liblar, Aachen, Senkhof bey Amberg, und Wackerdorf bey Schwandorf hieher zu gehören.

2. Portlandbildung.

Syn. Portland Oolite und Kimmeridge-Clay.

Unmittelbar unter den Schichten des Bäldeu liegt eine Meeresbildung, die aus Schichten von Kalkstein, Mergel und Thon besteht, zuerst auf Portland und bey Kimmeridge, an der Küste von Purbeck, gefunden und genauer untersucht wurde. Die Kalkschichten herrschen auf Portland, die Thonmassen bey Kimmeridge, und daher die Namen Portland-Stein und Kimmeridge-Thon. Französische Geologen nennen das Gebilde Terrain des Calcaires et marnes à Gryphées virgules, weil beide Glieder einerley Stellung einnehmen, und durch Einschluß der Gryphaea (Exogyra) virgula charakterisirt sind.

Die Kalkschichten sind gewöhnlich von lichter Farbe und oft rogensteinartig, bisweilen auch sandig oder eisenküssig, und nicht selten schieferig. Die hellgefärbten Mergel sind dies gewöhnlich. Desters liegen Hornsteinlagen zwischen den kalkigen Schichten. Das thonige Glied, der Kimmeridge-Thon, ist nicht so allgemein entwickelt, und liegt, wo es mit dem Portlandkalk zusammen vorkommt, unter diesem. Es hat eine dunkle Farbe, und schließt bisweilen bauwürdige Lager von Braunkohle ein. Manchmal erscheint als untere Abtheilung dieser Formation eine Reihe Mergel- und mergeliger Kalkschichten, mit vielen Crocyren und von unreinen gelben und grünlichen Färbungen. Die charakteristischen und verbreitetsten Versteinerungen (Leitmuscheln) sind: *Exogyra angusta* (virgula), *Pterocera Oceani*, *Isocardia excentrica*, *Nerinea suprajurensis*, *Pholadomya donacina*, *Donacites Alduini*, *Terobratala*

trilobata, insignis, trigonella, substriata, *Diveras arietina*, *Pinna granulata*. In dieser Schichten-
gruppe wurden bey Solothurn auch die ausgezeichnet schönen
Schildkröten gefunden, die in dem Cabinette dieser Stadt auf-
bewahrt werden. Für den englischen und französischen Kimme-
ridge-Thon ist *Ostrea deltoida* charakteristisch.

Die Portlandschichten sind in England, Frankreich, der
Schweiz, Deutschland an vielen Orten aufgefunden worden, und
bilden, wo der Wälden und Hils nicht entwickelt ist, die
oberste Lage der jurassischen Bildungen. In der Hilsmulde
in Hannover sieht man sie aber unmittelbar von jenen Bildungen
bedeckt, Fig. 18. In der Kette der westlichen Alpen hat Studer
die Portlandschichten im Kalk der Stockhornkette nachge-
wiesen; auch soll der über dem Voltiger Kohlengebirge liegende
Kalk der Gastlosen dazu gehören!

3. Corallenkalk.

Syn. Coralrag.

Eine durch den Einschluf großer felsbauender Corallen
characterisirte Gruppe von Schichten, deren einzelne Glieder
öfters als wahre Corallenriffe auftreten, der Hauptmasse
nach Kalkstein und Mergel, und nach diesen Verhältnissen Co-
rallenkalk benannt, folgt unter dem Portlandstein.

Die Versteinerungen, welche diese Schichten characterisieren,
sind: Corallen mit Sternzellen, insbesondere das Geschlecht
Astraea mit vielen Gattungen, worunter die gewöhnlichsten
A. helianthoides, *explorata*, *confluens*, *Meandrina*
astroides, *Lithodendrum trichotomum*, viele
Cidariten, insbesondere *Cidarites coronatus*, mehrere
Nerineen, *Astarten*, *Pectines*, namentlich *P. vimineus*
und *P. arcuatus*, *Ostrea gregaria*, *Lima rudis*, *Te-
rebratula lacunosa*; *Ammoniten*, vorzüglich aus der
Familie der *Planulaten*, *Ammonites polylocus*, *A.
flexuosus*, *A. inflatus*, *A. plicatilis*, *A. biplex*, *A.
multiradiatus*, *A. bifurcatus*, *A. polygyratus*.
Ferner treten häufig auf: *Scyphia*, *Tragos*, *Belemnites*
semisulcatus, *Serpula grandis*, *Apiocrinites*

mespiliformis. Die Muscheln liegen häufig um die Corallen herum, die ganze Bänke erfüllen.

Man unterscheidet folgende Abtheilungen:

a. Astarten-Kalk. Calcaire de Blangy en Normandie; Weymouth-Bed. Dichter, gewöhnlich hellgefärbter Kalkstein mit muscheligen Bruch, hart und in dicke Bänke abgetheilt. Schließt außer Astarte minima sehr wenig andere Versteinerungen ein. Oesters ist dieser Kalk auch erdig, freideartig, mergelig und mitunter auch von dunkler Farbe.

b. Nerineen-Kalk. Hellfarbiger, dichter oder erdiger Kalkstein mit vielen Nerineen.

c. Corallen-Rogenstein. Grosse Oolite de Lisieux en Normandie. Grobkörniger Rogenstein von weißer, gelber und grauer Farbe, erfüllt mit größtentheils zerbrochenen Muschelschalen und Corallen, und von Kalkspathadern durchzogen. Dieser Rogenstein ist grobkörniger als irgend ein anderer, geht in dichten Kalkstein über und verläuft in die vorhergehende wie in die folgende Abtheilung.

d. Corallen-Kalkstein. Dichter und feinkörniger, mehr und weniger thonhaltiger Kalkstein, voll Corallenreste, mit Körnern und Adern von Kalkspath, dann und wann sandig, eisenschüssig, öfters mitoolithischen Theilen. Die zahlreich darinn angehäuften Corallen sind theils verkieselt, theils verkalkt. Die sie einschließende Gesteinsmasse ist weicher, verwitterbarer, und es treten daher die Corallen recht deutlich bey der Verwitterung hervor. Sie lösen sich häufig davon ab, zumal wenn die Felsen zertheilt auf der Oberfläche umherliegen, wobey das Zerfallen des Gesteins schneller erfolgt.

Die drey Abtheilungen b. c. d. sind aufs innigste mit einander verbunden, nicht überall aber auf gleiche Weise entwickelt, oft nur die eine oder die andere; wenn sie aber alle drey entwickelt sind, dann folgen sie auf einander, wie angegeben worden.

e. Kieselkieren-Kalk. Terrain à chailles, Calcareous grit. Die unterste Lage der Corallenkalk-Formation besteht aus Schichten eines mergeligen, oft sandigen Kalksteins, aus Mergeln und stellenweise aus Kalksandstein. Sie ist durch Knollen und Nieren von Quarz und Chalcidon, und Knauer von

Kieseligem Mergel, die im Innern öfters hohl sind, so gut bezeichnet, daß sie daran leicht erkannt wird. In einigen Gegenden treten hier dunkelgefärbte Gesteine, sandige, eisenschüssige Kalksteine und dunkelgefärbte Kalksandsteine auf.

Diese Abtheilungen, die im Jura von Pruntrut, in den gegliederten französischen und englischen Jurabildungen wohl unterschieden werden können, sind im deutschen Jura nicht also entwickelt. Die Kogensteinen fehlen, dichte Kalksteine und Mergel von hellen Farben bilden eine große zusammenhängende Masse, welche die verschiedenen Abtheilungen repräsentiert, und nach den Versteinerungen, die sie einschließt, auch alle umfaßt.

Eine ganz merkwürdige Eigenthümlichkeit zeigt der fränkische Jura durch das Auftreten großer Dolomitmassen. Es erheben sich auf seinen Höhen wunderbar gestaltete Felsen von Dolomit. Dieses Gestein, den Jurabildungen aller andern Länder fremd, tritt in der Stellung des Corallenkalks auf und nimmt ziemlich den mittleren Theil des Gebirges ein. Wie im Corallenkalk des schweizerischen und schwäbischen Jura zahlreiche Höhlen liegen (Schillers-Höhle, Nebel-Höhle, Erpfinger-Höhle), wovon letztere Thierknochen enthält; so liegen in Franken die weltbekanntesten knochenführenden Höhlen von Muggerdorf und Gaylenreuth im Dolomit. Versteinerungen kommen darinn höchst selten vor; sie haben die Schale verloren, sind oft nur Kerne und bestehen aus einer weißen, zerreiblichen Kieselmasse.

In Norddeutschland unterscheidet man, nach Römer, drey Abtheilungen:

- a) Oberer Corallen-Kalk. Hellgefärbte, aber auch graue, braune und rothe Kalksteine; fein- und großkörnige, hellgefärbte Kogensteine; feinkörnige, thonige Sandsteine von gelblicher Farbe. Damit ist nach unten eine Dolomit-Bildung verbunden.
- b) Mittlerer Corallen-Kalk. Hellgefärbter, dichter Kalkstein, voll Corallen.
- c) Unterer Corallen-Kalk. Kieselige, dunkelgefärbte, dichte Kalksteine; kalkige, weiche Sandsteine von braunen, graulichschwarzen Färbungen.

Solenhofer-Schiefer.

Zu den obersten Schichten des Corallen-Kalks gehört auch der Solenhofer-Schiefer, seit Seneffelders erfolgreicher Entdeckung als lithographischer Schiefer der Welt bekannt, und den Geologen insbesondere noch durch den Reichthum und die Mannfaltigkeit organischer Reste, die er einschließt. Nicht weniger als Hundert fossile Thiergattungen hat man bislang in seinen Schichten gefunden, welche Reptilien, Fischen, Weichthieren, Krebsen, Insecten, Radiarien und Zoophyten angehören. Ueberdies kommen Algen darinn vor.

Die wichtigsten dieser Reste sind diejenigen des *Aelodon priscus* (*Crocodylus priscus*), *Gnathosaurus subulatus*, *Geosaurus Soemmeringii* (*Lacerta gigantea*), *Rhachosaurus gracilis*, *Pleurosaurus Goldfussii* und des fliegenden Reptils *Pterodactylus*, in mehreren Gattungen, zumal *Pt. longirostris*, *Pt. crassirostris* und *Pt. Münsteri*. Von Fischen kommen viele Geschlechter und zahlreiche Gattungen vor. Von ersteren insbesondere *Pholidophorus*, *Caturus*, *Aspidorhynchus*, *Thrissops*, *Leptolepis*, *Microdon*, *Belonostomus*. Von Conchylien findet sich wenig; *Ammonites polylocus* und *A. flexuosus*, *Aptychus latus* und *A. lamellosus*, *Belemnites semisulcatus*. Mehrfältig werden auch Sepienknochen gefunden, von *Loligo* und *Onychotheutis*; von Insecten Libellen, und zwar schöne, große. Von Crustaceen finden sich *Erion aretiformis*, *Mecochirus locusta*. Von den Meersternen *Ophiura* und *Comatula* in mehreren Gattungen. Die Pflanzenreste gehören den Geschlechtern *Codites*, *Caulerpites*, *Halymenites*, *Baliostichus* an, sämmtlich Algaciten.

Das Gestein ist ein feinkörniger Kalkschiefer von großer Dichtigkeit, höchst gleichartig und rein in seiner Masse, und ganz regelmäßig geschichtet. Viele Platten sind mit Dendriten geziert.

Der Solenhofer-Schiefer liegt im Thale der Altmühl, bey Eichstädt, auf dem Dolomit des Corallen-Kalks. Fast man die Eigenthümlichkeiten desselben zusammen, so führen sie zu

dem Schlusse, daß er in einem fischreichen Meerwasser-Becken, in der Nähe eines festen Landes, ruhig abgesetzt worden ist. Man weiß, daß große Mengen von Fischen sich nur in der Nähe des Landes aufhalten, ebenso Saurier. Der fliegende *Pterodactylus* kann nur in der Nähe des Landes gelebt haben; der *Geosaurus*, eine Erd-Eidechse mit Füßen, nur auf demselben; Algen vegetiren an der Küste; Libellen leben am Ufer, ebenso Insecten, und die kleinen Wasser-Eidechsen konnten sich nicht weit davon entfernen. Reste von Hochsee-Thieren, von *Ammonites*, *Belemnites*, kommen selten vor.

Die vielbesprochenen Schiefer von *Stonesfield* in England werden mitunter auch hierher gestellt; sie dürften aber selbst zu noch jüngeren Schichten zu rechnen seyn. Sie geben das einzig dastehende Beyspiel des Vorkommens von Säugethier-Resten in Schichten, die unter dem Tertiärgebirge liegen. Man hat darinn Unterkieferreste eines Thieres gefunden, das, nach der Bildung seiner Zähne, unverkennbar ein Säugethier ist. *Agassiz* ist der Meynung, es dürfte ein Wasserthier, von der Beschaffenheit der Insectivoren, den *Phoken* ähnlich, gewesen seyn. Die *Stonesfield*-Schichten bestehen nach oben aus plattensförmigem Kalkstein, der mit Thonlagen wechselt; nach unten aber treten Schichten von Kalksandstein, von Krogenstein, kalkigem Conglomerat, im Wechsel mit Sand, Thon und mürbem Sandsteinschiefer auf. Der Sandstein schließt viele Meermuscheln ein, insbesondere *Trigonia impressa*, viele Zähne von Fischen, Reptilien, Reste von *Pterodactylus*, Insecten, Crustaceen u.s.w., und hat, sowohl hinsichtlich seiner petrographischen, als paläontologischen Verhältnisse, eine große Aehnlichkeit mit den *Tilgat*-Schichten des *Wälden*, welche *Mantell* sehr schön nachgewiesen hat. Eine genauere Vergleichung der Versteinerungen, welche beide Gebilde einschließen, gewährt ein besonderes Interesse.

Tilgat-Schichten des *Wälden*. *Stonesfield*-Schiefer.

Cycadeen.

Liliaceen.

Clathraria Lyellii.

Cycadeen.

Liliaceen.

Baumartige Farren.

Zilgatschichten des Walden.	Stonesfield-Schiefer.
Coniferen.	Coniferen.
Equiseten.	Algen.
Sphenopteris, Lonchopteris.	Sphenopteris, Taeniopteris.
Süßwasser-Muscheln und einzelne Meer-Muscheln des Jura.	Meer-Muscheln, jurassische.
Keine Insecten.	Insecten, Coleopteren.
Fische der Geschlechter Hybodus, Ptychodus.	Ptychodus Hybodus und an- dere Fische.
Meer- und Süßwasser-Schild- kröten.	Meer-Schildkröten.
Plesiosaurus.	Plesiosaurus.
Pterodactylus.	Pterodactylus.
Crocob:le.	Crocobile.
Megalosaurus.	Megalosaurus.
Iguanodon, Hyläosaurus.	Anderer Reptilien.
Vögelreste. Ardea (Reiher).	Säugethierreste, Phoken ähnlich.

Diese Vergleichung der beiden Gobiide zeigt deutlich an, wie nahe ihre Flora und Fauna übereinstimmt. Die fossilen Muscheln geben dabey Aufschluß über die Umstände, unter welchen sie abgesetzt worden sind. Die Zilgatschichten wurden in einem Delta, an der Mündung eines Flusses ins Meer, abgelagert; die Stonesfield-Schichten setzten sich in einem tiefen Meeresbecken, unfern des Bestlandes, ab. Beide Bildungen können möglicherweise gleichzeitig entstanden seyn, und wir begreifen, wie Schichten des süßen Wassers, und solche mit Meerthierresten neben einander gebildet werden können, und wie somit die Entstehung von Gebirgsbildungen nach einander nicht die einzige und ausschließliche seyn kann.

Der Corallen-Kalk ist an der Oberfläche häufig stark zerflüftet, und im Innern von Spalten und Höhlen durchzogen, von welchen im Zuge des schwäbischen Jura allein über dreißig bekannt sind. Viele derselben stehen mit der Oberfläche durch Canäle in Verbindung, und häufig führen trichterförmige Vertiefungen zu ihnen hinab. Eine natürliche Folge dieser Verhältnisse ist der Wassermangel auf den Rücken und Plateaus des Corallenkalks. Die Wasser gehen auf den vielen Spalten

schnell in die Tiefe, und kommen gewöhnlich in einem tieferen Niveau, wo sie auf Thon- oder Lettenlagen fallen, heraus. Hier bricht dann häufig eine starke, gesammelte Wassermasse hervor, die mitunter alsobald mühlentreibende Bäche bildet, wie die Quelle von Bauclose, die Quelle bey Urspring im Thal von Blaubeuren u.s.w. Haben Bäche oder Flüsse ihren Rinnal im Corallenkalk, so treffen sie häufig auf klüftige Stellen, an welchen sich ein Theil des Wassers versenkt, und sogar bey kleinerem Wasserstände, zur Sommerszeit, öfters das ganze Wasser auf einmal verliert, indem es in den Spalten niedergeht. An einer entfernten tieferen Stelle tritt es manchmal wieder hervor. Einem solchen Verhältnisse verdankt die Aach im Hegau ihren wasserreichen Ursprung. Aus der Donau geht in der Gegend von Immendingen, unfern Donaueschingen, eine ansehnliche Wassermenge durch Spalten in die Tiefe nieder. Dieses Wasser fließt bey dem Städtchen Aach aus Spalten des Corallenkalks, in einem tiefen Felsenbecken, als kräftiger Bach wieder hervor, der sogleich Räder treibt.

Die corallenführende Masse des Gebildes zeigt oftmals undeutliche Schichtung, und tritt in groben, plumpe Bänken auf, und gar nicht selten erscheint sie ohne Schichtung in mauerförmigen Gestalten und mit ausgezeichneter Felsenbildung.

Bohnerze.

An sehr vielen Orten, wo Jura-Schichten entwickelt sind, namentlich in Deutschland, Frankreich und in der Schweiz, ist, theils auf Portland- theils auf Corallen-Kalk, eine Bohnerz-Bildung abgelagert, deren reiche, gutartige Erze für den Hüttenmann ein Gegenstand von großem Interesse sind.

Das Gebilde besteht aus Lagen von verschiedenartig gefärbtem Sand und Thon, worinn die Erze, Bohnerze von schaliger Zusammensetzung, wasserhaltige Silicate von Eisenoxydul, in Begleitung von Jaspis- und Feuerstein-Kugeln vorkommen. An verschiedenen Orten (Breisgau, Haute-Saône, Franche-Comté) liegen Schichten des Tertiärgebirges darüber, welche sich der Molasse anschließen. Wo diese Bohnerz-Bildungen von veften Tertiärschichten bedeckt, oder sonst in ihrer ursprüng-

lichen Lage sind, da sieht man einzelne Erzhohlen öfters vest an den Kalkstein angewachsen, und sowohl an der Oberfläche, als im Innern der Zaspisse und Feuersteine, verkieselte Petrefacten, und auch zerstreut im Erze, Versteinerungen, die mit Eisenmasse erfüllt und durch Brauneisenstein vererzt sind. Sie gehören zu den Geschlechtern *Cidaris*, *Nerinea*, *Terebratula*, *Ammonites* und zu Gattungen, welche dem Jura angehören. Daraus folgt, daß diese Bohnerzbildung kurz nach der Ablagerung der obersten Juraschichten, des Corallen- oder Portland-Kalks, abgesetzt worden ist.

4. Oxford-Thon.

Syn. Oxford-clay, Argile de Dives.

Eine thonige oder mergelige Schichtenreihe (bisweilen veste, aber thonige Kalksteinbänke), die unmittelbar unter dem Corallen-Kalk folgt, in den Umgebungen von Oxford sehr stark entwickelt, dort frühzeitig studirt und nach jener Stadt benannt, ist durch ihre Petrefacten scharf als eine besondere Formation bezeichnet. Ueberall liegen darinn *Gryphaea dilatata*, *Ammonites sublaevis*, *A. Lamberti*, *A. hecticus*, *Belemnites semihastatus*, *Trigonia clavellata*, *Trig. costata*.

Die unteren Lagen sind häufig vester und schließen Kalksteinbänke ein (*Kelloway-Rock*). Sie sind durch *Terebratula varians* bezeichnet, und umschließen überdieß viele kleine Ammoniten, *Ammonites hecticus*, *Amm. Callowiensis*, *Amm. Jason*, *Amm. Castor*, *Amm. Pollux* u. v. a.

In mehreren Gegenden (*Haute-Saône*, *Haute-Marne*, *Doubs*, *Porrentruy*) liegen in der Position des *Kelloway-Rock* feinoolitische Eisenerze (*oolites ferrugineuses*) welche *Belemnites ferruginosus* einschließen.

5. Hauptrogenstein.

Syn. Great Oolite.

Unter dem Oxford-Thon liegt in Süd-England, West-Frankreich, in der Schweiz und im Badischen Breisgau, eine Reihe von Schichten, die sich durch den hervorragenden oolitischen Gesteins-Charakter auszeichnen. Ausgebildete klein- und fein-

förmige Kogensteine treten in zusammenhängender Masse, und häufig in einer Mächtigkeit von mehr als 200 Fuß auf. Die Engländer haben diese Schichten in mehrere Abtheilungen gebracht, nach Beschaffenheit des Gesteins und der organischen Reste, die darinn liegen. An vielen Orten sind diese Abtheilungen aber nicht zu unterscheiden; die Kogensteinmasse bildet mitunter ein großes, sehr gleichartiges und innig zusammenhängendes Ganzes, ohne eine bestimmte Gliederung. In vielen Gegenden erscheinen statt der Kogensteine dichte, thonige und sandige, oft eisenhüssige Kalksteine und Sandsteine, und in anderen Gegenden endlich fehlt dieses Juraglied gänzlich.

Die charakteristischen Versteinerungen des Hauptrogensteines sind: *Ostrea acuminata*, *Nucleolites Patella*, *Avicula tegulata*, *Ostrea costata*, *Modiola imbricata*, *Astræen*, *Serpula socialis*, *Serp. quadrilatera* und viele Polypen.

Der Kogenstein ist in der Regel von lichter, weißer und gelblicher, seltener von grauer oder blauer Farbe, und in starke Bänke geschichtet. Kalkspath erscheint in Drusen, crystallisirt, und zerstreut in der Masse in Körnern und Adern. Selten liegen Hornsteinknauer, Flußspath und Zinkblende in der Masse.

Die Abtheilungen der Engländer, welche auch in Frankreich und in der Schweiz aufgefunden wurden, sind:

a. *Cornbrash*. (*Dalle naerée*, *Thurmann*, *Calcaire de Ranville*, ou *Calcaire à Polypiers de Caen*.) Theils grober, theils feinerdiger Kalkstein, meistens dünn geschichtet, oftmalsoolitisch und gewöhnlich von heller Farbe, aber außen durch Verwitterung rostgelb. Mitunter voll zerbrochener Muscheln (*Calcaire luma-chelle*) oder voll Corallen, namentlich aus den Geschlechtern *Terebellaria*, *Spiropora*, *Millepora*, *Carophyllia*. Bey Caen hat man in dieser Lage Reste des *Teleosaurus* und des *Megalosaurus* gefunden. Von Muscheln kommt gewöhnlich *Avicula'echinata* vor. Bis 30 Fuß mächtig.

b. *Forest Marble*. (*Calcaire roux sableux du Por-rentroy*.) Dünn geschichteter oder schieferiger Kalkstein, oft sandig, oftoolitisch; mit zahllosen Muschel- und Polypenfragmenten; von schmutzigen, grauen, braunen, gelben und rothen Farben.

Bisweilen in Muschellagerung mit Sand und Sandstein. Von Muscheln findet man gewöhnlich *Ostrea Marshii*, *Pecten lens*, und Polypen mit *Cerriopora* verwandt, weiter *Gallerites depressus* und *Nucleolites scutatus*. Bis 30 Fuß mächtig.

c. Bradford-Thon. Blaue mergelige Thonlagen mit *Ostrea costata*, (England) helle, graue, kalkige Mergel- und Kalksteine von mergeliger Beschaffenheit; nach unten zu dichte graue und braune Kalksteine, mit volitischen Eisenkörnern, dem Eisenoolit des Orford-Thons und des Doggers ähnlich. Nebst der angeführten Muschel sind *Modiola bipartita*, *M. pulchra*, *Terebratula varians*, *Belemnites canaliculatus*, *Serpula quadrilatera* gewöhnliche Versteinerungen. Bis zu 50 Fuß mächtig.

d. Great Oolite, Hauptrogenstein. Dichter, fester Krogenstein von heller Farbe und deutlicher Schichtung. Nach unten ist das Gestein häufig eisenschüssig, dichter, mit den Rogenkörnern fest verwachsen, so daß man diese oftmals übersteht, wenn man nicht genau untersucht, oder Stücke vor sich hat, die an ihrer Oberfläche verwittern, und bei denen die Rogenkörner immer hervorstechen, da sie der Witterung weit mehr widerstehen, als die sie bindende, gewöhnlich mergelige Grundmasse. Die charakteristischen Versteinerungen sind: *Ostrea acuminata*, *Nucleolites Patella* und *N. scutatus*, *Avicula tegulata*, *Serpula socialis*, *Nerinea*, *Lima glabra* und *L. tumescens*, *Astreen*. Mehrere 100 Fuß mächtig.

e. Fullers earth, Wallerde. Grauer und blauer Thon, ebenso gefärbter, oft auch gelber Mergel, mit einzelnen festeren Kalkbänken. Bis über 100 Fuß mächtig. Versteinerungen: *Ostrea carinata*, *Trigonia costata*, *Lima proboscidea*, *Avicula tegulata*.

Die Abtheilungen c, d, e lassen sich auch in manchen Gegenden in Deutschland unterscheiden, wie z. B. im Breisgauer Jura; c und d, in den Jurabildungen von Hannover, c im Jura der Gegend von Donaueschingen.

Im hohen Grade interessant ist die eigenthümliche Beschaffenheit der unteren Lagen dieser Gruppe in Dorffshire und

im Brora-Thal in Schottland. An beiden Orten treten die unteren Schichten als eine Kohlenbildung auf.

An der Küste von Yorkshire sieht man von der Fily-Bay nach Whitby in absteigender Reihe: 1) Corallenkalk und Kalksandstein; 2) Schiefer mit den Petrefacten des Orfordthon, und darunter den Kollowayfels mit Sandsteinlagern; 3) Cornbrash; 4) Kalksandstein mit kohligen Theilen; 5) grobkörniger Sandstein mit Petrefacten des Hauptrogensteins; 6) Sandstein und Schiefer mit Pflanzenresten und Kohlen. Die Kohle ist Braunkohle und tritt bis zu 16 Zoll mächtig auf; für jene Gegend von Bedeutung. Darunter folgen die Schichten des Doggers und Plas.

Eine ähnliche Schichtenfolge zeigt sich im Brora-Thal. Die Kohlen sind aber von besserer Beschaffenheit und ungleich mächtiger, indem sie Flöze bis zu 4 Fuß Mächtigkeit bilden. In einem Zeitraum von 12 Jahren wurden aus einem einzigen Schacht der Brora-Kohlenwerke an 70,000 Tonnen, also jährlich an 130,000 Centner Kohlen zu Tage gefördert. Die Pflanzenreste, welche mit diesen Kohlen vorkommen, gehören zu den Cycadeen, Equiseten und Farn. Nur einige wenige Meermuscheln sind in den kohlenführenden Schichten gefunden worden. Man sieht also hier in den unteren Schichten der jurassischen, meerischen Bildungen, wiederum eine Ablagerung von Gebilden, und aus Materialien zusammengesetzt, welche vom Lande begeschwemmt worden sind.

6. Dogger.

Syn. Inferior Oolite, Oolite inférieur ou ferrugineux.

Der Hauptrogenstein ruht auf einer, sowohl durch Verhältnisse des Gesteins, als durch Petrefacten ausgezeichneten und scharfbegrenzten Gruppe von Schichten, für welche wir obigen Namen gebrauchen. Sie zerfällt in zwei Abtheilungen.

a. Obere Abtheilung. Eisenrogenstein (Inferior-Oolite.).

Rauhe und blauschgraue, gelbe, braune Kalksteine und Mergel, häufig groberdig, sandig. Oefters treten braune und gelbe Sandsteinschichten auf. Dazwischen liegen Kalk- und Mergel-

bänke mit eingestreuten Eisenrognkörnern von der Größe eines Hirsenkornes, und selbst ganze Flöze von sogenanntem Eisen-*erz*,oolitischem Eisen-*erz*, oder wie man es auch heißt, von linsenförmig körnigem Thoneisenstein. Darauf wird namentlich zu Wasseralfingen und Aalen Bergbau getrieben, wo diese obere Abtheilung bis zu 3½ Fuß mächtige Eisenflöze einschließt.

Die Versteinerungen der Kalk- und Mergellagen sind vorzüglich durch große Dimensionen ausgezeichnet, es treten *Lima proboscidea*, *Ostrea Marshii*, *Belemnites giganteus* auf, ferner *Pholadomya Murchisoni*, *Lutraria gregaria*, *Donax Alduini*, *Modiola cuneata*, *Cidarites maximus*, *Trigonia costata*. Im Eisen-*erz* und den Eisensalten besonders *Pecten personatus*, *P. disciformis*, *Ammonites Murchisoni*, *A. Hervegyi*, *A. Parkinsonii*, *Belemnites Aalensis*, *B. compressus*.

b. Untere Abtheilung. Mergelsandstein (Marly sandstone).

Gelbe, braune und rothe Kalk- und Mergelsandsteine mit Zwischenlagen von sandigem Kalkstein und Mergel. Die wichtigsten Versteinerungen sind: *Pecten personatus*, *Lima proboscidea*, *Ostrea Marshii*.

Diese beiden Abtheilungen erreichen öfters eine Mächtigkeit von reichlich 300 Fuß. Sie schließen außer den angeführten Versteinerungen noch eine Menge anderer ein, worunter besonders die Geschlechter *Ammonites*, *Terebratula* und *Belemnites* in zahlreichen Gattungen auftreten.

7. Lias.

Die Unterlage sämtlicher Jurabildungen. Durch die dunkeln, mit thierischem Del erfüllten Gesteine, so wie durch eine große Zahl eigenthümlicher Petrefacte ausgezeichnet. Man kann die schichtenreiche Liasbildung in zwei Abtheilungen trennen, wovon eine jede wieder weitere Unterabtheilungen einschließt.

Obere Abtheilung. Lias-Schiefer und Mergel.

a. Obere Belemniten- und Trigonien-Mergel.

Zunächst unter dem Dogger liegen dunkelfarbige Mergel mit *Trigonia navis*, und dünner Mergelschiefer mit *Belemnites*

trisulcatus, B. quadrisulcatus, B. brevisformis, B. compressus, B. subclavatus, Ammonites radians und Ammonites serpentinus, Gervillia pernoides, Nucula Hammeri.

b. Posidonien-Schiefer. Ein dünnschieferiger oftmals papierdünner, mit thierischem Del erfüllter Mergelschiefer, von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe, mit Millionen Posidonien (*Posidonia Bronnii*), sehr vielen Inoceramen (*Inoceramus gryphoides*), Ammonites fimbriatus, vielen Fisch- und Saurier-Resten, namentlich *Leptolepis Bronnii*, *Tetragonolepis semicinctus* und *Ichthyosaurus*. Diese Schiefer schließen oft Kalk-Sphäroiden und einzelne bituminöse Kalkbänke ein.

c. Untere Belemniten-schiefer. Mit außerordentlich vielen Belemniten, worunter *Belemnites paxillosus* vorherrscht, zumal in den oberen, veſteren und dickeren Gesteinslagen. Charakteristisch sind ferner: *Terebratula numismalis* und *rimosa*, *Plicatula spinosa*, *Pholadomya ambigua*, Ammonites serpentinus, A. Amaltheus, A. Bechei, costatus, capricornus, *Gryphaea cymbium*, *Pentacrinites subangularis*, *Briareus*. Auch kommen hier viele Reste von *Ichthyosaurus* und von dem seltsam gestalteten *Plesiosaurus* vor.

Untere Abtheilung. Kalkstein und Sandstein.

d. Gryphiten-Kalk. Dichter, dunkelgefärbter Kalkstein und Kalkschiefer, gewöhnlich thonig und von Thieröl durchdrungen. Umschließt Millionen der *Gryphaea arcuata*, die gewöhnlich der Schichtungsfläche parallel liegen, und ansehnliche Flächen ganz überdecken. Diese Schichten schließen ferner häufig ein: *Spirifer Walcoti*, *Lima gigantea punctata*, *Avicula inaequalis*, *Unio concinna*, *Nautilus aratus*, *Pinna Hartmanni*, und insbesondere Ammoniten, und zwar die ganze Familie der Arieten, in großer Menge versammelt, mitunter einer am anderen, dicht gedrängt, als ein wahres Ammonitenpflaster. Ammonites Bucklandi oft groß wie Wagenräder, A. Conybeari, A. Brookii, A. rotiformis, zeichnen diese Schichten aus. In England

hat man darinn eine ganze Schicht Exeremente (Koprolite) gefunden, welche hauptsächlich von Saurieren herzurühren scheinen.

e. Lias-Sandstein. Gelber und brauner Sandstein mit *Gryphaea arcuata*, *Spirifer Walcoti*, *Lima gigantea*, *Unio concinna*. Wechfelt mit Kalkstein- und Mergellagen, zumal nach Oben, in der Nähe des Gryphitenkalks. Er schließt bei Helmstädt bauwürdige Kohlenflöße ein und Thoneisenstein.

Diese fünf Abtheilungen erreichen zusammen an vielen Stellen eine Mächtigkeit von 500 bis 600 Fuß. Sie kommen aber seltener alle in einer Gegend vollständig ausgebildet vor, und da erreicht dann ein und das andere Glied oftmals eine Mächtigkeit, die der angeführten der ganzen Formation gleichkommt.

Ausnahmsweise liegen in der Liasbildung Gyps Massen und Erze, Blei- und Eisenerze. Wie es scheint, fast nur an Orten, wo unter dem Lias durch Hebungs-Linien ungeschichtete Massen ziehen. Die Belemniten-schichten schließen bei Barzac im Aveyron-Departement bauwürdige Kohlenflöße ein.

Das Bitumen oder Thieröl, wovon die Lias-schichten durchdrungen, und oft so erfüllt sind, daß sie eine Zeit lang brennen, und man Del aus ihnen durch Destillation gewinnen kann, ist wohl ein Product der Zersetzung der Thierkörper, deren Reste wir in so ungeheurer Menge darinn antreffen.

Der Schwefelkies, welcher häufig in Schnüren und Knollen in den Schiefen und Mergeln liegt, und durch welchen viele Petrefacten, namentlich kleine Ammoniten, verfiest sind, kann als Product der Reduction von schwefelsaurem Eisen vermittelst der thierischen Substanzen angesehen werden.

Die Schwefelquellen jedenfalls (Boll, Langenbrücken, Sebastiansweiler, Hechingen, Renndorf, Münden), die aus Lias-schiefen kommen, verdanken ihren Gehalt an Schwefelwasserstoff der reducierenden Eigenschaft, welche die thierischen, im Gestein eingeschlossenen Substanzen, auf schwefelsaure Verbindungen, Bittersalz, Gyps, Glaubersalz ausüben.

Die in Kürze beschriebenen Glieder sehen nun die große Gebirgsbildung zusammen, welche man die jurassische heißt.

In dem langen Gebirgszuge aber, der unter dem Namen Jura aus der Schweiz ohne alle Unterbrechung durch einen großen Theil von Deutschland, bis an die Grenzen von Sachsen (Coburg) fließt, hat man die obersten Glieder, den Hils und den Wälden nirgends aufgefunden. Diese, in Norddeutschland entwickelt, scheinen hier ganz zu fehlen. Auch ist im deutschen Jura der Hauptrogenstein nicht ausgebildet.

Der Lias bildet den schwarzen Fuß des Jura. Seine Schichten, sagt der große geologische Meister Leopold v. Buch *), erscheinen wie ein Teppich unter dem Gebirge, der sich noch weit auf den Seiten verbreitet. Sie setzen flache Hügel zusammen, kleine Vorberge vor dem höheren Wall. Mit dem Beginnen der Doggerschichten erhebt sich das Gebirge, bis es mit dem Auftreten der hellen Kalksteine, und namentlich des Corallenkalks, schnell und meistens steil in großen Felsen aufsteigt, die auffallend durch ihre Weiße hervorleuchten.

Der deutsche Jura hat die Eigenthümlichkeit, sagt Leopold von Buch weiter, daß er ganz schlagend den Irrthum der Geographen erweist, den Wassertheiler zugleich für den höchsten Gebirgsrücken zu halten. Er ist mehrmal in seiner ganzen Breite von Flüssen durchschnitten, welche ihre Quellen weit vom Gebirge entfernt in flachen Hügeln finden. Es ist ein sonderbarer, höchst auffallender Anblick, wenn man sich diesen Durchbrüchen nähert. Der Fluß läuft einer weißen Mauer zu, welche, ohne im Mindesten unterbrochen zu scheinen, sich seinem Fortlaufe entgegensetzt. Erst wenn man die Spalte selbst fast berührt, zertheilen sich die Felsen, und erlauben dem Wasser in solchen Spalten fort, bis zum jenseitigen Abhang zu fließen. (Die Bernitz bei Nördlingen, die Altmühl bei Pappenheim, die Pegnitz bei Baireuth.) Aehnliche Spalten mit senkrechten Mauern, flachem Boden, Canälen gleich, und nicht weniger auffallend, durchziehen das Gebirge nach anderen Richtungen, und es wird dadurch vielfältig zerschnitten, erhält Buchten und Einfurthen von der wunderbarsten Form. Dieß ist nach Leopold v. Buch völlig der Bau und die Form eines Corallenriffs. Der

*) Ueber den Jura in Deutschland. Berlin, 1839. 4.

Jura, der zwischen älteren Gebirgen hin, in gewisser Entfernung aus der Dauphiné, bis an den oberen Main zieht, an den Alpen, am Schwarzwalde hin, und dem Böhmerwalde parallellaufend, ist ähnlich dem großen Corallenriff, welches den Continent Neuholland in seiner ganzen Erstreckung begleitet. Auch ist ein großer Theil dieses Gebirges in der That aus mannfaltigen, aneinanderhängenden Corallenmassen zusammengesetzt, die man auf seiner oberen Fläche kaum irgendwo vermissen wird.

Dem deutschen Jura steht ein französischer gegenüber, von gleicher Ausdehnung und Länge. Er zieht sich von den Ardennen, in der Richtung der Maas, südlich nach der Saône, und bis in die Gegend von Lyon. Bei Besoul verbindet er sich durch einen Arm mit dem schweizerischen Jura. Dadurch wird ein großer Kessel umschlossen, welcher in seinem Inneren die Thäler des Rheins, der Mosel, des Mains und der Saône enthält. Die Nordseite dieses Kessels wird von dem viel älteren Grauwacken- und Schiefergebirge, des Hunsrucks, Taunus und Westerwalds beynahe völlig umschlossen. Die steilen Abstürze sind gegen das Innere des Kessels gerichtet; die sanften Abfälle gegen das Äußere. Es treten daher die untersten Schichten, der Lias, nur gegen das Innere des Kessels hervor; gegen Außen bedecken die obersten Schichten den ganzen Abhang. In dem weiten Kessel selbst ist, bis auf einige Ausläufer, nichts davon eingedrungen. Dieß alles deutet an, daß das Juragebirge seine Corallenriff-Gestalt ursprünglich erhalten habe, und nicht der Rest seye, einer Bildung, die einmal auch das Innere des Kessels erfüllt hat.

Die jüngeren Schichten der Kreide erscheinen in der Schweiz, in Frankreich und Deutschland nur an der äußeren Seite des Jura; sie haben dieses Gebirge von keiner Seite her überstiegen, und daher hat man noch nirgends in dem großen, vom Jura-Ball umschlossenen Kessel von Inner-Deutschland, in Schwaben, Franken, Hessen, etwas gefunden, was der Kreidebildung entspricht.

Die drei unmittelbar zusammenhängenden Theile des Jura, der schweizerische, schwäbische und fränkische, unterscheiden sich auffallend durch äußere Gestalt, und auch durch die Zusammensetzung.

Im schweizerischen Jura liegen lange Bergreihen von ziemlich gleicher Höhe mehrfach hinter einander als Parallelketten, und zwischen diesen hin, laufen die Thäler mit schwacher Neigung, als ausgezeichnete Längenthäler (Combes). Kurze Thäler, die quer das Gebirge durchschneiden, oft eng und felsigt, ausgezeichnete Querthäler (Cluses), verbinden die den Bergreihen parallellaufenden Thäler mit einander, und bringen häufig bis zu den ältesten Schichten hinab. Die einzelnen Berge erheben sich schnell, wallartig, oder bilden scharfe Grate, zu welchen die Schichten nicht selten mit 30 — 40 Grad ansteigen. Corallen-Kalk und Hauptrogenstein treten vorherrschend in auffallenden Felsen auf, mit der verschiedenartigsten Schichtenstellung, gekrümmt und gewölbt, und mit beträchtlichen Felsabstürzen, Flusen; daher die vielen mit diesem Worte endigenden Berg-Namen.

Die Schichten liegen hier niemals horizontal über einander, und deshalb ist auch nicht das Oberste unbedingt das Neueste, das Jüngste derselben; denn gar oft liegen bei der Aufrichtung und gewaltigen Zerrüttung, welche dieser Jura erlitten hat, ältere Schichten höher, als die jüngeren, und trifft man jene auf der Spitze der Berge an, während man diese am Fuße findet. S. Fig. 19. Derlei Schichtenstellungen können nur bei starken Verschiebungen und Rutschungen (failles) der Massen, in Folge heftig wirkender Stöße und Erhebungen (soulèvements) hervorgebracht worden seyn.

Diese gewaltigen Zerrüttungen und Zerreißungen des schweizerischen Jura, wobei sogar tief unter demselben liegende Schichten hervorgehoben worden sind, s. Fig. 20, zeigen sich vornehmlich auf der den Alpen zugekehrten Seite und in der Nähe derselben; sie verlieren sich, einerseits gegen Besançon hin, und anderseits in der Annäherung gegen den Schwarzwald. Wir können den Grund daher nur in der Hebung der Alpen finden, die lange nach der Bildung des Jura und des Tertiärgebirges stattfand. Da nun die Alpen in zwei Richtungen erhoben wurden, die westlichen Alpen von N.N.W. nach S.S.O., die östlichen Alpen von W.N.W. nach gegen O.S.O., so müssen sich im schweizerischen Jura diese Erhebungsrichtungen

durchkreuzt, und sie dabei die außerordentlichsten Ferrättungen dieses Juratheils bewirkt haben.

Der schwäbische Jura erhebt sich diesseits des Rheins, zwar noch in seiner Zertheilung in Parallelfetten, aber die Schichten liegen regelmäßig über einander. Jenseits der Donau hört diese Zertheilung auf. Das Gebirge erscheint als ein hoher, breiter Wall oder Damm; seine obere Fläche als ein breites, wenig zerschnittenes Plateau. Enge Thäler, die mitunter tief in die Masse des Gebirges eindringen, ziehen quer heraus gegen die beiderseitigen Abfälle. In geringer Entwicklung tritt im Thal von Blaubeuren Dolomit auf. Die Kogensteine sind verschwunden.

Der fränkische Jura ist durch das mächtige Auftreten des Dolomits ausgezeichnet, und erscheint dadurch in veränderter Gestalt. Auf der Höhe des Gebirges und ziemlich in seiner Mitte, steigen Dolomitsfelsen auf, in den wunderbarsten Formen. Alles ist schroff, zerspalten, man glaubt Ruinen alter Burgen, Thürme, freystehende Mauern, Obeliskten zu sehen. Ein großer Theil solcher Felsen, selbst der kleineren, ist der Steilheit wegen unzugänglich. In diesen Dolomitmassen liegen die berühmten Knochenhöhlen des Wiesent-Thales.

Man erkennt in diesem Dolomit Reste der *Terebratula lacunosa* und des *Apiocrinites mespiliformis*, welche im schwäbischen Jura vorzüglich in denjenigen Schichten liegen, welche auf die corallenreichen folgen. Es erscheinen die Dolomite gerade da, wo das Gebirge seine bisherige Richtung verändert, und von nun an die des naheliegenden Böhmerwaldgebirges verfolgt. Die ruhige, ungestörte Schichtenlage hört bei dieser Wendung auf. Manufaltig aufgerichtet, zeigen die unteren Schichten im Wiesent- und Pegnitz-Thal deutlich an, welche heftige Einwirkungen sie erlitten haben, und dabei drängt sich uns der Gedanke auf, daß dieß alles, Dolomit- und Schichtenstörungen, im Zusammenhange stehe, mit der Erhebung des Böhmerwaldes, und daß die Dolomite umgewandelte Kalksteine seyen.

Die allgemeinen, wie die besonderen Verhältnisse des Jura, hat Leopold v. Buch in seiner Schrift über den deutschen Jura, mit gewohnter Meisterschaft in großen Zügen geschildert.

Wir haben einen Auszug davon mitgetheilt, überzeugt, daß wir dadurch am besten im Stande seyn werden, zu zeigen, welche hohe geologische Wichtigkeit das Jura-Gebirge hat.

Die Art seiner Verbreitung gewährt noch ein besonderes Interesse. Die jurassischen Bildungen, welche noch in der Weser-gegend, um Krakau und nördlich bis Kalisch, bei Popilani in Curland und in Schonen vorkommen, gehen nicht über die Breite von Petersburg hinaus. Nirgends hat man sie nördlich über dem 60. Breitengrad aufgefunden. Sie fehlen in ganz Sibirien, Nordamerika, Scandinavien, und sind auch noch nirgends mit Bestimmtheit in Central- und Südamerika nachgewiesen worden. Dagegen hat man sie im Norden von Africa und in Sierra Leona, so wie im Inneren von Asien gefunden.

In den Alpen sind die jurassischen Bildungen sehr mächtig entwickelt. Sie zeigen hier aber mancherlei Verschiedenheiten des Gesteins, wenige Petrefacten und meistens unvollständige, schlecht erhaltene. Es ist daher immer eine schwierige Aufgabe, sie dort in allen Gliedern nachzuweisen. Den Lias kennt man in den westlichen und südlichen Alpen. Es liegt darinn die Salzlagerstätte zu Ber. Bey Petit Cours in der Tarentaise hat Elie de Beaumont Farrn darinn gefunden (*Neuropteris alpina*), welche mit denen des Steinkohlengebirges übereinstimmen. Er ist ferner im ganzen Zuge der Cottischen- und der See-Alpen entwickelt. Die darüber liegenden, dem mittleren Jura angehörigen Doggerschichten, sind am Glärnisch entwickelt. Die jüngeren jurassischen Schichten ziehen sich einerseits, auf der Südseite der Alpen, von Lago maggiore an, durch das italienische Tyrol, und die karnischen Alpen ostwärts fort, bis zur Drau; auf der Südseite der Alpen sehen sie die inneren hohen Kalkketten des Berner-Landes zusammen, treten mächtig in Tyrol und Salzburg auf, schließen die Steinsalzlagerstätten zu Hallein, Berchtesgaden, Ischel ein, und ziehen fort bis an die Donau. Jenseits derselben treten sie weiter östlich in Ungarn am Bakony-Wald auf, und an der Tatra.

Triasgebirge.

Unter dem Bias beginnt eine Reihe von Bildungen, in welchen viele organische Reste eingeschlossen sind, die von all dem abweichen, was die jurassischen Schichten enthalten. Die reichen Geschlechter *Ammonites* und *Belemnites* fehlen; *Terebratula* tritt nur in wenigen Gattungen auf. Die Farn, im Juragebirge sehr häufig, treten hier sehr zurück, dagegen finden sich häufig *Equiseten*, *Coniferen* und *Cycadeen*. Von den Muscheln sind die Geschlechter *Avicula*, *Trigonia*, *Lima*, *Pecten*, *Lingula* charakteristisch. Von den, früheren Formationen so häufigen, *Erinoideen* erscheint hier einzig das Geschlecht *Encrinites*, und dieses nur in einer einzigen Gattung, *Encrinites liliiformis*. Reptilien treten dagegen zahlreich und in sonderbaren Gestalten auf. Nebst einigen bekannten Geschlechtern, erscheinen solche, welche diesen Gebirgsbildungen ganz eigenthümlich sind, wie *Phytosaurus*, wahrscheinlich ein Pflanzenfresser und Landbewohner, *Nothosaurus*, mit sehr verlängerten, vorderen Extremitäten, die in eine spitzige Flosse auslaufen, ein Mittel Ding zwischen *Crocodyl* und *Saurus*, *Dracosaurus*, *Conchiosaurus* u. m. a.

Die Gesteine sind vorherrschend thonig und sandig, die Kalkmassen spielen dagegen eine untergeordnete Rolle. Mächtig entwickelt treten die Sandsteine auf, mit vorwaltender rother Färbung.

Gegenüber der jurassischen Formationenreihe, hat man diesen Theil des Flözgebirges, dessen Glieder vorzugsweise in *Thüringen* entwickelt, und daselbst frühzeitig der Gegenstand eifriger geognostischer Untersuchungen gewesen sind, zur thüringischen Formationenreihe gezählt.

Diese große Reihe theilte man früher in zwei Abtheilungen, wovon die obere das *Trias-Gebirge*, die untere das *Kupferschiefer-Gebirge* umfaßt, welches sich dem tiefer liegenden *Uebergangs-Gebirge* anschließt.

Gruppen der Trias.

Die Trias zerfällt in vier Hauptgruppen. Diese sind von oben nach unten: 1) Keuper, 2) Lettenkohle, 3) Muschelkalk, 4) Bunter Sandstein.

1. Keuper.

a. Bunte Mergel mit Sandstein. Unter dem Lias-Gebilde folgt zunächst eine buntfarbige Mergelbildung, welche den in Franken dafür gebrauchten Provinzialnamen trägt. Sie besteht aus einem Thonmergel von grauen, gelben, grünen, braunen und rothen Färbungen, die vielfach mit einander wechseln. Die rothe Farbe ist indeß immer die herrschende und hervorstechende. Bey einem constanten Kalkgehalte besitzen die Mergel immer auch einen Gehalt an kohlensaurer Bittererde. Sie sind dünn geschichtet, nehmen häufig Sand auf, und gehen in einen feinkörnigen Sandstein über, welcher in großen Massen austritt, unreine, bunte, aber immer schwache Färbungen, und häufig eine gelblichweiße oder gelblichgraue Farbe hat. Er schließt oftmals wohl erhaltene Abdrücke von Pflanzen ein, *Equisetum arenaceum*, *Calamites arenaceus*, *Filicites lanceolata* und *Stuttgartensis*, *Pterophyllum Jaegeri*, und hat wegen der vielen Reste schilffartiger Pflanzen auch den Namen Schilfsandstein erhalten. Er liefert vortreffliche Bausteine. Man sehe nur das Schloß auf dem Rosenstein bei Stuttgart, das Landhaus bei Weil, den Tempel auf dem rothen Berg! Nicht uninteressant ist es auch, daß dieser Sandstein an vielen Orten goldhaltig befunden worden ist.

Nach oben wird er schieferig; er geht in Mergel über, der Sandsteinblöcke mit Resten von *Equisetum arenaceum* umschließt. Ueber diesem Mergel liegt öfters ein dünngeschichteter, quarziger Sandstein, in Wechsel mit bunten, dolomitischen Mergeln, welcher bei Stuttgart und Lübingen auf den Schichtungsflächen die crystallähnlichen Erhabenheiten zeigt, um deren willen man ihm den unpassenden Namen crystallisierter Sandstein gegeben hat.

Ueber ihm kommen wieder Mergelschichten, und dann tritt ein plump geschichteter, grobkörniger, oft breccienartiger,

und mitunter der Nagelstuh ähnlicher Sandstein, von vorherrschend gelblichweißer Farbe auf, welcher Feldspathkörner, weißen kaolinartigen Thon, und in seiner breccienartigen Abänderung, auch Stücke von Kalkstein, Jaspis, Hornstein, Schwerspath, Gblestin umschleßt. Er ist mitunter locker, so daß er sich zerreiben läßt. An einigen Orten hat man Reptilienreste und den *Calamitos arenaceus* darinn gefunden.

Dieser obere, grobkörnige Keuper Sandstein führt öfters Nester von Kohlen. Er ist der eigentliche Sitz der Keuperkohle, die sich in dieser Lage bey Löwenstein, Spiegelberg, Gaildorf, Tübingen u.s.w. findet. Häufig ist sie so stark mit Schwefelkies imprägniert, daß sie nur auf Vitriol benützt werden kann. Das nur nesterweise Vorkommen der beynahe immer kieshaltigen, und oft auch von Bleiglanz begleiteten Kohle, welche die Beschaffenheit der Pechkohle hat, ist nicht geeignet, Nachforschungen nach derselben anzuregen.

v. Alberti hat unsern Tübingen in Württemberg über dem feinkörnigen Schilfsandstein eine Schicht von Kalksandstein gefunden, welche ganz erfüllt ist von Knochenresten und Schuppen von Schildkröten, viele große Zähne einer Art Süßwasser-Schildkröte (*Trionyx*) enthält, ferner Zähne der Fischgeschlechter *Psammodus* und *Hybodus*, die flache, stumpfe Zähne haben, deren Wurzeln nicht in Zahnhöhlen stecken, sondern nur durch Bänder mit dem knorpeligen Kiefer verbunden sind; Schuppen von *Gyrolopis*, einem Fisch, der zu den Etschuppen gehört, und von Schalthieren die *Mya mactroides*, *Modiola minuta* und *Avicula socialis*.

Höchst merkwürdig sind die zu Hesseberg bey Hildburghausen in einem zum Keuper gehörigen Sandstein gefundenen Fußspuren von Säugethieren. S. Fig. 21.

b. Bunte Mergel mit Gyps. Bunte Mergel in beträchtlicher Entwicklung, und von der Beschaffenheit der oberen, folgen abermals auf die beschriebene obere Schichtenreihe. Darinn liegt Gyps in Mandeln, Knollen, Nestern, in großen Stücken eingelagert. Bisweilen ist der Gyps geschichtet, und oftmals durch Mergel in Bänke abgesondert; gewöhnlich aber kommt er in stockförmigen Massen und ziemlich in der Mitte der

Bildung vor. In der Nähe des Gypses und um denselben, sind die Schichten häufig gewunden, nicht mehr parallel, und es hört oft alle Schichtung auf. Der Gyps ist feinkörnig oder dicht, führt Schnüre von Fasergyps, ist gar oft thonig und roth oder grau gefärbt; seltener reiner, weißer Alabaster.

Den Mergel, wie den Gyps durchziehen in der Regel dolomitische Gesteine von grauer Farbe, und nur durch Härte und Schwere von dichtem Kalkstein zu unterscheiden, in Knollen und Platten. Sie sind zuweilen sehr sandig, von Gyps durchdrungen, mit Kupferlasur und Kupfergrün überzogen, oder bleiglanzführend, und enthalten Reste von *Mya* und *Trigonia*.

Unter dem Mergel und Gyps tritt sehr regelmäßig eine Dolomitbildung auf, welche bey ihrer starken Entwicklung sogleich ins Auge fällt, und daher sehr gut zur Orientierung als geognostischer Horizont dient. Das Gestein ist von schmutzgraugelber, ockergelber oder rauchgrauer Farbe, mehr oder weniger porös, schließt in den Poren Crystalle von Kalk- und Braunspath ein, und in seiner Masse nicht selten Stücke von Hornstein und Körner von Schwefelkies. Es erreicht eine mittlere Mächtigkeit von 30—40 Fuß, und ist in plumpe, durch verticale Spalten mehrfältig zerschnittene Bänke abgetheilt. Seine oberen Schichten sind mitunter voll *Trigonia* (*Trigonia vulgaris*, *curvirostris*, *laevigata*, *Goldfussii*), und enthalten überdies *Trochus Albertinus*, *Rostellaria scalata*, *Buccinum turbilinum*, *Natica pulla*, *Avicula socialis* in schönen großen Exemplaren, *Pecten levigatus*, *Lingula tenuissima*, und Reste von Sauriern. In der Nähe des Gypses, wo der Dolomit von Gypsmassen durchdrungen ist, führt er gewöhnlich dieselben Petrefacten, und auch Zähne von *Placodus*, *Psammodus* und *Hybodus*.

Eng verbunden mit dieser Dolomitlage, und unmittelbar zwischen ihr und dem Gypse, hat man an einigen Orten (v. Alberti bei Rottenmünster und bey Gölsdorf) Schichten von Mergel gefunden, die stellenweise so ganz erfüllt von Fisch- und Reptilienresten sind, daß sie eine wahre Breccie darstellen. In diesem Mergel finden sich Zähne von *Acrodus*, *Hybodus*, *Psammodus*, Schuppen von *Gyrolepis* und *Coproliten*,

alles bunt durcheinander, und damit kommen von Schalthieren vor: *Lima lineata* und *striata*, *Avicula socialis*, *Mya musculoides*, und die oben genannten Trigonien. Diese merkwürdige Reptilienbreccie ist im Durchschnitt 6 Fuß mächtig.

An vielen Orten erreichen die unter a und b aufgeführten Schichten eine Mächtigkeit von 400 Fuß.

2. Lettenkohle.

Auf die gypsführenden Mergel folgt eine Reihe von Schichten, die aus Kalkstein, Dolomiten, Gyps, Sandstein, Mergelschiefeln, unreiner, thoniger Kohle (Lettenkohle) und Schieferthon besteht. Die Gesteine haben sämmtlich unreine, graue und gelbe Färbungen, und unterscheiden sich dadurch auf den ersten Anblick von den höheren, vorherrschend roth gefärbten, Schichten. Diese Gruppe ist durch *Posidonia minuta*, *Equisetum arenaceum* und *Taeniopteris vittata* charakterisirt, und durch ein eigenthümliches Kohlengebilde. Es liegt eine eigenthümliche Flora in diesen Schichten, durch welche sie als ein Sumpfgebilde bezeichnet werden.

Auf die Dolomitbildung der vorhergehenden Gruppe folgen gewöhnlich schieferige Kalkmergel, bisweilen Nester und Schnüre von Gyps einschließend. Diese Mergelschiefer werden öfters sandig und verlaufen in Sandsteinschiefer, oder gehen in ein dolomitisches Gestein über. Es liegen öfters Reste von *Equisetum arenaceum*, *Taeniopteris vittata* und *Pterophyllum longifolium* darinn, nebst der *Posidonia minuta* und *Lingula tenuissima*. Bisweilen treten Kalksteinschichten von rauchgrauer Farbe auf, welche von Kalk- und Braunspath-Schnüren, mitunter auch von Eblestin durchzogen sind, und die oben angeführten Petrefactengeschlechter *Mya*, *Trigonia* und *Avicula* in den bezeichneten Gattungen einschließen.

Etwas tiefer folgt eine graue Sandsteinbildung mit einer außerordentlichen Menge Pflanzenresten, die sehr wohl erhalten, und oft nur in braunen oder schwarzen Abdrücken vorhanden sind. Der gewöhnlich schmutzig-gelblichgrau gefärbte Sandstein, hat ein thoniges Bindemittel, ist feinkörnig und voll weißer Glimmer-

blättchen. Er ist deutlich geschichtet in Bänke von mittlerer Mächtigkeit, und schließt gewöhnlich millionenweise *Calamites arenaceus* ein, überdies *Equisetum Meriani*, *Equisetum arenaceum*, *Taeniopteris vittata*, *Clathropteris meniscoides*, *Pterophyllum* und *Pecopteris Meriani*, Zähne und Knochen von Fischen und einer Schildkröte, welche mit *Trionix* Aehnlichkeit hat.

Unter diesem Sandstein, der häufig 16—40 Fuß mächtig ist, und ziemlich gute Haussteine liefert, liegt die Lettenkohle, in Begleitung von schieferigem Thon, Mergel und Alaunschiefer. Sie ist eine unreine, thonige Kohle, die sich an der Luft aufblättert, und nach und nach in scheibenförmige Stücke zertheilt. Die Flöße sind schwach, oft auch sehr kiesig, und können daher nicht wohl anders als zur Vitriolbereitung benutzt werden. Bisweilen liegen einige schmale Flöße, durch Sandsteinschichten getrennt, übereinander. Als Dach ist öfters ein kieshaltiger Kalk, oder ein Schieferthon mit Pflanzenabdrücken vorhanden. In der blättrigen Kohle selbst liegen bisweilen Abdrücke von *Equisetum arenaceum*.

Unter der Lettenkohle liegen Thonmassen von aschgrauer oder schwärzlichgrauer Farbe mit vielen Pflanzenabdrücken. Der Thon ist oft schieferig-sandig, geht in Sandsteinschiefer, und in wirklichen Sandstein über. In diesen Schichten sind bei Gaildorf die Reste des *Mastodonsaurus Jaegeri*, die *Posidonia minuta*, *Hybodus sublaevis* und *Gyrolepis tenuistriatus* aber im Primthal bey Rottweil gefunden worden.

Diese Gruppe zeigt eine sehr verschiedene Mächtigkeit von 20—100 Fuß.

In Lotharingen liegt zu Bie unter dem Lettenkohlen-Sandstein eine Steinsalzbildung, die aus Thon, Mergel, Anhydrit und Steinsalz besteht. Diese hier sehr mächtig (die eigentliche Gyps- und Steinsalzmasse nahe zu 160 Fuß mächtig) entwickelte Salzformation ist in Deutschland nur angedeutet zu Murrhardt, im Bohrloch bei Müllhausen, auch wurde sie zu Stotternheim bei Weimar beobachtet. In ihr befinden sich aber die reichen Salzquellen von Salz der Helben, Salzdetfurt, Heyerssen, Salzbalun, Schöningen und Jultushall. Die Saltnen Dieuze, Lons le

Saulnier u. a. ziehen ihr Salz aus der Lettenkohlen-Gruppe, und wahrscheinlich werden viele englische Salinen ihr Salz aus dieser Gruppe ziehen. Dem zufolge ist die Lettenkohlen-Gruppe durch Salzreichtum ausgezeichnet.

Gyps kommt in derselben an mehreren Orten in stärkeren Massen vor, und auffallend ist es dabey, daß dann auch wieder rothgefärbte Mergel auftreten.

3. Muschelkalk.

Eine mächtige Kalksteinbildung, in Deutschland und Frankreich vorzüglich entwickelt, liegt unmittelbar unter der Gruppe der Lettenkohle. Die mittleren und unteren Kalksteinbänke sind öfters so voll Schalthier-Versteinerungen, daß man der Gruppe obigen Namen glaubte geben zu müssen. Als charakteristische Versteinerungen treten auf: *Ceratites nodosus*, *Avicula socialis*, *Nautilus bidorsatus*, *Trigonia pes anseris*, *Mytilus eduliformis*, *Plagiostoma striatum* und *lineatum*, *Pecten laevigatus*, *Lingula tenuissima* und *Encrinurus liliiformis*; am allerhäufigsten aber, und als vorzügliche Leitmuschel, erscheint *Terebratula vulgaris*.

Die Muschelkalk-Gruppe theilt sich ganz natürlich in drey Abtheilungen.

a. Obere Abtheilung. Kalkstein von Friedrichshall. Oberer rauchgrauer Kalkstein. Die Kalksteinlagen, welche die Lettenkohle unterteufen, bestehen aus einem dichten Kalkstein, der in Süd-Deutschland eine vorherrschende rauchgraue, auch asch- und schwärzlich-graue Farbe hat, dünn und sehr regelmäßig geschichtet ist. Nördlicher erscheint die Farbe lichter, so in Thüringen, zu Rüdersdorf bey Berlin und in Oberschlesien und Südpolen ist die Farbe gewöhnlich so hell, wie die der oberen jurassischen Kalksteine. Die Schichten messen selten über 1 Fuß. Der Bruch des Gesteins ist flachmuschelig, und geht ins Splittrige über. Zwischen den Schichten liegen immer heller gefärbte Thonlagen. Parallelismus der Schichten und große Einförmigkeit der Lagerung zeichnen diesen Kalkstein aus, den man so häufig in einer beinahe ganz horizontalen Lage

sieht, daß ihn französische Geognosten auch *Calcaire horizontale* genannt haben.

Die obersten Schichten dieser Abtheilung sind oftmals in einer Mächtigkeit von 60 bis zu einigen hundert Fuß so petrefactenarm, daß man stundenweit in Thälern, die in dieselben eingeschnitten sind, wandern kann, ohne, selbst an ganz entblößten Stellen, auch nur ein einziges Petrefact zu finden. Immer sparsam liegen darinn *Avicula socialis*, *Trigonia vulgaris*, *Plagiostoma striatum*, *Terobratula vulgaris* und Glieder vom Lilien-Encrinur.

Zuweilen sind diese Schichten von wahren Dolomiten überlagert, welche dieselben von der Lettenkohle scheidet, oder von porösen, öfters etwas mergeligen dolomitischen Gesteinen. In diesen vorherrschend gelben Dolomiten kommen zerstreut Petrefacten vor, von welchen diejenigen der Schalthiere Steinkerne sind, da fast jede Spur der Schalen verschwunden ist. Man findet Fischzähne und Schuppen, Stacheln von *Cidarites grandaevus*, *Trigonien*, *Terobratula vulgaris*, *Buccinum turbilinum*, *Trochus Albertinus* u. e. a. Diese Dolomite sind dick geschichtet, oft massig, werden bey Rottweil Malbsteine genannt, auch, wenn sie prismatisch zerspalten sind, Nagelfelsen. Sie erreichen eine Mächtigkeit bis zu 110 Fuß.

Unter den dünngeschichteten, petrefactenarmen, granen Kalksteinschichten liegt ein dünngeschichteter, wenige Fuß mächtiger, dunkelgrauer Kalkstein, welcher ganz voll *Pecten discites* oder *Plagiostoma striatum* ist, in Begleitung von Aустern und Encrinur-Gliedern.

Darunter folgt ein vulithischer Kalkstein von lichter, graulichgelber Farbe mit *Mactra trigona*, *Venus nuda* und *Trigonien*, immer nur einige Fuße mächtig, und hierauf ein von Encrinur-Gliedern ganz erfüllter Kalkstein von bräunlichgelber Farbe, der dick geschichtet und 7 bis 8 Fuß mächtig ist.

Auf diese Schichten folgt eine bis 20 Fuß starke Lage von grauem, dünngeschichtetem Kalkstein, in welchem keine Schalthier- und Encrinur-Reste liegen, dagegen aber versteinerte Krebse.

Der *Pemphix (Palinurus) Sueurii* ist in dieser Kalklage eingeschlossen, und findet sich am häufigsten in den Steinbrüchen zu Marbach bey Bissingen und zu Bruchsal in Baden. Das schönste Exemplar, 5 Zoll lang, wurde zu Kaiseraugst bey Basel gefunden, und liegt in der Straßburger Sammlung. Weitere Fundorte dieses schönen Krebses sind: Rottweil, Sulz, Ipfeld, Jartfeld am Neckar. Es ist auffallend, daß in den die Krebsreste einschließenden Schichten auch nicht eine Spur von Encriniten vorkommt, die sonst so häufig sind, und gleich darüber wieder erscheinen.

Auch unter diesem Kalklager treten abermals encrinitenreiche Schichten auf, welche man allenthalben als die unterste Lage des Kalksteins von Friedrichshall antrifft. In den Thonlagen zwischen den Kalkschichten findet man bisweilen schöne Kronen des *Encrinites liliiformis*, mit aufstehenden Stielen. Die Kalkmasse erscheint nicht selten durch die unzähligen Encriniten-Glieder, deren Masse Kalkspath ist, späthig. Man hat diese encrinitenreiche Lage auch Trochiten- und Encrinitenkalk genannt.

In den dichten Kalksteinen dieser oberen Abtheilung finden sich öfters kieselige Schichten, und mitunter so stark von Kieselmasse imprägnierte, daß sie am Stahl Feuer geben. Dann liegen auch Knollen von Chalcedon, Feuerstein oder Hornstein darinn.

Die unteren Schichten enthalten, außer den bereits angeführten Petrefacten, noch viele andere, namentlich Reptilienreste (*Nothosaurus, Dracosaurus*), Fischreste, aus den Geschlechtern *Placodus, Gyrolepis, Psammodus, Acrodus, Hybodus*; von seprienartigen Thieren Kinnladen (*Rhyncholithus hirundo*), sogenannte Sepienschnäbel; und viele Schalthiere, insbesondere Austeru (*Ostrea Albertii, spondiloides, compta, complicata u. e. a.*), *Rostellaria scalata, Ceratites nodosus, Nautilus bidorsatus* u. s. w. Sie besitzen öfters die sonderbaren, stängeligen Absonderungen (*Styolithen*).

In technischer Beziehung zeichnet sich die obere Abtheilung vorzüglich durch beträchtliche Erzbildungen aus. In ihr liegen die Blei-, Galmei- und Eisenstein-Lagerstätten

in Oberschlesien und Südpolen, die Eisensteinbildung bey Wiesloch, unfern Heidelberg, die kleinen Eisenspathgänge am Brausberge und Ziegenberge in Westphalen u. c. a.

Die Quellwasser, welche daraus zu Tage kommen, sind, vermöge ihres großen Kalkgehaltes, wie diejenigen aller Kalkbildungen, häufig incrustierend. An mehreren Orten treten Säuerlinge daraus hervor, wie zu Imnau, Niedernau, Cannstadt.

Zuweilen liegen Höhlen in dieser Abtheilung. Die Erdmannshöhle bey Hasel im südlichen Schwarzwald ist einer der ausgezeichnetsten, die man in dieser Bildung antrifft; sie ist durch Einsturz entstanden.

h. Mittlere Abtheilung. Salzführende Schichtenreihe oder Anhydritreihe.

Anhydrit, Thon, Gyps, Steinsalz, Kalkstein, Stinkstein, dolomitische Mergel sind die wesentlichen Glieder dieser Abtheilung, in welcher sich nicht eine Spur von Versteinerungen zeigt.

Auf den Encriniten-Kalk der vorhergehenden Abtheilung folgen dolomitische Mergel von vorherrschend gelber Farbe und erdigem oder grobkörnigem Bruch, meistens porös und mit kleinen Drüsen von Quarz, Kalkspath und Braunspath. Hierauf kommen Schichten von grauem, dichtem Kalkstein, dem der vorhergehenden Abtheilung ähnlich, im Wechsel mit dunkelfarbigem Mergel. Mit Zunahme des Bitumengehaltes gehen Kalk und Mergel in Gesteine über, welche beym Zerreiben einen widrigen Geruch von sich geben, und deswegen Stinkstein und Stinkmergel genannt werden.

Die Dolomite, Mergel, Kalksteine, Stinksteine kommen in mannfachem Wechsel mit einander vor, sind zuweilen sehr kieselig, und führen sodann Nester und Knollen von Hornstein, der bisweilen in Chalcedon übergeht.

Im Wechsel mit diesen Gesteinen kommt, meistens ziemlich in der Mitte der Abtheilung, Anhydrit als vorherrschende Masse vor, begleitet von Gyps und Thon. Der Anhydrit ist dicht oder körnig, gewöhnlich grau, durch Bitumen öfters auch

schwarz gefärbt, selten weiß oder blau. Er ist häufig salzig oder von Salzkrümmern durchzogen, und immer von dunkelgrauem Thon begleitet, der bald mehr, bald weniger salzig ist, daher auch Salzhon, Hallerde heißt, und mit Vortheil als Düngmittel verwendet wird.

Der Gyps ist immer untergeordnet, dicht, meist thonig. Fasergyps und späthiger Gyps durchsetzen sowohl den Thongyps als den Anhydrit und den Salzhon.

Das Steinsalz bildet, in verschiedenen Graden der Reinheit, Stöcke im unteren Theil dieser Abtheilung, ist von Anhydrit- und Salzhonlagen durchzogen, oder bildet Schnüre, Rester in diesem. Es erreicht in einzelnen Stöcken eine Mächtigkeit bis zu 170 Fuß. Im Anhydrit und Gyps kommt bisweilen Glaubersalz, Bittersalz, Schwefel, Schwefelkies vor.

Unter dem Steinsalz folgen wieder Lagen von Thon und Anhydrit, welche diese Abtheilung vom unterliegenden Kalkgebilde trennen.

Die Stärke der einzelnen Glieder ist außerordentlich verschieden, und bald herrscht Anhydrit, bald Thon, bald Steinsalz vor, oder wird eines vom anderen verdrängt. Bey dieser großen Unordnung in den Schichtungsverhältnissen der Abtheilung, die keinerley Regel in Folge oder Lage der Glieder wahrnehmen läßt, zeigt sich immer auch die Mächtigkeit sehr verschieden. Sie steigt von einigen Fuß bis auf 300 und 400 Fuß.

Aus dieser Muschelkalk-Abtheilung ziehen die Salinen am oberen und unteren Neckar ihr Salz, die zusammen immerhin gegen eine Million Centner Salz erzeugen; aus derselben schöpfen die Salinen zu Buxleben und Stotternheim bey Gotha ihr Salz, und entspringen die Salzquellen von Halle, Schönebeck, Sulze, deren Production zusammengenommen, nicht wohl geringer als diejenigen der Neckarsalinen angeschlagen werden kann, so daß dem Muschelkalk in Deutschland alljährlich gegen 2 Millionen Centner Salz entnommen werden. Es wird in der Regel als Soole heraufgefördert vermittelst Bohrlöcher, welche in das Steinsalz niedergetrieben worden sind, und durch welche hinab die Wasser dringen, welche das Salz auflösen. Nur ausnahmsweise werden Schächte bis auf das Steinsalz abgeteuft, und dieses vermittelst der Sprengarbeit gewonnen.

Das Salzgebirge wird durch unterirdische Wasser an manchen Stellen ausgewaschen, da es sehr auflöslich ist; dadurch entstehen Ausweitungen unter dem dünngeschichteten grauen Kalkstein, welche Einbrüche zur Folge haben, die öfters bis an die Oberfläche reichen, und als Erdfälle erscheinen. Zweifelsohne sind auf diese Weise manche Höhlen in der oberen Abtheilung entstanden.

c. Untere Abtheilung. Wellenkalk.

Das salzföhrnde Gebilde ruht auf einer Reihe von Kalk- und Mergelschichten, die denen der oberen Abtheilung ähnlich, aber dadurch sehr ausgezeichnet sind, daß sie eine sehr dünne Schichtung und durchaus wellenförmige Biegung haben. Man glaubt überall den Wellenschlag einer bewegten Flüssigkeit zu sehen. Die Schichtung geht bis in das Schieferige, und nur selten, und immer nur einzeln, im Mergel liegend, steht man fußstarke Kalksteinbänke. Der graue Mergel wechselt häufig mit den Kalkschichten, und herrscht bisweilen vor. Es liegen öfters kleine Kalksteinplatten darinn, wodurch ihre Schieferung ebenfalls wellenförmig wird. Nur selten ist sie parallel, und dann erscheint der Mergel bisweilen in eben so papierdünnen Blättchen, wie der Posidonischiefer des Lias. Die Oberfläche des schieferigen Kalkes ist immer uneben, höckerig, wulstig. Mitunter liegen dolomitische Schichten dazwischen.

Dieser Character des Wellenkalks ist nicht constant. In einzelnen Gegenden treten statt der Kalksteine Dolomite auf, und statt der gewöhnlichen Mergel dolomitische Mergel, welche nach unten zu gewöhnlich sandig, glimmerführend und mergeligen Sandsteinschiefern ähnlich sind. Nach oben treten graue Thonlagen auf.

Weichere dolomitische Mergel wechseln gewöhnlich mit Bänken von bestem Dolomit, mit schieferigem Thon, auch mit bituminösen kalkigen Gesteinen. Die vorherrschende Gesteinsfarbe ist grau oder graulichgelb. Die Dolomite sind auch oftmals plattenförmig, und zeigen bisweilen einen Anflug von Kupferlasur oder von Kupfergrün. Mitunter erscheinen sie porös und löcherig.

Durch die ganze Abtheilung ist häufig Gyps verbreitet in kleinen Schnüren und Lagen, auch Steinsalz erscheint eingemengt, dann und wann in Körnern und Trümmern, und außerdem findet

sich in den Dolomiten auch Bleyglanz, Blende, Feuerstein, Kalkspath, Braunspath. Letzterer fällt, in Gemeinschaft mit Eisenspath, bisweilen kleine, gangartige Spalten aus. Am Silberberge bey Aach, unweit Freudenstadt am Schwarzwalde, sehen aus dem unterliegenden Sandstein, mit Schwespath und Brauneisenstein ausgefüllte Gänge, bis in die Dolomite dieser Abtheilung herauf.

Versteinerungen sieht man in diesen Schichten viel weniger, als in der oberen, und meistens zerstreut. Am gewöhnlichsten findet man *Plagiostoma lineatum*, *Turbinites dubius* und *Lingula tenuissima*, *Trigonia vulgaris* und *cardissoides*, *Avicula socialis* und *A. Bronnii*, *Mya mactroides*. Ueberdieß kommen öfters *Nautilus bidorsatus*, Reptilienreste von dem Thiere, das Aehnlichkeit mit *Tryonix* hat, Fischzähne von *Hyodus* und Krebsreste von *Pemphix Albertii* vor. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung wechselt außerordentlich. Sie steigt von einigen Klaftern bis auf 230 Fuß.

4. Bunter Sandstein.

Als Unterlage aller der verschiedenen Kalk-, Thon-, Salz- und Mergelbildungen der Trias, tritt ein mächtiges Sandsteingebilde auf, von vorherrschend rother Farbe, das jedoch stellenweise eine ausgezeichnete bunte Färbung besitzt, wovon es den Namen erhalten hat. Der Bunte Sandstein schließt dieselben Schalthier-Versteinerungen ein, welche wir als Leitmuscheln für den Muschelkalk kennen gelernt haben, und überdieß sehr charakteristische Pflanzen-Versteinerungen, zumal von Farn und Coniferen. Er zerfällt in drey Abtheilungen.

a. Obere Abtheilung. Plattenförmiger Sandstein und gypsführender Schieferletten.

Zu oberst, unmittelbar unter dem Wellenkalk, liegen schieferige, rothe und bunte Thonmergel, oder ein intensivrother Thon von schieferiger Beschaffenheit, den man Schieferletten heißt; oder aber rothe und bunte, thonige, glimmerreiche Sandsteinschiefer. In den tieferen Schichten liegen feste Sandsteine von ausgezeichnet plattenförmiger Beschaffenheit, und

auch Lagen von mehr dickgeschichtetem Sandstein, welche nach abwärts in die große Masse der besten, starken Sandsteinbänke übergehen. Der Sandstein ist immer Thonsandstein, und durch viele große Glimmerblättchen bezeichnet, welche öfters auf den Schichtungsflächen in großer Menge, und bey den schieferigen Sandsteinen dicht an einander liegen. Manchmal ist der Schieferletten vorherrschend, manchmal der schieferige und plattensförmige Sandstein. Im erstern Falle stellen sich bisweilen Bänke von grobkörnigem Kogenstein ein, der graue, braune und rothe Färbungen zeigt (Umgebungen des Harzes) und öfters sandig ist, so wie Bänke von Dolomit, die mit sandigen Mergeln wechseln.

An vielen Orten kommt in dieser oberen Abtheilung Gyps vor, bald als reiner, bald als Thongyps, und zwar sowohl in Schnüren und Nestern, als in großen stockförmigen Massen (am untern Neckar, in Thüringen, an der Unstrut). Oefters auch ist der Schieferletten salzig (Sulz, Hasmersheim am Neckar).

Versteinerungen findet man nur an einigen wenigen Puncten. Zu Sulzbach im Elsaß liegen in einem feinkörnigen, thonigen Sandstein viele Schalthiergattungen des Muschelkalks; die Schale ist, mit Ausnahme derjenigen der *Terebratula* und *Lingula*, immer verschwunden, und was man findet, sind die äußeren Abdrücke der Schalen und deren Ausfüllung. Pflanzen kommen hier keine vor. Die Schalthierreste sind: *Natica Gaillardoti*, *Plagiostoma striatum*, *lineatum*, *Avicula socialis*, *Terebratula vulgaris*, *Lingula tenuissima*, *Mya mactroides*, *Trigonia vulgaris*, *cardissoides*, *Modiola recta*, *Turritella extincta*, *Buccinum antiquum*, *obsoletum*, *turbilinum*, *Rostellaria scalata* u. c. a., endlich Glieder von *Encrinites liliiformis*, *Saurier* und *Fischreste*. Die Schalthierreste erscheinen alle etwas zusammengedrückt, die Saurierknochen zertrümmert.

Zu Bubenhausen, unfern Zweibrücken, finden sich in einem thonigen, rothen und gelben, bindemittelreichen Sandstein dieser Abtheilung: *Natica Gaillardoti*, *Avicula socialis*, *Mytilus eduliformis*, *Trigonia vulgaris* und *curvirostris* in solcher Menge, daß sie das ganze

Gestein erfüllen. Ueberdies findet man hier Zähne von *Psammodus* und *Placodus*, und Reste von Farn, Calamiten und Coniferen. Diese Abtheilung erscheint bis 200 Fuß mächtig.

b. Mittlere Abtheilung. Sie umfaßt die festen und dichten Schichten des feinkörnigen, in dicke Bänke abgetheilten Sandsteins, die allgemein als Bausteine benützt werden. Das thonige Bindemittel liegt häufig in plattgedrückten Knollen (Thongallen) oder in scheibenförmigen Lagen in dem festen Sandstein, der im Allgemeinen sehr gleichförmig und regelmäßig geschichtet, und durch verticale Klüfte in parallelepipedische Stücke von ansehnlicher Größe getheilt ist. Der Glimmer ist sparsam auf den Schichtungsflächen dieses Sandsteins, in noch geringerer Menge im Innern seiner Masse. Zwischen den Sandsteinbänken liegen, vorzüglich nach oben zu, schieferige Thone.

In dieser mittleren Abtheilung kommen nur selten Schalthierreste vor; dagegen findet man hier ausgezeichnet schöne Pflanzenreste einer tropischen Inselflora. Zu Sulzbad im Elsaß kommt darinn vor in den festen Sandsteinschichten: Coniferen, *Voltzia* und *Albertia* in mehreren Gattungen; Farn, *Sphaenopteris*, *Anomopteris*, *Filicites*; *Equisetaceen*, *Calamites*, sehr häufig.

Das sind lauter Reste ausdauernder, starker Gewächse, die nach dem Absterben sich wohl bis zum (tropischen Ländern eigen thümlichen) Winterregen erhalten konnten, und sodann fortgeschwemmt und in Sand begraben wurden. Darinn liegen auch Reste von *Odontosaurus*.

In den thonigen Zwischenschichten liegen einige Schalthierreste: *Mya ventricosa*, *Posidonia minuta*, *Pecten discitos*, und Krebsreste, *Galathaea audax*. Die Pflanzenreste dieser thonigen Lage sind: Farn, *Neuropteris*, *Pecopteris*; *Monocotyledonen*, *Aethophyllum*, *Echinostachys*, *Palaeoxyris* und eine Pflanze mit gewirbelten Blättern, den *Potamogeten* ähnlich. Zu Durlach bey Karlsruhe kommen schöne Calamiten und ausgezeichnete Stücke von *Anomopteris Mougéoti* vor.

Diese Pflanzen gehören also zu den zarter gebauten einjährigen Farn, sind Coniferenzweige mit Blütenkätzchen, und

wohl im Frühling und Sommer in die ruhiger abgesetzten, thonigen Lagen eingewickelt worden.

Die Mächtigkeit dieser mittleren Abtheilung beträgt im Durchschnitt einige Hundert Fuß.

c. Untere Abtheilung. Grobkörniger Sandstein und Conglomerate.

Die unterste Lage des bunten Sandsteins besteht aus Schichten, die mehr grobkörnig, gewöhnlich bindemittelarm, häufig kieselig und conglomeratisch, und in der Nähe des Grundgebirges meist wahre Kiesel-Conglomerate sind. Mitunter liegen Feldspathkörner und Glimmer zwischen groben Quarzkörnern, und das Gestein hat sodann die Beschaffenheit der Arkosen. Der grobkörnige Sandstein schließt öfters, namentlich am Schwarzwalde, nuß- und faustgroße Kugeln und Sphäroiden von Sandstein ein, die sich durch braune, dunklere Farbe von der Grundmasse unterscheiden. Sie bestehen aus einem durch Eisenrost oder Manganorydhydrat cementierten Sand, stecken oft so lose in der Masse, daß sie sich hin und her bewegen lassen und herausfallen. Bänke mit solchen Einschlüssen gewähren einen sonderbaren Anblick. Man könnte von Ferne glauben, es stecken Kartätschen- oder Kanonenkugeln in der Sandsteinmasse. Bisweilen kommen auch Drusenräume vor, die mit schönen Quarzcrystallen ausgeschmückt sind. (Waldbhut, Loretto bey Freyburg).

Im nordwestlichen Deutschland treten in dieser untern Abtheilung abermals mächtige Massen von Schieferletten auf, in welchen viel Gyps liegt, und auch wieder Bänke von grobkörnigem Kogenstein vorkommen. Dort zeigen sich überhaupt die Abtheilungen nicht so regelmäßig, wie im südlichen Deutschland.

Die untere Abtheilung, in welcher keine Versteinerungen vorkommen, erreicht öfters eine größere Mächtigkeit, als die beiden anderen Abtheilungen zusammen genommen, und in einigen Ländern ist das ganze Gebilde des bunten Sandsteins 1000 bis 1200 Fuß mächtig.

Auf eine ausgezeichnetere Weise, als in allen jüngeren Gebirgsbildungen, treten darinn Erzlagerstätten auf. Wahre weit fortsetzende Gänge, Spalten vorzüglich mit Blei- und Eisenerzen ausgefüllt, kommen in verschiedenen Ländern darinn

vor. Es setzen die Brauneisenstein-Gänge am Nordende des Schwarzwaldes, bey Neuenbürg, Liebeneck u.s.w. darinn auf; die Eisergänge und Bleygänge bey Razenthal, St. Amarin u.s.w. an den Vogesen; die Eisenspathgänge im Baigory-Thal in den Pyrenäen; die Kupfergänge zu Bulaeh und Schönegrund auf dem Schwarzwalde. Westlich von Saarbrücken kommen bey St. Avold Bleyerze, Bleyglanz und Weißbleyerz in Schnüren und eingesprengt (Knotenerze) in dem Sandstein vor, auf ähnliche Weise finden sich die Bleyerze am Bleyberg, zwischen Mechernich und Kall (zwischen Bonn und Achen). Vielfältig trifft man Schnüre und Trümmer von Schwespath darinn, öfters von Brauneisenstein und Hartmanganerz begleitet. Alle bedeutenden Erzvorkommnisse sind auf die untere Abtheilung der Formation beschränkt.

Eine weitere hohe technische Bedeutung hat der bunte Sandstein durch seinen Salzgehalt. In seinem Gebiete liegen die Salinen Schönebeck, Dürrenberg, Straßfurt, Ascherleben, Allendorf, Kissingen. Aus dem unteren Schieferletten entspringen die Soolquellen von Salzungen und Schmalkalden; aus dem oberen die Salzquellen von Kreuzburg und Sulz an der Elm. Im Ganzen produzieren die Salinen im nördlichen Deutschland, welche die Soole aus dem bunten Sandstein ziehen, jährlich wohl eine Million Centner Salz.

In seinem Gebiete liegen auch die Erhebungsthäler von Pyrmont und Driburg (S. 565 und 566), in deren Grund die ausgezeichneten eisenhaltigen Säuerlinge entspringen. Am südlichen Fuß des Bomberges bey Pyrmont, liegt in diesen Sandsteinschichten auch die bekannte Dunsthöhle, eine Aushöhlung im Sandstein, die durch das kohlensaure Gas erfüllt ist, das aus Spalten des Gesteins auströmt.

Vergleichen wir die Versteinerungen, welche in den 4 Gruppen vorkommen, die wir in der Trias zusammengefaßt haben, so sehen wir, daß die wichtigsten derselben allen Gruppen gemeinschaftlich sind. Berücksichtigen wir ferner, wie die Gesteine der Gruppen in einander übergehen, mit einander wechseln und mehrfältig immer wiederkehren, und finden wir endlich, daß Alles, was darunter liegt, auch in beiden Beziehungen völlig davon

verschieden ist, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß die Bildung des Keupers, Muschelkalks und Buntens Sandsteins während einer und derselben Periode, und während der Existenz einer eigenthümlichen und scharf begränzten organischen Schöpfung stattgefunden hat. Die Trias ist daher scharf gesondert, sowohl von den über ihr liegenden Lias, als von dem unter ihr liegenden Kupferschiefergebirge.

Die Keuper-Formen sind sehr verschieden, je nach der Verschiedenheit der Gesteine. Die oberen conglomeratischen und grobkörnigen Sandsteine, mit den sie begleitenden Dolomitbänken, bilden häufig Felsen, die rauh und grotesk sind, und die Höhen der Mergelberge krönen, die in isolierten Kuppen auftreten. Auch der feinkörnige obere Sandstein zeichnet oft die Gipfel der Keuperberge aus durch steile, mauersförmige Felsen, und setzt für sich selbst langgezogene, steile Bergrücken zusammen (Schönbuch, Löwensteiner-, Ellwanger-Gebirge, Steigerwald). Die Thon- und Mergelmassen setzen niedrige, kuppensförmige, gerundete Hügel und Berge zusammen, mit flachen Thälern dazwischen. Die Wasser graben Furchen in die Gehänge ein und Risse, und deshalb erscheinen sie so häufig zerschnitten.

Die Lettenkohlengruppe setzt zusammenhängende Höhenzüge und kleine Plateaus zusammen, in welche flache Thäler eingeschnitten sind.

Der Muschelkalk bildet häufig ausgedehnte Höhenzüge, mit meist wellenförmiger, oftmals beynah horizontaler Oberfläche, so wie auch höchst einförmige Hochflächen. Mitunter tritt er in schmalen, langen Bergrücken auf, zwischen welchen sich flache Thäler hinziehen. Die einförmige Plateauform ist aber weitaus vorherrschend, und gibt diesen Kalkgegenden einen monotonen Character. Sind Thäler in die zusammenhängende Kalkmasse eines Plateaus eingeschnitten, oder durch Spaltung darin entstanden, so sind die Wände häufig ganz steil, felsig, mitunter lothrecht, und an solchen, gewöhnlich nackten, Felswänden sieht man alsdann recht schön, und oft auf große Erstreckung, die geordnete parallele Schichtung und die ermüdende Einförmigkeit des Schichtenbaus.

Der Bunte Sandstein setzt in größerer Entwicklung

starke Bergketten und ansehnliche Gebirgszüge zusammen, die sich durch steile Abhänge und breite Rücken auszeichnen. Die damit parallel laufenden Thäler sind fast durchgängig tief und von steilen Wänden eingeschlossen, diese oft mit Trümmern bedeckt und mitunter felsig. Querthäler aber, die spaltenförmig in die Sandsteinmasse eindringen, gehören zu den malerischen, da sie immer eng, manchfaltig gewunden und felsig sind. Die Abhänge sind, namentlich gegen den Ausgang der Thäler, oftmals mit nackten Felsen in manchfaltigen, überraschenden Gestalten geschmückt; wie man dieß so schön im Thale der Lauter, zwischen Dahn und Weissenburg, und im Anweiler Thal sieht. Wo der Bunte Sandstein, wie an der Ost- und Nordseite des Schwarzwaldes, den sanfteren Abfall eines hohen crystalinischen Grundgebirges überdeckt, und als breiter Saum umzieht, da bildet er große, breite, schwach geneigte Plateaus, deren Zusammenhang durch tief niedergehende Spaltenthäler unterbrochen ist. Hier sieht man Berge nur in den Thälern, und vom Grunde dieser aus erscheinen uns die hohen Thalwände als solche. Hat man diese erstiegen, so steht man auf der einförmigen, hohen Platte. Die vier Gruppen der Trias und die Glieder jeder einzelnen Gruppe sind vorzüglich in Deutschland und Frankreich entwickelt. In England fehlt der Muschelkalk ganz. Keuper und Lettenkohle fließen dort mit dem Buntem Sandstein in eine große Mergel- und Sandsteinbildung zusammen (Now red marl or Sandstone), worinn einige kalkige Zwischenlagen den mächtigen Kalkstein der Continental-Trias andeuten. In der oberen Abtheilung des englischen red marl liegt das Salzgebirge Englands, in Cheshire und Northwich, und daraus entspringt das berühmte Mineralwasser von Cheltenham, dem deutschen Rissingen vergleichbar, dessen unübertreffliche Quellen aus Buntem Sandstein hervortreten.

Das Triasgebirge bedeckt einen großen Theil von Deutschland. Der Keuper mit der Lettenkohle bedeckt eine Fläche von reichlich 350 Quadratmeilen, wovon jedoch das nordwestliche Deutschland nur mit circa 76 Quadratmeilen Antheil nimmt. Im südwestlichen Deutschland ist er am östlichen Schwarze-

walde, in Schwaben und Franken, mächtig entwickelt. Bey der badischen Saline Dürreheim, unfern Donaueschingen, erreicht er eine Höhe von 2400 Fuß.

Der Muschelkalk ist wiederum hauptsächlich im südwestlichen Deutschland, und zwar in den vorhin genannten Ländern, verbreitet; im nordwestlichen Deutschland tritt er besonders in den sächsischen Herzogthümern, sodann in Thüringen, in den Wesergegenden, an der Elbe, am Nordrande des Harzes auf, und endlich sieht man ihn nochmals, aber ganz isoliert, als eine wahre Insel bey Rüdersdorf, unfern Berlin, in der großen Diluvial-Niederung. Er bedeckt im Ganzen eine Oberfläche von 360 Quadratmeilen, und erreicht seine größte Höhe, 2300 Fuß, bey Billingen am östlichen Schwarzwalde.

Der Bunte Sandstein ist das mächtigste und verbreitetste Triasglied. Er bedeckt in Deutschland eine Fläche von 500 Quadratmeilen, und erreicht im Schwarzwalde, auf den Hornisgründen, eine Höhe von 3600 Fuß. Nördlich vom Schwarzwalde, an dessen Ost- und Nordseite er ungewöhnlich mächtig entwickelt ist, tritt er in großer Ausdehnung im Odenwald und Spessart auf, breitet sich sodann zwischen dem Thüringerwald und dem Westerwald, in den Werra- und Fulda-Gegenden und im Norden des basaltischen Vogelsgebirges aus, constituirt den Sollingerwald, umzieht den Harz, als breiter Saum den Südrand desselben bis gegen Halle hin, ziehet sich über Merseburg an der Saale herab, den Muschelkalk umsäumend über Jena an den Nordrand des Thüringerwaldes. Jenseits des Rheins sehen wir an der Saar und an der oberen Saar und Mosel Triasbildungen. In Frankreich erscheint das Triasgebirge an den Vogesen, zumal auf der Ostseite in Lothringen. Unter dem Jura treten Keuper und Muschelkalk auch in Solothurn, Pruntrut, Basel, Aargau hervor, und diese Bildungen haben an den Zerrüttungen und Aufrichtungen der Juraglieder Theil genommen. S. Fig. 20.

In Oberschlesien und Südpolen ist der Muschelkalk um Larnowitz verbreitet, sodann bey Krakau und Kiese, und in den Umgebungen dieser drey Orte geht ein ganz beträchtlicher Bergbau auf Eisen, Zink und Bley um, die daselbst in dieser

Kalkbildung liegen, und die Metallausbeute ist sehr groß. Es werden jährlich allein an Zink im preussisch-schlesischen Oberbergamtsdistrict über 200,000 Centner produziert, und über 600,000 Centner Roheisen.

In der Kette der Alpen hat man die Trias mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen. Der Kalk von St. Triphon in den westlichen, und von St. Cassian in den östlichen Alpen, dürfte nach seinen Petrefacten zum Muschelkalk gehören. Der Bunte Sandstein ist vielleicht durch den rothen Sandstein der östlichen Alpen repräsentiert. An den Pyrenäen tritt dieser Sandstein mächtig auf, ebenso im Innern von Spanien, namentlich in den Hochebenen von Neu- und Alt-Castilien, und hier, wie es scheint, Keuper und bunter Sandstein mit einander vereinigt, wie in England, ohne die Muschelkalk-Zwischenlage, gyps- und salzföhrnd.

In England ist die Bildung des New red marl and Sandstone außerordentlich verbreitet. Nördlich von Bristol zieht sie sich über Birmingham, Nottingham, York bis zur Mündung des Tees; nordwestlich überdeckt sie das Land zwischen Derby und Shrewsbury, und bis Manchester und Liverpool.

In Nord-America scheint der New red Sandstone auf das Thal von Connecticut beschränkt zu seyn. Dasselbst hat man auf Sandsteinplatten Spuren von Vogeltritten gefunden, die man Ornithichnites heißt. S. Fig. 22. Sie röhren von verschiedenen Vögeln her, die aber alle Sumpfvögel, langfüßig gewesen und schrittweise gegangen sind.

Im Norden tritt ein Glied der Trias in Schoonen auf, und in mehreren Gegenden Rußlands.

Wir haben gesehen, daß in der Trias an vielen Orten beträchtliche Steinsalzmassen oder Salzquellen vorkommen. Dieses Salzreichtums wegen faßt man die vier Gruppen auch unter dem Namen Salzgebirge zusammen.

Nach der altüblichen Eintheilung zählt man zu dem Flöhgebirge auch noch das Kupferschiefergebirge, und heißt es, mit Einschluß der Trias, älteres Flöhgebirge.

Seine organischen Reste sind aber wesentlich verschieden von denen der Trias, so wie von den Petrefacten aller jüngeren

Bildungen, dagegen stimmen sie mit denjenigen überein, die man im Uebergangsgebirge findet, und welche die Glieder desselben charakterisiren. Unbezweifelt sind die Petrefacten ächte historische Documente, welche die Perioden der Schöpfung bezeichnen. Im Kupferschiefergebirge finden wir aber ganz und gar die organischen Typen des Uebergangsgebirges, und es schließt sich diesem somit innig an, und gehört zu seiner Bildungs-Periode.

Uebergangsgebirge.

Syn. Terrains intermédiaires.

Unter dem geschilderten Föbgebirge folgt eine Reihe von Gebirgsbildungen, welche theils mechanischgebildete, petrefactenführende, theils durch chemische Action erzeugte, crystallinische, versteinungsleere Schichten umfaßt, ihre Stellung zwischen dem petrefactenreichen Föbgebirge und dem petrefactenleeren Grundgebirge einnimmt, gleichsam die Verbindung, den Uebergang zwischen diesen vermittelt, und deshalb Uebergangsgebirge genannt wird. Dieser Name ist von Werner einer beschränkteren Reihe, namentlich den untersten Gliedern, gegeben worden. Die zoologischen Charaktere derselben wurden später aber auch noch in anderen Bildungen aufgefunden, die man nunmehr alle mit den tiefften unter demselben Namen zusammenfaßt.

Außer vielen Polypen und einigen Stilastriten sind besonders charakteristisch für diese große Schichtenreihe, die Mollusken- und Crustaceen-Reste. Von jenen die Geschlechter *Producta*, *Strophomena*, (*Leptaena*), *Calceola*, *Strygocephalus*, *Trigonotreta* (*Spirifer*, *Delthyris*), mit vielen Gattungen, *Euomphalus*, *Bellerophon*, *Orthoceratites*, *Lituites* *Goniatites*; von den Crustaceen die *Trilobiten*: *Calymene*, *Asaphus*.

Von Fischen hat man verhältnismäßig am meisten Reste gefunden, und zwar vorzüglich die Geschlechter *Palaeoniscus*, *Osteolepis*, *Platysomus*, *Amblypterus*, *Acanthodes*, *Cotopterus*, *Pygopterus*, *Acrolepis*, und auch noch in

tiefen Schichten das Geschlecht *Kephalaspis*, die alle abschließend dem Uebergangsgebirge angehören. Von Reptilien kommt außer dem genauer bestimmten Geschlechte *Protosaurus* Weniges in undeutlichen Resten vor.

Die Vegetation sehen wir in den unteren Schichten dieser Reihe auf der ersten Stufe der Entwicklung. Es sind die ersten Gewächse der Erde, welche auf den, aus den Gewässern aufgestiegenen, vereinzelteten Felsmassen wuchsen, riesenhafte Farn, *Equisetaceen* und *Lycopodiaceen*, welche heutzutage nur auf Inseln, an Küstengegenden und in feuchten Wäldern der Tropenländer wachsen; Baumstämme, welche von Coniferen herzustammen scheinen, einige Palmen und einige *Fucoiden*.

Die große und mächtige Schichtenreihe zerfällt in vier Gruppen, diese sind:

1) Das Kupferschiefergebirge; 2) das Steinkohlengebirge; 3) das Silurische Gebirge; 4) das Cambrische Gebirge.

1. Kupferschiefer-Gebirge.

Syn. Zechsteingebirge, Terrain pénéen.

In einem großen Theile von Deutschland liegt unter dem bunten Sandstein eine Reihe kalkiger Schichten, und eine große Sandstein- und Conglomerat-Bildung, zwischen welchen sich ein kupfererzführender Mergelschiefer befindet, den der Bergmann Kupferschiefer heißt, und dessen Namen auf die ganze Gruppe übertragen worden ist. Eine Abänderung der hier vorkommenden Kalksteine nennt der thüringische und sächsische Bergmann Zechstein, und davon rührt der Name Zechsteingebirge her, welchen Manche dieser Gruppe geben.

a. Unmittelbar unter dem Bunten Sandstein, nur durch eine Lettenschicht davon geschieden, liegt ein bräunlichschwarzer oder grauer Stinkkalk, den man Stinkstein heißt wenn er dicht, Rauhstein wenn er körnig, Rachwacke wenn er eckernösig ist. Dieser Stinkkalk, mit meist gebogenen und zerklüfteten Schichten, mit einer variablen Mächtigkeit von einigen Fuß bis über 80, erscheint bisweilen als Trümmergestein, oder

ist durch ein bituminöses Thonflöß repräsentiert, in welchem scheibenförmige Stücke davon liegen.

Darunter folgen Lagen einer staubartigen Mergelerde, oder eines pulverartigen Stinkkalks (Asche), Massen von Gyps und Bänke von körnigem Dolomit, welche aber keine bestimmte Lagerungsfolge unter sich einhalten.

Die Asche, im Durchschnitt 6—20 Fuß mächtig, umschließt öfters Bruchstücke der kalkigen Schichten, liegt gewöhnlich unter dem Stinkkalk und trennt diesen vom Rauskalk. Dieser, ein körniger Dolomit von heller, selten bräunlicher Farbe, ist häufig porös und blasig, rauh anzufühlen, und darauf bezieht sich der Name, den ihm Bergleute gegeben haben. Er ist bisweilen zerreiblich, sandig, manchmal aber auch sehr fest, und mitunter voll Blasen und kleiner Höhlungen (Höhlenkalk), aus welchen kohlen saures Gas ausströmt. Einzelne Lagen sind mit Eisenoryd oder Eisenrost imprägniert und heißen Eisenkalk. Die Schichtung ist gewöhnlich undeutlich, und das Gestein von vielen, und zumal von starken vertikalen Klüften durchseht. Als charakteristische Versteinerung tritt in diesen Bänken *Strophomena aculeata* auf (*Productus aculeatus*).

Der Gyps, von weißer oder grauer Farbe, ist meistens körnig und durch Höhlen ausgezeichnet, daher der Namen Höhlengyps, Schlotengyps. Diese Höhlen, die in großen Bügen meilenweit unter der Erde fortziehen (Wimmelburg bey Gisleben), zum Theil mit Wasser gefüllt sind, stehen öfters durch Spalten mit der Oberfläche in Verbindung, schließen häufig eine irrespirable, mit Kohlen säure gemengte Luft ein, und in ihrem Gefolge erscheinen zahlreiche Erdfälle.

Er bildet theils Stöcke, theils fähartige Lagen, wechselt verschiedentlich mit den kalkigen Gesteinen, und ist in deren Nähe damit verunreiniget, oft zellig und blasig.

Diesen Gyps begleitet öfters Anhydrit und bisweilen auch Steinsalz. Aus dieser Gypsbildung scheint die Salzquelle der Saline Dürrenberg zu kommen. In der neuesten Zeit hat man zu Artern, nahe bei der Saline, 986 Fuß tief unter der Oberfläche, 620 Fuß unter dem Meerespiegel, nach einer Arbeit von 7 Jahren, glücklich Steinsalz angebohrt.

Mitunter erscheint die Gypsbildung sehr mächtig, wie z. B. am Südwestrande des Harzes, wo sie als ein starker, hoher Wall, dessen weiße, felsigen Abfälle dem Gebirge zugekehrt sind, von Osterode bis nahe an Sangershausen ununterbrochen fortzieht.

Unter dem gypsführenden Theil des Kupferschiefergebirges, folgt nun das Gebilde des sogenannten Zechsteins und des Kupferschiefers. Der Zechstein, welcher zunächst unter dem Gyps liegt, ist ein grauer oder graulichgelber, deutlich und dünn geschichteter, meist thoniger Kalkstein, der in einigen Gegenden durch die obengenannte *Strophomena aculeata* characterisirt ist, und überdieß *Terebratula lacunosa* und *erumena* einschließt. Die Mächtigkeit variiert von einigen Klaftern bis zu 100 Fuß. Dieser Kalk ist bisweilen blasig und stängelig, und schließt Crystalle von Kalkspath, Gyps, Quarz ein, auch Eisenerze und Kupfererze.

Auf diesen Zechstein folgt nun der eigentliche Kupferschiefer, ein schwarzes und bituminöses, dünnschieferiges Mergelgebilde, mit eingesprengten Kupfererzen. Es sind jedoch nur wenige Schichten desselben metallführend, die zusammen kaum eine Mächtigkeit von 2—3 Fuß besitzen, aber so regelmäßig und gleichförmig auftreten, daß sie darinn ihres Gleichen nicht haben. Die ganze Schieferbildung ist durchschnittlich 4—8 Fuß mächtig. Die metallführenden Schichten sind im Mansfeldischen der Gegenstand eines sehr wichtigen Bergbaus. Diese dunkeln Mergelschiefer schließen zahlreiche Fischreste ein, welche dem Geschlechte *Palaeoniscus* angehören, und darinn hat man auch die Reste des *Protosaurus* gefunden.

Nach unten zu ist der Kupferschiefer in Mansfeld und am Borharze mit einem grauen, kieseligen Conglomerate verbunden, welches man Weißliegendes heißt, mit Bezug auf seine Farbe und auf seine Stellung unter den erzführenden Schichten. Dazwischen befinden sich mehrfältig mergelige, schieferige, sandige Straten mit Kupfererzen, den sogenannten Sanderzen.

Die obere Abtheilung, worinn der Raunkalk liegt, ist stellenweise durch reiche Eisenerz-Lagerstätten ausgezeichnet. Brauneisenstein in verschiedenen Abänderungen, oft mit

Spatheisenstein und Braunsteinerzen gemengt, auch mit Schwerspath, bildet in den oberen Kalkschichten theils Nester, theils zusammenhängende Flöze, oder die Erze sind innig mit der Kalkmasse vermenget, sehen damit ausgedehnte Flöze zusammen. Hieher gehören die Eisenerze bei Viber, Saalfeld, Ramsdorf, die mächtigen Eisensteinablagerungen bei Schmalkalden, die Lagerstätten des Stahlberges und der Mommel, und mehrere andere Eisenerzvorkommnisse am Thüringerwald. Bisweilen kommen auch Kupfererze mit den Eisensteinen vor.

Gar oft durchsetzen Spalten (Rücken) diese Schichtenreihe, die im Mansfeldischen immer auch das weiße Conglomerat darunter durchschneiden, und sehr oft Verschiebungen, Abrutschungen desjenigen Schichtentheils verursacht haben, der sich im Hangenden der Spalten befindet. Auch erzführende Gänge, auf denen Spatheisenstein, Bleiglanz, Kupfererze, Speiskobald u. e. a. vorkommen, sowie Gänge, die von Schwerspath und Quarz ausgefüllt sind, durchsetzen diese Schichten öfters (Viber, Ramsdorf, Stadtbergen).

b. Auf die Reihe der kalkigen Schichten folgt eine große Conglomerat- und Sandsteinbildung von vorherrschend rother Farbe, die man deshalb, und weil sie unter den metallhaltigen Mergelschiefern liegt, Rothliegendes heißt, auch Todtliegendes nennt, da sie unmittelbar unter dem Kupferschiefer taub oder todt, das ist, erzleer ist. Wir haben oben schon angeführt, daß auf die dunkeln bituminösen Schiefer zunächst ein weißes Conglomerat folgt. An den dabey angeführten Orten gehört es noch dem Kupferschiefer an, da es seine Erze führt (Sanderze), und seine Rücken theilt. Das weiße und graue Conglomerat dagegen, was bey Riegelsdorf, zu Viber, unter dem Mergelschiefer liegt, gehört schon dem Rothliegenden an, und bildet dessen oberste Lage. Es fehlt indessen an vielen Orten, namentlich wo die kalkigen Glieder nicht entwickelt sind.

Im Allgemeinen treten als herrschende Gesteine in der Bildung des Rothliegenden Eisenthon-Conglomerat, und ein gewöhnlich bindemittelreicher, rother Thonsandstein, auf, zwischen welchen öfters rothe, mehr oder weniger sandige Thonlagen

vorkommen, die manchmal völlig mit dem Schieferletten des Bunten Sandsteins übereinstimmen.

Es ist eine Eigenthümlichkeit des Rothliegenden, daß es in der Regel nur an den Rändern crystallinischer Gebirge auftritt, oder in den Umgebungen von Porphyren, und daß es meist aus Trümmern dieser, überhaupt aus Bruchstücken in der Nähe befindlicher älterer Gesteine zusammengesetzt ist.

In den Schichten dieser Bildung kommen häufig verkieselte Hölzer vor, Stämme, die theils Coniferen, theils Farn und Calamiten angehören, den Geschlechtern *Pinitos*, *Pouce*, *Tubicaulis*, *Psaronius*, *Porosus* (Röhrenholz, Staarenholz, Porenholz), *Medullosa*, *Calamitea* und *Calamites* (Markholz, Kalamitenholz und Kalamit). Auch findet sich in einem grauen Sandstein bey Frankenberg in Hessen ein Kupressit, Blätterzweige und Früchte einer Pflanze, die zu den Cypressen gehört. Die organische Substanz ist bei dieser Versteinerung durch Kupfererz (Kupferglanz) ersetzt. Man kennt dieselbe unter dem Namen Frankenger Kornähren. Die Petrefactologen nennen sie *Cupressites Ullmanni*.

An einigen Orten liegen Kalkstein- und Mergelböden zwischen den Sandstein- und Conglomeratbänken (Saalkreis, Niederschlesien), und in solchen hat man bey Scharfenek und Ruppertsdorf in Schlesien fossile Fische, den *Palaeoniscus vratislaviensis* gefunden. Mitunter erscheinen auch Bänke von Dolomit. An manchen Stellen treten in der großen Schichtenreihe des Rothliegenden auch verschiedene andere Trümmergesteine auf, Granit- und Kieselconglomerate, Porphyrbrecien u.s.w., die aber eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Mächtigkeit, dieser im Allgemeinen deutlich und regelmäßig geschichteten, Bildung geht von einigen hundert Fuß bis über 3000 Fuß (Harz).

In mehreren Gegenden (Böhmen, Niederschlesien, Bettin, Manebach, Dpperode) liegt eine Steinkohlenbildung im Rothliegenden. Sie besteht aus Schichten von grauem Sandstein und Conglomerat, aus Lagen von Schieferthon und aus Steinkohlenflözen, die eine

Mächtigkeit von einigen Follen, bis zu 3 Lachtern besitzen, und Gegenstand eines höchst wichtigen Bergbaus sind. In dieser Kohlenbildung kommen ebenfalls verkieselte Hölzer vor, in den Schieferthonlagen derselben eine Menge fossiler Pflanzen, namentlich Farrn, Equisetaceen, Coniferen, Lycopodiaceen, palmen- und lilienartige Gewächse, welche sich alle auch in der älteren Steinkohlenbildung finden.

Auch erzführende Gänge kommen mehrfältig im Todtliegenden vor. Namentlich sind Brauneisenstein, Spatheisen, Brauneisenstein, Kupfer- und Kobalterze darinn an vielen Orten gefunden worden (Schwarzwald, Wasgau, Biber, Riegelsdorf).

Salzquellen treten daraus in Schlesien hervor und zu Siebichenstein bei Halle; Sauerquellen zu Charlottenbrunn, Salzbrunn und Altwasser in Schlesien.

Das Kupferschiefergebirge tritt in schöner Entwicklung mit seinen beiden Abtheilungen in Thüringen und im Mansfeldischen, als Typus der Bildung auf. Man sieht es ferner am südlichen Harzrand und in der Gegend von Halle, und am nördlichen Abfall des Riesengebirges unsern Liegnitz. Die obere kalkige Abtheilung kennt man namentlich bey Riegelsdorf in Hessen, Biber im Hanauischen, am Ost-Rande des rheinischen Schiefergebirges, am Abfall des voigtländischen Schiefergebirges zwischen der Elm und der Elster. Südlich vom Main hat man sie noch nirgends gefunden.

Am Schwarzwalde und in den Vogesen fehlt die kalkige Zwischenbildung zwischen dem Bunten Sandstein und dem Todtliegenden vollkommen, und beide Schichtenreihen fallen in eine einzige große Sandstein- und Conglomeratbildung zusammen. Das Gleiche scheint auch in Spanien der Fall zu seyn. In Frankreich steht man die obere Abtheilung des Kupferschiefergebirges in geringer Entwicklung bei Autun.

In England dagegen ist die Gruppe unter dem Namen Magnesian limestone wohlbekannt. Sie besteht aus dolomitischem Kalkstein, Mergelschiefer, dichten Kalkstein und buntfarbigem Mergel, Schichten, welche in Nottinghamshire, Derbyshire, Yorkshire, Durham und Northumberland verbreitet sind.

Oken's allg. Naturg. I.

Schichten von rothem Conglomerat, Sandstein und Mergel liegen darunter, sind bekannt unter dem Namen Exeter- und Heavitre-Conglomerat, und an einigen Puncten (Mendip, Briston, Avon) durch kalkige Trümmergesteine repräsentiert. In den Mergelschiefern von Durham hat man schöne fossile Fische gefunden, welche den Geschlechtern *Sauropsis*, *Acrolepis*, *Nemopterix*, *Osteolepis*, *Platysomus* angehören. In Nordamerica hat man eine analoge Bildung am Lake superior beobachtet.

Das Rothliegende tritt in vielen Ländern ohne den sogenannten Zechstein und Kupferschiefer auf, wie z. B. in Schottland und Irland, in den südlichen und östlichen Alpen, im Aequinoctial-America. Wo es in größerer Entwicklung auftritt, da zeigt es häufig schöne Felsen, schroffe Gehänge und in den Queerthälern sieht man hohe, mauerförmige Wände, mitunter vielfach von vertikalen Spalten durchsetzt, und die Conglomerate dadurch in große, prismatische Massen zertheilt (Umgebungen von Eisenach, Wartburg, Schloßberg zu Baden).

2. Steinkohlengebirge.

Syn. Terrain houillier; carboniferous Group.

In becken- und muldenförmigen Vertiefungen sieht man an vielen Orten, zunächst unter dem Rothliegenden, als die oberste Gruppe der älteren Bildungen, dies mächtige Steinkohlengebirge, welches seiner vielen und reichen Kohlenflöße wegen Hauptsteinkohlengebirge, und zum Unterschiede von den jüngeren Steinkohlenbildungen, auch älteres Steinkohlengebirge genannt wird. Man kann darnach annehmen, daß es bey vollkommener Entwicklung aller Glieder des Uebergangsgebirges, seine Stelle immer zwischen dem Rothliegenden und der silurischen Gruppe einnimmt.

Das Steinkohlengebirge ist am vollkommensten und großartigsten in England entwickelt. Es besteht dort allenthalben aus vier Gliedern, die mit einander in einer bestimmten Lagerungsfolge vorkommen, und das große Gebirgs ganze zusammensehen, welches den ungeheueren Schatz von Steinkohlen und Eisen einschließt, der die feste Grundlage der Wohlfahrt und Macht jenes Königreiches ist.

Zu oberst liegt ein grauer Sandstein mit Zwischenlagen von Schieferthon und Steinkohlen. Es sind die eigentlichen kohlenführenden Schichten, welche die Engländer *Coal measures* nennen. Darauf folgt ein grobkörniger oft conglomeratischer Sandstein ohne Steinkohlen, dem deutschen Bergmann als *flözleerer Sandstein*, dem englischen als *Millstone grit* bekannt. Unter diesem liegt eine mächtige Kalkbildung, der *Kohlenkalk*, *Carboniferous limestone*, und zu unterst endlich liegt eine große Sandstein- und Conglomeratbildung, *Old red sandstone*, der alte rothe Sandstein.

a. Die oberste kohlenführende Lage besteht der Hauptmasse nach aus einem vorherrschend grau gefärbten Sandstein mit thonigem Bindemittel, der mitunter grobkörnig und conglomeratisch auftritt, und gewöhnlich Glimmerblättchen enthält. Zwischen den Sandsteinschichten liegt Schieferthon, der niemals fehlende Begleiter der Steinkohle, ein eigentlicher Kohlenschiefer, schwarz und grau durch kohlige und bituminöse Theile, und manchmal brennbar, *Brandschiefer*. Zwischen Lagen von Schieferthon liegt nun, immer zwischen zwei Sandsteinschichten, die Steinkohle. Sie hat den Schiefer zum Dach und zur Unterlage oder Sohle. Desters ist von seiner Masse auch den Kohlen eingemengt, oder es liegen dünne Schiefer dazwischen.

Die Steinkohle kommt nun hier in den verschiedensten Abänderungen vor, und enthält außer Schieferthon gewöhnlich Schwefelkies in dünnen Häutchen und Blättchen, parallel den Blättern der Kohle, auch in Körnern, Knauern und bisweilen in kleinen Crystallen. Diese Einmischung ist die Ursache des schwefeligen Geruches, den manche Steinkohlen beim Brennen ausgeben, und des starken Angriffs ihrer Flamme auf Metalle. Eine kieselige Steinkohle muß daher gewöhnlich *vercoakt*, d. h. im Verschlössenen geglüht werden, wobey der Schwefelkies den größeren Theil seines Schwefels verliert, und beim späteren Verbrennen der Coaks die unangenehme und nachtheilige Wirkung nicht mehr in gleichem Grade äußern kann. Die Vercoakung der Steinkohlen, wobey die flüchtigen Theile derselben ausgetrieben werden, und der Schwefelkies eine Zersetzung erleidet, wird daher auch das *Abschwefeln* genannt.

Der Schwefelkies ist ferner noch die Ursache eines in Steinkohlengruben bisweilen eintreffenden und sehr nachtheiligen Ereignisses, er ist die Ursache des Grubenbrandes, oder vielmehr der Selbstentzündung der Steinkohlen. Es ist eine bekannte Thatsache, daß der in der Kohlenmasse und auch im Schiefer vorkommende Schwefelkies, sich zersetzt, wenn er mit Feuchtigkeit und Luft in Berührung kommt. Er verwandelt sich in Eisenvitriol (schwefelsaures Eisenoxydul), und entwickelt dabey viel Wärme. Geht diese Zersetzung in einem engen Raume, in der die Wärme schlecht leitenden Kohle vor sich, so kann die Temperatur zu einer Höhe steigen, wobey Stoffe ins Glühen kommen, und die verbrennlichen bey Zutritt frischer Luft in wahren Brand gerathen. Dieß ereignet sich gar nicht selten bey großen Haufen bröckeliger, klein zertheilter Steinkohle, wenn sie im Freyen liegen, und namentlich bey Kohlenhalden, die aus Schieferstücken, Kohlenklein, Gesteintrümmern zusammengehäuft sind. Häufig sieht man solche Halden dampfen, da sie sehr warm sind, und im Innern findet man sie nicht selten glühend und in vollem Brande.

In den Steinkohlengruben entsteht der Brand vorzüglich dann, wenn viel Kohlenklein darinn angehäuft liegt, Einbrüche alter Bauten erfolgt sind, wobey in der zerkleinerten Kohle- und Schiefermasse die Zersetzung des Kieses immer rasch eintritt und voranschreitet, und eine große Hitze erzeugt wird. Tritt auf irgend eine Weise frische Luft hinzu, so entzündet sich die Kohlen und es kann auf diese Weise ein sehr verderblicher Brand entstehen.

Der sogenannte brennende Berg bey Duttweiler, unfern Saarbrücken, ist ein Beyspiel eines solchen Kohlenbrandes. Der brennende Berg befindet sich im Hangenden von Steinkohlenschichten, und besteht vorzüglich aus einem kiesreichen Schieferthon, der mit einzelnen Kohlenstrümmern wechselt. Vor beyläufig 120 Jahren soll sich die freywillige Selbstentzündung eines Flözes unter diesem Berge ereignet haben. Bis auf den heutigen Tag dauert der Brand an verschiedenen Stellen im Innern des Berges fort. Es bringen heiße Dämpfe heraus, und Sublimate setzen sich in Klüften an.

Als weitere Einmengungen kommen in der Steinkohle auch Kalkspath, Gyps, Schwerspath, seltener Bleyglanz und Blende vor. Die Thone, welche die Kohlen begleiten, sind oft außerordentlich plastisch, sehr rein und mitunter feuerfest (Stourbridge-Thon). Sie scheinen identisch mit dem feinen Bindemittel des Sandsteins zu seyn.

Was nun die Kohlenflöße noch besonders auszeichnet, das sind die sie begleitenden, zahlreichen und schönen fossilen Pflanzen. Die Schiefer schließen sie in großer Menge ein. Es ist bewunderungswürdig, wie gut oft selbst die zartesten Theile erhalten sind. Die Pflanzen liegen theils in einem verkohlten Zustande in den Schiefeln, theils sind sie nur in Abdrücken vorhanden. Alle diese Reste sind dunkel gefärbt, meist schwarz. Die organische Faser der Pflanze ist in einen der Beschaffenheit der Steinkohle ähnlichen Zustand übergegangen.

Es sind Landpflanzen, wie oben schon angeführt worden ist, Calamiten, Coniferen, Farn, Lycopodiaceen, Palmen- und Monocotyledonen-Reste aus unbekanntem Familien. In überwiegender Menge von Geschlechtern und Gattungen sind die Farn vorhanden. Farn-Strünke, Sigillaria, allein in 44 Gattungen! Farn-Weidel sind am häufigsten. Man unterscheidet: Cyclopteris, Zirkel-Weidel, Odonopteris, Zahn-Weidel; Pecopteris, Kamm-Weidel; Neuropteris, Nerven-Weidel; Sphaenopteris, Keulen-Weidel; Glossopteris, Zungen-Weidel; Schizopteris Schliß-Weidel und Lonchopteris, Lanzen-Weidel.

Von Lycopodiaceen findet man vorzüglich: Lepidodendron, Schuppenbaum; Stigmara, Narben-Strunk, Stämme mit Blattnarben. Sodann Blätter allein: Lepidophyllum, Schuppenblatt; Fruchttheile: Lepidostrobos, Schuppen-Zapfen. Von Palmen kommen Stämme vor: Fasciculites, Büschelholz und Blätter; Zeugophyllites, Noeggerathia; von Monocotyledonen unbekannter Familien: Sternbergia, Poacites, Trigonicarpum, Musocarpum. Zu unbekanntem Classen gehören: Annularia, mit wirtelförmigen Blättern, Asterophyllites mit gegenständigen, in einer Ebene stehenden Aesten und

Volkmannia mit ährenförmigem Blütenstand. Diese Pflanzenreste liegen in der Regel im Schiefer, parallel den Schichten, und nur selten kommen damit thierische Reste vor, versteinerte Schalthiere des süßen Wassers, die zu dem Geschlechte *Unio* gehören, und bisweilen auch von *Cypris* begleitet sind. Zu Wardie in Schottland liegen in den Schiefen auch Fischreste der Geschlechter *Amblypterus*, *Palaeoniscus*, *Eurynotus*, *Acanthodes*, *Pygopterus* und *Coprolthen* in Begleitung einer Auster.

In Rieren und Knauern, zum Theil auch in plattensförmigen Lagen, kommt öfters thoniger Sphärosiderit mit der Steinkohle vor (Schlesien, Saarbrücken, vorzüglich aber Süd-Wales), und darinn liegen auch dieselben Pflanzenreste, welche im Schiefer vorkommen, und in Saarbrücken Fische, *Acanthodes* und *Amblypterus*, und zu Coalbrook Dale Landinsecten, *Curculioides* und *Limulus*. Bisweilen erscheinen die Stämme der Pflanzen durch dieses reichhaltige und sehr nützliche Eisenerz ganz und gar vererzt, wie namentlich die mehrsten der im Gebirgsgestein aufrechtstehenden *Sigillarien*stämme, die man im Saarbrücker Revier, auf der Grube Wellesweiler bey dem Dorfe Wellesweiler, im Palmbaum-Stollen angetroffen hat. Die Bergleute nennen sie ihrer aufrechten Stellung wegen Eisenmänner. In England hat man ähnliche, mehrere Fuß starke und bis 40 Fuß lange, aufrechte Stämme gefunden. Dieß erinnert an den versteinerten Wald von Portland, dessen oben, S. 688., in der Beschreibung der Wälderbildung erwähnt worden ist.

Im Sandstein selbst kommen höchst selten Pflanzenreste vor, und in der Kohlenmasse noch viel seltener.

Aus allen Kohlenflöhen entwickelt sich kohlen-saures Gas, welches die Luft verdirbt, die Respiration erschwert, und selbst erstickende Wirkungen äußert. Man nennt die mit kohlen-saurem Gas gemengte Luft, böse oder erstickende Wetter. Der Kohlenbergmann fürchtet aber am meisten die schlagenden Wetter, welche durch einen flammenden Körper, durch das Licht der Grubenslampe, entzündet werden, und mit einer Explosion verbrennen, welche die zerstörendsten Wirkungen ausübt.

Sie kommen vorzüglich bey dem Abbau magerer Kohlen vor. Diese Kohlen geben nämlich Kohlenwasserstoffgas aus, welches in seiner Zusammensetzung der Sumpfluft gleich ist, und seines Vorkommens wegen, auch Grubengas heißt. Häuft sich dieses Gas an, und vermengt es sich mit der atmosphärischen Luft in einem Baue, so wird diese dadurch entzündlich und explosiv. Die Wirkungen einer solchen Explosion sind gewöhnlich von den traurigsten Folgen. Die Bergleute werden verbrannt, zerschmettert, die Baue zerstört, indem sie in Folge der außerordentlichen Erschütterung einstürzen, und oft leiden noch die Gebäude über Tage, die über dem Schacht stehen, in dessen Nähe sich die Explosion ereignet hat. Humphry Davy hat zum Schutz gegen solche furchtbare Zerstörungen, dem Bergmann die Sicherheits-Lampe in die Hand gegeben, welche, wenn nicht allen, doch immerhin den mehrsten Unglücksfällen dieser Art vorbeugt.

Die Kohlenflöze liegen gewöhnlich mehrfach unter einander, durch Sandsteinschichten getrennt. Im Saarbrücker Kohlengebirge kennt man schon etliche 20, in Süd-Wales 23, bey Mons 115 bauwürdige Flöze. Nur in seltenen Fällen übersteigt die Mächtigkeit 6 Fuß. Auch in Ober- und Niederschlesien, an der Ruhr, ist die Zahl der Flöze groß und kommen diese mächtig vor. Das Blücherflöz zu Duttweiler in Saarbrücken hat 15 Fuß, das Dombrowaflöz bey Bendzin in Polen eine Mächtigkeit von 6 Lachtern zu 80 Zoll rheinländisch, und in Stafordshire in England sind Flöze von 30—45 engl. Fuß Mächtigkeit im Abbau.

Eine Reihe von Kohlenflözen, die in einer Gegend unter einander vorkommen, nennt man eine Kohlenniederlage, ein Kohlenfeld (Coal field). Ein jedes Kohlenfeld hat seine Eigenthümlichkeiten, und da seine Schichten in beckenförmigen Vertiefungen liegen, seine besonderen abgeschlossenen Flöze. Benachbarte Kohlenbecken zeigen gewöhnlich mancherley Abweichungen.

Die Schichten aller Kohlenniederlagen sind mehr oder weniger aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht, aufgerichtet, gekrümmt und oft gebrochen, im Zickzack gebogen, s. Fig. 23 u. 24, und auf mancherley Weise verschoben. Zahlreiche Spalten,

die der deutsche Bergmann Rücken, der englische faults auch dykes heißt, durchsetzen die Schichten. Sie scheinen die Folge heftiger Erschütterungen und Stöße zu seyn, die jene erlitten, und ihrerseits viel zur Dislocation beygetragen zu haben. Wo solche Spalten durchsetzen, da sind die Schichten an einer Seite derselben immer verschoben, oft sehr bedeutend gesenkt. Sie schneiden manchmal die Flöße geradezu ab. So schneidet ein Rücken im Wormrevier, der sogenannte Feldbiß, sämtliche Flöße dieses interessanten Kohlenbeckens, gegen Osten glatt ab. Der abgeschnittene Theil scheint sich im Hangenden des Rückens in die Tiefe gesenkt zu haben. Vielleicht findet man ihn einstens dort wieder auf. Die Niveau-Veränderungen, welche unter solchen Umständen eingetreten sind, übertreffen oft bey weitem unser Dafürhalten. Ein Rücken, welcher die Schweizer Kohlenniederlage durchsetzt (das Sandgewand), hat die Schichten auf der Ostseite wenigstens um 100 Lachter in die Tiefe gesenkt. Conybeare gibt an, daß man im Kohlenbecken von Durham durch Rücken bewirkte Niveauveränderungen sehe, die nahe an Tausend Fuß betragen! Diese Spalten sind theils mit Thon, Letten oder einer anderen zersehten Gesteinsmasse, theils mit vestem Gesteine, mit Grünstein, Basalt ausgefüllt.

Es durchsetzen auch Erzgänge diese obere Lage des Kohlengebirges. Bey Crettnich in Saarbrücken seht ein reicher Braunsteingang darinn auf, an der Ruhr sind Bleyglanzgänge mit Blende, Schwefelkies und Schwerspath darinn, und in Zweibrücken Gänge mit Quecksilbererzen. Die Mächtigkeit dieser Lage ist nicht genau ausgemittelt, aber immerhin sehr bedextend.

b. Ein flözleerer Sandstein, mit Schiefer und Conglomerat (Millstone grit and shale) liegt unmittelbar unter dem eigentlichen Kohlengebilde. Das Gestein ist im Allgemeinen härter als der wahre Kohlensandstein, oft conglomeratisch und in vielfachem Wechsel mit Schieferthonlagen, die zumal nach unten häufig, und öfters vorherrschend, auftreten, wo man dann auch schwache Kohlenflöße von geringer Qualität dazwischen liegen sieht und einzelne Kalksteinlagen.

Die Schieferlagen enthalten die Pflanzenreste der oberen

Lage (a); in den Sandsteinbänken kommen ebenfalls Sigillarienstämme in aufrechter Stellung vor, und bey Goldstream in Derbyshire hat man darinn eine große Zahl fossiler Coniferenstämme gefunden. Die Kalksteine schließen die Petrefacten der tieferen Kalklage ein.

Die Schichtung ist deutlich und hat dieselben Verrückungen erlitten, wie der kohlenführende Sandstein. Erzgänge, welche im tiefer liegenden Kalksteine vorkommen, setzen mehrfältig in den Millstone grit (Mühlensandstein) herauf. In England erreicht er eine Mächtigkeit von 600—700 Fuß.

c. Auf den flöhleren Sandstein folgt der Kohlenkalk, Carboniferous limestone, ein dichter, deutlich, aber dickgeschichteter Kalkstein, von vorherrschend blaugrauer Farbe, der in England ansehnliche Bergzüge zusammensetzt, und deswegen auch Bergkalk, Mountain limestone heißt, auch Encrinural limestone, Encrinurenkalk, da er stellenweise eine außerordentliche Menge von Crinoideen-Resten einschließt. Mitunter ist er etwas körnig, und so hart und gleichförmig, daß er eine schöne Politur annimmt. In der dunkeln Grundmasse treten dann gar schön die eingeschlossenen Versteinerungen hervor, von Schalthieren, Crinoideen, Corallen, da sie gewöhnlich eine weiße Farbe haben und späthig sind. Die unteren Lagen sind gewöhnlich schieferig, und ein etwas weicher, thoniger Kalkschiefer (scar limestone) hat meistens die Oberhand.

Diese Kalkbildung ist in England, im südwestlichen Schottland und in einem großen Theil von Irland verbreitet. Sie setzt namentlich die malerischen Felsenparthien von Derbyshire zusammen, und erreicht eine Mächtigkeit von reichlich 1200 Fuß. Dieser Kalk ist auch durch seine organischen Reste ausgezeichnet. Von Wirbelthieren findet man vorzüglich Fische, aus den Geschlechtern *Acanthodes*, *Amplipterus*, *Palaeoniscus*, *Eurynotus* u. e. a., sodann selbst Reptilienreste (Edinburg). Von Crustaceen erscheinen einige Trilobiten, *Asaphus Dalmani*, welche im Kohlengebirge überhaupt zum erstenmal erscheinen. *Cypris* und *Euryp-terus*, die im süßen Wasser lebten, sind in Kalkschichten unter dem Mid Lothian coal field (Edinburg, Kirkton) in

Gesellschaft der oben genannten Fische und einigen Farnkräutern gefunden worden. Schalthierreste erscheinen in überwiegender Anzahl, und unter diesen am zahlreichsten die Producten (*Strophomenen*) und Spiriferen, glatte *Cerebraten*, *Goniatiten* mit spizen Loben und getheiltem Dorsal *Goniat-Listeri*, *carbonarius*, *sphaericus*, *Rautilen*, viele *Crinoiden*, insbesondere *Pentatremites*, *Platycrinites*, *Actinocrinites*, *Poteroocrinites*, und der Kalkstein davon bisweilen ganz erfüllt (*Encrinital marble of Derbyshire*); *Corallen*, namentlich *Cyathophyllum*, *Calamopora* und *Gorgonia*. Hier treten auch die ersten *Orthoceratiten* auf. Die zwischen den Kalkschichten liegenden Schiefer führen bisweilen Pflanzenreste, welche mit den oben angeführten übereinstimmen.

Spalten und Höhlen sind im Kohlenkalk beynah so häufig als im Corallenkalk des Jura, und namentlich sieht man viele Spalten, welche die Schichten beynah senkrecht durchsetzen und in große Tiefe niedergehen. Bäche und Flüsse verschwinden darinn öfters, und treten manchmal erst meilenweit von dem Schlunde wieder hervor. Die Höhle von Sundwig in Westphalen liegt in diesem Kalkstein. Bakwell gibt an, daß in den Umgebungen von Craven in Yorkshire flache Hochebenen durch den Kohlenkalk zusammengesetzt werden, die von Vegetation begleitet und von vielen tief niedergehenden Spalten durchschnitten sind. Er meynt, diese durch Graswuchs verborgenen Spalten müßten in früherer Zeit natürliche Fallen für die Thiere gewesen seyn. Gewiß waren sie dieß. Recht gut wird diese Meynung dadurch bestätigt, daß man vor Kurzem bey Schofter, unsern Lüttich, in einer Spalte des dortigen Kohlenkalks viele Knochen von Bären, Hyänen, Löwen, *Rhinoceroten*, *Hippopotamen* gefunden hat.

Im hohen Grade ausgezeichnet ist der Kohlenkalk noch durch seine Metallführung. Es sehen, zumal in England, zahlreiche Bleigänge darinn auf, besonders in *Somersetshire*, *Derbyshire*, *York*, *Durham* und *Northumberland*, und überdieß kommen in seinem Gebiete auch *Mangan*-, *Kupfer*-, *Zink*- und *Eisenerze* vor. Die Engländer nennen diesen Kalk daher

auch metalliferous limestone. Die schönen Flußspathe von Derbyshire stammen von solchen Gängen ab, auf welchen überdieß Kalkspath und Schwerspath einbrechen.

Dem Kohlenkalk gehören auch die Bley-, Eisen- und Galmen-Lagerstätten Belgiens und des Niederrheins an, welche bey Andeleur, Limbourg, Dinant, Namür, Aachen, Brilon, Sundwisch u.f.w. abgebaut werden.

In England wird derselbe auch häufig von basaltischen Massen durchseht, dort unter dem Namen Toadstone, Whin sill den Bergleuten bekannt, welche die Gänge bis in diese vulcanischen Massen hinein verfolgen.

Die Mächtigkeit ist in der Regel beträchtlich, wie wir oben angezeigt haben. Indessen ist diese Kalkbildung, welche in den mehrsten Kohlenbecken regelmäßig, stark entwickelt und als ein selbstständiges Ganzes unter den Kohlenführenden und abhleeeren Sandsteinen liegt, in einigen Gegenden, namentlich in Nordengland, kaum entwickelt. Dort wechselt der Kohlenkalk in einzelnen Lagen mehrfältig mit Schiefer- und Sandstein-Schichten, zwischen welchen gute Kohlenflöße liegen, und er tritt in Northumberland bis hinauf zur Tweed immer mehr zurück, so daß er endlich beynah ganz verschwindet, und keine Scheidelinie mehr zwischen ihm und den Sandsteinschichten gezogen werden kann.

d. Auf den Kohlenkalk folgt im südwestlichen England eine mächtige Sandstein- und Conglomeratbildung von vorherrschend rother Farbe, welche den Namen Old red sandstone trägt. Sie ist insbesondere in Herefordshire, Monmouthshire und am Südostrande der Grampian-Berge mächtig entwickelt, und bildet das unterste Glied des Steinkohlenegebirges, die Unterlage aller Schichten desselben.

Dieses Gebilde besteht mehrentheils aus drey Lagen; aus Sandsteinen und Conglomeraten (Quartzose conglomerate overlying thick bedded sandstones), aus rothem und grünlichem, conglomeratischem Kalkstein, mit Zwischenlagen von buntfarbigem Thonmergel und Bänken von Sandstein (Constone and argillaceous marl) und aus rothem und grünem, schieferigem Sandstein, der theils weich und glimmerreich, theils sehr hart und vest ist,

so daß man ihn zu Dachungen benützen kann (Tile stones). Die obere Lage enthält keine Petrefacten. In den mittleren Schichten kommt ein Fischgeschlecht vor, *Kephalaspis*, das, sonderbar genug, den Habitus der Trilobiten hat, welche in den älteren Gebirgsschichten vor den Fischen auftreten. Die untere Lage schließt noch Reste von anderen Fischen ein, von *Dipterus* und *Gyrolepis*, und große Flossenstäbchen (*Ichthyodorulichen*) von Fischen aus der Ordnung der Placoiden. Von Schalthieren hat man einzelne Exemplare von *Avicula* und *Pileopsis* gefunden. Die drey Lagen haben zusammen genommen eine Mächtigkeit von mehreren Tausend Fuß, und erheben sich in gewaltigen Bergen bis zu 3000 Fuß übers Meer.

Der Old red sandstone, so mächtig er in Südengland und Wales entwickelt ist, tritt in Nordengland, nördlich von der Tweed, und in Schottland, wie der Kohlenkalk an der Tweed, sehr zurück, und fehlt öfters ganz, so daß das Kohlengebirge mit seiner Kohlenkalk-Unterlage unmittelbar auf den älteren Schiefnern des Uebergangsgebirges ruht.

Die vier Glieder des Kohlengebirges, welche in Südengland und Wales so vollständig und gut characterisirt erscheinen, sind also im Norden des Landes, so wie in Schottland, so regelmäßig nicht entwickelt, und wir sehen hier den Kohlenkalk sich mit den höheren, kohlenführenden Sandsteinschichten vereinigen, und selbst der Old red sandstone im Wechsel mit Schieferthon und eigentlichem Kohlensandstein.

Auf dem Continente sind drey Glieder, der Kohlensandstein mit den Steinkohlen, der stöcklere Sandstein und der Kohlenkalk, an den mehrsten Orten entwickelt, wo das Kohlengebirge vorkommt. Der Old red Sandstone fehlt aber wohl durchgehends, wenn man dazu nicht etwa die Conglomerate rechnen will, welche in der Maas-Gegend unter dem Kohlenkalle liegen, und den rothen Sandstein von Litry im Calvados. In Oberschlesien ruhen die Kohlensandsteinschichten unmittelbar auf Grauwacke, und es fehlt hier also der Kohlenkalk und der Old red.

Dieser tritt in England, nächst dem Kohlenkalk, in ansehnlichen Bergmassen auf, so daß diese beiden Glieder auch durch die äußeren Formen sich wesentlich von den kohlenführenden

Schichten unterscheiden, welche gemeiniglich niedrige, gerundete Berge und Hügel zusammensetzen. Die Höhen des Kohlenkalks sind häufig unangebaut und mit Heidekraut bewachsen, während an den Abhängen Trümmerhalden liegen, und auch der Bergfuß gewöhnlich steinig und der Cultur ungünstig ist. Auf den hohen Rücken des Old red liegen häufig Torfmoore, und wo die sandigen und conglomeratischen Schichten vorherrschen, da ist der Boden mager und unfruchtbar.

Die Hauptkohleniederlagen Englands befinden sich in Sommersetshire, Gloucestershire, Nord- und Süd-Wales, Dudley, Schropshire, Leicestershire, Lancashire, Nottingham, Derbyshire, Yorkshires, Cumberland, Durham, Newcastle, und es sind ferner die Kohlenbecken von Forth und Clyde, und die im innern Irlands wichtig.

Das Becken von Süd-Wales enthält 23 baumwürdige Flöße, die zusammen eine Mächtigkeit von 95 Fuß haben, so daß auf einer Quadratmeile etwa 64 Millionen engl. Tonnen gewonnen werden können. Mit den Steinkohlen kommen hier zugleich beynahe unerschöpfliche Quantitäten vorzüglicher Eisensteine (thonige Sphärosiderite, clay-ironstones) vor, welche von etwa 114 Hochofen verschmolzen werden, die jährlich über 280,000 Tonnen *) Eisen erzeugen! Kein Wunder, daß die Hüttenbesitzer von Süd-Wales mit ihrem Product die Märkte am Oberrhein mit Vortheil versehen können.

Diesseits des Canals liegen weder so viele, noch so reichhaltige Kohleniederlagen. Ein Hauptzug in langer Linie einzeln auf einander folgender Kohlenbecken geht von Boulogne am Meer über Valenciennes, Maas, Charleroi, Lüttich und Aachen. Abgetrennt davon liegen die Kohleniederlagen an der Worm und bey Eschweiler, und im Innern von Frankreich die Becken im Aveyran, Saône und Loir, Gard, Nièvre u. c. a.

In Westphalen ist das Kohlengebirge mächtig und steinkohlenreich an der Ruhr entwickelt; im Süden des Hundsrückens, zwi-

*) Eine englische Tonne hält 20 engl. Centner; 1 engl. Centner ist = 50,78246 Kilogrammes.

schen der Nahe und der Saar, liegt das pfälzische und namentlich das wichtige und reiche Saarbrücker Kohlengebirge. Am Erzgebirge tritt es, vorzüglich bey Zwickau und im Plauenischen Grunde, mit guten Kohlenflößen auf. Ferner ist es mächtig in Niederschlesien entwickelt, und in Polen. In Nord-america befinden sich Steinkohlen-Niederlagen in Massachusetts, Pennsylvanien, Connecticut, und in neuerer Zeit fand man am Potomac, nahe bey Westernport, an einer verticalen Felsenwand, sechs bauwürdige Flöße, worunter eines von 16 Fuß. Auch in Spanien, in China, in Bantiemensland kennt man das Vorkommen des Steinkohlengebirges.

Bildung des Steinkohlengebirges und der Steinkohlen.

Wir sehen das Steinkohlengebirge allenthalben in Becken abgelagert, und viele derselben besitzen eine sehr große Tiefe. Musket gibt uns einen Begriff von einer solchen Tiefe. Er hat die Stärke des Kohlengebirges im Deanforst an der Severn in Süd-Wales, gemessen, und dort eine Gesammtmächtigkeit der ganzen Gruppe von 8700 Fuß gefunden. Davon gehören 3000 Fuß den kohlenführenden Schichten an, 700 dem Kohlenkalkstein, das übrige dem Old red.

Zuerst erfolgte nun der Absatz dieses Gliedes, das aus vorherrschenden Sandsteinschichten besteht, und somit eine mechanische Entstehung aus zerriebenen Theilen älterer zerstreuter Gesteine hat, welche durch Wasser fortbewegt, und in ein Becken abgesetzt worden sind. Da nun Conglomerate in diesem untersten Gliede des Kohlengebirges seltener vorkommen, so kann man annehmen, daß die fortschaffende Kraft des Wassers, oder seine Geschwindigkeit, in der Regel nicht so groß gewesen ist, daß größere Stücke, Gerölle beygeführt wurden. Nur die untere und mittlere Lage enthält bestimmbare Versteinerungen von Meerthieren. Nach oben liegen dickgeschichtete Sandsteine und Conglomerate, und das Wasser scheint, mit Sand und Geröllen beladen, sich in einer solchen Bewegung befunden zu haben, daß dabey die thierischen Reste sich nicht erhalten konnten. Lange muß dieser Absatz angebauert haben, um so mächtige Lagen abzusetzen. Auf die

sandigen Schichten des Old red sandstone sehen wir eine kalkige Bildung folgen. Altes muß da in der Beschaffenheit des Gewässers anders gewesen seyn. Ziemlich reine Kalksteinschichten folgen nun, die eine große Menge von Meeresthieren einschließen, und so wohl erhalten, daß wir annehmen müssen, die Thiere haben an dem Orte gelebt, und seyen an der Stelle gestorben, wo wir sie jetzt finden. Darunter sind aber auch Schichten, welche Süßwasserthiere und Landpflanzen einschließen, und daraus folgt, daß die Schichten sich am Ufer des Meeres, oder in der Nähe des Landes, gebildet haben. Immerhin erscheint aber der Kohlenkalk als eine mächtige Meeresbildung, die lange Zeit fortgedauert haben und in einem tiefen Meeresbecken vor sich gegangen seyn muß.

Auf die Periode seines Absatzes folgt nun diejenige der oberen Sandsteine, Schieferthone und der Kohlenflöhe. Abermal eine große Veränderung. Eine außerordentliche Masse von Landpflanzen wurde mit Sand und Schlamm in das Becken geführt, auf eine große Fläche verbreitet und in einzelnen starken Lagen aufgehäuft, welche sich in Kohle umwandelten. Pflanzenlagen, Schlamm, jetzt Schieferthon, Sand, jetzt Sandstein, haben sich in vielfacher Wiederholung abgesetzt. Die Kohlenflöhe, wie die Zwischenschichten von Sandstein und Schiefer, sind von sehr verschiedener Mächtigkeit, und beweisen dadurch, wie verschieden und unregelmäßig die Kräfte gewirkt haben, welche sie hervorbrachten. Kohlenflöhe von einigen Follen bis zu 50 Fußten wurden durch Anhäufungen derselben Pflanzen gebildet. Welche Massen gehören dazu, um eine Kohlenlage von solcher Mächtigkeit zu erzeugen! Die Schwere darüber abgelagerter Sandsteine hat sie zusammengedrückt, und selbst ganz große Stämme wurden flach gedrückt. Man findet solche öfters im westphälischen Kohlengebirge.

Der Umstand, daß man die Steinkohlen jederzeit von Pflanzenresten begleitet, und solche selbst deutlich erkennbar in den Kohlenlagen findet, hat zu der Annahme geführt, daß sie aus Anhäufungen von Pflanzen entstanden sind. Dieß hat sich auch bestätigt, denn man hat bey microscopischen Untersuchungen der Steinkohlen die organische Structur der Pflanzen gesehen, und

Göppert meynt, daß es nur an der Unvollkommenheit der Zubereitung der zu untersuchenden Stückchen liege, wenn man die Structur nicht gewahr werde.

Die Reste von Meeresthieren (Fische und Schalthiere), welche man theils in den Kohlen selbst, theils in den darinn liegenden Eisensteinen vielfältig antrifft, deuten unzweifelhaft an, daß die Kohlenschichten in einem von tiefem Meerwasser erfüllten Becken abgesetzt worden sind; andererseits beweisen die Süßwasser-Schalthiere (Unio, Planorbis) und Crustaceen (Cypris), daß sich süßes Wasser in das Becken ergossen hat, und die außerordentliche Menge von Landpflanzen, welche die Schiefer bergen, so wie endlich die Insecten, welche in der Kohlenbildung gefunden worden sind, zeigen unverkennbar die Nähe des Landes an. Aus all dem folgt nun, daß das Steinkohlengebirge in tiefen Buchten des Meeres abgelagert worden, und die Steinkohlen aus Pflanzen entstanden sind, welche vom Lande her, durch einen Fluß, sammt Sand- und Schlamm-Massen, in solche Buchten geführt, und dort mit Gebirgsschutt überdeckt worden sind.

Aus einer Vergleichung der chemischen Constitution der Holzfaser und der Steinkohlensubstanz aber ergibt sich, daß die Faser, unter Wasser- und Kohlen Säure-Bildung, in Steinkohle übergeht.

Die fossile Flora des Steinkohlengebirges zeigt eine solche Entwicklung und ein solches Vorwalten der Farrn, wie man es heut zu Tage nur auf Inseln der Tropenländer sieht, die klein und weit entfernt von Continenten im Ocean liegen, wie etwa Ascension und St. Helena. Die isolierte Lage solcher Inseln, so wie ihr Fortliegen in einer Reihe, stimmt gut mit der Lage der Kohlenbecken überein, und so führen die pflanzengeographischen wie die zoologischen Betrachtungen zu demselben Resultat, daß nämlich zur Zeit der Bildung des Steinkohlengebirges nur einzelne Inseln oder einige Archipels solcher in dem ungeheuren Ocean vorhanden gewesen, und die kohlenführenden Schichten am Fuße derselben, in Buchten am Meere, abgelagert worden sind.

Die vielen Kohlenschichten, die man über einander liegen sieht, beweisen die vielfache Wiederkehr einer Catastrophe, welche die Landpflanzen traf. Die heutigen Schwellungen des Mississippi

(S. 602 u. 603) können uns einigermaßen den Vorgang bezeichnen, der dabey stattfand.

3. Silurisches Gebirge.

Syn. Jüngerer Uebergangs-, Schiefer- oder Grauwackengebirge; Terrain anthraxifère, étage inférieur.

Das Steinkohlengebirge ruht, bey vollständiger Entwicklung aller Theile der großen Reihe geschichteter Bildungen, auf dem Uebergangs-Schiefergebirge. In früherer Zeit faßte man die zahlreichen Schichten desselben in eine einzige große Gruppe zusammen, ohne die Anordnung seiner Glieder und die Verschiedenheiten der Petrefacten, welche sie einschließen, genauer ins Auge zu fassen. In neuester Zeit haben aber gründliche Untersuchungen sowohl die Aufeinanderfolge der Glieder, als die Versteinerungen derselben besser kennen gelehrt, und man theilt demzufolge das, was nach der Berner'schen Schule Uebergangsgebirge hieß, die Schichten zwischen dem Kohlengebirge und dem schieferigen Grundgebirge, jezt in zwey große Abtheilungen.

Die obere Abtheilung, welche wir zunächst betrachten, nennt Murchison Silurisches Gebirge, da er sie vorzüglich in dem Landstrich entwickelt fand, welches das alte Königreich der Siluren bildete, jenes wackeren Celtischen Stammes, der den Römischen Legionen unter den Kaisern Claudius und Nero so tapferen Widerstand leistete.

Die wichtigsten Gesteine sind dichte und schieferige Sandsteine, kieselige und kalkige Conglomerate, dichte und schieferige Kalksteine, Thonschiefer, Grauwacke und Quarzfels. Kiesel-schiefer, Wehschiefer, Brandschiefer, Alaunschiefer, Dolomit, Zeichenschiefer, erscheinen untergeordnet. Die Schichtung ist durchaus deutlich, und die Schichtenstellung höchst verschieden. Aufgerichtete Schichten sind Regel, gebogene häufig, horizontale Seltenheit.

Die Flora des Silurischen Gebirges ist arm. Außer einigen Fucoiden und Calamiten kommen keine anderen erkennbaren Pflanzenreste vor. Die Schalthiere treten dagegen in großer Menge auf, und die Orthoceratiten und Trilobiten, so wie Goniatiten, meist mit ungetheiltem Dorsal, sind

characteristisch. Von Fischen trifft man in dieser Schichtenreihe nur selten einige Reste, und es sind wohl die ältesten Fische der Erde, welche hier gefunden werden, da in tiefern Schichten, von Fischen, überhaupt von Wirbelthieren, bisher noch keine Spur gefunden worden ist. Häufig kommen Crinoiden und Corallen vor.

Die Kalksteine sind, wie in allen Formationen, so auch hier, von besonderem Interesse, da sie die mehrsten thierischen Reste in einem wohl erhaltenen Zustande einschließen. Die Silurischen Kalksteine sind häufig dicht, manchmal von etwas crystallinischem Korn, und haben im Allgemeinen eine dunkle Farbe. Bisweilen erscheinen auch rothe, braune, gelbe u.s.w. Farben von ziemlicher Reinheit, und wenn das Gestein dabey dicht und gleichförmig ist, so wird es als Marmor verarbeitet (Nassau, Belgien). Ofters ist der Kalk auch thonig, schieferig und mitunter conglomeratisch. Die Grauwacke tritt häufig in der schieferigen Abänderung auf.

Der Thonschiefer ist in der Regel ziemlich weich und verwitterbar, manchmal sandig oder kalkig, und der Sandstein ist häufig schieferig, glimmerführend. Einige Abänderungen von conglomeratischer Beschaffenheit ähneln der Grauwacke, werden fälschlich auch mit diesem Namen belegt, und wenn sie schieferig sind, eben so unrichtig Grauwackenschiefer genannt. Der Quarzfels ist bald körnig und dicht, bald schieferig und glimmerführend. Es durchsehen ihn, so wie den Thonschiefer, öfters Trümmer und Schnüre von weißem Quarz.

Sämmtliche Schichten theilen sich in den belgischen, in den deutschen und rheinischen Gebirgen in drey Gruppen.

Die obere Gruppe besteht vorzüglich aus Thonschiefer, Grauwacke und Sandstein, die mehrfältig mit einander wechseln. Im Thonschiefer liegen öfters Kalkbänke. Die verbreitetsten Petrefacten dieser Gruppe sind: *Posidonia Boecheri*, eine Leitmuschel für diese Schichten, *Pecten grandaevus*, *Avicula lopida*, *Orthoceratites striolatus*. In Kalksteinbänken kommen *Goniatiten* mit getheiltem Dorsal-Lobus und gefalteter Schale vor (Erdbach, unserm Herborn in Nassau).

Diese Schichten entsprechen dem Systeme quarzo-schisteux

supérieur, Dumont, das in den Ardennen austritt, und dem Goniatiten-Kalk Erdbachs entspricht der Kalkstein zwischen Huy und Choquier bey Lüttich, und der Kalk zu Stadt Berge in Waldeck, worinn sich mit *Goniatites rostrorsus* auch der gewöhnliche *Encrinit* des Grauwackengebirges (*Encrinites opythonius*) findet.

In Nassau tritt in dieser Gruppe die merkwürdige Schalesteinbildung auf, welche das Ansehen hat, als sey sie in langgezogenen Keilen in den Schichtenverband eingeschoben worden. Sie ist aus manchfaltigen Schalesteinabänderungen, chloritischen Schiefen und aus Kalkmassen zusammengesetzt, und steht in vielfacher Verbindung mit Grünstein und Eisenerzen. Sie trägt alle Kennzeichen einer durch plutonische Wirkungen veränderten Ablagerung.

In dieser oberen Gruppe kommen wenige *Erinoiden* und *Corallen* vor, von welchen die tieferen Schichten so viele enthalten. Bisweilen schließt auch der Schalestein *Petrefacten* ein.

Mittlere Gruppe. Sie besteht aus kalkigen Gesteinen. Ein dichter, grauer, öfters sehr dunkler Kalkstein bildet die Hauptmasse. Seltener treten schleferige und mergelige Abänderungen auf. Manche Schichten dieses Kalksteins werden als Marmor verarbeitet. Aus dieser Gruppe kommt der schwarze Marmor vor Golzinn, nördlich von Namür, und werden zwischen der Sambre und der Maas mehrere graue Marmore gewonnen. Die oberen Lagen sind manchmal thonig oder sandig, und zerbröckeln an der Luft.

In den Rheingegenden tritt der Eifeler-Kalk, so bekannt durch seine Versteinerungen, als Repräsentant dieser Gruppe auf.

Man kann zwey Lagen unterscheiden; die obere durch zahlreiche Exemplare von *Strygocephalus Burtini* bezeichnet, und die untere durch *Corallenreste*, namentlich durch *Cyathophyllen* (*Corniten*), ausgezeichnete Lage. Man heißt erstere *Strygocephalen-Kalk*, letztere *Corniten-Kalk*.

Der *Strygocephalen-Kalk* ist zwischen Bensberg und Heumar, unfern Cöln, auf der Lustheide zwischen Bensberg und jener Stadt, bey Refrath, Gronau, Passrath zu beobachten, sodann auf dem rechten Rheinufer, oberhalb Bill-

mar an der Lahn. Außer den *Strygocephalen* kommen darinn noch gewöhnlich vor: *Gypidium gryphoides*, *Megalodon cucullatum*, *Cardita carinata*, *Conocardium elongatum*, *Turritella bilineata* und *coronata*, *Buccinum arcuatum*, *Euophalus delphinuloides*, *Bellerophon lineatus*, einige Corallen und Crinoideen, dagegen fehlen *Terebratula* und Spirifer beynahe ganz, und die Geschlechter *Orthis*, *Producta*, *Orthoceratites* sind darinn noch gar nicht gefunden worden.

Der Cornitenkalk ist in der Eifel mächtig entwickelt, sodann in Nassau bey Langenaubach, Limburg, Billmar u. a. m. a. D. zu beobachten, und es gehören ihm auch die Kalkschichten von Sivet, diejenigen zwischen der Maas und der Sambre, mehrere des Hundsrückens, des Westerwalbes und des westphälischen Schiefergebirges, des Fichtelgebirges und des Harzes an.

Die Corallen, worunter *Cyathophyllum* am häufigsten erscheint, begleitet von *Calamopora*, *Anthophyllum*, *Stomatopora*, *Heliopora*, *Halysites*, *Harmodytes* u. e. a. erfüllen ganze Lagen, bilden wahre Corallenbänke, und ihre Verästelungen, bisweilen wohl noch in ihrer ursprünglichen Stellung, durchziehen öfters mehrere Schichten, ja selbst abwechselnde Lagen von Kalk und Mergel.

Die Crinoideen, *Melocrinites*, *Platycrinites*, *Actinocrinites*, *Eucalyptocrinites*, *Eugeniocrinites* erscheinen häufig. Von Schalthieren kommen vorzüglich vor: *Terebratula prisca*, *Calceola sandalina*, *Trigonetreta aperturata*, *Strophomena rugosa*, *Megalodon*, *Cardium*, *Euomphalus*, *Bellerophon*, *Cyrtocera*, *Spirula*, einige *Orthoceratiten*, *Goniatiten* mit meistens ungetheiltem Dorsal und ungefalteter Schale, viele *Spiriferen*, wenige *Producten* und *Orthis*, und einige *Trilobiten*, besonders aus dem Geschlechte *Asaphus*.

Dieser Kalk, weniger mächtig entwickelt, als der Kohlenkalk, tritt doch immerhin in bedeutenden Massen auf, und bildet öfters malerische Felsen (Maas-Thal). In der Eifel erscheint in seinem Gebiet auch Dolomit.

Die untere Gruppe besteht wiederum vorzüglich aus Grauwacke, Thonschiefer, Sandstein und Kalkstein. Zu ihr gehört der große Zug der älteren versteinungsreichen, rheinischen Grauwacken- und Thonschieferbildung, die unter dem Cornitenkalk liegenden Schichten in der Eifel, den Ardennen, in den Maasgegenden und wahrscheinlich auch ein Theil des harzischen, sichel- und erzgebirgischen, böhmischen und mährischen Uebergangsschiefergebirges.

Man findet in diesen Schichten fast alle Versteinerungen des Cornitenkalks, zudem noch viele Orthoceratiten, Trilobiten, insbesondere, nebst Asaphus, die Geschlechter Ogygia, Calymene, Trimerus, Diplourra, Paradoxides, Conocephalus, Agnostus. Die Schiefer-, und vorzüglich die Kalkschichten sind öfters so reich an Orthoceratiten oder Trilobiten, daß sie darnach benannt werden.

Die in der Grauwacke und im Sandstein vorkommenden Erinoiden- und Schalthier-Versteinerungen, sind gewöhnlich nur als Steinkerne vorhanden, wie z. B. Encrinurus epithonius, der vorherrschende Encrinurus dieser Gruppe, dessen Steinkerne unter dem Namen Schraubenstein bekannt sind, Spiriferen, welche häufig in diesen Schichten liegen, und deren Steinkerne Hysterolithen heißen. Mitunter sind die Versteinerungen auch verkrüppelt, wie im Thonschiefer von Bissenbach bei Dillingen in Nassau, dessen goldgelbe Goniatiten in so viele Sammlungen übergegangen sind. Der Kalkstein dieser Gruppe ist einer der ältesten petrefactenführenden Kalle, und ihm müssen wohl die Uebergangskalksteine von Elbersreuth im Sichelgebirge, von Prag und St. Petersburg, die Orthoceratitenkalle Schwedens, Norwegens, Nordamericas und mehrerer anderer Gegenden beygezählt werden.

In Schweden liegen in der untern Gruppe des Silurischen Gebirges starke Lagen von Alaunschiefer und Brandschiefer, gemengt mit Bänken von Stinkstein. Im Thonschiefer kommen die sonderbaren Graptolithen vor, die von der Seite betrachtet, das Ansehen einer hackenförmig gezahnten Säge haben; wahrscheinlich ein Polypenstock. Im Kalkstein liegen ungewöhnlich große Orthoceratiten und Trilobiten. Das Kalk-

Steinlager auf Kinnefulle in Westergöthland beherbergt die größten; Orthoceratiten bis zu 6 Fuß und Trilobiten von 1 Fuß Länge.

In England ist das Silurische Gebirge durch Murchison am genauesten untersucht worden. Es zeigt sich dort vorzüglich an der Grenze zwischen England und Wales entwickelt, und ist auch in Süd-Wales, zwischen dem Kohlengebirge und den älteren Schiefermassen verbreitet. Murchison theilt es in folgende 4 Abtheilungen:

a. Ludlow-rocks. Unmittelbar unter dem Old red Sandstone folgt ein dünngeschichteter, grauer Sandstein mit wenig Glimmer. Er schließt ein: *Avicula retroflexa*, *Lepetaena lata*, *Homonolotus Knightii*, *Orthoceras ludlensis*, mehrere Gattungen *Orthis*, *Orbicula*, *Pleurotomaria*, *Serpulites longissima*. Dieses Sandsteinlager (upper Ludlow-rock) ist in den Umgebungen des Schlosses Ludlow in Shropshire entwickelt, sodann beym Schloß Croft in Herefordshire, es bildet den Westabfall der Malvern- und Abberley-Hügel in Worcestershire, die westliche Abdachung der Hügel bey May und dem Schlosse Pain, in Radnorshire und die Treverne-Hügel.

Unter diesem Sandstein liegt ein Kalksteinlager (Ludlow or Aymestry limestone) von grauer und bläulicher Farbe, thoniger Beschaffenheit, und etwas crystallinischem Korn. Es ist durch *Pentomernus Knightii*, *Pileopsis vetusta*, *Terobratula Wilsoni*, *Bellerophon aymestriensis*, *Lingula Lewisii*, *Euomphalus carinatus* und *Calamopora fibrosa* characterisirt. Man beobachtet es vorzüglich um Aymestry in Herefordshire, in einigen Gegenden von Shropshire und zu Sedgley in Staffordshire.

Zu unterst liegen Schichten von schieferigem Sandstein und Schiefer von dunkler Farbe, mit Klauern von erdigem Kalk (Lower Ludlow-rock). Sie enthalten: *Phragmoceras arenatum* und *compressum*, *Asaphus caudatus*, *Lituites corticosus*, *giganteus* und *articulatus*, mehrere Orthoceratiten, namentlich *Orth. pyriformis*, *Orthis dimidiatum* und *gregarium*, *Atripa obovata* u. c. a.

Diese Schichten beobachtet man an den Felsabstürzen von Mocketree und Brindgwood Chase, so wie im Boothop-Thal in Herefordshire, an den Felsabstürzen von Montgomery und an mehreren Orten in Shropshire. In diesen untersten Schichten, vornehmlich aber in den obersten, hat man in neuester Zeit Fischreste gefunden. Ichthyodoruliten und Schuppen von Lepidoideen. Die Abtheilung besitzt eine Mächtigkeit von 2000 Fuß.

b. Dudley and Wenlock rocks. Wenlock-Kalk. Schichten von dichtem, bläulichem, crystallinischem Kalk, und von grauem groberdigem Kalkstein, bilden die obere Lage. Sie sind durch eine außerordentliche Menge von Corallen und Crinoiden ausgezeichnet, und schließen weiter ein: *Calymene Blumenbachii*, *Asaphus caudatus*, nebst mehreren anderen Trilobiten, wie *Homalonotus delphynocephalus*, *Paradoxydes himucronatus* und *quadrimumcronatus*, *Cryptonymus Rosenbergii*, sodann mehrere *Orthoceras*-Gattungen, *Bellerophon tenuifascia*, *Euomphalus rugosus* und *discors*, *Conularia quadrirulcata*, *Terebratula cuneata* u. m. a. In diesen Schichten liegen die Steinbrüche von Dudley, aus welchen in zahlreiche Sammlungen ausgezeichnete Trilobiten-Exemplare übergegangen sind. Man sieht diese Ablagerung besonders in den Umgebungen von Wenlock in Shropshire, in Caermarthenshire und zu Dudley. Unter diesem Kalkstein liegen Schichten von dunkelgrauem, thonigem Schiefer, der wenig Glimmer führt und gewöhnlich Knauer von erdigem Kalkstein einschließt, worinn *Asaphus caudatus*, *Calymene Blumenbachii*, *Orthoceras excentricum*, *nummularium*, *simbriatum*, *canaliculatum*, *Bellerophon apertus*, *Modiola antiqua*, *Terebratula sphaerica*, *Orthis hybrida* und *filosa*, *Leptaena transversalis* u. e. a. vorkommen. Diese Schiefer sind ebenfalls an den oben bezeichneten Orten, an der Westseite der Malvern-Hügel, in Montgomery u. s. w. zu beobachten.

Die ganze Ablagerung der Wenlock rocks hat 1800 Fuß Mächtigkeit.

c. Caradoc-sandstone. Mit diesem Namen bezeichnet Murchison die Schichten von Horderley und der May-Hügel.

Die obere Lage besteht aus thonigem, dünngeschichtetem Kalkstein und aus schieferigem und dünnblättrigem, grauem Sandstein. Darinn liegen: *Pentamerus laevis* und *oblongus*, *Lepetaena sericea*, *Bellerophon acutus* und *bilobatus*, *Asaphus Powisii*, *Trinucleus caractaci* und *fimbriatus*, *Tentaculites scalaris* und *annulatus*, *Atrypa orbicularis*, *Orthis flabellatum*, *callactis*, *alternata* und *bilobata*, das Geschlecht *Cryptolithus*, zahlreiche *Eri-noideen* und einige wenige Corallen.

Die untere Lage besteht aus dickgeschichtetem, rothem und grünem Sandstein und erdigem Kalkstein. Darinn liegen: *Trinucleus caractaci*, *Calymene punctata*, *Nucula Eastnori*, *Orthis testudinaria*, *expansa*, *pecten*, *alternata*, *canalis*, *aperturata* u. m. a.

Diese über 2000 Fuß mächtige Abtheilung hat den Namen *Caradoc*, nach einer höchst malerischen Gegend in Shropshire erhalten, in welcher der berühmte Anführer der Siluren, *Caractacus*, den Römern den letzten Widerstand leistete. Sie ist auch in Worcester-shire, Gloucester-shire, Caermarthenshire und Montgomeryshire entwickelt.

d. *Llandeilo flags and limostone*. Die unterste Abtheilung. Sie besteht aus Sandstein, der häufig als Quaderstein benützt wird, aus dunklem, thonigem Schiefer, Kalkschiefer und kieseligen Conglomeratbänken. Diese Schichten schließen viele Trilobiten ein, namentlich *Asaphus Buchii*. Ihre Mächtigkeit geht bis zu 1200 Fuß. Sie sind zu Llandeilo in Caermarthenshire, bey Builth in Radnorshire, bey Shelve in Shropshire entwickelt.

Diese von Murchison aufgestellten Abtheilungen lassen sich mehr oder weniger mit den Abtheilungen des deutschen Grauwacken- und Schiefergebirges parallelisieren. Eine genaue Vergleichung der betreffenden Continentalschichten mit den Bildungen Englands, wird auch hier wieder neues Licht verbreiten. Buckland glaubt die drey oberen Abtheilungen des englischen, Silurischen Gebirges sowohl am Südrande der Ardennen, und in der Eifel, als auch in Nassau erkannt zu haben.

Terrain anthracifere, Anthracit-Gebirge, nennt

man die beschriebene Gruppe des Uebergangsgebirges wohl mit gutem Grund, da sie viele Anthracit-Lagerstätten einschließt. Zum Silurischen Gebirge werden wir doch wohl zählen müssen, die Anthracit- und Kohlenflöße zu Bully Fragry im Loire Depart., zu Montrelais, Mouzeil, Nort, Languin in der Bretagne, diejenigen bey Killarney, die der Graffschaften Cork und Limerik in Irland, die in Massachusetts, Pennsylvanien und Virginien in Nordamerica, und im nördlichen Devonshire in England.

Pflanzenreste kommen damit sparsam vor. Es sind Reste von Equiseten, Calamiten, Fucoiden. In den pennsylvanischen Anthracit-Revieren sollen auch Farnn vorkommen, und die Pflanzenreste bisweilen in mehreren Fuß starken Schieferlagen in großer Menge liegen.

Diese Kohlenablagerungen sind in der That recht interessant. Sie zeigen an, daß in einer früheren Zeit der Bildung unseres Planeten, in welcher so viele mächtige Meeresbildungen abgesetzt wurden, auch schon festes Land vorhanden und von Pflanzen bekleidet war. So geht denn dem ersten thierischen Leben in den Meeren der Erde, auch schon ein pflanzliches auf dem Land zur Seite. Europa und Nordamerica scheinen in jener entfernten Zeit denselben Entwicklungsgesehen gefolgt zu seyn.

Im hohen Grade ausgezeichnet ist das Silurische Gebirge durch seine Erzführung, durch Mannfaltigkeit und Reichthum seiner Erzlagerstätten. Mehrere wohlbekannte Erzgebirge, d. h. erzführende Gebirge, sind aus seinen Schichten zusammengesetzt. Eisen-, Blei-, Kupfer-, Zink-, Spießglanz-, Kobalt-, Braunstein-, Quecksilber-, Silber-, Gold-Erze kommen darinn vor, auf Gängen und in lagerartigen Massen. Die vielen Eisenerz-lagerstätten des Harzes, des Siegener Landes, Nassaus, des Fichtelgebirges und Voigtlandes, Böhmens u. s. w. liegen darinn, ferner ein großer Theil der Bleyerz-lagerstätten Böhmens, des Harzes, des weiphalischen, siegenschen und rheinischen Gebirges, die Kobaltgänge des Siegenschen, mehrere Kupfererz-lagerstätten Ungarns, des Harzes, des Siegenschen und Dillenburgischen, das Rammelsberger Erz-lager, die Spießglanz-Vorkommnisse an der Ahr, am Harze, in Böhmen, Ungarn,

in Frankreich, die Manganerze von Devonshire, die Quecksilbererze von Almaden, und von Zalathna in Ungarn, die Silber- und Golderze zu Zacatecas und im Norden von Zimapan, in der Kette der Nevados der columbischen Anden u.s.w.

Das Silurische Gebirge des Rheinlandes ist auch reich an Thermen (warmen Quellen), und an Säuerlingen. Aachen, Burgscheid, Ems, Wiesbaden, Schlangenbad, diese bekannten Thermen, entsteigen den Schiefer- und Grauwackeschichten, und ebenso die Sauerquellen von Selters, Fachingen, Geilnau und Schwalbach. An vielen Stellen der Wetterau und zwischen der Lahn und dem Main fließen starke Sauerquellen unbeachtet ab. Auch die Salzquellen der Saline Naheim kommen aus dem Grauwackengebirge, und im Eifeler-Schiefergebirge tritt an vielen Stellen gasförmige Kohlensäure in die Luft aus. Es sind zahlreiche, wahre Kohlensäure-Quellen in der Eifel, und in den Umgebungen des Laacher-Sees bekannt. Darunter ist eine, Birresborn gegenüber, unter dem Namen Brudeldreis bekannt, was so viel bedeutet, als aufkochendes Wasser, und eine andere liegt bey Hezerath unfern Trier, und heißt Bellarborn, d. i. aufwallender Brunnen. An beiden Orten strömt Kohlensäure in einer beckenförmigen Vertiefung aus Spalten des Gesteins hervor. Wenn sich nun Regenwasser in den Becken angesammelt hat, so streicht die Kohlensäure unter Blasenwerfen und Sprudeln durch das Wasser. Beym Brudeldreis hört man das dadurch verursachte Tosen schon in einiger Entfernung. Ist das Wasser ausgetrocknet, so tritt die Kohlensäure frey in die Luft aus. Kleine Thiere, Feldmäuse, Vögel, welche sich in die beckenförmige Vertiefung wagen, finden darinn ihren Tod, da sie in der Kohlensäure-Atmosphäre ersticken.

Alle diese Quellen treten theils in Gegenden auf, wo sich unverkennbare Spuren ehemaliger vulkanischer Thätigkeit vorfinden, theils in der Nähe plutonischer Massen.

Die allgemeine Aufrichtung der Schichten des Silurischen Gebirges, die manchfaltigen Verrückungen, die sie erlitten haben, können wohl, so wie das Auftreten von Thermen und Säuerlingen, in dem Heraufsteigen der vulcanischen und plutonischen

Massen, in ihrem Eindringen in die Schichten, oder in ihrem Durchbruch ihren Grund haben.

Vielfältig steht man Grünslein, Granit, Porphyr, Syenit, Basalt u. s. w. in den Schichtenverband eingeschoben, und dadurch den Zusammenhang derselben unterbrochen.

Die Formen des Silurischen Gebirges sind je nach Mächtigkeit, Schichtenstellung und Erhebung sehr verschieden, und im Wesentlichen dieselben, wie bey der tieferen Gruppe, weshalb bey Beschreibung dieser, das Weitere hievon.

Die Verbreitung ist sehr groß und oben schon vielfach speziell angedeutet. Zwischen der Maas und dem Rhein tritt das Silurische Gebirge mächtig auf an den Ardennen, an der Hohen Veer, in der Eifel und in den Moselgegenden bis zum Hundsrück; jenseits des Rheins im westphälischen und siegenschen Gebirge, am Westerwald, in der Wetterau und am Taunus, sodann am Fichtelgebirge, im Voigtlande und am Harz.

In Böhmen erfüllt es das Land zwischen den westlichen Zuflüssen zur unteren Moldau, es ist ferner in Mähren, an den Karpathen, in Süd-Polen, in Süd-Schweden, in Norwegen, im Westen und Süden von England, im Süden von Schottland entwickelt, in Irland, in der Bretagne, in den Umgebungen von Carcassonne, an den Pyrenäen, in den östlichen Norischen Alpen und in West-Ungarn. In Russland kennt man es am Ural und in der Gegend von Petersburg. In großer Verbreitung erscheint es ferner in Nordamerica, in Mexico, Peru und Brasilien. In Afrika hat man analoge Bildungen am Cap, im Süden der nubischen Wüste und im Berberland beobachtet.

4. Cambrisches Gebirge.

Syn. Terrain de Transition inférieure, Terrain ardoisier; Älteres Uebergangsschiefergebirge.

Als Unterlage des Silurischen Gebirges erscheint an vielen Orten eine beynahe versteinungsleere Reihe von Schichten, welche in neuester Zeit Sedgwick genauer untersucht und Cambrisches System genannt hat, da er sie in England, vorzüglich in denjenigen

Gegenden studierte, welche die *Cambrian Mountains* einnehmen. Sedgwick unterscheidet drey Abtheilungen.

a. *Plynlimon-rocks*. Grauwacke und Thonschiefer mit Bänken von Kieselconglomerat. Der hier auftretende Thonschiefer ist dunkel gefärbt, hart, dünnschieferig und hat gewöhnlich eine solche Beschaffenheit, daß er in Platten zu verschiedenen Zwecken, und namentlich zu Dachungen benützt werden kann. Er schließt bisweilen einige Corallen und Zooiden ein. Die Grauwacke ist sehr fest, vorherrschend grobkörnig, mitunter schieferig und schließt Fragmente von Thonschiefer ein. Diese Lage ist mehrere tausend Fuß mächtig.

b. *Bala limestone*. Bala-Kalk. Dunkler, dichter Kalkstein und Kalkschiefer. Enthält einige Corallen und Terebrateln. Von geringer Mächtigkeit.

c. *Snowdon-rocks*. Verschiedenfarbige Thonschiefer, von feinem Korn und ausgezeichneter Schieferung, mit Grauwacke und Kieselconglomerat. Schließt einige Corallen (*Cyathophylla*) und Terebrateln ein. Die Mächtigkeit beträgt einige tausend Fuß.

Diese Schichten sind über einem großen Theil von Cumberland, Westmoreland und Lancashire verbreitet, sehen malerische Gebirgsgegenden von Nord-Wales zusammen, erscheinen am Abfall des Grampiangebirges im Westen von Schottland, umsäumen das Grundgebirge Irlands, treten mächtig in Cornwall auf, auf Anglesea und der Insel Man.

Eine scharfe Trennung derselben von den untersten Schichten des Silurischen Gebirges findet nicht statt. Eben so wenig möchte die Trennung vom crystallinisch-schieferigen Grundgebirge mit Schärfe geschehen können, da die Thonschiefer gar oft in Talk- und Chloritschiefer, selbst in wahren Glimmerschiefer übergehen, und den petrefactenleeren, crystallinischen Schiefen enge verbunden sind. Viele dieser Schichten haben nach ihrem Absätze offenbar eine Veränderung erlitten, bey welcher sie aus dem Zustande mechanischer Absätze, vermöge einer chemischen Action, in einen crystallinischen Zustand übergegangen sind, und bey welchem sich wahre Crystalle gebildet haben. Das zeigen die Crystalle von Chiasolith, Granat, Glimmer, Chlorit, Magnetkisen, Talk und die Uebergänge des Thon-

schiefers in Chloritschiefer, Talkschiefer, Glimmerschiefer doch wohl deutlich an. Der durchaus festere Zustand des cambrischen Thonschiefers, seine häufig zu beobachtende Sprödigkeit und ungewöhnliche Härte, verbunden mit einer Spaltbarkeit nach Richtungen, welche diejenigen der Schichtungsflächen unter großen Winkeln schneiden, läßt vermuthen, daß dieser Schiefer nach seinem Absatze aus den Gewässern gehärtet worden ist. Nehmen wir an, daß diese Härtung durch eine hohe Temperatur bewirkt worden seye, so stimmt es mit alten Erfahrungen gegenwärtiger Zeit und mit den bekannten physikalischen und chemischen Thatsachen gut überein. Wir vermögen auch einzusehen, wie crystallisierte Silicate, diejenigen des Granats, Glimmers u.s.w., sich bey einer höheren Temperatur bilden, und müssen zugeben, daß Crystalle von Magneteisen dabey entstehen können, da wir sie so häufig in geschmolzenen Gesteinen, Laven, Basalten antreffen.

Die Masse des ältesten Thonschiefers, die häufig mit Grauwacke wechselt, ist offenbar eine Sedimentbildung. Das Verhalten zur Grauwacke, diesem aus Bruchstücken zerstörter älterer Gesteine gebildeten Conglomerate, worinn wir so allgemein verbreitet Feldspathkörner finden, zeigt dieß unzweydeutig an. Die Uebergänge dieses Schiefers in die ganz crystallinischen Bildungen des Chlorit-, Talk- und Glimmerschiefers sind vielfach und von ausgezeichneten Geologen nachgewiesen worden, und können von Jedem selbst leicht beobachtet werden.

Die Metamorphose der cambrischen Gesteine tritt an den Pyrenäen, in der Bretagne, in den Alpen, an den Sudeten, am Harz, im Fichtelgebirge u.s.w. so deutlich hervor, daß sie der Beobachtung nicht entgehen kann.

In Deutschland bestehen die ältesten Schichten des Uebergangsgebirges in der Regel aus harten und spröden Thonschiefer-Abänderungen, welche man in der Nähe des schieferigen oder plutonischen Grundgebirges manchfaltig modificiert, in Hornfels (Harz), in Gneis (Fichtelgebirge) in Glimmerschiefer (Sudeten) übergehen sieht. Fr. Hoffmann sagt in seiner »Uebersicht der orographischen und geognostischen Verhältnisse vom nordwestlichen Deutschland,“ 2te Abtheilung: Kaum würde man ahnen können, was hier (an den Quellen der Saale im Fichtelgebirge)

vorgeht, belehrten uns nicht die Erscheinungen, sobald wir uns den Granitkuppen nähern, daß hier von einer wirklichen, tausendfach modificierten Umwandlung der Thonschiefer in eine unzweydeutige Gneismasse die Rede sey. Grauwacke und veste quarzige Sandsteine oder Quarzfelsarten kommen gewöhnlich mit dem Thonschiefer engverbunden vor. Dachschiefer, Wehlschiefer, Kiefelschiefer, einzelne Kalklagen erscheinen untergeordnet.

Die Schichten des Cambrischen Gebirges sind stark aufgerichtet, wie diejenigen des Silurischen Gebirges, und haben, wie diese, manchfaltige Berrückungen erlitten. Die Aufrichtungen und öfters so gewaltigen Zerrüttungen dieser beiden großen Gebirgsbildungen haben im Allgemeinen vor der Ablagerung des Hauptsteinkohlegebirges stattgefunden, denn man sieht in den mehrsten Gebirgen die Steinkohlenbildung ungleichförmig auf das aufgerichtete Schiefergebirge abgelagert.

Zahlreiche Granit-, Syenit-, Porphyr-, Grünstein-Massen haben dasselbe gehoben, aufgerichtet, sind zwischen seine Lagen eingedrungen, oder haben dieselben durchbrochen und die Schichten zersprengt. Als eine Folge derartiger Zerrüttungen erscheinen manche enge, felsige Querthäler in diesen Schiefergebirgen.

Die zahlreichen Sprünge und Spalten, welche dabey entstehen mußten, sind zum großen Theil mit Erzen ausgefüllt, und man findet daher auch im ältesten Uebergangsgebirge viele Erzlagerstätten. Eisensteinvorkommnisse im Fichtelgebirge, in den Ardennen u. s. w. gehören hieher, die Zinn- und Kupferlagerstätten von Cornwall, der reiche Silbergang zu Guanaxuato, die reichen Silbergänge zu Tasco und Tehuilotepic in Mexico, die Spath-eisenlagerstätten zu Vorderberg und Eisenerz in Steyermark u. s. w.

Die Formen des Silurischen und Cambrischen Gebirges sind sich im Ganzen sehr ähnlich. Letzteres erscheint häufig in einem höheren Niveau, da es, angelehnt an crystallinische und plutonische Massen, mit diesen höher gehoben worden ist, als die entfernteren silurischen Schichten.

Bey mächtiger Entwicklung und starker Aufrichtung der Schichten sieht man tiefe, enge und felsige Thäler, mit steilen und trümmerbeladenen Gehängen, und diese öfters durch treppen-

artige Absätze der Schichtenköpfe des Schiefers ausgezeichnet (Rheinthal zwischen Bingen und Coblenz, Moselthal, Ahrthal). Sind die Kalkmassen vorwaltend, so bilden sie meistens ausgezeichnete Felsen, in den verschiedenartigsten, rauhesten und wildesten Gestalten, nicht selten unersteigliche, mächtige Felswände, Höbner und Zacken (Hybichenstein am Harz, oberes Salzathal in den östlichen Alpen, Shropshire und Montgomery in England).

Erreichen die Massen keine bedeutendere Höhe, und sind die Schichten, wenn auch in aufgerichteter, doch auf größere Strecken in gleichförmiger Stellung, so zeigt das Grauwacken- und Thonschiefergebirge breite, kuppige und flachgewölbte Berge oder langezogene Rücken, und ermüdet durch Einförmigkeit seiner Formen (Ardennen).

Am mächtigsten tritt das Thonschiefer- und Grauwackengebirge in den Anden auf. Es setzt dort die ganze große Masse der östlichen Cordilleren, im Norden der Parallele von 17° S. zusammen, und constituirte den Nevado von Sorata und den Illimani, die Colossen der neuen Welt. Es ist von vielen goldführenden Quarzgängen durchzogen, welche die alten Peruaner in einer Höhe von 16,000 engl. Fuß, lange vor dem Einfall der Europäer, abgebaut haben.

Die Verbreitung des Cambrischen Gebirges ist ziemlich derjenigen des Silurischen Gebirges gleich. In Brasilien, so wie am Ural, scheint es die ursprüngliche Lagerstätte des Demants zu seyn.

Die verschiedenen Gebirgsbildungen, welche wir in ihrer regelmäßigen Aufeinanderfolge angeführt und beschrieben haben, finden sich auf diese Weise entwickelt, kaum irgendwo alle zusammen in unmittelbarer Verbindung, von den obersten bis zur untersten. Bald fehlt in einer Gegend diese oder jene Bildung. Jüngere Schichten liegen häufig nicht unmittelbar auf den nächstfolgenden ältern, sondern häufig, wenn diese fehlen, auf viel tieferen, die bey vollkommener Entwicklung aller Schichten durch eine große Zwischenreihe davon geschieden sind. So sieht man im nördlichen Frankreich die Kreidebildung unmittelbar auf dem Hauptsteinkohlengebirge liegen, am Schwarzwalde den

Bunten Sandstein unmittelbar auf dem Todtliegenden ruhen, und dieses an vielen Stellen auf dem Grundgebirge. Bey Teplitz liegt der sächsische Quadersandstein auf Gneis, bey Carlsbad das Braunkohlegebirge auf Granit, bey Wiesbaden das Tertärgebirge auf dem Grauwackengebirge, bey Baden-Baden das Rothliegende auf Thonschiefer u.s.w.

Die Reihenfolge der beschriebenen Gebirgsbildungen ist ein Resultat aller bisherigen Beobachtungen in den verschiedensten Theilen der Erde. Das beobachtete Vorkommen der gleichartigen Bildungen an den entferntesten Orten und in allen Zonen beweist, daß die Verhältnisse, unter welchen in den verschiedenen Perioden der Bildung der Erdrinde Schichten sich absetzten, ganz allgemein verbreitet waren. Locale Umstände haben dabey vorzüglich auf die Beschaffenheit der Gesteine eingewirkt, und Verschiedenheiten hervorgerufen, wie sie die geognostischen Aequivalente zeigen.

Grundgebirge.

Syn. Unteres schieferiges und versteinungsloses Gebirge; Urgebirge; Terrains primitifs; Primary rocks.

Unter dem Cambrischen Gebirge liegt eine mächtige Masse petrefactenleerer, crystallinischer Gesteine. Sie besitzen eine ausgezeichnete blätterige oder schieferige Structur, zeigen aber keine deutlich ausgesprochene Schichtung. Da sie die tiefste, also die älteste Lage ausmachen, so hat man sie nicht unpassend mit dem Namen Grundgebirge belegt.

Nach oben ist das schieferige Grundgebirge häufig durch die allmähligsten Uebergänge mit den Thonschiefern des cambrischen Gebirges verbunden. Was unter demselben liegt, ist theils unbekannt, theils sehen wir plutonische Massen darunter, aber niemals ohne dessen Verrückung aus der horizontalen Lage, so daß wir diese massigen Gesteine als spätere Bildungen ansehen müssen.

Beym Eintritt in das Grundgebirge treten uns lauter crystallinische Bildungen entgegen. Nichts mehr, was an Sedimentbildungen erinnert; keine conglomeratischen Gesteine.

Glänzende Crystalle erfüllen die Gesteine oder crystallinische Gestalten, und ziehen den Mineralogen und Mineraliensammler an. Drusenträume geben ihnen reiche Ausbeute der schönsten und verschiedenartigsten Mineralindividuen. Hier ist alles Product chemischer Action.

Als Hauptmassen treten im crystallinisch-schieferigen Grundgebirge Gneis und Glimmerschiefer auf; Chlorit-, Talk- und Hornblende-Gesteine erscheinen in kleineren Partien; untergeordnet körniger Kalk, der feldspathige Weißstein, Quarzfels und der granatreiche Ecklogit.

Der Gneis tritt in der größten Verbreitung und Ausdehnung auf. Er bedeckt ununterbrochen in einigen Ländern Tausende von Quadratmeilen, und erscheint in den mannichfaltigsten Abänderungen; einerseits in Annäherungen zum Weißstein und Granit, andererseits zum Glimmerschiefer. In untergeordneten Massen, stock- oder lagerartig, erscheinen darinn körniger Kalk, Quarzfels, Ecklogit (Fichtelgebirge), Weißstein (Naviest in Polen, Penig in Sachsen), Hornblendegesteine, und durch Uebergänge steht man ihn verlaufen in Chloritschiefer und Talkschiefer. Durch Ueberhandnehmen von Feldspath wird er dickblättrig, granitisch. Abänderungen dieser Art spalten sich in der Regel leicht in einer Richtung, welche die Glimmerlage ziemlich lothrecht schneidet. Die Schieferung ist niemals auf große Entfernungen gleichförmig, dagegen häufig gebogen, verschiedenartig gekrümmt und gewunden. Was man auch von wahrer Schichtung des Gneises sagen mag, so kann es doch nur nothdürftig für einzelne kleine Stellen als Annäherung dazu gelten, da die Gneisblätter niemals auf größere Strecken und unter sich in Parallelismus fortliegen, wohl aber nach Fallen und Streichen auf ganz kurze Distanzen so sehr variiren, daß eine Regel dafür anzugeben kaum möglich ist. Die Uebergänge in Granit zeigen auch deutlich an, daß man kein Sediment-Gestein vor sich hat, und die unbefangene Betrachtung der Structur des Gneises muß ihre Vergleichung mit der Schichtung, und jeden Gedanken daran, sogleich verdrängen.

In den Alpen wird der Glimmer des Gneises öfters durch Talk oder Chlorit ersetzt. Solche Abänderungen hat man Protogyn

genannt, in der irrthümlichen Meynung, daß dieses Gestein das älteste der Alpen seye. Man sieht es in den Umgebungen des Mont-Blanc in den westlichen, am Splügen und Bernina in den östlichen Alpen. Dieser Protogyn ist gewöhnlich dickblättrig, granitisch.

Der Glimmerschiefer steht in mehreren Gebirgen, namentlich in den Alpen und in den Subeten, nach oben, in einer nahen Verbindung mit Thonschiefer, welcher, so viel man bis jetzt weiß, petrefactenleer ist. Man hat ihn deßhalb auch mehrfältig zum Grundgebirge gewählt, und auch Urthonschiefer genannt, obgleich seine Sedimentnatur unverkennbar, und er darnach zum Sedimentgebirge zu rechnen ist.

Im Innern der Glimmerschiefer-Masse sieht man die zahlreichen Abänderungen des Gesteins, seine Verknüpfung mit Gneis, Chlorit- und Talkschiefer, Hornblendeschiefer, seinen Uebergang in schieferigen Quarzfels, durch Ueberhandnehmen und Zusammenschießen der Quarzkörner. In Brasilien geht aus einer ähnlichen Veränderung des Talkschiefers der Itacolumit hervor, der sogenannte Gelenkquarz oder biegsamer Sandstein, ein quarziger Talkschiefer (S. 497). Er hat große Verbreitung im brasilischen Gebirge, und steht mit einer anderen interessanten Schiefermasse, dem Eisenglimmerschiefer, in Verbindung.

Mehrfältig liegen Massen von körnigem Kalk im Glimmerschiefer, theils in unregelmäßigen, stockförmigen, massigen Parthien, theils lagerartig und in regelmäßige Bänke abgetheilt, und mit Glimmer oder Talkblättern auf den Schichtungsflächen. Auf solche Weise kommen die schönen Marmore zu Laas und Schlanders in Tyrol vor, die vielen körnigen Kalkmassen in den Salzburger Alpen, im Schlessischen Gebirge u. s. w. Auch Dolomite liegen mehrfältig im Glimmerschiefer.

Ganz ausgezeichnet ist der Glimmerschiefer und die ihn begleitenden Chlorit- und Talkschiefer durch Einschluss zahlreicher und schön crystallisierter Mineralien. Vor allen erscheint der Granit in großer Menge, sodann Cyanit, Staurolith, Hornblende, Bitterspath, Pistazit, Magneteisen, Titanit, Rutil, Andalust, Smaragd u. s. w. Eine interessante Fundstätte von Mineralien

ist die in Glimmerschiefer eingeschlossene Dolomitmasse bey Campo-Longo am Gotthardt, allwo namentlich auch die schönen, grünen Turmaline und die blauen Corunde gefunden werden.

Die Blätterlagen des Glimmerschiefers sind gewöhnlich dünn, häufig wellenförmig gekrümmt und verschiedenartig, bisweilen selbst im Fickzack, gebogen. Die kleineren Quarz- und Kalklager machen gewöhnlich alle Biegungen mit.

Der Quarzfels ist oft sehr rein und crystallinisch, in Bänke abgesondert und bisweilen bergestalt körnig, daß er sandsteinartig ausseht.

Diese verschiedenen Gesteine des Grundgebirges beobachten durchaus keine als Regel geltende Aufeinanderfolge. Sie wechseln häufig auf verschiedene Weise mit einander ab, verlaufen in einander und gehen selbst in massige crystallinische Bildungen über. Die Lagerungsfolge: Thonschiefer, Glimmerschiefer, Gneis, ist zwar in manchen Gebirgen beobachtet worden, aber in weit mehr Fällen hat man Ausnahmen davon, und den angeführten verschiedenartigen und mehrfachen Wechsel dieser Bildungen gesehen.

In der Regel liegen nun Glimmerschiefer, Gneis u. s. w. immer unter den petrefactenführenden Schichten, als deren Grundlage. Das Daraufliegen jener, so wie die Bruchstücke, welche sie von den crystallinisch-schieferigen Gesteinen einschließen, zeigen deutlich an, daß sie jünger sind. An mehreren Puncten sieht man indessen diese crystallinischen Gesteine auf den neptunischen Schichten liegen, oder in einer solchen Verbindung mit petrefactenführenden Lagern, daß sie nur durch späteres Eindringen in die schon vorhandenen Sediment-Schichten in dieselbe gekommen seyn können, und demzufolge auch erst später, nachdem die aus Wasser abgesetzten Schichten schon gebildet waren, ihre gegenwärtige Stellung eingenommen haben.

Der ausgezeichnetste Punct dieser Art ist in den Berner Alpen, im Urbach-Thal. Im Urbach-Sattel, zwischen diesem Thal und dem Rosenlavi-Gletscher, sieht man in einem Profile von nahezu 5000 Fuß Höhe, von dem Rosenhorn her (Fig. 25) ganz deutlich vier bis fünf Gneis-Keile in den Kalkstein des Stellihorns hineinsetzen. Der Kalkstein ist

zwischen den Keilen körnig, zum Theil bunt gefärbt und von Talkblättchen durchzogen, zum Theil von der Beschaffenheit der Rauhwacke. Der Gneis hat die Beschaffenheit des Protogyns. Dieses merkwürdige Verhältniß, auf welches zuerst Hugi in seinen „Alpenreisen“ im V. Abschnitt aufmerksam gemacht, und sodann Studer später genau beschrieben hat, findet seine Erklärung in der Annahme, daß der Gneis von unten in das aufgesprengte Kalkgebirge eingedrungen ist. Er müßte sich dabey in einem weichen Zustande befunden haben, sonst hätte er nicht die Spalten des Sedimentgebirges ausfüllen können. Der Kalkstein des Ostelhorns und des Engelsstocks gehört zum Juragebirge, und der Gneis ist an dieser Stelle, also erst nach der Bildung der Jura-Schichten, in seine jetzige Stellung gekommen.

Solche und ähnliche Lagerungsverhältnisse zwischen den crystallinisch-schieferigen Gesteinen und den petrefactenführenden Formationen, hat man am Schwarzwalde, im Fichtelgebirge, im Erzgebirge, in Schottland und in mehreren anderen Gebirgen beobachtet, so daß sie nicht zu den sehr seltenen Erscheinungen gehören. Sie schließen sich denjenigen an, welche wir zwischen Sediment-Schichten und plutonischen Gesteinen häufig wahrnehmen, in welche sich auch die crystallinischen Schiefer verlaufen.

Von ganz besondere Bedeutung ist die Erzführung des crystallinischen Schiefergebirges, und insbesondere des Gneises. In ihm liegen die vielen und weichen Gänge des sächsischen und böhmischen Erzgebirges, ein großer Theil der Gänge des Schwarzwaldes, die vielen Gänge in den Salzburger Alpen u. s. w., auf welchen Gold-, Silber-, Kobalt-, Kupfer-, Bley-, Eisen-, Spießglanz-, Zink-, Arsenik-Erze vorkommen.

Namentlich ist auch das nordische Gneisgebirge metallreich. Im Gneisgebirge Scandinaviens liegen die meisten Erzlager von Eisen, Kupfer und silberhaltigem Bleyglanz. Diese Erzlager sind meistens stockförmig und bisweilen von ungeheurem Umfang. Hierhin gehört das Erzlager von Fahlun, von Sala, die Dannemora-Eisenerzlagerstätte und die gigantischen Eisenstein-Lager von Lappmarken, von welchen der Gollivareberg, 22 Meilen von der Stadt Luleå entfernt,

sich beynahe bis zur Alpenhöhe erhebt, 8000 Ellen Länge und 3 bis 5000 Ellen Breite hat, und seiner ganzen Masse nach aus magnetischem Eisenerz besteht.

Diese nordischen Eisenlager widerstehen der Witterung länger als der sie umgebende Gneis, bleiben stehen während jener zerfällt und seine Massen niedriger werden, und stehen dann als wahre Eisenberge da.

Der Glimmerschiefer ist ebenfalls metallführend, doch im Allgemeinen nicht so metallreich als der Gneis. In ihm liegen viele Gänge, die Bleyglanz-Blende und Eisenspath führen, in den Salzburger Alpen, auch setzen die gold- und silberführenden Gänge aus dem Gneis dieser Alpengegend in Glimmerschiefer über, verlieren aber bald den Gold- und Silbergehalt. Es liegen darinn die edeln Silbergänge von Kangsberg, die Goldgänge von Andelfors, die Gänge von Kupferberg und Gieren in Schlesien, mehrere Kupfergänge in Ungarn, die Kupfererze von Abraas in Norwegen, mehrere Eisenstein- und Bleyglanzlager des schlesischen Gebirges, die Kobaltlagerstätten von Lunaberg und Skuttwud in Scandinavien. Bey Goldenstein in Mähren, bey Hafnerzell, unfern Passau, am Pic du Midi en Bigorre liegt Graphit im Gneis und Glimmerschiefer.

Die Mächtigkeit der crystallinischen Schiefer ist außerordentlich groß. Man sieht sie häufig mehrere Tausend Fuß mächtig, und in allen Höhen vom Meerespiegel an (die Schieren längs des scandinavischen Westlandes) bis zu Höhen von mehr als 12,000 Fuß (Alpen). Sie ragen gewöhnlich über die Sedimentbildungen hervor; öfters aber sieht man sie auch nur am Fuße eines vorzüglich aus petrefactenführenden Schichten zusammengesetzten Gebirges, oder erst im Hintergrunde der Thäler.

Die Formen sind manchfaltig. Bey geringer Höhe der Massen sind die Umrisse der Berge sanft, gerundet, und die Thäler mulden- und wannenförmig. Große zusammenhängende und niedrige Gneis- und Glimmerschiefermassen setzen wellenförmige Bergebenen und Plateaus zusammen. Erreichen sie aber eine bedeutende Höhe, und liegen viele untergeordnete Massen von Quarzfels und Kalkstein darinn, dann treten auffallendere

Formen auf. Hohe, langgezogene Rücken, mit steilem Abfall und oft felsigen oder, zumal im Gneisgebirge, ganz steilen, mauerartigen Gehängen, schließen tiefe Thäler ein. Die Gipfel sind ausgezackt und zerrissen, wenn Quarz- und Kalkmassen, oder quarzige Gneise, dieselben bilden. Auf dem Kamm erheben sich einzelne domförmig oder parabolisch gewölbt, wenn ihn die Schiefer allein zusammensetzen. Die Querthäler sind gewöhnlich eng, mitunter tiefe, von steilen und hohen Felsenmauern eingeschlossene Spalten (Schwarzwald, Höllenthal).

Im Alpengebirge setzen sie colossale Berge zusammen. Die Formen überraschen hier durch Größe, und häufig auch durch Reinheit und Mildheit. Mächtig hohe Ketten, mit scharfen Gipfeln und steilen Abfällen, steigen über einander auf und umschließen lange und tief eingerissene Thäler. Die härteren Gesteine bilden an diesen öfters wilde Felsen und schauerliche, gigantische Felsentreppen (Tauern). Die stark verwitternden Glimmerschiefergehänge sieht man häufig, zumal wenn sie unbesetzt oder durch kahlen Abtrieb nackt gemacht, allen Angriffen der Witterung preisgegeben sind, tief eingefurcht; in lange, von der Höhe gegen den Fuß herabziehende, und gegen diesen immer weiter und tiefer werdende Schründe graben sich die Wasser ein und führen unermessliche Schuttmassen durch diesen herab in das Thal und über fruchtbare Gefilde. Der sonst so wohlthätige Regen eines Gewitters zerstört hier oftmals die Erndte einer ganzen Gemeinde (Binschgau in Tyrol).

Der Gneis zeigt immer rauhere Formen als der Glimmerschiefer, da er härter ist, und wenn er viel Quarz und Feldspath führt, langsam verwittert. Er bildet im Hochgebirge daher nicht selten scharfe Hörner, wie z. B. das *Tristanhorn* über dem Urbachthal (Fig. 26, nach Hugi, welche zugleich die Ansicht einer zwischen Protogyn eingetheilten Kalkmasse gibt). Die Gehänge zeigen gewöhnlich viele treppenartigen Vorsprünge der über einander liegenden Gneisplatten, und sind dadurch ersteiglich. In der Regel zeigt sich etwas Graswuchs auf solchen Stellen, den die Gaisen (Ziegen) aussuchen. Der Aetpler nennt den Gneis deshalb in einigen Gegenden der Schweiz *Gaisberg*.

Die Quellen des Grundgebirges zeichnen sich im All-

gemeinen durch eine große Reinheit aus, und ihr Wasser ist zu vielen Zwecken wie destillirtes Wasser zu gebrauchen, da es gewöhnlich, außer Spuren von Kochsalz und etwas Kohlensäure, keine anderen fremden Substanzen enthält.

Mehrfältig entspringen aber auch Mineralquellen feinen Lagen, und zwar Thermen und Säuerlinge. In den Alpen erscheinen unter solchen Verhältnissen die warmen Quellen von Naters, Leuk, Bagnes, Chamouny, St. Germain, Aix les Bains, Moutiers, Weida, Petersthal, Bagno di St. Martino, Gastein u.s.w. Auch aus dem schlesischen Gneisgebirge (Landeck), aus dem Grundschiefergebirge Neu-Andalusiens, Venezuelas und der Insel Trinidad kommen heiße Quellen. Die Quellen von Baden-Baden treten aus Conglomeratschichten hervor, die auf Gneis ruhen.

Säuerlinge kommen in großer Zahl aus dem Gneisgebirge des Schwarzwaldes hervor. Die Quellen von Rippoldsau, Griesbach, Petersthal, Antogast, sind bekannt. Auch im Fichtelgebirge, in Böhmen quellen viele Säuerlinge aus den crystallinischen Schiefen hervor.

Ihre Verbreitung ist ganz allgemein. Sie bilden die Hauptmasse der Centralkette der Alpen, treten in den Pyrenäen, an den Cevennen, in Limousin, an den Vogesen, am Schwarzwalde, Obenwalde, Spessart, im Fichtelgebirge, am Thüringerwalde, im Erzgebirge stark entwickelt auf, am Harz aber nur sehr untergeordnet. Im Norden setzen sie die Hauptmasse des scandinavischen Gebirges zusammen, und überdecken in außerordentlicher Ausdehnung Schweden und Norwegen. Sie erscheinen auf Grönland, in Schottland, am Ural, in Nordamerika, im Aequinoctial-America, in Brasilien, auf den griechischen Inseln, am Himalaya u.s.w.

II. Classe.

Massige Gebirgsbildungen.

Syn. Ungeschichtete Gebirgsarten; abnorme Felsmassen.

Auf den ersten Anblick unterscheidet man diese Gebirgsbildungen von den geschichteten und crystallinisch-schieferigen durch den gänzlichen Mangel dieser Structur-Verhältnisse und ein unregelmäßiges, häufig isolirtes Auftreten. Das vorwaltende Gefüge der Gesteine ist körnig, und an der Stelle der plattenförmigen Absonderung erscheinen eigenthümliche, durch den crystallinischen Character der Massen bedingte Structurverhältnisse.

Der Glimmer und die damit gewöhnlich vorkommenden blätterigen Mineralien, Talc und Chlorit, treten in diesen Gesteinen sehr zurück, wogegen Feldspathe, Hornblende und Augit vorherrschend und als Hauptbestandtheile der Gebirgsarten dieser Classe vorkommen. Auch der Quarz, so verbreitet und vorwaltend in den geschichteten Bildungen, und selbst noch in den crystallinischen Schiefen, tritt mehr zurück, und fehlt sogar bey einer grossen Zahl hierher gehöriger Gesteine, namentlich bey den augitischen, vollkommen. Dagegen sind viele derselben von schwarzen Körnern des magnetischen Eisenerzes erfüllt, und enthalten öfters auch Titaneisen und Chromeisen.

Viele massigen Gesteine haben ganz dieselben Bestandtheile, aus denen die crystallinisch-schieferigen zusammengesetzt sind, so z. B. hat Granit dieselben Bestandtheile wie der Gneis. Der Unterschied liegt einzig in der Structur. Wir haben auch gesehen, daß sie vielfältig ineinander verlaufen, und haben ferner den Uebergang von Sedimentbildungen, z. B. des Thonschiefers, in crystallinische Gesteine kennen gelernt, und dabey in Betrachtung gezogen, daß solche Umwandlungen nur durch eingetretene chemische Action erfolgt seyn können, welche zunächst durch Erhitzung der Massen rege gemacht wurde.

Die massigen Gesteine haben theils den Character völlig geschmolzener Massen, theils solcher, deren Bildung unter Einfluß einer hohen Temperatur erfolgt ist. Jene schmelzen heute noch in den Vulcanen, und heißen deshalb auch ganz passend vulcanische Gesteine; die letzteren zeigen durch ihr Vorkommen unzweydeutig an, daß sie von unten herauf, daß sie aus dem Erdinnern emporgestiegen sind, und heißen plutonische Gesteine, da ihre Bildung im Reiche des Pluto, des griechischen Gottes der Unterwelt, stattgefunden hat.

I. Ordnung. Vulcanisches Gebirge.

Syn. Terrains vulcaniques; volcanic rocks.

Das vulcanische Gebirge ist aus Gesteinen zusammengesetzt, die theils im geschmolzenen und durch Hitze erweichten, theils im festen Zustande, durchgeglüht, mehr oder weniger zerstoßen und zerrieben aus dem Erdinnern an die Oberfläche gehoben, darüber ergossen, oder durch Auswurf verbreitet worden sind.

Wenn man im gewöhnlichen Leben von Vulcanen spricht, so versteht man darunter alle Berge, aus welchen unterirdisches Feuer und geschmolzene Materien ausbrechen, und unter vulcanischen Erscheinungen begreift man auch alle Rauch-, Dampf- und Gasausströmungen, alle Wasser-, Schlamm- und Bitumen-Ergüsse, die aus dem Innern der Erde hervortreten. Die Eingebornen des ehemaligen spanischen Americas und der Philippinen unterscheiden nach v. Humboldt sogar förmlich zwischen Wasser- und Feuer-Vulcanen. Sie nennen Wasservulcane die Berge, aus welchen bey heftigen Erdstößen von Zeit zu Zeit unterirdische Wasser mit dumpfem Krachen ausbrechen.

Dieser Sprachgebrauch vereinigt Phänomene, die unzweydeutig zusammenhängen, wenn sie mit Vulcanismus, im weitesten Sinne des Wortes, alle Erscheinungen bezeichnen, die von der Reaction des inneren, flüssig gebliebenen Theils unseres Planeten, gegen seine vrydierte, erdige und erhärtete Oberfläche, herrühren. Die große Mannichfaltigkeit der dazu gehörigen Massen und die verschiedenartigen Erscheinungen lassen sich, unter gewisse Abtheilungen gebracht, leicht auffassen.

gilde verhalten und alle die man in der Natur findet.

Bulcane.

Bulcane, im geognostischen Sinn des Wortes, sind einzelnstehende, steil emporsteigende Kegelferge oder Dome, welche durch einen offenen Schlund (Crater), und eine von diesen aus in die Tiefe gehende Spalte, eine fortwährende Verbindung zwischen dem Erdbinnern, dem Herde ihrer eigenthümlichen Thätigkeit und der Atmosphäre unterhalten, und aus welchen von Zeit zu Zeit Feuer, Steine und geschmolzene Materien hervorbrechen. Es gibt jedoch auch Bulcane, welche nicht kegelförmig sind, sondern die Gestalt langgezogener Rücken haben (Pichincha).

Die Gesteine, welche sie zusammensetzen, und sich schon durch ihr sporadisches Auftreten bemerklich machen, sind bald eigentliche Trachyte, welche der Feldspath charakterisiert (Pit von Teneriffa);

bald Andesite, aus Albit und Hornblende bestehend, wie an den Vulkanen von Chili, am mexicanischen Vulcan von Toluca und am Vulcan von Puracé;

bald Melaphyre, von dolomitartiger Zusammensetzung, wie am Aetna, Stromboli, Chimborazo und Pichincha;

bald endlich sind es Leucitophyre, Gemenge von Leucit und Augit, wie an der Somma, der alten Wand des vesuvischen Craters.

Durch diese Massen, die oft zu hohen Domen und geschlossenen Glocken emporgehoben sind, haben sich die vulcanischen Mächte eine permanente Verbindung mit dem Luftkreis geöffnet.

Auf dem Gipfel solcher Berge, deren Höhe und Umfang sehr verschieden sind, indem sie von niedrigen Hügeln bis 17,000 Fuß ansteigen, und an Umfang zur Höhe sich z. B. beym Pit von Teneriffa wie 28 zu 1, beym Aetna wie 34 zu 1 und beym Vesuv wie 35 zu 1 verhält, befindet sich jederzeit eine kesseltichter- oder beckenförmige Vertiefung, der Crater (Fig. 27). Dieser verläuft sich nach unten in einen Schlot, der in die Tiefe niedergeht, und den Sitz der feurigen Werkstätte mit dem Dunstkreise in fortwährender Verbindung erhält.

Diese Vertiefung hat gewöhnlich einen zugänglichen Rand, von dem aus man in das Innere des Craters sieht (Vesuv, Aetna,

Pichincha). Bisweilen ist der Crater, wie bey dem Cotopaxi, von einer steil aufsteigenden Felsenmauer umgeben, die den Zugang unmöglich macht.

Das Innere der Vulcane ist, so viel man aus der Beschaffenheit des Craters schließen kann, zerrissen und zerklüftet. Die Craterwände sind mit Sublimaten überkleidet, und auf seinem Grunde sitzt einer oder mehrere Regal, durch Auswurf von Schlacken und kleinen aufgehäuften porösen Steinen (Rapilli) gebildet, welche den Craterrand öfters überragen (Fig. 28). Solche, auf dem Craterboden entstandene Auswurfskegel, verändern sich bey jeder Eruption und stürzen öfters völlig zusammen, so daß die Spitze der Vulcane dadurch ein sehr wechselndes Ansehen bekommt.

Die Größe des Craters zeigt mancherley Verschiedenheit, und steht nicht immer im Verhältnisse mit der Höhe und dem Umfange der Vulcane. Die gewaltigen Feuerberge der Anden haben nach v. Humboldt verhältnismäßig kleine Crater. Nur der Pichincha und der Cotopaxi machen davon eine Ausnahme. Ersterer hat bey einer Höhe von 14,988 Fuß einen Crater, dessen Umfang eine französische Meile beträgt. Die Tiefe der Crater ist bey thätigen Vulkanen sehr unbeständig. Außerordentlich ist nach v. Humboldt die Cratertiefe des Pichincha. Sie beträgt 300 Toisen.

Nicht immerwährend und ununterbrochen sind die Vulcane thätig. Sie haben Ruhezeiten und lange, oft während mehrerer Jahrhunderte, bleiben sie vollkommen ruhig. Das zeigt der vielbeobachtete Vesuv, der seit Jahrhunderten und bis zu der großen Eruption im Jahr 79, welche den Städten Herculanium und Pompeji den Untergang brachte, so ganz unthätig gewesen war, daß nur dunkle Traditionen etwas von früheren Ausbrüchen aufbewahrt hatten. Der Berg war von Vegetation bekleidet, und bis zum Gipfel mit starken Bäumen bewachsen.

Auch der Aetna war also beschaffen bis zum Jahr 40. Die großen americanischen Vulcane haben in einem Jahrhundert selten mehr als einen Ausbruch. Der Cosagüina in Guatimala mag als Beyspiel gelten. Man kennt einen Ausbruch desselben 1709, einen zweyten 1809, und von da an blieb er wieder

ruhig bis zum 20. Jänner 1835, an welchem Tage wieder ein entseßlicher Ausbruch erfolgte.

So sind alle Feuerberge längere oder kürzere Zeit in Ruhe. Plötzlich tritt ein Zustand der größten Bewegung ein. Der Boden erbebt, aus dem Innern erheben sich Rauch, Flammen, Steine und werden mit furchtbarem Getöse zu außerordentlichen Höhen hinangetrieben, und glühende Ströme geschmolzener Steinmassen brechen hervor. Die Erscheinungen nehmen an Intensität nach und nach ab, und nach einiger Zeit tritt wiederum Ruhe ein. Dieses periodisch wiederkehrende Phänomen nennt man einen Ausbruch, eine Eruption.

Die Ausbrucherscheinungen sind unendlich mannichfaltig, durch Ortsverhältnisse und andere Umstände aufs verschiedenartigste modificiert. Eine gewisse Anzahl von Erscheinungen zeigt sich jedoch bey allen Vulcanen in bestimmter Aufeinanderfolge, und die Ausbrüche aller Feuerberge sind dadurch bezeichnet. Leopold v. Buch hat sie genau beschrieben, und in vier Hauptperioden eingetheilt.

Erste Periode. Vorboten. Als solche zeigen sich Erdbeben. Die Erde wird erschüttert, schwankt oder erbebt, und dabey wird ein unterirdisches Getöse hörbar. Die Grade dieser schreckenden Vorboten wechseln von leichten Stößen oder Schwankungen bis zu zerstörenden Erschütterungen wellenförmiger Bewegungen des Bodens, der hochgehenden See vergleichbar, sie wirken gewöhnlich am zerstörendsten. Sie zeigen sich, wie überhaupt die Erdbeben, am stärksten in der Nähe des Vulcans, und hier werden oft Dörfer und Städte durch sie umgeworfen. Die Erschütterungen des Bodens sind aber oft auch in bedeutender Entfernung vom Feuerberge noch fühlbar, und zwar gleichzeitig nach den entlegensten Puncten der Erde. Als am 1. November 1755 ein furchtbares Erdbeben Lissabon zerstörte, fühlte man Erschütterungen des Bodens durch ganz Europa, und selbst in West-Indien. Steht der Vulcan am Meere oder in seiner Nähe, und wirken die Erschütterungen bis in dasselbe fort, so geräth es in eine schwingende Bewegung, und übersfluthet von einer Stelle die Küsten, während es an der andern zurücktritt. Es schwankt wie das Wasser in einer bewegten Schüssel. Quellen werden

dabey manchfaltig verändert; oft wird ihr Lauf zerstört, oder sie versiegen. Auch hat man Beyspiele, daß sie an Stärke zunehmen, daß sich neue, bisher unbekannte öffnen, und die vorhandenen Beymischungen erhalten, trübe oder salzig laufen. Die Höhlen, welche am Abhange, oder am Fuße von Vulkanen liegen, und, wie in den Andesketten bisweilen unterirdische Seen einschließen, die mit Bächen in Verbindung stehen, gießen bey solchen Erschütterungen öfters große Massen Wasser aus, und damit Schlamm und bisweilen sogar Fische. Die Brennadiilla der Bewohner von Hochuito (*Pimelodes Cyclopus* von Humb.). Die Wasserergüsse sind öfters gewaltig, zerflörend und verbreiten zumal, wenn sie schlammig sind, oder damit Fische ausgeworfen werden, die bald faulen, böse Fieber weit umher. Gar oft werden durch Erdbeben Hebungen und Senkungen des Bodens, und häufig Spalten erzeugt. So entstanden durch das Erdbeben, welches im Jänner 1838 die Walachei und Moldau erschütterte, zahlreiche Spalten und theilweise Senkungen des Bodens, welche der großherzogl. sächssische Berggrath Schueler beschrieben hat *). Fig. 29 zeigt eine Erdspalte bey dem walachischen Dorfe Baberi bey dem Städtchen Slam-Kimnik, in Folge welcher eine Senkung des Bodens und die Zerreißung einer darüberstehenden Hütte erfolgt ist. Die ausgezeichnetste Veränderung der Erdoberfläche hat in neuerer Zeit das Erdbeben in Chili, 1822, hervorgebracht. Die Erschütterung, welche sich der Küste entlang, auf mehr als 200 Meilen erstreckte, hob auf mehr als 20 Meilen die Küste 3—4 Fuß über das Meer, das während dessen mehreremal sank und stieg.

Was ist aber wohl die Ursache der Erdbeben? Gespannte Gase und Dämpfe in Höhlen und weitfortziehenden Spalten des Erdinnern eingeschlossen, sind wahrscheinlich die Ursache. Das Erdbeben, welches am 16. November 1827 Neugranada Abends 6 Uhr betraf, und so furchtbar verwüstete, deutet dieses unverkennbar an. Dieses Erdbeben hielt 5 Minuten lang an, ihm

*) Bericht an das fürstlich walachische Ministerium des Innern über die Erdsplattungen und sonstige Wirkungen des Erdbebens vom Januar 1838. Bucharest, 1838.

folgten mit wunderbarer Regelmäßigkeit von 30 zu 30 Secunden heftige Detonationen, welche im ganzen Concathale gehört wurden. An mehreren Orten bekam die Erde Risse, aus welchen mit Heftigkeit Gase hervorströmten. Da und dort fand man Ratten und Schlangen im Zustande der Asphyxie, und der Magdalenen wie der Concafluß führten mehrere Stunden lang schlammige Massen ab, die einen unerträglichen Geruch nach Schwefelwasserstoff ausstießen. Das sind doch wohl Erscheinungen, welche darauf hinweisen, daß Gase die Ursache des furchtbaren Ereignisses gewesen sind.

Zweite Periode. Lavenausbruch. Während der gewaltigen Erschütterungen, welche der Berg während der Periode der Erdbeben erleidet, werden die in seinem Innern geschmolzenen Massen, auf der von unten heraufgehenden Spalte, in die Höhe gehoben. Das Gewicht der geschmolzenen Masse wirkt den hebenden Gasen und Dämpfen entgegen. Gewöhnlich können sie dasselbe nicht durchbrechen, oder es über den Rand des Craters heben. Die Risse dauern fort bis der Berg zerreißt und eine Spalte entsteht, aus welcher die geschmolzenen Massen ausfließen. In der Regel thut sich eine Spalte am Abhang oder Fuß des Kegels auf; immer in der Richtung vom Gipfel gegen den Fuß, niemals nach der Breite des Berges.

Jetzt bricht die Lava als ein glühender Strom aus der Spalte hervor. Ueber dem Crater steigen Flammen auf, und bilden eine öfters unermessliche Feuersäule, in welcher glühende Steine, Sand, Staubtheile, sogenannte Asche, mit unermesslicher Kraft, 2000—3000 Fuß senkrecht in die Höhe getrieben werden. Kein Sturmwind beugt sie.

Nach dem Lavenausbruch hören die Erdbeben gewöhnlich auf, da nun die Gase und Dämpfe frey ausströmen.

Der Lavastrom ist gewöhnlich in dunkle Wolken gehüllt. Von seiner kochenden Oberfläche erhebt sich gewöhnlich ein weißer Rauch, Wasserdampf, welchem mitunter schwefelige Säure und Salzsäure beigemischt sind. Manchmal entsteigen auch dem Crater nach furchtbaren Donnerschlägen Feuerwolken, aus denen ein Regen von glühendem Sand und Steinen herabfällt.

Bisweilen wird die Lava ganz bis zur Höhe des Crater-

randes emporgehoben, und fließt über denselben am steilen Regel herab; während sie im Crater geschmolzen liegt, brechen Dämpfe dann und wann durch, und werfen Stücke davon in die Höhe, die sich im Fluge abkühlen und die verschiedensten Formen annehmen.

Die geschilderten Erscheinungen dauern unter fortwährendem Toben des Berges, wobey er von unaufhörlichem unterirdischem Krachen erbebt, längere oder kürzere Zeit an. Sie nehmen bald allmählig, bald schnell ab. Endlich stockt die Lava.

Dritte Periode. Aschenausbruch. Eine majestätische Rauchsäule erhebt sich nun aus dem Feuerberge, bald nachdem er anscheinend beruhigt ist, Flammen und Rauch sich vermindert haben, bald unter erneuerten Schlägen und Beben. Ihre Gestalt, wie sie schon *Vincentius* schilderte, ist die hohe, schlanke einer Pinie, deren Aeste sich am Gipfel horizontal ausbreiten. In unermesslicher Menge steigen Wasserdämpfe in der Rauchsäule empor, die sich in der Höhe zum schwarzen Dach ausbreitet, und ein dunkles Gewölk bildet, aus welchem Steintrümmer, die *Rapilli*, auf den Abhang des Berges, die graue, leichte Asche dagegen weit umher über die Landschaft herabfällt. Der Aschenauswurf dauert bey großen Eruptionen oft mehrere Tage an. Bey dem großen Ausbruch des *Vesuvius*, 1822, erhob sich die Aschensäule zu einer Höhe von 9000 Fuß, und der Aschenauswurf dauerte 12 Tage ununterbrochen fort, war jedoch in den ersten 4 Tagen am stärksten. „Die Atmosphäre,“ sagt *v. Humboldt*, „war dermaßen mit Asche erfüllt, daß die ganze Gegend um den *Vulcan* in der Mitte des Tages mehrere Stunden lang in das tiefste Dunkel gehüllt blieb. Man ging mit Laternen in den Straßen, wie es oft in *Quito*, bey den Ausbrüchen des *Pichincha* geschieht.“

Der Aschenausbruch, welcher bey den gewöhnlichen periodischen Eruptionen der *Vulcane* am Ende derselben auftritt, hat sich bey plötzlicher Wiederbelebung, durch lange Jahre ruhig gebliebener Feuerberge, auch schon als Anfang des *Paroxysmus* gezeigt. So gerade bey dem Ausbruch des *Vesuvius* im Jahr 79, wie es der jüngere *Plinius* in dem bekannten Briefe an *Tacitus* beschreibt, worinn er diesem den Tod seines Oheims anzeigt.

Die Asche wird öfters mehrere hundert Meilen weit fortgetragen; während des großen Ausbruchs des Cosogüina im Jänner 1835 fiel auf Jamaica, welches 700 engl. Meilen von jenem Feuerberge entfernt ist, 2 Tage lang Schaum von feiner Asche nieder. Die unermessliche Menge Wasserdampf, welche mit der Asche aufsteigt, bildet bey dem Erkalten ein dickes Gewölk um den Kege, und in Folge der dabey entstehenden starken, electricischen Spannung durchzucken häufige Blitze die Wolken.

Durch Verdichtung der Wasserdünste, welche sie bilden, entstehen bald heftige Regen um den Vulcan, oftmals Wolkenbrüchen ähnlich, in starken Strömen stürzen die Wasser am jähen Abhang des Berges herab, und bilden mitunter verheerende Schlammströme, durch Vermischung mit der Asche. Solche haben einst Herculanium und Pompeji begraben.

Die vulcanischen Regen characterisiren überall das Ende einer Eruption. In der Andeskette, wo die Gipfel der Vulcane größtentheils über die Schneelinie emporragen, bewirken diese Regen das Schmelzen der Schneemassen, wodurch mächtig große Wassermengen gebildet werden, welche gefährliche Ueberschwemmungen von außerordentlicher Ausdehnung verursachen.

Vierte Periode. Allen bedeutenden Eruptionen folgt ein Ausströmen von kohlen-saurem Gas. Der Neapolitaner bezeichnet diese Erscheinung mit dem Namen Mofetti, Mofetten. Das im vulcanischen Herde vorhandene kohlen-saure Gas dringt durch Klüfte nach allen Seiten heraus, senkt sich nach seinem specifischen Gewichte zwischen den schichtweise über einander liegenden Lavamassen herab an den Fuß des Berges, und strömt hier auf Feldern, in Gärten, Weinbergen in feindlichen Quellen aus, welche die Luft verderben und selbst irrespirabel machen.

Solches sind nun die Hauptperioden einer Eruption, welche bey den Paroxyssmen der Vulcane, mehr oder weniger bestimmt unterschieden werden können.

Man hat im Allgemeinen die Bemerkung gemacht, daß die Häufigkeit der Ausbrüche im umgekehrten Verhältnisse zur Höhe der Vulcane steht. Die hohen Feuerberge der Anden ruhen oft ein Jahrhundert; der niedrigere zugängliche Vesuv ist oft empört,

und der kleine Kegels von Stromboli, den die Seefahrer den Leuchthurm des Mitteländischen Meeres heißen, stößt ununterbrochen heiße Dämpfe aus.

Bulcanische Producte.

Mit diesem Namen bezeichnen wir alle jene Substanzen, welche von einem thätigen Vulcane im festen, flüssigen oder gasförmigen Zustande ausgestoßen werden.

Vor allen zeichnet sich die Lava aus. Alles ist Lava, was im feurigen, flüssigen Zustand aus dem Feuerberge ausfließt. Sie hat immer das Gepräge einer im Fluß erstarrten Masse. Farbe, Dichtigkeit, spezifisches Gewicht zeigen sich bey verschiedenen Laven außerordentlich abweichend, so, daß keine Beschreibung auf alle paßt. Begreiflich, Lava ist immer eine zusammengesetzte Masse, niemals ein einfaches Mineral. Feldspath, Labrador, Augit, Hornblende, Magneteisen, Leucit setzen dieselben in mancherley Verhältnissen zusammen. Gar oft weichen die Laven benachbarter Feuerberge ganz von einander ab, wie z. B. die Laven der Somma und des Vesuvus, jene sind crystallinisch-körnig, wie Granit, und bestehen hauptsächlich aus Leucit; diese, die Laven des Vesuvus, sind viel dichter und feinkörniger und enthalten nur zufällig Leucit. Die Laven des Aetnas bestehen aus Labrador, Augit, Chrysolit und Titaneisen.

Man hat die aus den Feuerbergen abfließenden, geschmolzenen Massen mit Strömen verglichen, und nennt sie Lavaströme. Sie sind im Verhältniß zur Länge gewöhnlich schmal, und immer schmaler am Orte, wo sie herausbringen. Sie erweitern sich bey dem Weiterfließen, und verästeln sich auch öfters. Ihre Stärke ist sehr verschieden, doch nur selten erreichen sie eine Höhe von 30 Fuß und darüber. Ihre Ausdehnung in Länge und Breite ist aber bisweilen außerordentlich. Man gibt an, daß der Lavaström, welcher 1783 sich aus einem Vulcan auf Island ergoß, eine Länge von 20, und eine Breite von 8 Meilen erreicht habe.

Alle großen Lavaströme erreichen den schwach geneigten Boden am Fuße der Vulcane, ehe sie erstarren. Auf solchem fast ebenem Boden, oder am Meeresufer, stockt ihre Bewegung, und

Oken's allg. Naturg. I.

keiner läßt auf einer Fläche, die mehr als $7-8^\circ$ Neigung hat, eine beträchtliche Masse liegen. Haben große Lavaströme ihre Bewegung auf steilen Abhängen von $18-40^\circ$ begonnen, so zeigen sie nach Elie de Beaumont drey auf einander folgende, verschiedene Verhältnisse.

Die erste Strecke durchfließt die Lava, bey beträchtlicher Neigung des Bodens, wie ein Gießbach. Die auf ihrer Oberfläche erkalteten Theile bilden unregelmäßige Stücke, welche nach dem Abfluß der Lava in Gestalt einer fast unzusammenhängenden Schlackenlage zurückbleiben.

Weiter unten kommt der Strom auf weniger steile Gehänge, und dabey nimmt seine Geschwindigkeit ab. Er umgibt sich nun in Folge der Erkältung mit einer festen Rinde, während das Innere sich noch in dem zähen, dehnbaren Zustand befindet, in welchen Laven übergehen, ehe sie vollkommen erstarren. Die theils feste, theils noch etwas dehnbare Rinde setzt nun der Bewegung der Lava ein Hinderniß entgegen, und bildet selbst öfters eine Art eines großen Sacks, welchen die Lava zerreißen oder in die Länge ziehen muß, um weiter vordringen zu können. Nun beginnt ein Kampf zwischen der flüssigen Lava, welche abzufließen strebt, und zwischen der erhärteten Rinde, welche sie zurückzuhalten und gleichsam zu fesseln versucht. Die Rinde wird zerbrochen, in Stücke gesprengt, die sich mit weit hörbarem Geräusch übereinander und durcheinander schieben. Dadurch entstehen nun die Windungen, welche zusammenhängende Lavaströme auf etwas stärker geneigten Abhängen zeigen, und das rauhe und zerrissene Aussehen der Lava über stärker abfallendem Boden. Am zerrissensten und am schwierigsten zu überschreiten sind immer Lavaströme, die auf einem Boden von $3-5^\circ$ Neigung liegen, wahrscheinlich weil dabey die Rinde schon stark genug werden konnte, ohne daß die Lava zu viel an Geschwindigkeit verloren hatte, dergestalt, daß der Kampf zwischen beyden den höchsten Grad von Festigkeit erreichte.

Die obere Rinde eines Lavastroms, von der unteren Rinde und dem Boden durch eine Lage flüssiger oder teigartiger Lava geschieden, befindet sich also in einem Zustande, welcher demjenigen eines Gletschers vergleichbar ist, der, indem er wegen

beständigem Abschmelzen seiner tiefsten Lage, dem unterliegenden Gestein nicht anhängen kann, abwärts gleitet. Die größten Alpengletscher bringen auf einem Boden von 3—4° Neigung meistens abwärts.

Fließt ein Lavaström auf einem Abhange von weniger als 3°, so nimmt seine Geschwindigkeit sehr ab, die Rinde wird dicker, ihr Widerstand größer, und die Oberfläche der Lavamasse ist weniger zerrissen und gewunden.

Wenn jedoch der Widerstand der Rinde obsteigt, so stockt die Lava, sie erkaltet ohne sich weiter zu bewegen, und nimmt dabey eine basaltische Beschaffenheit an. Eine Bodenneigung von 2° bringt den Lavaström gewöhnlich zum Stocken. Man hat jedoch auf Island Laven sich schnell, und auf weite Strecken über noch schwächer geneigten Boden sich bewegen gesehen.

Kann es wohl befremden, daß Lava sich auf einem weniger als 2° geneigten Boden fortbewegt, wenn man sieht, wie unsere Flüsse bey $\frac{1}{4}$ ° Fall wie Gießbäche dahinstießen? Wenn ein Lavaström auf einem Abhange von 1° Neigung stillesteht, so erkennen wir dabey den großen Antheil, welche die Zähigkeit der Lava und die Hindernisse ihrer Bewegung, die feste Rinde und die umgebenden Schlacken, daran haben.

Große Lavaströme bleiben im Innern viele Tage lang weich, und sehr hohe durch mehrere Wochen. Es liegen öfters crystallifizierte Mineralien darinn, außer denjenigen, welche sie gewöhnlich zusammensetzen, und namentlich Glimmer, Hauyn, Olivin, Eisenglanz, Schwefel u. c. a., und bisweilen findet man Stücke von Kalkstein, Trachyt, selbst Granit in sie eingeschlossen.

Aus dem Vorgetragenen ergibt sich mit aller Klarheit, daß die äußeren Verhältnisse der Laven von der Neigung des Bodens abhängen, über welchen sie ergossen werden.

Wenn die Grundmasse eines Vulcans trachytisch ist, so erzeugt er bey Ausbrüchen gewöhnlich Obsidian und Bimsstein. Der Obsidian bricht als ein geschmolzenes Glas nach Art der Laven hervor; seine Oberfläche ist häufig mit Bimsstein überzogen, so daß dieser auf Obsidian deutet, wie dieses Mineral auf Trachyt. Man hat am Pic von Teneriffa, auf Lipari, auf Island Obsidianströme beobachtet. Er fehlt auch

wahrscheinlich allen jenen Feuerbergen nicht, welche Bimsstein auswerfen, wie z. B. dem großen Vulcan von Sumbava, der 1815 das Meer bis Macassar mit Bimsstein bedeckte, so wie dem Vulcan Cosaguina in Nicaragua, dessen Bimssteinauswurf sich 1100 englische Meilen weit auf dem Meer verbreitete *).

Die Kapilli, die ausgeschleuderten zackigen Steintrümmer, sind wohl nur zerstückelte Lava. Die Asche, ein wahrer Sand, oft mit schlackigen und porösen Kapillis untermengt, scheint

*) Der Ausbruch dieses Vulcans, der am 20. Jänner 1835 begann und mehrere Tage dauerte, ist einer der fürchterlichsten der neueren Zeit. Er war von einem Erdbeben begleitet, das man auf dem ganzen Isthmus verspürte, und wobey solche ungeheure, heftige Explosionen stattfanden, daß man sie noch auf Jamaica und zu Santa Fé de Bogota, also in einer Entfernung von 200 deutschen Meilen hörte. Besonders fürchtbar war der Vulcan für seine nähere Umgebung, durch den entsetzlichen Aschenauswurf, welcher die Hafenstadt Union, an der Westküste der Bay von Conchagua, mit dem Schicksal von Herculanium und Pompeji bedrohte. Eine Aschenwolke, welche am 20. Januar Morgens 8 Uhr bey ganz heiterem Wetter aufstieg, breitete sich um 11 Uhr unter Blitz und Donner über das ganze Firmament aus, und versehte die Stadt auf 43 Stunden in die dickste Finsterniß, während ein ununterbrochener Aschenregen niederfiel. Nach dieser Zeit erst fieng es an zu dämmern, daß man einander erkennen und den Gräuel der Verwüstung sehen konnte. Selbst am 27. Januar fiel noch etwas Asche. Das Schicksal der Einwohner war wahrhaft entsetzlich. Von drey Seiten her drohte ihnen der Tod. Zu ersticken im Aschenregen, oder bey dem fürchtbaren Erdbeben unter den Trümmern ihrer Häuser begraben zu werden, oder aber den wilden Thieren anheimzufallen, die, angeblich Tiger, heerdenweise aus ihren Schlupfwinkeln aufgeschencht, selbst bis in die Straßen der Stadt eingedrungen waren. Die Furcht vor dem Erdbeben überwog indessen die drohende Gefahr vor den wilden Bestien, und am 23. wanderte mehr als die Hälfte der Einwohner zu Fuß aus der Stadt nach den Anhöhen. Mancher, der sich dadurch rettete, fand später seinen Tod an Brustleiden, in Folge der eingeathmeten Asche. Das Erdbeben war auch an anderen Orten so fürchtbar, daß die Einwohner von Manho glaubten, es brähe der jüngste Tag herein. Die moralische Wirkung, bey derartigen Erdbeben schon oftmals beobachtet, war in jener Stadt so groß, daß drehundert Einwohner, die bis dahin im Concubinats gelebt hatten, sich schnell ehelich verbinden ließen.

ebenfalls aus einer geschmolzenen Masse zu entstehen. Der scharfsinnige Chemiker Fuchs hat die interessante Beobachtung gemacht, daß die Theile geschmolzener Mergel, oder Gemenge von Thon, Kalk und etwas Magneteisenstein, wenn sie in starkem Feuer in eine schlackenartige Masse verwandelt werden, nach dem Erstarren, und wenn sie beynahe ganz abgekühlt sind, in eine innere Bewegung gerathen, wobey die Masse in wenigen Augenblicken zu einem aschgrauen Pulver zerfällt. Sollte die vulcanische Asche nicht auf ähnliche Weise entstehen können?

Der vulcanische Tuff besteht aus verschiedenen Producten der Feuerberge (s. S. 524), die durch Wasser zusammengeschwemmt worden sind, und ebenso der Peperino (s. S. 526). Diese Gesteine liegen am Fuß der Vulcane oder in den Niederungen um dieselben.

Diese Trümmergesteine sind immer regelmäßig geschichtet. Der Tuff in der Gegend von Neapel schließt mehrfältig Muscheln ein, welche mit denen des nahen Meeres übereinstimmen, nur meistens etwas größer sind, als die heute lebenden. Man hat sowohl bey Neapel, als zu Rom auch Thierknochen darin gefunden, welche den Knochen entsprechen, die man in so großer Menge in der Subapenninenbildung antrifft. Häufig sieht man die Tuffschichten aufgerichtet, und nicht selten gewunden wie Schichten des characteristischen Sediment-Gebirges. Was das Alter der Tuffmassen in Süd-Italien (Rom, Neapel, Ischia, phlegraische Felber) betrifft, so scheint es, als seyen sie nach der Diluvialperiode gebildet worden, etwa gleichzeitig mit den Ablagerungen der Muschelmassen, die wir zu Uddevalla, bey Nizza u. s. w. über dem gegenwärtigen Meerespiegel angehäuft sehen.

Es ist höchst wahrscheinlich, daß in dieser Periode der Vesuv, der Aetna und die übrigen vulcanischen Gebilde Italiens entstanden sind. Man sieht wenigstens an jenen Vulcanen keine Spuren der zerstörenden Einwirkung von Diluvialströmen, und in den Tuffen, die sie umgeben, liegen vorzugsweise Reste von Thieren der gegenwärtigen Schöpfung.

Die Moya, wie die Indianer in Quito eine erdige und breyartige Masse nennen, welche mehrere Vulcane des Landes anschütten, und die mit Wasser und Fischen aus dem Innern

hervorstürzt, scheint aus einem zerriebenen Trachyt zu bestehen, der viele kohlige Theile enthält. Sie brennt manchmal wie Kohlen, und die Indianer gebrauchen sie zum Kochen.

Die *Pozzuolana*, ein Tuff, nach seinem Hauptfundorte *Pozzuolo*, unsern Neapel, benannt, hat die Eigenschaft, mit Kalk einen unter Wasser erhärtenden Mörtel zu bilden, von welchem man in Italien bey Wasserbauten allgemeine Anwendung macht. Er verhält sich also wie gebrannter Mergel. Der *Tras* ist eine analoge Bildung, durch häufige Bimssteinstücke ausgezeichnet. *Auswürflinge* heißt man die Steintrümmer, Blöcke, Lavastücke, welche der Vulcan durch den Krater auswirft. Ihre Beschaffenheit ist natürlich von großer Mannfaltigkeit. Am *Vesuv* findet man als *Auswürflinge* vorzugsweise Lavastücke, namentlich die sogenannten vulcanischen *Bomben*, welche aus Lavamasse bestehen, die flüssig in die Höhe geschleudert wurden, und bey dem Fall eine rundliche Gestalt angenommen haben. Sie sind im Innern öfters hohl. Sowohl diese *Bomben*, als die anderen großen ausgeschleuderten Lavamassen, welche man am *Vesuv* bis zu einem Gewichte von 1600 Centner findet, haben ein glasiges, crystallinisches Ansehen, und enthalten zahlreiche, kleine *Lugitcrystalle*. Die Blöcke von Kalk, Dolomit und anderen crystallinischen Gesteinen, welche man unter den *Auswürflingen* des *Vesuv*s aufgehäuft findet, können durchaus nicht zu denselben gerechnet werden. Sie liegen nicht am *Kege*l des *Vesuv*s, sondern in den *Tuffschichten* des *Monte Somma* eingeschlossen. Die vielen crystallisirten Mineralien, welche die Blöcke von Kalk und Dolomit in Spalten und Höhlungen enthalten, deuten *Mineralbildungen* an, welche in Folge der *Auseinanderwirkung* kalkiger und kieseliger Gesteine unter dem *Einfluß* einer höheren *Temperatur* vor sich gegangen sind. Die *Serpulen*, welche man auf vielen Kalkblöcken des *Somma-Tuffes* antrifft, und die vollkommen mit den *Serpulen* übereinstimmen, welche im nahen *Meere* leben, beweisen, daß die Blöcke im *Meere* gelegen haben, ehe sie in den *Tuff* eingeschlossen worden sind. Aus ihrem vollkommen frischen Ansehen könnte man folgern, daß sie nicht am *Ufer* gerollt, sondern unter dem *Meerespiegel* in die *Schichten* des *Tuffes* eingewickelt worden sind, der sich in

tieferem Wasser absetzte. Sehen wir ihn nun heut zu Tage in einer ansehnlichen Höhe über dem Meere, so spricht dieß entschieden dafür, daß er nach seiner Bildung durch später wirkende vulcanische Kräfte emporgehoben worden ist.

Sublimate überkleiden die Wände des Kraters, die Mündungen der Auswurfskegel, und erscheinen auch in Spalten und auf der Oberfläche der Lavaströme. Sie bilden verschiedenfarbige Anflüge, Rinden, Krusten, und bestehen vorzugsweise aus salzigen Verbindungen, aus Salmiak, Kochsalz, Allän, Chlor-Calcium, Chlor-Eisen, Chlor-Kupfer, Chlor-Mangan. Auch Schwefel-Kupfer, Schwefel, Borax-Säure finden sich unter den Sublimaten.

Die Dämpfe und Gase, welche die Vulcane ausblasen, bestehen vorzüglich aus Wasserdampf, Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Salzsäure, schwefeliger Säure (diese beynähe immer durch Verbrennen von sublimirtem Schwefel entstanden), und mitunter hauchen sie auch Schwefeldampf aus. Die americanischen Vulcane blasen keine Salzsäure aus.

Die schwefelige Säure wird in den Umgebungen des Vulcans von kleinen Wassersammlungen aufgenommen, und verwandelt sich allmählich in Schwefelsäure. Es stoßen auch einige Vulcane Bäche aus, die durch Schwefelsäure oder schwefelsaure Verbindungen gesäuert sind. So beschreibt v. Humboldt einen Bach, welcher an einer unzugänglichen Stelle auf dem Vulcan Puracé entspringt. Dieser Bach, Rio-Passambio, ist ganz sauer, und die Einwohner nennen ihn daher Rio vinagre (Essigbach). Er bildet bey den Chorrera de San Antonio einen prächtigen Wasserfall von mehr als 300' Höhe in einem Amphitheater von Trächtyt. Man kann sich hier demselben nähern. Der Staubregen des sauren Wassers greift aber die Augen unträglich an. Er enthält schwefelsaure Thonerde, Gyps, Kochsalz, Kieselerde und etwas freye Salzsäure. Auch einige Vulcane auf Java, von welchen der Vulcan T a s c h e m sich durch einen See auszeichnet, dessen Wasser durch Schwefelsäure gesäuert ist, stoßen saure Bäche aus.

Heiße Quellen kommen vielfältig in der Nähe, oder selbst am Fuße der Vulcane vor, und werden öfters durch den

Druck gepreßter Dämpfe in mächtigem Strahl stoßweise hervor-
getrieben, wie z. B. die heißen Wasser des Strocks und des
Geyfers auf Island. Häufig treten auch kalte Quellen bey
Vulcanen hervor. In beyden findet man dieselben Gase, welche
aus den Cratern der Vulcane austreten. Bisweilen enthalten
solche Wasser beträchtlich viel Gas, namentlich kohlen-
saurer Gas, und mehr oder weniger Salze. Einige
Quellen in der Nähe americanischer Vulcane setzen eine so be-
trächtliche Menge Kalk ab, daß darauf hin Kalköfen betrieben
werden können. Solches ist der Fall bey dem Wasser von Pan-
diaco, in der Nähe des Vulcans Pasto, und bey der Quelle
der Meierrey Lyseo beym Vulcan Antifana.

Erhebungs-Kratern.

Werden feste Schichten von einer hebenden vulcanischen Ur-
sache emporgetrieben, und in der Mitte durchbrochen, so sieht
man vom Umkreise bis zum höchsten Punkte, und von allen
Seiten gegen die Mitte herauf sich Lagen übereinander erheben,
die eine kesselförmige Vertiefung einschließen, an deren innerem,
jähem Absturz die Köpfe der übereinander aufsteigenden Schich-
ten hervortreten (s. Flg. 30). Der Kessel erscheint als wahrer
Crater, ist eine Wirkung der Erhebung und Durchbrechung fester
Schichten, und hat von Leopold v. Buch den bezeichnenden
Namen Erhebungs-Crater (cratère de soulèvement) er-
halten, um ihn zu unterscheiden von Ausbruchs-Cratern, durch
welche die wahren Vulcane, der geognostischen Bedeutung des
Wortes, mit der Atmosphäre in Verbindung stehen. Wir ver-
danken die höchst naturgemäße Charakteristik dieser merkwürdigen
Bildungen dem Genie Leopold v. Buchs.

Die Erhebungs-Kratern bestehen aus basaltischen, doloritischen
Gesteinen, Conglomeraten und Tuffen. Trachyt erscheint nur
in ihrer Mitte im Innern des Kessels. Ein spaltenförmiges
Thal führt gewöhnlich von einer Seite her zu seinem Innern.
Lestere sind aber auch in dem äußeren, sanfteren Abhang tiefe,
schluchtige Thäler eingeschnitten. So muß es sich wohl gestalten,
wenn feste Schichten emporgehoben werden; sie müssen am Um-
fange zerreißen, und alsdann Spalten zurücklassen.

Von den Erhebungs-*Cratern*, welche die Reste einer großen Kraftäußerung aus dem Innern sind, welche ganze Quadratmeilen große Inseln erhoben hat (*Erhebungsinselfn*), gehen keine *Eruptionsercheinungen* aus. Der *Erhebungs crater* ist durch keinen Canal mit dem Innern in Verbindung. Nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Kessel selbst Spuren von noch wirkender, vulcanischer Thätigkeit. Bey der Entstehung eines *Erhebungs crater*s zeigt sich oft eine vorübergehende Verbindung des Erdinnern mit der Atmosphäre. In vielen Fällen bleibt der *Crater* nach unten geschlossen, oder es steht in demselben ein vester Kern von *Trachyt*. Einer der lehrreichsten *Erhebungs- Cratern* ist der durch *Fig. 30* dargestellte *Crater* von *Astrani* in den phlegräischen Felbern. Durch die weißen Schichten von *Bimsstein-Tuff*, welche von der Achse der Erhebung sich ringsum nach Außen neigen, ist ein vester Kern von *Trachyt* heraufgestiegen, der geschlossen blieb, ein Modell der großen, so vielfältig über die Erde verbreiteten, *trachytischen*, nicht geöfneten *Dome*. Bricht aber der *Trachyt* auf, und bleibt die Verbindung zwischen dem *Dunstkreise* und dem Innern, so ist ein dauernder *Vulcan* gebildet, der nun seine *Eruptionsercheinungen* in einem weiten Kreise umher verbreitet. Das trifft am *Pic* von *Teneriffa*, und selbst am *Besuv*, ausgezeichnet hervor. Der *Monte Somma*, aus Lagen von *Leucitophyr* zusammengesetzt, hat die *Tuffschichten* in die Höhe gehoben und durchbrochen. Sie senken sich mit starker Neigung von ihm ab nach Außen, und ziehen sich bis zu einem bestimmten *Niveau* rund um den Berg herum (s. *Fig. 31*). Die Schichten des *Leucitophyrs* erheben sich darüber mit stärkerer Neigung, und bilden die *Somma-Wände*, welche noch 1500' unbedeckt über den *Tuff* aufsteigen. Also war der Berg bis zum großen Ausbruch im Jahr 79 beschaffen. Bey diesem erst scheint sich in der Mitte des *Erhebungs crater*s der *Somma* der *Regel* des heutigen *Besuv*s erhoben zu haben. Dabey hat er auf der Seite gegen das Meer den Rand des *Somma- Craters* eingerissen, und noch einen ansehnlichen Theil der obern *Tuffschichten* zerstört (s. *Fig. 32*).

Ausgezeichnet sind die Verhältnisse der *Erhebungs crater*n,

nach Leopold v. Buch, auf den canarischen Inseln entwickelt, und ganz besonders auf Palma (s. Fig. 33). Ein tiefes, spaltenförmiges Thal, *Baranco de las Augustias*, führt zu dem Innern des tiefen, von mächtig hohen, zerrissenen Felsen umschlossenen Kessels, in dessen Grund Tracht hervorbricht. Die Tiefe des Erhebungs-craters, den die Einwohner la *Caldera* nennen, beträgt über 4800 Fuß. Auch St. Helena, die Insel Amsterdam, *Albe Marle* in den Galapagos, *Manrov*, eine der Sandwichinseln, *Deception*-Island und viele andere, sind Erhebungsinselfn, wohl bezeichnete Erhebungs-crater. So haben wir denn Beispiele von Erhebungs-cratern, welche auf dem festen Lande entstanden sind, und zu diesen gehören auch der *Laacher-See* am Rhein, der *Kaiserstuhl* im Breisgau, der *Cantal* und der *Mont d'or*, und von solchen, welche als Inseln aus dem Meere aufgestiegen sind, und somit als wahre Erhebungsinselfn erscheinen. Die Erhebung solcher Inseln ist eine ganz allgemeine Aeußerung vulcanischer Thätigkeit, welche noch heutzutage fortwirkt. Die Geschichte hat viele Fälle aufgezeichnet, welche das Heraussteigen großer Inseln aus dem Grunde des Meeres beweisen. Man erinnere sich nur an die von *Pausanias* erzählte Entstehung der Insel *Hiera*; an die von *Plinius* aufgeführte Bildung der Insel *Thin*; an die von diesem und von *Philostrat* beschriebene Erhebung einer Insel in der Nähe von *Creta*. Man weiß ferner, daß 1573 die kleine *Kammeni* bey *Santorin* heraufgestiegen ist. Im May 1796 stieg eine Insel bey *Umnal* herauf; im Jahr 1811 erhob sich eine Insel bey *St. Miguel* in den *Azoren*; 1814 entstieg dem Meere eine große Insel bey *Unalaska*, und 1826 beobachtete der americanische Capitain *Chayer* in der Südsee eine rauchende Insel in der Breite von $30^{\circ} 14'$ und $178^{\circ} 15'$ östlicher Länge von *Greenwich*. Die Insel ragte nur wenige Fuß über die Oberfläche hervor, und hatte in der Mitte einen Crater von 800 Schritt im Durchmesser. Sie war noch ganz heiß. Die Matrosen, welche das Boot über die Untiefe hnziehen wollten, und deswegen aus dem Schiff ins Wasser gesprungen waren, sprangen eiligst und erschreckt in das Fahrzeug zurück,

weil das heiße Wasser ihre Füße verbrannt hatte. Die Temperatur des Meeres war in einer Entfernung von 4 engl. Meilen noch um 10—15° Fahr. höher, als sie sonst in diesen Breiten zu seyn pflegt. Diese von Hrn. Pöppig mitgetheilte Beobachtung ist höchst interessant. Sie beweist, was man nach den Schilderungen der Südsee-Inseln, die wir v. Chamisso verdanken, und nach den Reiseberichten des Capitain Beechey vermuthet hatte, daß immer noch einzelne kleine Inseln in der Südsee aufsteigen, auf welchen sich sodann bald Corallen ansiedeln und die Vegetation Wurzel faßt. Dadurch erhalten sie den Character der Coralleninseln, welche oben (S. 608) beschrieben worden sind.

Nach dieser merkwürdigen Beobachtung, und der weiteren, welche Birlet mittheilt, daß sich in dem untermeerischen Erhebungscrater Santurin ein trachytischer Dom heraushebt, der nur noch wenige Ellen unter dem Wasserspiegel liegt, und also wohl bald über denselben hervorstiegt, kann man überzeugt seyn, daß sich immerfort Inseln aus der Tiefe erheben. Die Entdeckungen im großen Ocean werden daher niemals aufhören. Steigen die festen Massen nicht ganz an die Oberfläche hervor, und wird die Hervorragung nur durch lockere, bey der vorübergehenden vulcanischen Thätigkeit ausgeworfene Schlacken gebildet, welche sich um die Eruptionsachse zu einem kleinen Kegel aufhäufen, so reißen die Wellen denselben bald zusammen, und die Insel verschwindet wieder. So geschah es mit Sabrîna bey St. Miguel in den Azoren, und das war das Schicksal der ephemeren Insel Ferdinanda, welche im Jahre 1831 bey Sizilien aufgestiegen war.

Aber auch auf dem festen Lande hat sich vor unsern Augen ein ausgezeichnete Erhebungscrater gebildet, der Monte Nuovo bey Pouzzol, unfern Neapel. Er besteht aus Schichten von Tuff, mit einem Crater in der Mitte und Trachytblöcken im Grunde.

Aus dem Grunde der Erhebungs-Cratern brechen öfters Eruptionskegel hervor, durch welche die gespannten Dämpfe und Gase des Innern sich vorübergehend einen Ausweg bahnen. Es erfolgen Ausbrüche mit Lavaerguß, den Eruptionen der Vulcane ähnlich. Selten dauern sie länger an. Eine merkwürdige Aus-

nahme hievon gibt die Geschichte eines solchen Ausbruchs auf der Insel Lanzerote, welche der Pfarrer Curbeto als Augenzeuge niedergeschrieben hat. Die Eruptionskegel wütheten vom 1. September 1730 bis zum 16. April 1736, somit durch volle 6 Jahre, ununterbrochen fort, und richteten schreckliche Verwüstungen an.

Alle Vulcane der Erdoberfläche theilen sich, nach Leop. v. Buch, in zwey wesentlich von einander verschiedene Classen: in Central- und in Reihen-Vulcane.

Die Centralvulcane erheben sich immer aus der Mitte basaltischer Schichten, gewöhnlich mit einem trachytischen Kegel, und bilden den Mittelpunkt einer großen Menge um sie her, fast gleichförmig nach allen Seiten hin, wirkender Ausbrüche.

Die Reihenvulcane liegen als Essen auf einer großen Spalte in einer Reihe hinter einander. Sie erheben sich entweder als einzelne Kegel-Inseln aus dem Grunde der See, oder am Fuße großer Gebirgsketten, und dann läuft ihnen zur Seite gewöhnlich ein crystallinisches Gebirge, völlig in derselben Richtung hin; oder aber sie erheben sich auf den höchsten Rücken des Gebirges, und erscheinen als dessen Gipfel.

Die vulcanischen Kräfte finden nemlich entweder auf der Hauptspalte, auf welcher das crystallinische Gebirge heraufgestiegen ist, wenigen Widerstand gegen ihr Streben, bis an die Oberfläche durchzubrechen, und in diesem Fall erheben sich die Massen auf der Höhe des Gebirges selbst, gestalten sich zum Kegel und brechen sich eine fortdauernde Communication des Innern mit dem Dunstkreis; oder die Gebirgsmasse setzt dem Herausdringen der vulcanischen Gesteine ein allzugroßes Hinderniß entgegen, und sie brechen jetzt am Rande des crystallinischen Gebirges hervor. In der Nähe von Meeresbecken ist der Widerstand natürlich am geringsten, und das ist wahrscheinlich auch der Grund, warum so viele Vulcane am Saum der Continente, in der Meeresnähe, auftreten. Doch steht man auch mitten in den Continenten, da wo Emporhebungen crystallinischer Gebirgsketten die Erdrinde zersprengt haben, Feuerberge hervortreten. So konnten in Centralasien, am Fuße des Himalayagebirges, von

jedem großen Meere 3—400 geographische Meilen entfernt, die Vulcane Pefchan und Hotscheu zum Durchbruch gelangen.

Wenn sich aber den vulcanischen Kräften ein allzugroßes Hinderniß entgegenstellt, keine Spalte den Durchbruch erleichtert, so wächst die Kraft unter der geschlossenen Erdrinde ins Unendliche an, bis sie die darüberliegenden Gebirgsmassen zu sprengen vermag. Die bewerkstelligte Verbindung mit der Atmosphäre bleibt permanent offen, wenn die vulcanische Kraft stark genug ist. In einem solchen Falle entstehen Centralvulcane.

Zu den Centralvulcanen gehören:

1) Die liparischen Inseln, 2) der Aetna, 3) die phlegreischen Felder mit dem Vesuv, 4) die Vulcane Islands, 5) der Azoren, 6) der canarischen-, 7) der cap-verdischen-, 8) der Sollaagos-, 9) der Sandwichs-, 10) der Marquesas-, 11) der Societäts-, 12) der Freundschafts-Inseln, 13) die Vulcane der Insel Bourbon, 14) die Vulcane Asiens und Africas.

Zu den Reihenvulcanen gehören:

1) Die Vulcane der griechischen Inseln, 2) Westaustraliens, 3) der Sundainseln, 4) der Molucken und Philippinen, 5) der japanischen, curilischen Inseln und von Kamtschatka, 6) der Aleuten, 7) der Marianen, 8) die Vulcane von America, nemlich: die Vulcane von Chili, Quito, den Antillen, von Guatimala und von Mexico.

Solfataren.

Wenn ein Vulcan in längerer Zeit keine wahren Ausbrüche hat, so beschränkt sich seine Thätigkeit häufig auf das Ausstoßen von Rauch, Dämpfen und Gasen. Es wird gewöhnlich viel Wasserdampf, und damit meistens auch Schwefeldampf ausgeblasen. Letzterer setzt in Rissen und Spalten im Innern des Kraters festen Schwefel ab, der häufig auch die Wände überkleidet. In diesem Falle gibt man dem Krater den Namen Solfatara, Soufrière; auch ist es Sprachgebrauch, alle vulcanischen Orte, welche Gase, Wasser- und Schwefeldampf ausstoßen, „Solfataren“ zu nennen, was sich auf die

Ansammlungen vulcanischen Schwefels bezieht. Solche Solfataren haben sich in den Kratern der schlummernden Vulcane *Voltano*, *Korullo*, *Rucu-Vichincha* u.s.w. gebildet. Die Quantitäten Schwefel, welche sich an solchen Orten sublimiren, sind mitunter außerordentlich groß, und unterhalten eine lohnende Schwefelgewinnung. Desters sublimirt sich Schwefel nicht allein im Crater, sondern er erfüllt auch, wie am Vulcan *Azufra*, die nach allen Richtungen laufenden Spalten am Umfang des Berges, und bildet so wahre, unermesslichreiche Schwefelgänge. Verdichten sich die Wasserdämpfe, die mit dem Schwefel ausströmen, zu flüssigem Wasser, so fließt dieses auf dem Grunde des Craters zusammen, und bildet, mit dem Schwefel vermengt, einen wahren Schwefel-Pfuhl. Ein fortwährend aufkochender Pfuhl solcher Art befindet sich, nach *A. v. Humboldt*, in einem der Crater des *Azufra* in *Quito*, und einen ähnlichen hat *Chamisso* im großen Crater des *Thaal* auf den Philippinen gesehen. Wenn Schwefeldämpfe so heiß in die Luft austreten, daß sie sich entzünden, so entsteht bey ihrer Verbrennung schwefeligsaures Gas, welches die Gesteine angreift, mürbe macht, ausbleicht und von den nahen Wassern aufgenommen wird, die sich dadurch säuern.

Bisweilen liegen Solfataren in der Nähe eines thätigen Vulcans, wie z. B. die Solfatara bey *Pouzzol* unfern *Neapel*, und in diesem Falle ist gewöhnlich die Verbindung mit dem Feuerberge leicht nachzuweisen. So oft der Besuch in Thätigkeit ist, ruht jene Solfatara, deren *Fumarollen* aus *Trachyt* hervortreten (s. Fig. 34), und man bemerkt selbst, daß die äußere Luft durch sie ins Innere zieht. Ruht dagegen der Besuch, so haucht die Solfatara Rauch und Dämpfe aus. Eine öfters auch von Solfataren ausgestoßene Substanz ist *Salmiak*. Dieser findet sich in der Solfatara des *Pesch* an am *Himalayagebirge* in solcher Menge, daß die Landeseinwohner ihren Tribut an den Kaiser von *China* öfters in *Salmiak* entrichten. Im Osten von diesem Feuerberg befindet sich auch die große Solfatara von *Urumchi*, mit einem Umfang von 5 geograph. Meilen.

Salsen.

Diesen Namen gibt man kleinen Ausbruchskegeln, welche Schlamm, Asparten, Wasser, Steinöl ausblasen, und die zuweilen selbst kurzdauernde Feueransbrüche haben und Steine auswerfen. Die Italiener, in deren Lande sie, namentlich um Parma, Reggio, Modena, Bologna und bey Sirgenti in Sicilien auftreten, heißen sie *Gorgogli*, *Bolitori*. Sie werden wohl auch, je nach den Substanzen, die sie hervortreiben, Gas-, Roth-, Schlamm-, Naphtha-Vulcane genannt. Sie haben ihren Sitz durchaus in vulcanischen Gegenden, oder in solchen, die an vulcanischen Bewegungen Theil genommen haben, und ihre Beziehung zu den eigentlichen Vulcanen ist unverkennbar, wenn gleich das Gestein, aus dem sie hervortreten, öfters durchaus kein vulcanisches, sondern ein rein sedimentäres, Kalkstein, Mergel, Thon, ist.

Die eigenthümlichen Erscheinungen der Salsen sind schon seit den ältesten Zeiten bekannt. Plato gedenkt ihrer bereits im Phädon, und deutet dabey auf die merkwürdigen Phänomene, die von Zeit zu Zeit bey Macaluba, unfern Sirgenti, beobachtet werden. Die Gegend besteht aus Kreidemergel, und der Ort, wo die Phänomene sich zeigen, ist eine in der Mitte etwas vertieft Fläche von einer halben ital. Meile im Umkreise. Anhaltende Regen weichen den lockern Mergel auf, es entsteht ein schlammiger See, aus welchem Luft aufsteigt, welche Wasser und Schlamm auswirft. Ist der Boden eingetrocknet, so heben die sich entwickelnden Gase denselben in die Höhe, und treiben denselben, namentlich in der Mitte, 2—3 Fuß hoch auf. Die Erdblase zerspringt endlich, und es brechen runde Löcher ein, aus denen die Gasströme schlammigen Kreidemergel hervorsprühen, und bisweilen wird eine Menge kleiner Schlammkegel gebildet. Am 29. September 1777 zeigte sich dieses Phänomen in zuvor nicht gesehener Stärke. Es war mit Erschütterungen des Bodens und einem dumpfen Brüllen begleitet, und aus einem in der Mitte der Fläche aufgesprungenen Schlunde wurde eine beynahe 100' hohe, mächtige Schlammssäule hervorgestoßen; die Erscheinung dauerte etwa eine halbe Stunde. Nach einigen Minuten stieg sie wieder empor, und dieß wiederholte sich des Tages mehrere mase.

Im höchsten Grade ausgezeichnet durch Rothvulcane, Gasausströmungen, Naphthaquellen und Salzseen ist der Isthmus zwischen dem schwarzen und dem caspischen Meere, und die Halbinsel Abscheron, und insbesondere ist die Gegend um Baku durch ihre zahlreichen und ergiebigen Naphtha-Vorkommnisse bekannt. Das herrschende Gestein ist ein jüngerer, tertiärer, petrefactenführender Kalkstein. Die Naphthagruben liefern jährlich über 300,000 Pud schwarzes unreineres und weißes Naphtha. Nordwärts, etwa 12 Werste von Baku, befindet sich auf der Abscheron'schen Halbinsel das ewige Feuer, das fromme Indier anbeten. Sie heißen den Ort, wo das angezündete Gas brennt, „Atoxh-gah,“ d. i. Feuer-Ort, zu welchem die Indier wallfahrten, um dort ihr Gebet zu verrichten. Es befindet sich hier ein Klostergebäude, in dessen Zellen und Hof, so wie endlich außer demselben, das ewige Feuer brennt. Es soll schon über 900 Jahre bekannt seyn. Das Gas, welches die Flamme bildet, ist Kohlenwasserstoffgas, stimmt mit der Sumpflust überein, strömt an vielen Puncten mit Heftigkeit aus Spalten des Kalkbodens hervor, und wird von den Indiern mit brennenden Leinwandlappen angezündet. Die Mönche des Klosters werden von Seereisenden und Kaufleuten unterflüht, und unterhalten daher auch des Nachts eine große Flamme, indem sie das Gas vermittelst einer Thonröhre über den Boden in die Höhe führen. Diese Flamme dient den Seefahrern als Leuchtturm.

An der Westküste liegt vor dem Golf von Baku eine kleine Insel, welche die Baku'schen Perser „Sanki Mugan“ nennen. Sie ist ganz und gar mit Schlammvulcanen bedeckt, es entstehen auf derselben eine Menge Schlammhügel, die bald plätzen und zusammenfallen, so daß die Oberfläche wie von Schweinen ausgegraben aussieht, weshalb die Russen dieselbe „Schweins-Insel“ (Sswinoi) nennen. Sobald ein Schlammhügel zusammengefallen ist, tritt Naphtha hervor. Noch an vielen andern Stellen zeigen sich in dieser Gegend ähnliche Erscheinungen, in welcher Erdbeben und Ausbrüche von Rauch, Naphtha, Schlamm nichts Ungewöhnliches sind, und zuweilen ereignen sich auch Feuerausbrüche. Diese Salzen liegen am äußersten Ende der hohen Kette des Caucasus, und gerade am entgegengesetzten Endpuncte dieses

Gebirges befinden sich auch die Schlammvulcane und Naphthaquellen der Halbinsel Kertsch und der Insel Laman. Eng verbunden mit den Naphthaquellen sind die vielen Salz-Seen der Halbinsel Abscheron, der Massafir, der Kale, der See Sich, Mahomedi, Balachani u.s.w. Diese Salz-Seen, aus welchen das Salz im Sommer in Krusten abseht, geben in einem guten Jahre eine Salzausbeute von 500,000 Pud.

Einsenkungen und Einstürze des Bodens.

Da bey den vulcanischen Ausbrüchen oftmals unermessliche Quantitäten fester und flüssiger Massen aus dem Innern der Erde herausgetrieben werden, so entstehen daselbst natürlich dadurch mitunter große Höhlen und Ausweitungen. Läßt die Spannkraft der Dämpfe nach, so brechen die überliegenden Schichten durch ihr Gewicht in die Weitungen ein, wenn ihr Gewölbe die Last nicht zu tragen vermag, oder keine hinreichenden Unterstützungspuncte hat, und es entstehen Einsenkungen und Einstürze des Bodens. Die ältere wie die neuere Geschichte führt zahlreiche Beyspiele davon an, und bezeichnet die vulcanischen Erscheinungen, und namentlich die Erdbeben, als gewöhnliche Vorgänger. So erzählt Strabo, wie in Lydien und Jonien zu verschiedenen Zeiten, bey großen Erdbeben sich Einsenkungen des Erdreichs ereignet haben, und Plinius gibt an, daß in Kleinasien der Berg „Cybokus“ mit dem Orte Kusis versunken sey. Auf der japanischen Halbinsel versank während eines heftigen Erdbebens 1662 ein ganzer Berg so vollkommen, daß keine Spur davon übrig blieb. Auf Jamaica stürzte 1662 während eines Erdbebens der höchste Berg der Insel zusammen; im Jahr 1783 versank unter ähnlichen Verhältnissen der Molo bei Messina, und bey dem Erdbeben, das Caracas zerstörte, versanken die Casernen in dem „Castel de St. Carlo“ bey nahe ganz.

Solche Einsenkungen, von denen wir leicht noch viele Beyspiele anführen könnten, füllen sich öfters mit Wasser. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen dieser Art ist wohl die gewaltige, kesselförmige Erdeinsenkung im Westen von Asien, welche Herr v. Humboldt beschrieben hat. Sie besteht an

10,000 □ Meilen Umfang. Ihre tiefsten Punkte nehmen das Caspi-Meer und den Aral-See ein. Sie liegt durchans tief, an einigen Stellen bis 50 Toisen unter dem Spiegel des Oceans, und ist von Tertiärschichten erfüllt, aus welchen vulcanische Gesteine hervorragen, welche die Ursache des großen Phänomens andeuten.

Erloschene Vulcane.

Wir haben oben angeführt, daß viele Feuerberge Zeiträume langer Ruhe haben, und wie sie Jahrhunderte lang unthätig bleiben. Wenn nun ein Berg, dessen Constitution denselben als ein vulcanisches Gebilde bezeichnet, während sehr langer Zeit vollkommen ruhig ist, so daß keine Tradition sichere Nachricht von seiner früheren Thätigkeit gibt, so sagt man, er sey erloschen. Das Erlöschenseyn der Vulcane ist aber nichts Absolutes, und von keinem Feuerberge kann man sagen, daß er für immer erloschen sey. Die Geschichte dieser Berge beweist unwiderleglich, daß sie oft plötzlich wieder in Aufregung gerathen, geschmolzene Steine, Asche und Flammen ausstoßen. So weiß man, daß der trachytische Epomeo auf Ischia, jetzt „Nicolo“ genannt, im Jahr 91 v. Chr. und im Jahr 1302 Ausbrüche hatte, und seitdem, somit seit 5 Jahrhunderten, ruht er vollkommen. Auch ist schon angeführt worden, daß der Vesuv Jahrhunderte lang in vollkommener Ruhe verharrte. Der schneebedeckte Pic von Tolina war seit undenklichen Zeiten so gänzlich ohne alle Regung, daß Herr v. Humboldt, als er ihn 1801 maß und zeichnete, nicht ahnen konnte, daß er sich sobald wieder belebe. Aber schon im Jahr 1826 war er wieder thätig geworden. Damals sah ihn Boussingault von Santana aus alle Tage rauchen.

Eruptionsskegel, welche ihre Entstehung den Seitenausbrüchen eines Hauptvulcans verdanken, schließen sich gewöhnlich völlig wieder, und meist für immer, wenn der Ausbruch beendigt ist. Noch vorübergehender ist die vulcanische Action der Erhebungs-eraterre oder Erhebungsinselfn. Sie hört in der Regel mit Vollendung ihrer Bildung auf; sie sind gewöhnlich ohne Ausbruchsöffnungen.

Verharren die vulcanischen Berge in vollkommener Ruhe, so fängt die Witterung an verändernd auf ihre Gestalt und Masse einzuwirken. Die schrofferen Formen verschwinden mehr oder weniger, indem die Gesteine an der Oberfläche verwittern. Es erzeugt sich ein dem Wachsthum günstiger Boden, frisches Grün überzieht nach und nach die Seiten, und Waldungen bedecken endlich den Abhang. Gar oft widersteht aber auch die harte Gesteinsmasse den Einwirkungen der Atmosphäre, und die Berge erhalten die rauhe Gestalt öfters Jahrhunderte lang so frisch, daß man glauben könnte, ihre Action habe seit kurzer Zeit erst aufgehört. Wir haben oben schon unter den Erhebungsinseln des Kaiserstuhls im Breisgau erwähnt. Er ist ein wahres Modell eines Erhebungs-craters; das ausgezeichnetste Beyspiel eines solchen in Deutschland. Er ist aus doleritischen Gesteinen zusammengesetzt, deren Lagen allmählich von Außen gegen die Mitte in die Höhe steigen und, schnell nach Innen abfallend, einen tiefen Kessel bilden, zu welchem von der Westseite her das Hauptthal des Gebirges führt. Seine Wände erheben sich bis zu 1700 Fuß. In den äußern sanften Abhang sind viele kleine Thäler eingeschnitten, Spalten, die bey der Emporhebung durch das Zerreißen der Schichten am Umfang entstehen mußten. Trachyt dringt in Gängen von unten in die augitischen Gesteine ein. Im Grunde des Kessels liegen, gleich fremdartig durch Farbe wie durch chemischen Bestand, Hügel von grobkörnigem Kalk, in welche die augitischen Gesteine vielfältig in Schnüren und Gängen von unten herauf eingreifen. Man ist berechtigt, diese Kalkmasse für die veränderten Schichten der jurassischen Kalke zu halten, welche an der Außenseite und am Fuße des Gebirges an einigen Stellen auftreten. Glimmer, Granat, Spinell, Scapolit, Magneteisen und einige andere Mineralien, welche in kleinen Crystallen in diesen körnigen Kalken liegen, scheinen anzudeuten, daß derselbe seine jetzige Beschaffenheit unter Einwirkung der Erhebungsursachen erhalten hat. Weiter deuten größere Stücke von veränderten Mergeln, die zum Theil in eine jaspisähnliche Masse übergegangen sind, und die man an der Außenseite des Gebirges in die doleritischen Gesteine eingeschlossen sieht, die Umwandlung derjenigen Schichten des Sedimentgebirges

an, welche von der vulcanischen Action erreicht worden sind. An einigen Stellen sind eckige Gneisstücke von dem vulcanischen Gestein umwickelt.

In den äußern Schichten treten Mandelsteine auf mit kalkigen und zeolithischen Infiltrationen, welche an der Außenseite der Erhebunginseln fast niemals fehlen. Wahrer Basalt tritt nur am äußersten nördlichen Ende auf. Am Rande der doleritischen Massen erscheinen an der Westseite gegen den Rhein hin Trümmergesteine, Breccien, Conglomerate, Tuffe, Reibungsproducte an den Rändern gebildet.

Mächtige Löß-Ablagerungen überdecken das Gebirge weit hinauf, und sind in den Erhebungscrater eingedrungen. Die Westseite, welche in früherer Zeit beynähe ihrer ganzen Länge nach von den Wassern des Rheins bespült worden war, zeigt auf große Strecken unbedeckt anstehende Felsen, die mehesten oben angeführten Erhebunginseln sind erloschen, und bleiben es für immer, wenn sie sich nicht durch Hervorbrechung eines Eruptionскеgels aus ihrem Grunde, wie es beym Erhebungscrater der Somma oder des Pico von Teneriffa geschehen ist, zu einem wahren Vulcan umgestalten.

Die Auvergne zeigt eine große Anzahl seit langer Zeit erloschener Ausbruchскеgel. Es sind die durch Montlonziers in v. Buchs Beschreibungen berühmt gewordenen Puy, in deren Reihe sich der geschlossene trachytische Puy de Dome erhebt, so wie der zur Blase aufgetriebene, trachytische Puy de Sarcouy. Ueber 60 dürre und öde schwarze Kegel steigen in langer Reihe hinter einander, auf zwey Meilen Erstreckung über der granitischen Hochfläche, auf. Cratere, Lavaströme, Schlacken, Kapilli, alles ist dort noch beynähe frisch, und wie von einem seit Kurzem erfolgten Ausbruch herrührend. Vor allem ist ausgezeichnet der Puy de Parcon mit einem außerordentlich großen, trichterförmigen Crater; vielleicht der schönste aller erloschenen Vulcane.

Diesen Puy der Auvergne sind, hinsichtlich der Erhaltungen des frischen Ansehens, mehrere vulcanische Kegelberge in den Umgebungen von Olot in Catalonien vergleichbar. Der Mont Sacopa erinnert an den Puy de Pariou.

Am Rhein und in der Eifel liegt wieder eine große Anzahl erloschener Ausbruchkegel. Sie haben große Lavaströme ausgestoßen, von welchen die bedeutendsten diejenigen bey Niedermendig und zwischen Mayen und Kottenheim sind, welche die weitbekanntten „rheinischen Mühlsteine“ liefern. Große Massen von Asche, Luff und Auswürflingen beweisen die frühere große Thätigkeit dieser längst erloschenen Feuerberge. Einige derselben haben große Mengen Bimsstein ausgeworfen, und den erdigen Trass der das Brohlthal erfüllt. Bimsstein-Conglomerate ziehen sich vom Laacher-See bis auf die rechte Rheinseite herüber, sind im Busen von Neuwied verbreitet, steigen hoch am Friedrichsberg bey Seyn hinauf, und treten in mächtigen, deutlich geschichteten Ablagerungen zwischen Seyn und Beundorf auf. Im Allgemeinen erscheinen die rheinischen Feuerberge mehr verändert, und nicht mehr so rauh und schroff, wie die erloschenen Feuerberge der Auvergne.

Basalte.

Die basaltischen Gebilde, deren Hauptmasse aus eigentlichem Basalt und aus Dolerit besteht, mit welchen bisweilen auch Klingstein vorkommt, und die von Luffen und Conglomeraten begleitet sind, unterscheiden sich ganz wesentlich von Vulkanen, Eruptionskegeln und Erhebungsinselfn. Man sieht bey ihnen weder Lavaströme noch Cratere. Sie sind im feurigen Flusse auf Spalten aus der Tiefe heraufgestiegen, und haben den Weg entweder durch schon geöffnete Spalten genommen, oder die festen Lagen der verschiedensten Formationen durchbrochen, und sich dadurch den Weg an die Oberfläche gebahnt.

Sie sind gewöhnlich ganz über die Oberfläche hervorgetreten, und überragen geschichtete und massige Gebirgsbildungen, oder haben sich über dieselben im Flusse verbreitet darüber ausgegossen, und liegen in Platten, Kuppen u. s. w. darauf.

Die basaltischen Berge treten in der Regel vereinzelt auf, häufig inselartig, und wenn sich auch mehrere derselben nahe liegen, so bemerkt man doch gewöhnlich keinen unmittelbaren äußeren Zusammenhang. Das reihenweise Fortliegen

derselben, oder ihre Gruppierung um einen gemeinschaftlichen Mittelpunct, deutet jedoch unverkennbar den unterirdischen Zusammenhang der an der Erdoberfläche isoliert erscheinenden Berge an.

Ueberall, wo man basaltische Massen aufgeschlossen sieht, wo man sie durch bergmännische Arbeiten, hinsichtlich ihres Verhältnisses zu dem umgebenden Gesteine, untersucht, stellt sich ganz augenfällig heraus, daß sie aus Spalten aus der Tiefe heraufgestiegen sind. Sie verzweigen sich öfters gegen die Oberfläche hin, oder keilen sich aus. An ihren Rändern liegt in der Regel eine Tuff- und Conglomeratmasse, welche Bruchstücke des Nebengesteins und Trümmer von tieferliegenden Gesteinen einschließt. Der feste basaltische Kern enthält selbst bisweilen Bruchstücke der Gebirgsarten, durch welche er in geschmolzenem Zustand heraufgestiegen ist, und die er durch Hitze bald mehr, bald weniger verändert hat.

Die Conglomerathülle ist gewöhnlich aus Trümmern des basaltischen Gesteins zusammengesetzt, aus mechanisch zerriebenen, thonigen Theilen, und aus Stücken der Gesteine, durch welche der Basalt sich den Weg gebahnt hat. Sie können als Producte der Reibung des aufsteigenden Basaltes gegen die Wandungen der Spalte betrachtet werden.

Trümmer tiefer liegender Gesteine, welche in den Conglomeraten liegen, und das öfters zu beobachtende Vorkommen von Petrefacten sowohl in denselben, als auch, obwohl ungleich seltener, im festen Basalt, liefern den schlagenden Beweis des Heraufdringens aus der Tiefe, des Durchbruchs von unten herauf, und der Losreißung von Stücken derjenigen Schichten, durch welche der Weg der aufsteigenden Masse gegangen ist.

Sahen die Gebirgsschichten dem aufsteigenden Basalte ein großes Hinderniß entgegen, so wurden sie mehr oder weniger gehoben, bis sie barsten und der Basalt auf der Spalte hervortreten konnte. Man sieht daher nicht selten isolirte Kuppen des Sedimentgebirges, in welchen eine Basaltmasse eingebrungen ist, sich über das allgemeine Niveau der analogen Bildungen der Gegend erheben.

Ein sehr schönes Beispiel eines Basaltvorkommnisses, welches

alle die angeführten Erscheinungen zeigt, gibt der Wartenberg unfern Donaueshingen. Er erhebt sich über dem Städtchen Geislingen, mitten im Donauthal, als eine isolierte Kuppe. Sein Gipfel liegt nahezu 540' über dem Städtchen, und wird, so wie die Seiten, aus versteinungsreichen Schichten des Doggers gebildet. An seinem Fuß, unten an der Donau, treten Lias-Schiefer hervor. An drey Seiten ragen Basaltfelsen heraus, Theile einer größern Basaltmasse, welche durch die jurassischen Schichten heraufgestiegen ist, sie zur isolierten Kuppe erhoben hat. Das geht ganz klar daraus hervor, daß dem Wartenberg gegenüber, in gleicher Höhe mit seinem Gipfel, an beiden Thalgehängen schon die höhern jurassischen Glieder, der Oxforbithon und der Corallenkalk, gelagert sind. Die Doggerschichten liegen tief darunter am Fuß der Gehänge. An der Ostseite, gegen Geislingen herab, bricht ein starker basaltischer Kamm hervor, der durch Steinbrucharbeiten aufgeschlossen ist. An seinen Rändern liegen Conglomerat- und Tuffmassen, mit zahlreichen Stücken von Kalkstein und Schiefer, in welchen einzelne, ziemlich erhaltene *Trerabrateln* liegen, und Fragmente vieler andern, der Zertrümmerung wegen unkenntlichen Meermuscheln. Der in der Mitte heraufsteigende, olivinreiche Basalt umschließt viele Knauer von gebranntem Mergel, in welchem zuerst Hr. v. Buch 1831 die unverkennbare *Polidonia Bronnii* des Lias auffand. Ueberdies findet man darinn Bruchstücke von *Ammoniten* und *Peetiniten*. Diese Mergelstücke gehören offenbar den tiefer unter dem Dogger liegenden Liasschichten an; sie geben einen ebenso offensbaren als leichten Beweis des Durchbruchs der Wartenberger Basaltmasse.

Einer der interessantesten Basaltdurchbrüche ist auch derjenige der *Blauen-Kuppe* bey Eschwege in Hessen (s. Fig. 35). Eine mächtige Basaltmasse hat dort die wagrechten Schichten des *Bunten Sandsteins* durchbrochen, ohne sie zu verrücken. Sie schließt Sandsteinstücke ein, die sich verschiedentlich verändert zeigen, auch die durchsetzte Sandsteinmasse ist längst der Basaltgränze auffallend verändert. Das Gestein von der gewöhnlichen rothen Farbe ist in der Nähe des Basalts ausgebleicht oder grau, und die veränderte Färbung bis auf mehr als 12' vom

Basalttrande erkennbar. Es zeigt sich weicher, beynahe dicht und wie gefrittet. Einzelne thonige Zwischenlagen haben eine jaspisartige Beschaffenheit. Alle diese Veränderungen erklären sich durch Einwirkung von Hitze, die vom Basalte ausgeströmt ist.

Kalksteine hat man in Berührung mit Basalten in einem theils gebrannten, theils in einem crySTALLINISCH-KÖRNIgen Zustand gefunden, Steinkohlen ihres Bitumens beraubt, Thone, Sandsteine, prismatisch abgefordert, wie sie es in der hohen Hitze der Schmelzöfen werden u. s. w. Lauter directe Beweise von Erhitzung der Gesteinsmassen, die mit dem aufsteigenden Basalte in unmittelbarer Berührung standen.

Die vielen Zeolithe, Kalk- und Kieselfineralien, welche in basaltischen Gesteinen vorkommen, namentlich deren Blasenräume auskleiden oder erfüllen, scheinen Infiltrationen zu seyn. Da man bey gar vielen Blasenräumen deutlich den Infiltrationspunct wahrnimmt, und sieht, wie sich von diesem aus die Mineralien stalactitisch bildeten, andere Mineralien aber, welche wir in den Basalten antreffen, wie Glimmer, Birkon, Saphir, können wohl nur durch Schmelzung entstanden seyn, andere, wie Eisenglanz, können sich auch durch Sublimation gebildet haben. Die in den basaltischen Conglomeraten und Tuffen fast niemals fehlenden Opale scheinen unter Einfluß von Wasser entstanden zu seyn, welches wahrscheinlich in Dampfgestalt an den Rändern des hervordringenden Basaltes ausströmte. Beste Basalte und feinkörnige, dichte Dolerite zeigen sich nicht selten in Säulen zerpalten. Diese oft sehr ausgezeichnet entwickelte Säulenstructur des Basalts sieht man vortreflich am Battenberg und am Mendenberg bey Linz am Rhein, bey Fauerbach, unsern Friedberg in der Wetterau, am Riesenweg (Giont's Causeway) in Irland, auf Staffa ^{*)}, wo die berühmte Fingals-Höhle, und auf mehreren andern Inseln der Hebriden. Die Säulen erreichen am Mendenberg bey Linz, bey einem Durchmesser von wenigen Follen, eine Höhe von 50' und darüber; am Riesenweg zeigen sie bey einer Höhe von mehr als 100' einen Durchmesser von 5'; auf Staffa sieht man schöne Gruppen

^{*)} Staffa, gebildet von Staff oder Säule.

gebogener Säulen. Nicht selten sind sie durch Querspalten in kleinere Stücke abgetheilt, gegliedert (s. Fig. 2). Meistens sieht man sie senkrecht auf der Unterlage stehen, oder wenn sie Spalten ausfüllen, rechtwinkelig gegen die Begrenzungsflächen. Die Ursache dieser prismatischen Zertheilung können wir nur in einer besondern Abkühlung der Basaltmasse finden. Wenn sie nemlich im schmelzenden Zustande an den Rändern stärker abgekühlt wurde, als in der Mitte, so entstanden Sprünge senkrecht von der abkühlenden Fläche gegen das Innere. Dadurch mußte das erkaltende Gestein sich in prismatische Stücke zertheilen.

Manchmal ist der Basalt plattensförmig. Diese Absonderung scheint derjenigen zu entsprechen, welche die Säulen in Glieder abtheilt. Verwittern prismatische Stücke von Basalt, so gibt sich ein weiteres Structurverhältniß, das „schalige,“ zu erkennen. Es löst sich von den polyedrischen Stücken Schale um Schale ab; ihre Gestalt wird dadurch kugeltig. Auf diesem Wege werden die sogenannten Kugelbasalte gebildet, also gewöhnlich bey der Verwitterung, welche die Masse auflößert. Man sieht die Schalenstructur indessen auch öfters am frischen Gesteine. Ein schönes Beyspiel davon gibt die von Röggerath beschriebene, gewaltige *Ellipsoide* des *Reichenberges* bey *Ober-Cassel* am *Rheine*. Manchmal sieht man basaltische Massen gleichsam lagenartig zwischen geschichteten oder plattensförmigen Gebirgsbildungen, und damit, dem *Arschaine* nach, in mehrfachem Wechsel. Aber alle genauen Untersuchungen solcher Vorkommnisse haben überweisend dargethan, daß hier von einer wahrhaften Einlagerung oder Wechsellagerung gar nicht die Rede seyn kann, indem diese Massen immer mit von unten aufsteigenden Basaltgebilden in Verbindung stehen. Da diese oft leichter zwischen getrennten Schichten eindringen, als dieselben zerbrechen konnten, so nahmen sie den Weg in der Richtung des geringsten Widerstandes, und drangen auf diese Weise zwischen den Schichten ein. Aber auch solche Basaltmassen verästeln sich öfters wieder nach aufwärts, und beweisen dadurch, daß sie die höher liegenden Schichten durchbrechen, ganz augenscheinlich ihr Heraufsteigen und Eindringen von unten.

Auch auf Erzgängen sind an mehreren Orten Basalte auf-

gestiegen, wie z. B. im Stegensch, im Erzgebirge, und gewöhnlich haben sie den Erzgang verworfen oder abgeschnitten, und öfters die Erze, wie z. B. den Eisenspath im Bergamtsbezirk „Siegen,“ verändert. Man sieht leicht ein, wie ihrem Eindringen auf einer Gangspalte kein großes Hinderniß entgegen stand.

Als öftere Begleiter basaltischer Massen sehen wir Klingsteine (Phonolithe) auftreten. Sie zeigen dieselben isolirten Gestalten, wie die Basaltberge, und bilden ganz ausgezeichnete, steile, und oftmals ganz spitze Regel. Sie liegen reihenweise fort wie die Basalte, haben einen Mantel von Conglomeraten und Tuff um sich wie diese, worinn man Bruchstücke der nebenstehenden und der tieferliegenden Gesteine findet, lauter Verhältnisse, welche anzeigen, daß sie, wie die Basalte, auf Spalten aus dem Erdinnern emporgestiegen sind.

Eine ausgezeichnete Reihe Klingsteinberge erhebt sich im Hegäu im Norden des Bodensees. Sie bilden die vorderste Reihe in jener merkwürdigen Gruppe vulcanischer Berge, die dreifach hintereinander, in südwestlicher und nordöstlicher Richtung, am südöstlichen Abfall des schwäbischen Jura, zwischen dem Rhein und der Donau aufsteigen, und in isolirten Regeln die langgezogenen Juraberge überragen. Es zeichnet sich unter ihnen vorzüglich der phonolitische Hohentwiel, der basaltische Hohenhöwen und der Klingsteinberg Hohenkrähen aus, der spitzigste der Gruppe, und einer der schönsten und vollendetsten vulcanischen Regelerge. Auch in dem Rhein- und im böhmischen Mittelgebirge liegen Klingsteinberge im basaltischen Gebiete. Die Basalte sind durch alle Gebirgsbildungen durchgebrochen, von den ältesten an, bis herauf zum Diluvium, und sehr viele sind jünger als das Tertiargebirge. Ihre Verbreitung ist ganz allgemein, und in Deutschland sehen wir sie namentlich in der Wetterau am Vogelsgebirge, am Westerwald, im Hegäu, auf der schwäbischen Alp, und an vielen anderen Orten.

Melaphyre.

In der Art des Hervortretens den Basalten ähnlich, erscheinen die Melaphyre immer am Fuße der Gebirgsketten,

nicht isollert wie die Basalte, sondern in großen zusammenhängenden Massen, und unter solchen Verhältnissen, daß Leopold v. Buch, der diese Bildungen zuerst unterschieden, und sie am gründlichsten untersucht, am klarsten beschrieben hat, zu der Ansicht gelangte, daß diese schwarze porphyrische Bildung vielfältig die Ursache der Emporhebung der Gebirge gewesen ist.

Um die feste Masse des in mancherlei Abänderungen vorkommenden Melaphyrs (s. S. 505), liegen Conglomerate und Anhäufungen schlackiger Gesteine. Alle Erscheinungen, welche man da beobachtet, wo die Melaphyre mit anderen Gebirgsbildungen in Berührung stehen, überweisen uns, daß sie auf großen Spalten von unten heraufgestiegen sind, die Lagen der verschiedensten Gebirge durchbrochen, Hebungen und Zerreißen, großer Gebirgsteile hervorgebracht haben.

Am schönsten steht man dies am Südrande der Alpen, und namentlich im südlichen Tyrol. Dort liegt über den schwarzen Melaphyrmassen eine mächtige Dolomitbildung, die in schroffen, weißen Wänden, wild zerrissenen Felsen, und hoch aufgeackten Spizen, viele Meilen weit fortzieht. Ein Bild der wildestenerspaltung.

Dieses Auftreten der Dolomite mit dem Melaphyr erinnert an das Auftreten der Dolomite im fränkischen Jura, sobald das Gebirge sich gewendet, und die Richtung des Böhmerwaldgebirges angenommen hat. Wie wir dort genöthigt waren, eine Umänderung der Kalkschichten, in Folge einer plutonischen Einwirkung anzunehmen, die von unten herauf verändert eingewirkt haben, so müssen wir auch hier bey den Dolomiten des südlichen Tyrols anerkennen, daß sie aus dem geschichteten Kalkgebirge, durch vulcanische Einwirkung des Melaphyrs, hervorgegangen sind. Wie sich die Melaphyre unter dem Dolomit fortziehen, wie sie die Schichten des Gölzgebirges gehoben, die Schichten der Kalkmassen vernichtet, daß massig gewordene Gesteine in die Höhe gestossen, zersprengt, in Thürme, Pyramiden, kahne Spizen und unersteigliche Felswände umgeformt haben, zeigt Figur 36, welche ein von Leopold v. Buch gegebenes Profil der Gebirge des Fassa-Thals darstellt.

Der Dolomit liegt auf der Südseite der Alpen vom Luga-

ner-See bis zum Friaul, vom Eisch-Thal bis zum Trau-Thal. Der Melaphyr bildet darunter einen unermesslichen Gang, welcher längs der Kette der Alpen an ihrem Südrande hervorgebrochen ist.

Man sieht ihn am Rande vieler Gebirge und in Deutschland, namentlich am Fuße des Hundsrückens, am Thüringerwald, am Harze, in Schlesien. Mehrfältig kommen in seiner Nähe Erze vor, und insbesondere sieht man am Harze und am Thüringerwald in ihm selbst Braunschweigische Erze.

Trachyte und Andesite.

Sie erscheinen unter denselben Verhältnissen, wie die Basalte, und steigen gewöhnlich isolirt in hohen Kegeln oder Domen auf, wo sie in zusammenhängenden und ganz großen Massen erscheinen, wie in den Anden und am Caucasus. Da sehen sie hohe Ketten mit thurmformigen Gipfeln zusammen, und zeigen dieerspaltungen, Pyramiden und Spitzen des alpinischen Gebirgslandes. Man sieht die Trachyte öfters in Berührung mit Basalten, und dann liegen sie in der Regel unter dem augitischen Gesteine. So tritt Trachyt nur im Innern der Erhebungsinselfen in der Spalte, die zum Erhebungs crater führt, oder in diesem selbst, aus den basaltischen Massen hervor, und vielfältig sehen hier Trachytgänge von unten herauf in die basaltischen Gesteine über. Die wahren Basalte greifen jedoch auch manchmal in Gängen und Schnüren in die trachytischen Gebilde ein, und solche Massen sind evident erst nach der Bildung des Trachyts heraufgestiegen.

Trachytberge haben gewöhnlich eine Hülle von Luff und Conglomerat. Der Feldspath, der in dem festen Gestein vorkommt, und dasselbe charakterisirt, ist mitunter noch ziemlich frisch, auch in den Conglomeraten zu erkennen, weit häufiger jedoch sieht man ihn darinn zerseht, erdig, in eine thonige Substanz umgewandelt. Bruchstücke des Nebengesteins und tiefer liegenden Schichten zeigen sich ebenso darinn, wie in den basaltischen Conglomeraten. Man sieht sie öfters geschichtet, also unter Einfluß des Wassers abgesetzt. Doch häufig zeigen sich Conglomerate und Luffe ohne alle Schichtung, und ganz in der Beschaffenheit von Reibungsproducten. Sehr oft sieht man

Opale darinn, wie in den basaltischen Tuffen, namentlich in Ungarn, und dort sind sie die Heimath der schönen farbenspielenden Opale.

Mehrfältig ist der Trachyt prismatisch zerspalten, wie in den Anden, im Siebengebirge. Doch ist die Säulenstructur bey weitem seltener, als bey dem Basalt. Dagegen besitzen viele Trachyte Americas, namentlich diejenigen des Chimborasso und des Assuay, eine sehr bestimmte und regelmäßige, plattensförmige Abtheilung.

Als untergeordnete Gebilde erscheinen im Trachytgebiete Klingsteine, Perlsteine, Pechsteine, Obsidiane; Trachyte und Andesite sind öfters von Klingstein begleitet, vorzüglich in der Andenkette. Die Pechstein- und Perlstein-Ablagerungen der Enganeen, Ungarns, Mexicos, die Obsidian-Vorkommnisse in jenem Lande, so wie am Puraze und Polara, so wie in Ungarn, gehören ihnen an. Von großem Interesse ist das Vorkommen von Erzen, in Trachyt- und Andesitbildungen. Es scheinen darinn die gold- und silberreichen Erzlagerstätten Mexicos zu liegen, welche von einem feldspathigen Porphyr umschlossen sind. Der reiche, goldführende Gang von Villalpando bey Guanaxuato liegt in einem trachytischen Klingsteinporphyr. Der Pechsteinporphyr von St. Juan de la Chica schließt Zinnbergänge ein, und in dem Trachyt des Guanaxuato-Gebirges kommen Zinnerze vor. In einem Trachytconglomerate liegen die goldführenden Trümmer zu Königsberg in Ungarn, und sowohl in demselben als in vestem Trachyt kommen zu Telenbanya in Siebenbürgen goldhaltige Silbererze vor.

Die Bruchstücke von Trachyt, welche man nur in den jüngsten tertiären Conglomeraten oder im Schuttlande des Diluviums findet, setzen es außer Zweifel, daß die Trachyte zu den neuesten Bildungen gehören. Man sieht sie auch in Steyermark unmittelbar aus Geröllen aufsteigen (Gleichenberge). Am Caucasus sind die Tertiär-Schichten des caspischen Litorals dadurch aufgerichtet.

An Mächtigkeit und Höhe übertreffen die Trachyt- und Andesitmassen die Basalte und Melaphyre bey weitem. Sie erreichen,

namentlich am Caucasus und in den Anden, eine ungewöhnliche Mächtigkeit, und steigen zu den größten Höhen hinan. Dort bilden sie den Elborus und hier viele der schneebedeckten Nevados, welche eine Höhe von mehr als 20,000 Fuß erreichen.

Was die Verbreitung betrifft, so erscheint diese sehr allgemein, wenn man sich erinnert, wie viele Vulcane daraus bestehen, in wie vielen Erhebungs crateren dieselbe hervorgebrochen ist, wie er im Siebengebirge, an den Enganeen, in der Auvergne, in Ungarn, Siebenbürgen, Griechenland, Nordafrica, am Caucasus, in den Anden u. s. w. vorkömmt.

Ursache der vulcanischen Erscheinungen.

Zu allen Zeiten haben die vulcanischen Erscheinungen, welche den Geist und die Sinne gleich mächtig ansprechen, die Frage hervorgerufen: „Was ist es, was die Thätigkeit der unterirdischen Mächte erregt, welche Hügel, Berge, ja ganze Landstriche emporhebt, die Erbrinde zersprengt und unermessliche Quantitäten fester und flüssiger Substanzen herausschleudert? Was ist es, was in den Vulcanen brennt und die Hitze erzeugt, bey welcher Erden und Steine schmelzen?“

Die älteren Physiker leiteten alle vulcanischen Erscheinungen von einem Erdfeuer ab, dessen Sitz sie in den Mittelpunct der Erde verlegten. Spätere Beobachtungen, welche schon Athanasius Kircher in seiner „Mundus subterraneus“ 1664 mittheilt, gaben dieser Annahme einige Wahrscheinlichkeit, indem sie darauf führten, daß die Temperatur nach dem Innern der Erde zunehme, und alle spätern Beobachtungen, namentlich aber die in den letzten Decennien in großer Anzahl und mit vieler Genauigkeit angestellten, beweisen dieses unwiderleglich. Die Erde besitzt eine innere Wärme, welche ihr eigenthümlich ist, nicht von den Sonnenstrahlen herrührt, und schnell mit der Tiefe zunimmt. Wassermassen, die in verlassenem Gruben in großer Tiefe liegen, zeigen eine Temperatur, welche immer weit höher ist, als die mittlere Temperatur an der Oberfläche. Sie kann augenscheinlich keinen andern Grund haben, als die eigenthümliche Wärme der steinigen Wände, welche das Wasser einschließen, und die Temperatur dieser Wände läßt sich von keiner andern

Ursache ableiten, als von der eigenthümlichen höhern Temperatur des Erdkörpers in gewissen Tiefen. Die genauesten und unter den günstigsten Verhältnissen angestellten Beobachtungen haben das Resultat geliefert, daß die Temperatur mit jeden 115 bis 116 Fuß (par. F.) Tiefe um einen Grad R. zunimmt.

Man hat vielfältig beobachtet, daß die schmelzende und vollkommen flüssige Lava eine Hitze hat, bey welcher Kupfermünzen ungeschmolzen bleiben, Silbermünzen aber schmelzen. Da wir nun wissen, daß das Silber bey 979° R., das Kupfer dagegen bey 1118° R. schmilzt, so können wir als Mittel der Schmelzhitze der Lave 1000° R. annehmen. Vorausgesetzt, daß die Wärme nach derselben Progression, die wir bis jetzt bey deren Beobachtung in den zugänglichen Tiefen der Gruben gefunden haben, gegen das Innere der Erde fortwährend zunimmt, so kann schmelzende Lava in ihrem Innern in einer Tiefe von 115,000 Fuß vorhanden seyn. Die vulcanischen Erscheinungen geben sich alsdann als eine Folge der ununterbrochenen Wechselwirkung zwischen den geschmolzenen Massen des Innern der Erde und der Atmosphäre zu erkennen.

Welche Kraft hebt aber die Lava aus dieser großen Tiefe hervor, und schleudert Steine bis auf Tausende von Fuß in die Höhe?

Erinnern wir uns, daß alle Eruptionen von Strömen von Wasserdampf begleitet sind, daß viele Eruptionskegel denselben in großer Menge ausblasen, daß er sich aus Fumarolen und Spalten der Lava entwickelt, daß vulcanische Gesteine oft Wasser enthalten und sehr viele wasserhaltige Mineralien einschließen, so finden wir im Wasserdampf die gesuchte Kraft.

Der Wasserdampf erreicht seine größte Spannkraft bey einer Temperatur von 1224° R. Bey dieser kann der Dampf eine Lava-Säule von 88,747 Fuß tragen; die Temperatur, bey welcher der Dampf seine größtmögliche Expansivkraft erreicht, liegt in einer Tiefe von 139,840 Fuß, also etwa 6 geograph. Meilen unter der Erdoberfläche.

Eine zusammenhängende Lava-Säule von der ganzen Höhe, vom vulcanischen Sitz an bis zur Erdoberfläche, kann demzufolge den Wasserdampf selbst bey dem Maximum seiner Dension nicht

emporheben. Erwägt man aber, daß eine Luftblase, welche man in den Barometer eintreten läßt, das Quecksilber weit über den Barometerstand in die Höhe hebt, so können wir uns auch vorstellen, daß Wasserdampf, welcher in die Lavasäule eingedrungen ist und ihre Continuität unterbrochen hat, eine seiner Spannkraft entsprechende Lavamasse in den Canälen in die Höhe heben kann, welche zum Crater führen. So kann es also geschehen, daß Wasserdämpfe, welche noch lange nicht das Maximum der Expansivkraft erreicht haben, Lavasäulen von einer ihrer Spannkraft entsprechenden Höhe aus großer Tiefe bis an die Erdoberfläche heben können^{*)}. Wenn dieß in der That der Fall ist, so müssen Lavasäulen und Dampfströme in den vulcanischen Canälen mit einander wechseln, und abwechselnd Lavamassen ausgeschleudert und Dampfströme ausgeblasen werden, und gerade diese Erscheinungen beobachtet man vielfältig bey Eruptionen. Es bleibt aber nun darzulegen übrig, unter welchen Umständen die Wasser tief ins Innere niedergehen und bis zum vulcanischen Herd dringen können.

Daß Spalten von der Oberfläche bis zu diesem niedergehen, bedarf keines Beweises, es könnten ja sonst die geschmolzenen Massen nicht vom vulcanischen Sitz bis in den Dunstkreis heraufgeschleudert werden. Haben nun die Wasser durch solche Spalten freyen Zutritt zum vulcanischen Herde, so liegt der Punkt, wo die Spannkraft der Dämpfe dem hydrostatischen Druck der Wassersäule das Gleichgewicht hält, in einer Tiefe von 88,044 Fuß unter der Meeresfläche, und es können somit, da die Lava dreymal so schwer ist als Wasser, Lavasäulen von 29,000 Fuß durch die Kraft der Wasserdämpfe aus Tiefen von 88,000 Fuß unter der Meeresfläche emporgehoben werden. Dieß erfolgt während einer ununterbrochenen Wassercommunication zwischen dem Meere und dem vulcanischen Herde.

Geht das Wasser auf engen Zuleitungscanälen in eine noch größere Tiefe nieder, so findet eine Rückwirkung von Seiten der Dämpfe auf die Wassersäule statt, und es wird aus ihrer oberen Mündung heißes Wasser ausströmen, und selbst Dampfströme

^{*)} S. G. Bischofs Wärmelehre J. 1837. S. 271.

heissen Wassers unter der Meeresfläche, in der Nähe von Vulkanen, und Aufsteigen von Rauch aus dem Meere während der Eruptionen benachbarter Feuerberge, sind eine oft beobachtete Erscheinung. Die Kraft der vulcanischen Action kann dadurch zwar etwas vermindert werden, doch nicht leicht in einem größern Maasse, als die Gewalt des explodierenden Schießpulvers durch Ausströmen von Gas aus dem Zündloch einer Geschüßröhre sich vermindert.

So lange nun das Wasser freyen Zutritt zum vulcanischen Heerde hat, so kann der Feuerberg in ununterbrochener Thätigkeit bleiben, und wenn die Lavamasse an einer Stelle ganz erschöpft ist, wenigstens fortwährend Wasserdämpfe ausblasen, bis etwa von einer entfernteren Stelle neue Lava zugestossen ist. Werden die Wasserzuführungs-Canäle geschlossen, was durch Lava geschehen kann, oder indem die heißen Wasserdämpfe selbst einen Verschuß dadurch bewirken, daß sie das Gestein der Spalten an ihrem unteren Ende erweichen, in Brei verwandeln und mit diesem die Spalte verstopfen, so kömmt der Vulcan zur Ruhe.

Die im vulcanischen Herde eingeschlossene Wassermenge wird daselbst wie in einem Dampfkessel erhitzt, und die Wasserdämpfe werden das Maximum ihrer Expansionskraft erreichen. Sie werden mit unermesslicher Gewalt Scheidewände sprengen, welche unterirdische Spalten und Höhlungen von einander trennen, in die Räume eindringen und Erschütterungen und Stöße bewirken. Man sieht ein, daß sie Hauptursache der Erdbeben seyn können. Dringt eine sehr große Wassermenge bis zum vulcanischen Heerd, so wirkt sie abkühlend auf die Lava, und auch die außerordentliche Dampfbildung, welche auf Kosten ihrer Hitze geschieht, hat eine große Erniedrigung der Temperatur zur Folge. Die Lava kann dadurch zum Erstarren gebracht werden. Dann bedarf sie einer längern Zeit zu ihrer Wiederschmelzung, da sie bekanntlich ein sehr schlechter Wärmeleiter ist. Erschütterungen, wie sie bey Erdbeben vorkommen, werden häufig die verschlossenen Canäle wieder öffnen, der freye Wasserzufluß kann dadurch wieder hergestellt und der Vulcan aufs Neue in Thätigkeit versetzt werden.

Die außerordentliche Menge von kohlensaurem Gas, welche sowohl in der Nähe thätiger als erloschener Feuerberge an die

Oberfläche tritt, und namentlich die Mofetten bildet, kann dadurch erzeugt werden, daß Laven, durch Zusammenschmelzen von kieseligen Gesteinen mit kohlensaurem Kalk, entstehen. Die Kohlensäure wird dabey ausgeschieden. Alle Basalte und Laven enthalten 10 und mehr Procente Kalkerde, und war diese zuvor mit Kohlensäure verbunden, so läßt sich einsehen, welche außerordentliche Menge von kohlensaurem Gas erzeugt wird, wenn sich Laven oder Basalte durch Zusammenschmelzen kieselreicher Gesteine mit kohlensaurem Kalk bilden. Das Schwefelwasserstoffgas, welches in kleinerer Menge nicht selten aus Vulkanen und Solfataren ausgeblasen wird, scheint dadurch gebildet zu werden, daß Wasserdämpfe und Kohlensäure auf Sulfurete der leichten Metalle (Schwefel-Kalium, Schwefel-Natrium, Schwefel-Calcium) einwirken. Die nicht unbedeutliche Menge schwefelsaurer Salze, welche in vulcanischen Producten vorkommt, kann leicht durch bituminöse Dämpfe in Schwefel-Verbindungen umgewandelt werden, welche das Material zur Bildung von Schwefelwasserstoff darbieten. Aus diesem Gase scheidet sich auch Schwefel ab, wenn es durch Einfluß der atmosphärischen Luft zerlegt wird, oder sehr langsam verbrennt. Das schwefeligsaure Gas bildet sich, wie oben schon angedeutet worden ist, durch Verbrennen des Schwefels an der Luft. Der Schwefel selbst, den viele Vulcane in Dampfgestalt ausblasen, kann im Innern der Erde theils an schwere Metalle gebunden, theils in freyem Zustand vorkommen, indem uns solcherley Vorkommnisse auf Gängen und im crystallinischen Grundgebirge bekannt sind.

Da bey der Einwirkung von salzigem Wasser auf schmelzende Lava Salzsäure entbunden werden kann, und diese mit oxydierten Metallen, namentlich mit dem in allen vulcanischen Producten vorkommenden Eisenoxydul in Berührung tritt; so entstehen Chlormetalle, welche sublimiert werden, und unter denen bekanntlich das Chlor-Eisen am häufigsten austritt. Wirken Wasserdämpfe auf heißes Chlor-Eisen ein, so verwandelt es sich nach und nach in crystallisiertes Eisenoxyd, welches wir so häufig in den vulcanischen Gesteinen antreffen.

Wir haben in Vorstehendem versucht, die vulcanischen Erscheinungen dadurch zu erklären, daß wir angenommen haben, die

Temperatur der Erde steigere sich nach dem Innern bis zur Schmelzhitze. Diese Hypothese erklärt, nach dem gegenwärtigen Standpunct der Wissenschaft, alle vulcanischen Erscheinungen auf eine ziemlich genügende Weise. Alle andern Hypothesen, nicht ausgenommen diejenige, welche die Ursache der vulcanischen Erscheinungen in intensiven chemischen Wirkungen sucht, in Oxydation der Erden und Alcalien, in Zersetzung von Chlor-Metallen durch Wasser, erweisen sich unhaltbar.

A u h a n g. Erdbrände.

Stein- und Braunkohlen, welche Schwefelkies führen, entzünden sich öfters in Folge einer Zersetzung des Kieses, und brennen dann lange fort. Dabey bemerkt man eine Reihe von Erscheinungen, die man, wenn sie bis an die Oberfläche reichen, mit dem Namen eines Erdbrandes belegt. Gewöhnlich erfolgt eine solche freywillige Entzündung erst in Folge von Bergbauarbeiten, die auf Lagerstätten mineralischer Brennmaterialien getrieben werden, da sie, durch Ausschauen von Räumen, der Luft den Zutritt in dieselben gestatten, unter deren Einwirkung die Zersetzung der Kiese und die Erhitzung erfolgt, welche den Ausbruch des Feuers herbeiführt.

Wird die Oberfläche von solchen Bränden stärker afficiert, so sind ihre Producte gebrannte Erden und Steine, Erbschlacken, rothgebrannte Schieferthone und durch Frittung jaspisähnlich gewordene Thonmassen. Wir haben die Grubenbrände schon oben, bey der Beschreibung des Steinkohlenegebirges, S. 740, angeführt. Die manchfaltigsten Producte eines Steinkohlenbrandes, der stark verändernd auf die Oberfläche eingewirkt hat, sieht man zu Planitz bey Zwickau in Sachsen.

Erdbrände, in Folge von Selbstentzündungen von Braunkohlenflößen, kann man zu Epterode, unfern Cassel, auf dem Westerwalde und in Böhmen bey Bilin und Töplitz beobachten.

Auch kiesreiche Mergel und Schiefer, welche einen Bitumen-Gehalt besitzen, entzünden sich bisweilen von selbst. So hat sich

Liaschiefer, unfern Hilsbeshelm in Hannover, entzündet, und zweifelsohne hat auch der Liasdistrict bey Boll in Württemberg, dessen Oberfläche ganz roth ist, in früherer Zeit gebrannt. Auch in England hat man mehrfältig Brände in Liaschichten wahrgenommen. Werden kiesreiche Blöcke von Liaschiefer am Meeresufer vom salzigen Wasser getränkt, so entzündeten sie sich nachher fast jedesmal.

Bey allen solchen Bränden werden niemals Laven gebildet, überhaupt keine wahren vulcanischen Producte. Man sieht daher leicht, wie ganz unhaltbar die Hypothese ist, welche den Eiz der vulcanischen Thätigkeit in brennende Braun- oder Steinkohlenlager verlegt.

II. Ordnung. Plutonisches Gebirge.

Syn. Massiges Grundgebirge (Terrain plutonique).

Die plutonischen Gebilde zeigen sich wie vulcanische in Schnüren, Trümmern, Gängen, in den verschiedensten geschichteten Formationen, bringen in Keulen, Stöcken und Regeln in dieselben herauf und haben den Schichtenverband und die Gesteinsbeschaffenheit der mit ihnen in Berührung stehenden Ablagerungen manchfaltig verändert. Sie haben, wie die vulcanischen Gebilde, die Schichten des Sedimentgebirges zu verschiedenen Zeiten aufgerichtet, emporgehoben, durchbrochen und sich durch dasselbe den Weg an die Oberfläche gebahnt. Ihre Gesteine sind durch vorwaltenden Feldspath und Quarz charakterisirt, womit gewöhnlich Glimmer oder Hornblende vorkommen. Der Augit, in den vulcanischen Gesteinen allverbreitet, erscheint selten. Ein Theil der plutonischen Gesteine, durch Hornblende und verwandte Geschlechter characterisirt, zeigt eine große Verwandtschaft mit Basalten und Doleriten.

Die crystallinische Structur tritt hier abermals in großer Auszeichnung auf. Crystalle der verschiedensten Mineralien erscheinen in vollendeter Ausbildung. Alles trägt den Typus chemischer Action. Die Art, wie die plutonischen Gesteine zwischen andere geschichtete Bildungen eingebrungen sind, wie sie

Zwischenräume ausgefüllt, die Schichten beym Durchbrechen an den Rändern zerrieben und Bruchstücke eingewickelt, wie sie sich endlich über die Oberfläche derselben ausgebreitet haben: das alles zeigt wohl deutlich an, daß sie in einem erweichten Zustand aus dem Erdinnern heraufgestiegen sind, und sich zähflüssig über einzelne geschichtete Bildungen hingelegt haben. Die Veränderungen, welche damit in Berührung (Contact) gestandene Gesteine des Flözgebirges erlitten haben, die crystallisierten Mineralien, welche man so oft auf den Contact-Flächen findet, und die vorzugsweise aus wasserfreyen Silicaten bestehen, deuten uns den chemischen Vorgang an, der an solchen Stellen, um derartige Producte zu bilden, unter Einfluß einer höheren Temperatur muß vor sich gegangen seyn.

Granit.

Das wichtigste Gebilde des plutonischen Gebirges ist der Granit. Er ist über den ganzen Erdball verbreitet, setzt colossale Massen zusammen, und erhebt sich bis zu den größten Höhen. Kaum dürfte er in irgend einem Gebirge fehlen, worinn crystallinische Gesteine vorkommen. Er tritt in den mehrsten Gebirgen als der innere massige Kern auf, der bald isoliert und inselartig aus den Schiefen und Straten des Grund-, Uebergangs- und Flözgebirges hervorragt, bald in längeren Hügen und weiter erstreckten Ketten als ihre Centralachse erscheint, als der Grundpfeiler, an welchen die geschichteten Bildungen angelehnt sind, oder auf welchem sie ruhen. Nicht selten hebt er sich auch am Rande von Ketten heraus, und erscheint so als das Gestein, welches die geschichteten Bildungen gehoben und aufgerichtet hat. Seine mineralogische Beschaffenheit ist mancherfaltig, und oben in der Gesteinslehre näher beschrieben worden. Von besonderem Interesse ist die enge Verbindung, in welcher Granit zum schieferigen Gneis steht. An vielen Stellen, wo die beiden Gesteine einander unmittelbar berühren, steht man sie in einander übergehen, und die Uebergänge durch Mittelgesteine vermittelt. Daraus läßt sich denn wohl ableiten, daß Granit und Gneis, durch dieselben Mineralien constituirt, und nur durch die Art der Anordnung derselben verschieden, unter ziemlich gleichen Verhältnissen,

gebildet worden sind. Erwähnen wir uns dabey, daß man Gneisfeile in geschichtete Bildungen eingetrieben sieht, und Schichtenaufrichtungen durch denselben hervorgebracht, so wird die nahe Verwandtschaft beider Gesteine noch augenscheinlicher.

Sehr oft steht man den Granit in den crystallinischen Schieferen, so wie im Uebergangs-Schiefergebirge, in einzelnen Stöcken, die zwischen den Blättern oder den Saieferlagern von unten eingedrungen sind. Das Gestein, das sie umschließt, zeigt sich öfters verändert. Die anstoßenden Gesteine sind oft rissig, oder sehr hart, spröde. Die Schichtung ist nicht selten unbedeutlich oder verworren. Kalksteine sind längs der Berührungsflächen mit dem Granit, und bis auf eine gewisse Entfernung von diesem, gewöhnlich körnig, und Kalksteinmassen, die im Granit eingeschlossen sind, sieht man kaum anders, als mehr oder weniger crystallinisch. An der Gränze beiderley Gesteine ist oftmals eine Zone zu bemerken, in welcher sie wie in einander gestossen erscheinen, und an solchen Stellen fehlen niemals schön crystallisierte Mineralien, Granat, Glimmer, Schörl, Pistacit, Hornblende u.s.w.

Die Granit-Inseln des Harzes, welche im Thonschiefer- und Grauwackengebirge stehen, haben in ihrer Nähe ein unter dem Namen „Hornfels“ bekanntes Gestein, welches ohne Zweifel nichts anderes ist, als ein durch Granit veränderter Thonschiefer. Man sieht sogar manchmal noch unverkehrte Schieferstücke in den Hornfelsmassen, welche den Granit wie eine Schale umgeben. Ruffegger berichtet, daß er am oberen Ril, nordwärts Chardum, am Gebbel el Meluhat, einem isolierten Regelberge von etwa 500 Fuß Höhe, der aus Gneis und Granit zusammengesetzt ist, den darauf gelagerten Sandstein (Keuper-Sandstein) ganz und gar verändert gefunden habe. Seine Körner sind zusammengebacken, zusammengefrittet, und die ganze Sandsteinmasse ist stellenweise zu einem dichten, theils weißen, theils buntfarbigen, Glase geschmolzen; man beobachtet hier die allmähligsten Uebergänge vom unveränderten Sandstein bis zum völlig verglasten. Dabey sind seine Schichten ganz aus einander gerissen, das Gestein ist in allen Richtungen zertrümmert, und bildet sonderbare, höchst grotteske Felsen. Diese Stelle, bemerkt Ruffegger,

zeigt mit überraschender Klarheit, sowohl die Emporhebung des Sandsteins durch den aus der Tiefe emporgestiegenen Granit, so wie dessen merkwürdige Veränderung, die derjenigen vergleichbar ist, welche Sandsteine in einem Eisenschmelzofen erleiden. Am Irtysh hat Herr v. Humboldt einen Durchbruch von Granit durch Thonschiefer beobachtet, der ein außerordentliches Interesse gewährt. Er sah nemlich, etwa 6 Werste von Buchtarminsk, auf dem rechten Ufer des Flusses, Granit in Gängen und stockförmigen Massen durch Thonschiefer herausbringen, dessen Schichten steil aufgerichtet, und in der Nähe des Granits voll Glimmerblättchen sind. Der massige Granit steht öfters senkrecht neben dem Thonschiefer, und zuweilen hängt er förmlich über ihn hin, wie es Fig. 37 zeigt. Der Granit ist in plattensförmige Parallelepipedien abgetheilt.

Weiterhin sieht man den Granit auf einer großen Strecke den Thonschiefer bedecken, und sich darüber hinziehen (Fig. 38).

„Auf dem Irtysh entlang fahrend, konnten wir,“ heißt es in dem Bericht über die Reise nach dem Ural, dem Altai und dem caspischen Meere *), „diese interessante Erscheinung mit völliger Mühe, und während einer langen Zeit, betrachten; überall war die Gränze des Thonschiefers und des Granites, die durch die Farbe schon so verschieden waren, scharf und deutlich zu sehen, der Thonschiefer hatte unter dem Granite eine wellige Oberfläche, erhob sich bald wohl zu 50' über den Wasserspiegel, bald senkte er sich bis auf einige Fuß zum Wasser herab, und würde bey einem etwas höheren Stande des Wasserspiegels gar nicht mehr zu sehen seyn.“

Es fehlt auch in Deutschland nicht an merkwürdigen Beispielen der Ueberlagerung von Secundärschichten durch Granit, welcher aus dem Innern hervorgestiegen ist, und sich im weichen Zustande über das Sedimentgebirge hingelegt hat. Mehrere höchst interessante Punkte dieser Art liegen in den Umgebungen des Städtchens Hohenstein in Sachsen. Bey Oberau (Fig. 39), unfern des Tunnels der Leipzig-Dresdner Eisenbahn,

*) Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem caspischen Meer, von Gustav Rose. Erster Band. Berlin 1837.

sieht man in einer kleinen Schlucht den Granit, auf eine Erstreckung von wenigstens 20 Fuß, deutlich über den Pläner-Kalk hinweggelagert, dessen Schichten sich mit 20—30° Neigung gegen den Granit einsenken (s. Fig. 39). Südöstlich von Hohenstein sieht man den Granit ebenfalls auf Kreideschichten liegen (s. F. 40 *).

In Gängen durchsetzt der Granit andere Gesteine außerordentlich oft, und man sieht ihn gangartig in allen Gebirgsbildungen bis herauf zum Kreidegebirge. Sein Vorkommen in großen, auf Spalten heraufgestiegenen, Massen, in den westlichen und südlichen Alpen, wobey man die ältesten Lagen des Diluviums daran ausgerichtet sieht, beweist, daß er selbst noch in späterer Zeit aus dem Erdinnern heraufgestiegen ist. Gar oft sieht man Granitgänge in Gneis, wie dieß insbesondere im Schwarzwalde, in Schottland, in Schweden u. s. w. beobachtet werden kann. Gangartig ist namentlich das Vorkommen des Granits im scandinavischen Gneisgebirge, und es sind insbesondere die Granitgänge der Landschaft „Dalarne“ merkwürdig durch die Mineralien, welche Gahn und Berzelius darinn in den Umgebungen von Fahlun entdeckt haben. Man erinnere sich, daß in den Graniten von Finbo und Broddbo die seltensten Mineralien, Gadolinit, Tantalit, Orthit, Yttrococerit, und viele andere aufgefunden worden sind.

In Sachsen sind besonders die Umgebungen des Städtchens „Penig“ durch Granitgänge ausgezeichnet, die theils den Gneis, theils den Weißstein durchsetzen, und viele interessante Mineralien, Lithon-Glimmer, Amblygonit, Schörl u. s. w. einschließen.

Besonders zahlreich kommen Granitgänge im Schiefergebirge von Cornwallis vor. Sie laufen von großen Granitmassen aus, die unter den Schiefeln liegen, dringen in verschiedener Stärke und manchfaltiger Verzweigung in dieselben hinein, und keilen sich zuletzt in feinen Adern aus. Der Thonschiefer wird von den Bergleuten daselbst „Killa s“ genannt. In den Granitgängen findet man öfters Bruchstücke davon, und er ist an der Gränze

*) S. die Lagerungsverhältnisse von der Gränze zwischen Granit und Quadersandstein bey Hohenstein u. s. w., von B. Cotta. 1838.

in der Regel sehr hart, dunkel gefärbt und häufig dem Hornfels des Harzes ähnlich. Fig. 41 stellt das Vorkommen eines Granitganges im Killas des Cap Cornwall dar. Der Granitgang ist sechs Zoll mächtig, und hat sowohl die Killas-Schichten, als einen Quarzgang verworfen. Senkrecht auf seinen Begrenzungsflächen stehen gegen seine Mitte lange Schörl-Nadeln. Kleine Schörl-Nadeln liegen auch in der Mitte des Ganges, der aus feinkörnigem Granit besteht. Von großblättrigem Feldspath umgeben, liegen Schieferbrocken in dem Gange. In seinem Liegenden laufen Feldspathtrümmer von der Gangmasse ab, und zwischen die Killas-Schichten hinein.

Mehrfältig sieht man auch Gänge von Granit in Granit. Es durchsetzen nemlich nicht selten Gänge von feinkörnigem Granit eine grobkörnige Granitmasse, und umgekehrt. Meistens ist mit der Verschiedenheit des Korns auch die Färbung verschieden, und die Gänge sind daher in der Regel leicht zu unterscheiden. Schöne Beyspiele solcher Vorkommnisse bietet die Gegend von Heidelberg, von Carlsbad und Marienbad dar, das Granitgebiet des Schwarzwaldes und die Granitbildungen des Fassathals, in den Umgebungen von Predazzo. Am Schwarzwalde unterscheidet man selbst größere Stücke von Granit, die in einer durch Masse vorwaltenden Granitbildung von anderen mineralogischen Characteren eingeschlossen sind, und man sieht den stockförmigen jüngeren Granit in Facken in seine granitische Umgebung eingreifen (Schiltach im Kinzig-Thal).

Nicht selten führen die Granitgänge, zumal wenn sie grob- oder grobkörnig sind, schön auscrystallisierte Mineralien, wie schon oben bey den schwedischen und sächsischen Granitgängen angegeben worden ist. Es zeichnen sich dadurch namentlich auch Gänge von grobkörnigem Granit in der Nähe des Ilmensees aus, in R.O. von Miasl, woselbst in Menge schöne, braune Zirkone, Glimmersäulen von einem Fuß Durchmesser, ferner Spinell, Granat, Apatit, brauner Demantspath, grüner Feldspath, unter dem Namen „Amazonenstein“ bekannt, u.m.a. vorkommen. Auch scheinen die Edelsteinbrüche von Mursinsk in Granitgängen zu liegen, welche Berg-Crystalle bis zu 6 Zoll Durchmesser, Feldspath-Crystalle von Fußgröße, ferner Albit,

Glimmer, Schmel, Granat, Topas, Beryll u. e. a. einschließen. Sehr oft sehen im Granite Quarzgänge auf, die bisweilen schön crystallisierte Bergcrystalle, Amethyste, in Höhlungen enthalten. Die sogenannten Crystall-Keller sind nichts anderes, als größere Drusen auf solchen Gängen, und bekanntlich findet man in ihnen oft reiche Ausbeute an Berg-Crystallen. Auch die Amethystbrüche unfern Mursinsk werden auf solchen Quarzgängen betrieben. Man ersieht aus den angeführten Thatsachen, daß Granit zu verschiedenen Zeiten, und in verschiedenen Gebirgsbildungen, ja selbst innerhalb eines schon vorhandenen Granitgebirges, herausgestiegen ist.

Nicht selten sieht man auch fremde Gesteine, theils in Gängen, theils stockförmig im Granit liegen, oder denselben davon durchbrochen. Hieher gehören namentlich die in Granitbildungen öfters vorkommenden Porphyre, Gränsteine, Serpentine, Basalte, Pechsteine.

Von ganz besonderem Interesse endlich sind die im Granit vorkommenden Erzgänge. Im Schwarzwald liegen darinn die reichen Kobalt- und Silbergänge bey Wittichen und Schiltach, viele Bleiglanzgänge, Eisen- und Braunsteingänge im südlichen Schwarzwald. In Cornwall liegen die Zinnerz-lagerstätten darinn, ebenso in Sachsen und Böhmen. Mehrfältig treten auch an den Gränzen des Granites Erzlagerstätten auf, wie zu Badenweiler, im südlichen Schwarzwald, im Thal von Videssos, in den Pyrenäen, im Thale von Champoléon und Beauvoisin, im Département des Hautes Alpes. An allen diesen Orten scheint die Absehung von Erzen gleichzeitig mit der Erhebung des Granites und seinem Aufsteigen aus dem Innern erfolgt zu seyn.

Die Structur des Granits ist gewöhnlich parallelepipedisch. Die Blöcke sind oft zu imposanten Felsen vereinigt, die man in malerischen, mauerförmigen und pyramidalen Gestalten in jedem Granitgebirge sieht. Isolierte Granitfelsen zeigen sich manchmal magnetisch, und geben bisweilen eine starke, magnetische Polarität zu erkennen. In dieser Beziehung sind die Schnarther Klippen bey Schierke am Harz von besonderem Interesse. Sie stehen isoliert in dem Walde an der rechten Thalseite, wenig

über
regel
der
dern
nach
oder
samm
fläch
sind
Einz
des
aber
schei
zwise
schm
gen
stöck
hing
aufg
Klu
Thä
det
Bilt
spitz
geb
geg
Gra
am
Gip
so,
Ger
gen
wei

über Schierke, und sind des Besuches, sowohl wegen ihres aus regelmäßigen Granitstücken zusammengesetzten Baues, als wegen der ausgezeichneten, magnetischen Beschaffenheit, vor vielen andern werth.

Die Formen des Granits zeigen sich sehr verschieden, je nachdem er in kleinern Dimensionen und in niedrigeren Massen, oder aber in großer Entwicklung auftritt und hohe Gebirge zusammensetzt. Im ersteren Falle zeichnet er sich durch sanft verflachte, gerundete und kuppelförmige Berge aus. Die Abhänge sind gewöhnlich bauchig, und fallen gleichförmig gerundet ab. Einzelne kleinere Hügel sehen aus wie Wollfäcke. Die Thäler des niedrigen Granitgebirges sind flach. Im höhern Gebirge aber, wo der Granit in großen zusammenhängenden Massen erscheint, da steigt er häufig in hochgewölbten Domen auf, und zwischen jähren Abhängen ziehen sich tiefe Thäler hin, deren schmaler Grund oft gänzlich von dem rauschenden Bergwasser eingenommen ist. Häufig bildet er auch zerspaltene, nackte Felsstücke und wilde Schluchten, die zwischen hohen Felsabstürzen hinziehen. Die Thäler tragen nicht selten das Gepräge einer aufgebrochenen Spalte. Das zeigen unverkennbar die alpinische Kluft der Roßtrappe am Harze und die wildromantischen Thäler des Schwarwaldes.

Erreicht der Granit die Höhe des Alpengebirges, dann bildet er jene zerrissenen zackigen Felsgestalten, deren wunderbare Bildung den Blick des Reisenden so unwiderstehlich fesselt, jene spizigen Hörner, Thürme und Pyramiden, die uns in den Umgebungen des Montblanc als himmelanragende Colosse entgegen treten.

Eine ganz merkwürdige Erscheinung, die uns in vielen Granitgebieten überrascht, sind Anhäufungen loser Blöcke am Abhange und an den Seiten, und bisweilen selbst auf den Gipfeln der Granitberge. Sie versperren manchmal die Thäler so, daß das Wasser sich brausend von Block zu Block stürzt. Gewöhnlich liegen die Blöcke wild und chaotisch durch einander geworfen, oder über einander hingestürzt, und gleichen stellenweise, wo sie aufgethürmt liegen, Burgen und Ruinen.

Das Volk nennt solche Blockansammlungen „Felsenmeere,“

Teufelsmühlen. Man sieht ausgezeichnete Beispiele davon am Ramberge, am Harzgebirge, an mehreren Puncten im Fichtelgebirge, im Schwarzwalde u.s.w. Diese Felsenmeere sind nicht eine Folge der Verwitterung; die Blöcke sind so frisch, eckig, ohne alle Beymischung von Gruß und kleinerem Geschiebe, daß man ihre Entstehung nicht der Verwitterung zuschreiben kann. Auch ist nicht begreiflich, wie da, wo sie nur auf den Gipfeln der Berge angetroffen werden, nur an solchen Stellen gerade die Verwitterung gewirkt haben soll, oder wie sie über einander aufgehäuft werden konnten, wo kein Herabfallen von höhern Puncten möglich war.

Die Ursache der Entstehung dieser Felsenmeere ist, nach Leopold v. Buch, in der gewaltsamen Erhebung des Granits zu finden, wobey sie sich durch die heftige Erschütterung und durch Reibung und Stoß gegen die Ränder, von der festen Masse losgetrennt haben. Die Blöcke liegen auch vorzüglich an den Rändern der Granitmasse, in der Nähe tiefer, spaltenförmiger Thäler, die den Granit an seinem tiefen Abfall durchschneiden. Dieses Verhältniß zeigt sich am Ramberge, dem gegenüber die Roßtrappe-Kluft. Auch die Granitblöcke am Rehberge, an der Achtermannshöhe, so wie diejenigen zwischen Braunlage und Schierke, liegen am Rande des Granitgebirges, und unter ähnlichen Umständen sieht man Teufelsmühlen im Fichtelgebirge und im Schwarzwalde.

Der Granit erscheint in Europa in allen Höhen, vom Meerespiegel an, bis zu den größten Höhen, zu welchen die Gebirge in diesem Welttheile ansteigen. Am Montblanc erreicht er die größte Höhe (15,000 Fuß), bis zu welcher das europäische Gebirge ansteigt. Seine Verbreitung ist ganz allgemein, wie wir schon im Eingange bemerkt haben. Er bildet, jedoch nicht in ganz zusammenhängenden Massen, die Centralkette der Alpen, ist am Schwarzwalde, in den Vogesen, im Thüringer Wald, Fichtelgebirge, Harz, Erzgebirge, Riesengebirge entwickelt und bereits in allen andern, europäischen und außereuropäischen, Gebirgen, wie am Ural, Altai, in Nord-America, Brasilien, in Central-America, in Aegypten, Süd-Africa, am Himalaya u.s.w.

Syenit.

Der Syenit zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse, wie der Granit. Nimmt dieser Hornblende auf, so wird er syenitartig, und nimmt dabey der Quarz ab, so geht er so allmählich in wahren Syenit über, daß man keine scharfe Gränze angeben kann. Der Syenit erscheint in Stöcken, Keilen und Gängen in geschichteten und ungeschichteten Gebirgsbildungen, und an seinen Gränzen nimmt man dieselben Contact-Bildungen wahr, welche beym Granit beschrieben worden sind. Eine der ausgezeichnetsten Localitäten für die Beobachtung dieser Verhältnisse ist der Monzoni berg in Süd-Tyrol, allwo an der Stelle, welche „Le Selle“ heißt, der Syenit mit Kalkstein in Berührung steht. Der Kalk ist körnig, und in der Zone, in welcher Syenit in den Kalk eingedrungen und damit verschmolzen ist, liegen ausgezeichnete Crystalle von Granat, Vesuvian, Spinell und Augit. Ein Lagerungsverhältniß zwischen Syenit und Sedimentschichten, denjenigen zwischen Granit und dem Flözgebirge bey Hohenstein analog, ist durch Fig. 42 repräsentiert. Sie stellt den großen Steinbruch bey Weinböhl, unfern Dresden, dar. Hier liegt der Syenit weithin auf dem Plänerkalk, den man seit mehr als 20 Jahren darunter hervorarbeitet, wobey der untergrabene Syenit immer nachstürzt. Der bereits eingebrochene Theil desselben mag schon über 50 Fuß betragen *).

Sehr oft sieht man den Syenit in Berührung mit kalkigen Gesteinen im südlichen Norwegen, wo er in der Gegend von Frederiksvärn und Laurvig, sodann in den Umgebungen von Christiania und Brevig, eine Reihe interessanter Contactverhältnisse darbietet.

In vielen Fällen beobachtet man den Syenit in Gesellschaft von Granit, Gneis, Feldsteinporphyr und verschiedenen amphibolischen Gesteinen, und sein Auftreten in den Schiefem des Uebergangsgebirges ist vielfältig wahrzunehmen. Grünstein, Porphyre, Basalt durchsetzen ihn bisweilen in Gängen.

Erzgänge kommen selten in ihm vor. Es gehören hieher

*) Vergleiche die oben angeführte Schrift von B. Cotta.

die silberführenden Gänge von Comanja und Quebraloma in Mexico, die goldführenden Brauneisensteingänge zu Santa rosa de los Osos u. e. a.

Seine Verbreitung ist weit geringer, als die des Granits. Im südlichen Norwegen, in Schweden, am Ural, auf Grönland schließt er Zirkon-Erystalle ein (Zirkon-Syenit). In Deutschland kann man ihn in den Elbegegenden Sachsens, in den Umgebungen von Weinheim und Auerbach an der Bergstraße, im oberen Innthal beobachten. Stärker entwickelt tritt er in Schottland und in Nord- und Süd-America auf.

Feldstein-Porphyr.

Der Porphyr, mit einer Grundmasse von dichtem Feldstein, tritt häufig in Gängen und Stöcken im crystallinischen Schiefergebirge, namentlich im Gneis, auf, und zeigt sich oft in naher Verbindung mit porphyrartigem Granit, in welchen er auch zu verlaufen scheint. Er ist ausgezeichnet durch in ihm liegende Zinnerzlagerrstätten. Es liegen namentlich darinn die Zinnerze von Altenberg, Zinnwald und der Sierra de Guanarato. Im Schwarzwalde kommt dieser Porphyr vielfältig in der Nähe von Erzgängen vor, die im Gneis liegen, und die Gänge durchsetzen selbst den Porphyr, so daß er in einer näheren Beziehung zu mehreren schwarzwäldischen Erzlagerrstätten zu stehen scheint. Ausgezeichnete Abänderungen dieses Porphyr's sind der Elfdaler, der Altaische und der antike, rothe Feldsteinporphyr, welche wir zu prachtvollen Vasen verarbeitet sehen. In Cornwallis, wo er „Elyan“ genannt wird, durchsetzt er vielfältig das erzführende Thonschiefergebirge.

Da die Grundmasse dieses Porphyr's sehr fest ist, und der Verwitterung lange widersteht, so ragt er häufig in Felsen, die nackt, schroff, grotesk sind, hervor. Eine der interessantesten Stellen dieser Art ist der Iffenberg, im Regierungsbezirk Arnberg in Westphalen. Dort ragen, am nördlichen Abhange des genannten, bewaldeten Bergrückens, 5 isolierte Porphyrmassen, bekannt unter dem Namen der „Bruchhauser Steine,“ hoch aus dem Thonschiefergebirge hervor. Ihr Anblick ist überraschend, wenn man sie vom nahen Giersbach-Thal aus gewahrt wird.

Unzählbare Blöcke, die sich von den mauerartigen Porphyrfelsen abgelöst haben, bedecken den untern flächern Abhang des Iffsenberges. Einer dieser Porphyrfelsen, der Feldstein, beherrscht den Gipfel des Berges. Der Thonschiefer ist in der Nähe des Porphyr verändert, und namentlich sind in den Porphyr hineinragende Thonschieferkeile sehr fest, hart, und der Grundmasse des Porphyr ähnlich.

Quarzführender Thon-Porphyr.

Die Grundmasse dieses Porphyr ist jederzeit thonig, und in derselben liegen immer kleine, wohlausgebildete Quarzcrystalle. Niemals sehen wir diesen Porphyr in die crystallinisch-förnige Granitmasse verlaufen, dagegen häufig in eine unreine, erdige Thonsteinmasse, in einen rothen, schweren Eisenthon. Sehr oft wird er blasig, mitunter selbst schlackenartig, und gar nicht selten verläuft er in einen achatsführenden Mandelstein. Die Farbe seiner Grundmasse ist vorherrschend roth. Doch kommen häufig unreine, graue, weiße, violette Färbungen vor.

Was nun diesen Porphyr ganz besonders auszeichnet, das ist seine innige Verbindung mit Sandstein- und Conglomeratmassen, die man so ganz gewöhnlich um ihn gelagert sieht, und die so häufig Bruchstücke seiner Masse einschließen, daß man dadurch auf die nahe Beziehung des Porphyr zu jenen Trümmergesteinen aufmerksam gemacht wird. Liegen die Trümmergesteine im Innern der Porphyrmassen, in den Thälern zwischen denselben, so zeigen sie gewöhnlich alle Eigenschaften der Reibungs-Conglomerate. An der Außenseite der Porphyre sind die Conglomerate gewöhnlich deutlich geschichtet, und offenbar unter Einfluß des Wassers gebildet worden. Wo geschichtete Bildungen mit diesem Porphyr in Berührung stehen, da zeigen sie ganz dieselben Veränderungen, die sie im Allgemeinen an Stellen wahrnehmen lassen, wo von unten heraufsteigende, plutonische Gesteine auf sie eingewirkt haben. Sehr oft sieht man diesen Porphyr in der Bildungen des Rothliegenden, und an sehr vielen Orten auch in naher Beziehung zum Steinkohlengebirge, wie in der Gegend von Halle, bey Waldenburg in Schlesien, im Saarbrückenschen u.s.w., so daß man längere Zeit der Meynung

war, er gehöre wesentlich zum Steinkohlengebirge. Sein späteres Eindringen in seine Schichten, das sich so vielfach durch Veränderungen ihrer Stellung zu erkennen gibt, läßt jedoch keinen Zweifel übrig, daß zwischen diesem Porphyr- und dem Steinkohlengebirge keine andere Beziehung vorhanden sey, als die allgemeine der plutonischen Massen gegen die neptunischen. Bisweilen verschwindet der Quarz, und statt dessen erscheint Hornblende oder Augit in der Grundmasse. Dadurch nähert sich dieser Porphyr dem Melaphyr. Das ist namentlich mehrfältig bey dem niederschlesischen Porphyrgebirge der Fall. Die Structur dieses Porphyr's ist bald plattenförmig, bald säulenartig. Als untergeordnete Massen liegen in demselben öfters Stöcke von Thon, wie z. B. in der Gegend von Halle und bey Oberkirch im Schwarzwalde. Erzvorkommnisse sieht man darinn selten. Einige sind in Schlesien, in der Nähe von Gottesberg, bekannt. An der Bergstraße sieht man bey Schriesheim Trümmer von Eisenglanz und Rotheisenstein darinn.

Die Formen dieses quarzföhrenden Thonporphyr's sind im Ganzen weniger rauh und mehr gerundet, als die des Feldsteinporphyr's. Er tritt weit öfter, als dieser, in größeren Massen und in mehr gruppierten Bergen auf. Diese sind häufig Regell, Dome, und in der Regel steil. Aus der Ferne schon vermuthet man, wo man die schnell aufsteigenden, kegelförmigen oder gewölbten Berge in isolirter Stellung sieht, diesen Porphyr anzutreffen. Die Thäler dazwischen sind enge, tief, und oft nichts anderes als aufgebrochene Spalten.

Die Verbreitung dieses Porphyr's ist beträchtlich, er tritt namentlich an der Südseite der Alpen auf, vom Fassathal an ostwärts bis Reichenhall, und weiter fort durch Kärnthen und Krain, und durchaus in naher Beziehung zu dem dortigen großen rothen Sandsteingebilde. Man sieht ihn ferner, und zwar vorzüglich aus den Bildungen des Rothliegenden oder des Steinkohlengebirges hervorstechend, am Thüringerwald, am südlichen Harzrand, in Niederschlesien, im Saarbrückenschen, im Schwarzwalde, wo er durch Granit, Gneis, Thonschiefer, Steinkohlengebirge und Rothliegendes

durchgebrochen ist. Ferner steht man ihn in Schottland, Irland, in America.

Grünstein.

Dieses, aus Albit und Hornblende bestehende Gestein hat das Unglück mehrfältiger Laufen gehabt, und dabey die Namen Diorit, Diabase, Aphanit erhalten. Seit langer Zeit nennt es der Schwede „Trapp,“ was so viel heißt als Treppe, und sich auf das treppenförmige, abgestufte Ansehen seiner Felsen bezieht. Wir wissen aus den lehrreichen Untersuchungen von G. Rose, daß viele Grünsteine, namentlich diejenigen des Ural, den Doleriten und Melaphyren nahe stehen.

Dieses Gestein durchsetzt in manchfaltigen Abänderungen, in Trümmern, Gängen, Keilen, Stöcken, das crystallinische Grundgebirge und das Uebergangsschiefergebilde in allen Ländern. Nicht selten steht man es in plattenförmigen Lagen zwischen den Schichten, und kuppelförmig über denselben. Dieß hat zu der lange festgehaltenen Ansicht geführt, daß der Grünstein dem Schiefergebirge als besonderes Glied angehöre, oder nach dessen Bildung auf dasselbe abgesetzt worden sey; allein genauere Untersuchungen stellten in neuerer Zeit seine Analogie mit den plutonischen Massen in das klarste Licht.

Das Fichtelgebirge bietet in dieser Beziehung besonders interessante Verhältnisse dar. Die Conglomerate, aus vorherrschenden Trümmern von Grünstein, Feldstein und Granit zusammengesetzt, welche dort die Grünsteinkuppen mantelförmig umziehen, erscheinen als wahre, ohne alle Mitwirkung des Wassers gebildete Reibungs-Conglomerate, und zeigen gar deutlich, wie der Grünstein, gleich den übrigen plutonischen Gesteinen, aus dem Erdinnern emporgestiegen, und durch die vorhandenen Bildungen herausgebrochen ist. Dabey konnte sich die weiche Masse gar leicht etwas über die Oberfläche verbreiten. Wenn nun das durchbrochene Gebirge leicht verwitterte, so mußte mit der Zeit die Grünsteinmasse, welche aus der Spalte herausgetreten war, den Anschein einer aufgesetzten Kuppe erhalten.

Etwas ganz eigenthümliches ist der Eisengehalt des Grünsteines, der in manchen Gebirgen sich darinn so groß zeigt,

daß das Gestein wie ein Eisenerz benützt werden kann. Das großartigste Beyspiel gibt in dieser Beziehung der Taberg in Småland. Er steigt 400 Fuß über den umliegenden Gneiß hervor, enthält 21—32 Procent Eisen, und besteht am südlichen jähren Abflurz, nach Hausmann, aus einer beynahe soliden Magneteisensteinmasse. Dieser Eisencoloss versorgt alle Hohöfen des nach ihm benannten Bergbezirks, und wird noch Jahrhunderte lang reiches Material geben.

Nach Zinken sind viele Grünsteine des Harzes, ihrer ganzen Masse nach, von Eisenerz durchdrungen, und einige enthalten einen constanten Eisengehalt von 12—15 Procent. Wie so ganz das Eisen an den Grünstein gebunden ist, das zeigen vornehmlich die vielen Eisengänge im Zorger Grubenrevier, welche zum größten Theil darinn liegen, und nur in ihm erzführend, im umliegenden Thonschiefer dagegen taub sind. Auch auf der Grube Neuwerglockenklang, im Fichtelgebirge, kann man sich überzeugen, wie der Eisenstein an den Grünstein gebunden ist. Die Gebirgsart besteht hier aus concentrisch-schaligen Kugeln, und viele derselben sind aus abwechselnden Schalen von thonigem Brauneisenstein und Grünstein zusammengesetzt.

Auch andere Erze, namentlich Kupfererze, kommen im Grünstein, oder in seiner unmittelbaren Nähe, vor. Das große Grünsteingebirge im Norden von America hat, wegen seines Kupferreichthums, den Namen Kupfergebirge (Copper mountains) erhalten, und am Ural kommen zu Bogoslowsk, an der Gränze zwischen Uebergangskalkstein und Grünstein, Granatfels und Thonmassen vor, in welchen letztern reiche Kupfererze liegen.

Auch wahre Erzgänge liegen mehrfältig in Grünstein. So die mehrsten Silbergänge in Siebenbürgen und Ungarn, welche auch Gold- und die interessanten Tellurerze führen. In Nord-America liegen, in Nord-Carolina, Golberze darinn.

In selbstständigen, größeren Gebirgsmassen tritt der Grünstein seltener auf. Er ist in der Regel mit Syenit, Feldsteinporphyr, Hornblendeschiefer und Melaphyren vergesellschaftet. Sehr häufig aber durchsetzt er in Gängen alle Gebirgsbildungen bis herauf zu den tertiären. Seine Formen sind gewöhnlich kuppig und gerundet. Größere Grünsteinberge

erheben sich schnell, und zeigen häufig jähe, öfters beynahc senkrechte Felsabstürze. Die Abhänge sind meistens abgestuft, treppenförmig. Seine Verbreitung kann man allgemein nennen, da er beynahc in keinem Gebirge gänzlich fehlt. In großer Ausdehnung erscheint er am Ural und in Nord-America. In kleineren Massen in allen deutschen Gebirgen, sodann in Scandinavien, in England, und hier namentlich vielfältig im Steinkohlengebirge.

Serpentin und Gabbro.

Diese beiden Gesteine kommen sehr oft mit einander vor, und werden auch manchmal von Hypersthensfels begleitet oder repräsentiert. Alle diese Gesteine stehen auch in naher Beziehung zum Syenit und zu den übrigen amphibolischen Gesteinen. Sie erscheinen gewöhnlich mit ihnen in Gängen und Stöcken im Granit, im Gneis und in den verschiedenen Bildungen des Sedimentgebirges.

Der Serpentin ist das Hauptgestein; man sieht ihn in allen Bildungen, und vielfältig in großen Massen, namentlich in den Alpen und hier durch das Kreidegebirge herausgebrochen. Zuweilen sieht man an seinen Rändern Reibungs-Conglomerate. Mehrfältig liegen Erze darinn, Schwefelkies, Chromeisen, Magnet Eisen, und nach den im Ural gemachten Beobachtungen bilden Serpentinstücke in Gold- und Platineisen mehrfältig die Basis des Sandes, so, daß diese Metalle ihre ursprüngliche Lagerstätte wenigstens theilweise in Serpentinmassen zu haben scheinen.

Auf Klüften trifft man im Serpentin häufig Asbest, Magnesit, Opal, Chalcedon, Chrysopras.

Was die Verbreitung betrifft, so steht der Serpentin den mehren plutonischen Gesteinen nach. In großen Massen erscheint er in den Alpen, namentlich in den südlichen und in den östlichen, zumal in Graubünden, am Septimer- und Julier-Paß und im Davos. In ansehnlicher Entwicklung erscheinen Serpentin und Gabbro auch in Süd-Ligurien, auf Corsica, im Frankensteiner- und Zobtener-Gebirge, am Cap Lizard in Cornwall, in Nordamerica, Norwegen, auf den Shetlandsinseln u. s. w. Den Hypersthensfels hat man

namentlich auf der Insel Skye, an der Labrador-Küste und an der Westküste von Grönland beobachtet.

Von den Lagerstätten der Erze.

Wir haben bey der Beschreibung der verschiedenen Gebirgsbildungen jederzeit das Vorkommen der Erze erwähnt, die eigentlichen Lagerstätten derselben aber nicht weiter geschildert.

Die wichtigsten Lagerstätten sind die Gänge. Wir müssen uns darunter Spalten vorstellen, welche mit Erzen und fremdartigen Mineralien ausgefüllt sind. Diese Ausfüllungsmasse hat die Gestalt einer Platte. Die Gangspalten durchschneiden die Gebirge in den verschiedensten Richtungen. Sie sind natürlich jünger als die Gesteine, welche sie durchsetzen. Man heißt sie Erzgänge, wenn sie mit Erzen, Gesteinsgänge, wenn sie mit Gesteinen ausgefüllt sind. Was den Gang einschließt, heißt man Nebengestein. Schneidet der Gang das Gestein in einem schiefen Winkel, so heißt man denjenigen Theil des Nebengesteins, der sich unter dem Gang befindet, das Liegende, denjenigen Theil dagegen, welcher über dem Gang liegt, das Hangende. Den Abstand des Hangenden vom Liegenden, also die Weite der Spalte, oder die Stärke der sie ausfüllenden Masse, heißt man Mächtigkeit. Diese ist außerordentlich verschieden, und variiert von einigen Linien bis zu vielen Lachtern. Der größte Theil der Gänge hat jedoch eine Mächtigkeit von einigen Follen bis zu höchstens 3 Lachtern. Auch bleibt diese nicht in der ganzen Erstreckung gleichmäßig dieselbe. Bald ist die Spalte weiter, der Gang mächtiger, bald enger, der Gang schwächer. Die Längenerstreckung der Gänge, oder ihr ins Feldsehen, unterliegt mancherley Verschiedenheiten. Viele Gänge ziehen sich nun auf kurze Strecken fort, andere dagegen Stunden weit. Die Richtung, die sie beobachten, Streichen genannt, macht gewöhnlich kleinere und größere Biegungen. Was ihr Niedergehen in die Tiefe betrifft, so hat man dieses noch nirgends bis dahin verfolgt, wo es aufhört. Man hat bisher, selbst in den tiefsten Gruben, noch niemals das wahre Ende eines Ganges nach unten gefunden, und es ist daher wahrscheinlich, daß sie sehr tief niedergehen. Die Neigung, welche die Gänge gegen den Horizont

haben, ist außerordentlich verschieden. Geringe Neigung ist jedoch selten, und bey weitem die meisten Gänge sind zwischen 60 und 90° aufgerichtet. Ist das Nebengestein geschichtet, so sieht man, daß in der Regel das im Hangenden des Ganges befindliche Gebirgsstück sich gesenkt hat. Die Gangspalte hat also eine Verschiebung der Gebirgsstücke zur Folge gehabt, oder eine sogenannte Verwerfung hervorgebracht. Dasselbe haben auch Klüfte bewirkt, und man sieht die Gänge selbst durch diese geschnitten und verschoben. Die Senkung geschieht immer nach der Falllinie eines Ganges, und die getrennten Stücke zeigen in einem Horizontal-Durchschnitt eine Seitenverschiebung. Sehr oft durchsetzen die Gänge einander selbst, und da sind dann immer die durchsetzten die älteren, und die durchsetzenden die jüngeren, verwerfenden (Fig. 43). Die Mineralien, welche als die gewöhnlichsten Ausfüllungsmassen der Gänge erscheinen und die Erze begleiten, heißt man Gangarten, sie sind: Quarz, Kalkspath, Schwerspath, Flußspath, Braunstein, Thon. Die Erze bilden gewöhnlich den geringeren Theil der Ausfüllungsmasse der Gänge. Sie wechseln gewöhnlich streifenweise mit den Gangarten ab, oder sind darinn eingesprengt, füllen Zwischenräume aus. Sehr oft liegen Bruchstücke des Nebengesteins in der Gangmasse, und Trümmer von Gesteinen, welche in derjenigen Tiefe, in welcher man den Gang kennt, nicht als Nebengestein auftreten, und die somit aus größerer Tiefe zu kommen scheinen. Erze und Gangarten liegen häufig schalenförmig über einander. Da nun eine Schale immer schon vollendet gewesen seyn muß, ehe sich eine andere darüber legen konnte, und man die verschiedenartigsten Mineralsubstanzen gleichartig über einander liegen sieht, so muß ein langer Zeitraum verfloßen seyn, bis ihre Bildung vollendet war. Hohle Räume auf den Gängen, die mit Crystallen ausgekleidet sind, heißt man Drusen. Völlig glatte, oder parallel gefurchte, spiegelnde Ablösungsflächen heißt man Spiegel. Sie geben einen deutlichen Beweis von Senkungen während der Gangbildung; denn sie sind durch Reibung der auf einander liegenden Massen, während des Rutschens, entstanden. Man sieht sie sehr oft an den Seitenwänden des Gangraumes, an den Saalbändern. Gänge,

welche einander parallel streichen, haben öfters eine gleiche Ausfüllungsmasse, und verhalten sich, wenn sie mit Gängen einer andern Richtung zusammentreffen, gegen diese im Allgemeinen gleich. Daraus läßt sich abnehmen, daß sie unter denselben Umständen gleichzeitig entstanden seyn müssen. Solche in Streifen und Ausfüllung übereinstimmende Gänge begreift man unter dem Namen einer Gangformation.

Von der Hauptmasse eines Ganges gehen häufig kleinere Gänge, sogenannte Krümmer, ab, die sich entweder nach einiger Erstreckung abspalten, oder in Bogen wiederum zurücklaufen. Das Nebengestein ist in der Nähe der Gänge meistens verändert. Festigkeit und Härte sind verändert, und die Beschaffenheit wird gewöhnlich erdig oder thonig. Nicht selten ist es noch mit Erzktheilen mehr oder weniger imprägniert.

Mehrfältig sieht man, zumal in den oberen Theilen der Gänge, sowohl die Erze, als auch die Gangarten, in einem Zustande, der von ihrem ursprünglichen oft sehr verschieden ist. Die Erze sind gewöhnlich oxydiert und gesäuert. Die verschiedenen mineralischen Metallsalze, die kohlenfauren, schwefelsauren, phosphorsauren, arseniksauren Blei- und Kupfererze, werden vorzüglich in den oberen Theilen der Gänge gefunden, wohin die Einwirkung der Atmosphäre dringen konnte. Gänge, welche in der Tiefe Spath Eisenstein führen, zeigen in den obersten Theilen gewöhnlich Brauneisenstein, und häufig in stalactitischen Gestalten.

Befinden sich Erze zwischen den Schichten des Flözgebirges oder den Schiefen des crystallinischen Grundgebirges, so daß ihre Lage und Ausdehnung nach derjenigen der Schichten oder Schiefer bestimmt wird, so heißt man ein solches Erzvorkommen ein Lager. Diese unterscheiden sich also von den Gängen dadurch, daß sie die Schichten nicht durchschneiden. In den meisten Fällen, und namentlich da, wo sie mit plutonischen Gesteinen in Verbindung stehen, ist es sehr wahrscheinlich, daß sie, nach der Bildung der Massen, worinn sie jetzt liegen, eingebrungen sind. Ein Lager, im wahren Sinn des Wortes, muß alle Kennzeichen an sich tragen, daß es gleichzeitig mit dem einschließenden Gestein gebildet worden ist.

Durchsetzen viele kleine Gänge eine stockförmige Gesteinsmasse,

z. B. von Granit, Porphyr, so nennt man dieses Ervorkommen Stockwerk. Nester und Puzen nennt man Ervorkommnisse, welche unabhängig von der Structur des einschließenden Gebirges, und mehrentheils mit sphäroidischer Gestalt darinn liegen.

Emporhebung der Gebirgsketten.

Am Rande beynaher aller Gebirgsketten sieht man Sedimentschichten sich in horizontaler Lage bis zum Fuße der Berge erstrecken. In der Nähe des Gebirges aber zeigen sie sich mehr oder weniger aufgerichtet, an die Abhänge angelehnt, und nicht selten steigen sie stark aufgerichtet bis zur Höhe des Gebirges hinan. Gewöhnlich zeigt aber nur ein Theil der Flözgebirgsschichten diese Aufrichtung, ein anderer nicht, und man kann daher bey jedem Gebirge Flözschichten unterscheiden, die aufgerichtet sind, und solche, die in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage sich am Fuße desselben befinden. Die aufgerichteten Schichten zeigen nun ganz unzweydeutig die Emporhebung der crystallinischen, schiefrigen oder massigen Gesteine an, gegen welche die Flözschichten angelehnt sind. Das geognostische Alter derjenigen Schichten, die horizontal am Fuße eines Gebirges liegen, dienen zur Bestimmung des Alters der erhobenen Bildungen, denn es ist klar, daß die Zeit des Heraufsteigens einer Kette nothwendig zwischen die Ablagerungszeit der daran aufgerichteten, und der bis zu ihrem Fuße horizontal fortliegenden Schichten fallen muß. Die Schichten, welche wir aufgerichtet sehen, waren schon vorhanden, als die crystallinischen und massigen Bildungen heraufgestiegen sind; die horizontalen Schichten dagegen haben sich erst später abgelagert. Da die aufgerichteten und die horizontal liegenden Schichten scharf von einander geschieden sind, so müssen wir annehmen, daß die Emporhebung nicht allmählich während eines langen Zeitraums erfolgt ist, sondern daß sie zwischen den Ablagerungszeiten zweyer auf einander folgenden Formationen schnell eingetreten ist, und von kurzer Dauer war. Es wird immer wahrscheinlicher, daß die Gebirgsketten durch ungeheure Spalten heraufgestiegen sind, welche sich in der Erbrinde, in Folge ihrer Abkühlung, gebildet haben. Die Richtung der gehobenen Schichten ist auch die Richtung der Spalten. Man weiß,

mit welcher Beständigkeit und Unveränderlichkeit das Streichen der Schichten auf außerordentlich große Strecken gleichförmig anhält, und wie auch kleinere Spalten, die Gangspalten, so häufig in einem Districte mit einander parallel laufen, und wie die parallelen Gänge in ihren übrigen Verhältnissen viele Uebereinstimmung zeigen. Leopold v. Buch hat diese Verhältnisse ihrer Allgemeinheit aufgefaßt und auf die Richtung der Gebirgsketten ausgedehnt. Er zeigte vor langer Zeit schon, daß die Gebirge von Deutschland in vier scharf geschiedene Systeme zerfallen, welche sich durch die darinn vorwaltenden Richtungen unterscheiden. *Elie de Beaumont* hat diese Verhältnisse in noch weiterer Ausdehnung erforscht und gezeigt, daß die Aufrichtungen von gleichem Alter, im Allgemeinen auch in derselben Richtung erfolgt sind. Mit Zugrundlegung der Sätze: daß die geneigten Sedimentschichten durch Emporhebung crystallinischer Gesteine aufgerichtete Schichten sind, und daß in jedem Gebirgsdistricte alle gleichzeitig aufgerichteten Schichten auch allgemein eine gleiche Richtung haben, hat *Beaumont* in Europa bereits 12 Gebirgssysteme unterschieden, und wahrscheinlich kann man noch deren mehrere unterscheiden. Dabey zeigt sich sehr schön, in wie sehr verschiedenen Zeiten die Gebirgsketten erhoben worden sind, und wie gerade mehrere der bekannten, höchsten und größten, die Kette der Alpen und der Anden, zu den jüngsten gehören.

E n d e .