

**Aus der Entwicklungsgeschichte der Erde.**

---

*Eine Mitgabe für abgehende Schüler.*

Zur Entwicklungsgeschichte der Erde.

### Ein Blick auf die Oberfläche der Erde; Zusammensetzung der Erdrinde.

Die Erdoberfläche bietet dem Beobachter ein Bild steter Abwechslung und grosser Mannichfaltigkeit dar. Hier breitet sich das endlose, bewegliche Meer aus mit seinen unergründlichen Tiefen, dort erhebt sich das Land in unregelmässigen Umrisen, Inseln bildend und Festland mit Vorgebirgen und Halbinseln. Auf dem Lande wieder wechseln Ebenen mit Hügeln, Bergen und Gebirgen, die oft steil bis in die Wolken ragen; die Berge bedeckt mit schattigen Wäldern, die Ebenen in saftiges Grün gekleidet, bewässert von zahlreichen Bächen, die aus dem Gebirge herabrieseln, sich vereinigend zu Flüssen und Strömen, welche das aus den Wolken herabgefallene Wasser, nachdem es das Land befruchtet, sammeln und wieder dem Meere zuführen. Dazu die Thiere und Menschen, welche Meer und Festland bewohnen und die Scene beleben. Auch der Grund und Boden zu unsern Füssen zeigt eine grosse Verschiedenheit: Hier finden wir fruchtbaren Thon- und Mergelboden, dort kahle Sandflächen — hier Torf- und Moorboden, dort tritt das feste Gestein zu Tage — und graben wir in die Tiefe, so finden wir vielleicht alle diese Gesteinsarten über einander gelagert. Nicht minder verschiedenartig sind die festen Gesteine: hier schiefrig und geschichtet, dort massig und zerklüftet, von dem verschiedensten Aussehen, der verschiedenartigsten Zusammensetzung und Bildung. Eine genaue Betrachtung lehrt jedoch, dass es verhältnissmässig nur wenige Körper sind, welche in grossen Massen vorkommen, so dass sie ganze Berge und Gebirge bilden helfen. Von den ca. 65 Elementen, die der Chemiker unterscheidet, sind es\*) nur 7 oder 8, deren Verbindungen (mit Sauerstoff) das grosse Ganze der Erdrinde zusammensetzen, nämlich:

Kieselerde,	Natron,
Thonerde,	Kalk,
Kali,	Bittererde und die
Eisenoxyde.	

Diese treten in den Mineralien zu Verbindungen zusammen, welche ihrerseits die Gesteine bilden. So betheiligen sich denn am Bau der Erdrinde vorzugsweise 10—12 Mineralien, während die übrigen nur untergeordnet auftreten. Diese sind\*):

Feldspath,	Olivin,
Quarz,	Magneteisen,
Glimmer,	Titaneisen,
Hornblende,	Granat,
Augit,	Turmalin,
kohlensaurer Kalk;	

und von geringerer Verbreitung:

Gyps,	Epidot,
Chlorit,	Diallag, Hypersthen, Bronzit,
Idokras,	Nephelin,
Spatheisenstein etc.	

\*) Mohr, Geschichte der Erde.

Nach ihrer Entstehungsweise kann man die Gesteine in folgende 4 Gruppen bringen :

- 1) *Sedimentgesteine* oder neptunische, Wasserbildungen
- 2) *Vulkanische* } Feuerbildungen
- 3) *Plutonische* }
- 4) *Metamorphische* oder Umwandlungsgesteine, krystallinische Schiefer.

1. Die *Sediment-* oder *Absatzgesteine* sind mehr oder weniger geschichtet und geschiefert und offenbar unter Mitwirkung des Wassers gebildet worden, was ihre organischen Einschlüsse bestätigen. Ihre Bildung wiederholt sich noch fortwährend unter unsern Augen. Das ewig bewegliche Wasser ist stets thätig und wirkt theils zerstörend, theils aufbauend. Unablässig nagt es am festen Gestein, auflösend und mechanisch lostrennend, und führt die abgelösten Theile als Gerölle, Sand, Schlamm von den Höhen nach der Tiefe, um sie dort abzulagern, wo sie, mit Thier- und Pflanzenresten vermischt, unter günstigen Bedingungen (grossem Druck) wieder zu festem Gestein erhärten. Dabei werden die Gesteins-Trümmer nach ihrer Grösse sortirt. „Bei der leisesten Bewegung (Mohr) des Wassers wird nur der feinste Staub fortgeführt, darauf der feinste Sand, dann der grobe Sand, dann kleinere Rollstücke, dann grössere bis zu ganzen Felsblöcken.“ In umgekehrter Reihenfolge wird die Ablagerung statthaben. „Der grösste Sand bleibt zunächst bei der Mündung liegen, der feinste Thon treibt 80—100 Meilen weit in's Meer.“

Zu den Sedimentgesteinen gehören: Thonschiefer, Sandsteine, Conglomerate, Kalksteine, Gyps, Steinsalz etc.

2. Die *vulkanischen Gesteine*, Producte der Vulkane, werden durch Einwirkung von Feuer (aus andern Gesteinen durch Schmelzen derselben) unter der Erdoberfläche gebildet und durch vulkanische Kräfte emporgehoben. Sie sind ungeschichtet, nie weit verbreitet. Ihre Bildung erfolgt noch fortwährend, wenn auch in Europa die meisten Vulkane erloschen sind. So finden sich in der Eifel wie im südlichen und mittleren Frankreich Hunderte von konischen Hügeln, umgeben von Lavaströmen und oft noch mit Kratern.

Hierher gehören: Laven, Schlacken, vulkanische Asche und Sande, Tuffe und Gläser (Bimsstein, Obsidian etc.).

Zu den vulkanischen Gesteinen werden gewöhnlich auch noch die Basalte gerechnet. Manche Geologen lassen die Unterscheidung zwischen vulkanischen und plutonischen Gesteinen ganz fallen und betrachten alle als vulkanische Bildungen, als Ausflüsse aus dem (angeblich) noch feurig-flüssigen Erdinnern.

3. Die *plutonischen Gesteine*, krystallinischen Massengesteine sollen sich unter grossem Druck und Einwirkung grosser Hitze (auch wohl des Wassers) durch vulkanische Thätigkeit — jedoch ohne Mitwirkung eigentlicher Vulkane — in der Tiefe gebildet haben und von da an die Oberfläche der Erde gehoben worden sein, wobei sie die über ihnen liegenden Gesteine emporhoben und durchbrachen (daher Eruptivgesteine genannt), oder durch Abschwemmung der darüber liegenden Gesteinsschichten an die Oberfläche gekommen sein. „Wie die Lava der Vulkane“, sagt Lyell, „waren sie geschmolzen, kühlten dann ab, krystallisirten, aber sehr langsam und unter ganz andern Bedingungen, wie dies bei an der freien Luft abkühlenden Körpern der Fall ist.“ Auf diese Weise sucht man das krystallinische Gefüge derselben zu erklären, welches Lava und vulkanische Gläser nicht zeigen, sowie die Abwesenheit vulkanischer Tuffe und Breccien und das Fehlen von Poren und Blasenräumen, wie sie sich in den Laven finden.

Die mikroskopische Untersuchung scheint die angegebene Entstehungsweise dieser Gesteinsgruppe zu bestätigen, indem sie zahlreiche Einschlüsse von Flüssigkeiten und Gasen, wie das Vorhandensein einer glasartigen

Masse nachgewiesen hat, und die „Mikrofluctuationsstructur“ (zahlreiche kleine Krystalle wie in fließender Bewegung begriffen) soll ebenfalls dafür sprechen.

Zu den plutonischen Gesteinen rechnen wir die Granite (Granit, Syenit, Granulit), die Grünsteine (Diabas, Diorit, Serpentin u. a.), die Porphyre (Porphyr, Melaphyr, Pechstein, Mandelstein) und die Basalte (Basalt, Phonolith, Trachyt, Dolerit).

4. *Metamorphische oder Umwandlungsgesteine*, geschichtete krystallinische Gesteine. Sie sind geschichtet wie die Sedimentgesteine, krystallinisch wie die Massengesteine. Hinsichtlich ihrer Entstehung gehen die Ansichten auseinander. Ein Theil der Geologen lässt die Umwandlung dieser geschichteten Gesteine erfolgt sein durch Einwirkung der innern Erdwärme. Nachdem nämlich durch Ablagerung mächtiger Schichtensysteme tiefe Meeresbecken waren ausgefüllt worden, soll sich die innere Erdwärme auch über diese ausgebreitet haben, wodurch unter grossem Druck der überlagernden Massen eine Schmelzung der untern und eine theilweise Umkrystallisirung der obern Schichten hervorgerufen wurde. Nach Andern sind es die unveränderten Niederschläge des Urmeeres, welches kraft seiner hohen Temperatur eine viel grössere Lösungsfähigkeit hatte als das jetzige Meer; bei seinem allmählichen Erkalten mussten sich die gelösten Stoffe der Reihe nach ausscheiden. — Mit grösserer Wahrscheinlichkeit wird die Umwandlung (des Thonschiefers in Urthonschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss etc.) der Einwirkung der Sickerwasser zugeschrieben. Die atmosphärischen Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff mit sich führend, durchdringen die oberen Erd- und Gesteinsschichten, treten an dieselben Kohlensäure und Sauerstoff ab und zersetzen sie dadurch. Dabei beladen sie sich mit löslichen kiesel-sauren Salzen (Kali-, Kalksilicat) und führen diese nach der Tiefe, wo sie mit den bereits vorhandenen zu Doppelsilicaten zusammentreten, wie Feldspath und Glimmer. Da der Vorgang ein sehr langsamer ist, so scheiden sich die gelösten Stoffe krystallinisch aus. Ist Kieselsäure im Ueberschuss vorhanden, so wird sich dieselbe in Gestalt von Quarz absetzen.

Zu den metamorphischen Gesteinen gehören: Urthonschiefer, Glimmerschiefer und Gneiss; Talk-, Chlorit-, Hornblendeschiefer.

Der Gneiss geht nach unten in Granit über, Granit und granitische Gesteine sind aber auch häufig diesen „metamorphischen“ Gesteinen eingelagert und somit ihnen vergesellschaftet, jener Uebergang zudem ein so unmerklicher, dass ein gemeinsamer Ursprung derselben nicht zu verkennen ist. In der That lassen denn auch die „Neptunisten“ alle sogenannten plutonischen Gesteine durch Umbildung der Sedimente des Meeres entstehn und durch Ausdehnung der wachsenden Krystalle gehoben werden.

#### Geologische Perioden und Formationen.

Die Kräfte, welche wir jetzt an der Erdoberfläche umgestaltend thätig sehen, waren es wohl immer. Stets gab es Vulkane, deren Kratern flüssige Lava entströmte; zu allen Zeiten fanden Hebungen und Senkungen Statt; immer hat das Wasser an der Erdoberfläche hier zerstört, dort aufgebaut. Unter ihrem Einfluss sind die mächtigen Erdschichten gebildet worden, die jetzt der Schauplatz der menschlichen Thätigkeit sind; die ungeheuern Massen, die wir in Gestalt von Gebirgen vor uns sehen, sie sind durch sie aufgerichtet und emporgehoben worden. — Alle diese Kräfte wirken langsam, aber stetig, und die Zeiträume, innerhalb deren so grossartige Schöpfungen vor sich gingen, müssen ausserordentlich grosse gewesen sein. Die Frage nach dem „Wie lange“ lässt sich jedoch nicht beantworten, ebensowenig wie das „Wann“. Nur das „Früher oder Später“ einer Bildung, also das relative Alter lässt sich mit einiger Sicherheit ermitteln, einmal aus den Lagerungsverhältnissen und dann (bei Sedimentgesteinen) aus dem paläontologischen Charakter oder den Versteinerungen, die darin vorkommen, in manchen Fällen auch wohl

aus der Gesteinsbeschaffenheit. Namentlich sind es die organischen Einschlüsse\*), welche bei der Altersbestimmung einer Schicht als massgebend angesehen werden. Die Geologie bestätigt im Allgemeinen die Darwin'sche Theorie (über die Abstammung und Umgestaltung der organischen Welt). In den untersten, also ältesten Schichten der Erdrinde finden wir nur wenige, einfache Organismen, zu denen sich später immer neue und höher stehende gesellen oder dieselben verdrängen, so dass die Flora und Fauna der jüngeren Schichten sich der Jetzwelt immer mehr nähert, immer reicher an Formen wird, einer steten Vervollkommnung entgegengeht. Man hat nun nach den wesentlichen Veränderungen, denen die organische Welt unterworfen war, die Entwicklungsgeschichte der Erde in mehrere *Perioden* eingetheilt und nennt die zugehörigen Schichtencomplexe *Formationen*. Für jede dieser Formationen sind gewisse Fossilien oder Versteinerungen charakteristisch, die man *Leitfossilien* (Leitmuscheln) nennt, nämlich solche, die nur in dieser einzigen Formation vorkommen. Enthält eine Schicht keine Versteinerungen, so muss ihre Lagerung oder auch ihr Gesteinscharakter über das Alter oder die Zugehörigkeit derselben entscheiden.

Die Geschichte der Erde zerfällt in 4 Zeitalter, wie man denn auch 4 Formationsgruppen unterscheidet, nämlich:

I. <i>Azoische</i>	<i>Formationsgruppe:</i>	laurentische Gneiss- und huronische Schieferformation.
II. <i>Paläozoische</i>	-	silurische, devonische, Steinkohlenformation, Dyas.
III. <i>Mesozoische</i>	-	Trias, Jura, Kreide.
IV. <i>Känozoische</i> **)	-	Tertiär, Diluvium, Alluvium.

### Charakteristik der Formationen.

#### I. Azoische Formationsgruppe.

Sie umfasst die ältesten Schichtensteine, die ersten Bildungen des Meeres; wahrscheinlich sind diese über die ganze Erde verbreitet und bedecken voraussichtlich die erste Erstarrungsrinde derselben. Man unterscheidet 2 Formationen:

- 1) laurentische Gneissformation,
- 2) huronische Schieferformation.

1. Die Formation der laurentischen Gneisse besteht wesentlich aus Gneissert, die nach unten in Granit, nach oben in Glimmerschiefer übergeht; untergeordnete Glieder sind: krystallinische Kalksteine, Dolomit, Serpentin, Graphit. Ihre Mächtigkeit ist oft sehr bedeutend, in Bayern bis 30000 m.; meist von jüngeren Schichten bedeckt.

Versteinerungen: Foraminiferen (?); organischen Ursprungs ist wohl auch der Graphit, Anthracit und Asphalt.

Verbreitung. Im Erz-, Fichtel-, Riesengebirge, in Böhmen, in den Centralalpen, in Skandinavien, Finnland, in den Apallachen etc.

2. Die *huronische* oder Urschieferformation setzt sich zusammen aus Glimmer- und Thonschiefern; dazu kommen Hornblende, Talk- und Chloritschiefer, auch einige Erze, wie Magnet- und Rotheisenstein, Kupfererze, bisweilen Gold und Diamanten. Mächtigkeit bis 8000 m.

\*) Lyell sagt darüber; „Es scheint, dass seit den ältesten Zeiten ein ewiges Gebären neuer organischer Gestaltungen und ein Erlöschen der vorher auf der Erde bestandenen stattgefunden hat. Einige Species haben längere, andere kürzere Zeit gedauert, aber keine der einmal ausgestorbenen ist jemals wieder erschienen“. — „Und dieser Umstand ist es, welcher den Fossilien ihren höchsten Werth als chronologische Bestimmungsmittel verleiht und einer jeden Versteinerung in den Augen des Geologen denselben Werth gibt, den in der Geschichte eine Denkmünze besitzt.“

\*\*) Credner, Elemente der Geologie.

Versteinerungen. Organische Reste nur in den obersten Schichten, nämlich Anneliden oder Ringelwürmer und Tange. Verbreitung etwas geringer als bei der vorhergehenden. Südwestlicher Theil des Erzgebirges, Sudeten, Ostabhang des Böhmer Waldes, Bayrischer Wald, Skandinavien, Sierra Nevada etc.

## II. Paläozoische Formationsgruppe.

Die paläozoischen Formationen bestehen vorzugsweise aus Grauwacken, Kalksteinen, Thonschiefern, Sandsteinen und Conglomeraten; sie werden paläozoische genannt, weil die, übrigens schon zahlreichen Reste von Thieren und Pflanzen den jetzigen ganz unähnlich sind. Dazu werden gerechnet:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1) die silurische Formation                    | } Uebergangsgebirge, Grauwacke |
| 2) - devonische -                              |                                |
| 3) - carbonische oder die Steinkohlenformation |                                |
| 4) - Dyas oder permische Formation.            |                                |

1. Die *silurische* Formation, eine reine Meeresbildung, bis 6000 m. mächtig, enthält namentlich Thonschiefer, Kalk- und Sandsteine. Grauwacken, Conglomerate, auch Erzlager, Anthracite.

Leitfossilien: Graptolithen oder Feilenkorallen  
 Pentamerus Knighti Sow.  
 Orthoceras duplex Wahl.  
 Paradoxides bohemicus Salt.

Verbreitung. In Deutschland gering; im sächsischen Voigtlande und im Reussischen, an den Sudeten, im Harz, Thüringer Wald, in den Alpen, in Böhmen, in Nordeuropa und -amerika.

2. Die *devonische* Formation, bis 3000 m. mächtig, im grossen Ganzen von demselben Gesteinscharakter. Hervorzuheben ist das Petroleum in Pennsylvanien; viele Erze, auch Anthracit und Steinkohle.

Leitfossilien: Calceola sandalina Lam.  
 Cupressocrinus crassus Goldf.  
 Spirifer speciosus Phil.  
 Stringocephalus Burtini Defr.  
 Clymenia undulata Bronn.  
 Cypridina serrato-striata Sandb.

Verbreitung. Rheinisches Schiefergebirge, im Harz, Fichtelgebirge, im Reussischen, in Nordeuropa und -amerika.

3. Die *Steinkohlenformation*, bis 7000 m. mächtig, theils Meeres-, theils Sumpf- und Süswasserbildung, bedeckt meist die devonische Formation und wird ihrerseits überlagert von dem Rothliegenden. In den untern Horizonten aus Kalksteinen (Kohlenkalk) bestehend oder statt deren aus einem Schichtensystem (Culm genannt) von Thon- und Kieselschiefern, Sandsteinen und Grauwacken, setzt sich der obere oder productive Theil zusammen aus Sandsteinen, Schieferthonen und Steinkohlenflötzen, dem wichtigsten Gliede der Formation. Gyps, Dolomit, Anhydrit und Steinsalz sind untergeordnet; von Bedeutung sind noch Eisen-, Blei- und Zinkerze.

Leitfossilien: Calamites transitionis Göpp. u. a. Arten  
 Caulopteris u. a. Farngattungen  
 Sigillaria Browni Daws.  
 Lepidodendron elegans Brong.  
 Lithostratium basaltiforme Phil.  
 Amplexus coralloides Sow.  
 Productus giganteus Sow.

*Spirifer glaber* und *striatus* Mart.  
*Posidonomya Becheri* Bronn.

Verbreitung. Am verbreitetsten in Grossbritannien und Belgien, dann in Rheinland und Westfalen, in Sachsen (Zwickau und Hainichen, Potschappel zwischen Dresden und Tharand), Schlesien, Böhmen (Pilsen), Russland, Spanien und Portugal, wenig in Frankreich, in Italien unbekannt, am grossartigsten in Nordamerika.

4. Die *Dyas* oder die *permische* Formation (in Russland und Nordamerika). Die Schichtenreihe zwischen der Steinkohlenformation und der Trias theilt sich in Deutschland und England in 2 Glieder:

- a) das Rothliegende (Rothtdtliegende), mit Landpflanzen, eine Strandbildung.
- b) der Zechstein, eine Meeresbildung.

Das Rothliegende besteht aus vorherrschenden Conglomeraten, Sandsteinen und Schieferletten mit meistens rother oder brauner Färbung; Kalksteine, bituminöse Schieferthone; Steinkohlen treten mehr zurück.

Leitfossilien: *Walchia piniformis* Sternb.

*Calamites gigas* Brong.

verkieselte Baumstämme.

Der Zechstein besteht vorzugsweise aus Kalksteinen, bituminösen Mergelschiefern (Kupferschiefer) und Sandsteinen, mit Lagern von Gyps, Anhydrit, Steinsalz (Stassfurt und Sperenberg), auch mit Erzen.

Leitfossilien: *Productus horridus* Sow.

*Pecten pusillus* Schloth.

*Terebratulina elongata*

*Palaeoniscus Freienslebeni* Ag.

*Platysomus gibbosus* Blainv.

*Ullmania Bronni* Göpp.

Verbreitung. Zwischen Harz, Thüringer Wald und Erzgebirge, an Werra und Fulda, am rheinischen Schiefergebirge, Riesengebirge, Fichtelgebirge und Böhmer Wald, südlich vom Thüringer Wald, südlich vom Hunsrück, im nordöstlichen Böhmen, in England, besonders in Russland, in Nordamerika.

### III. Die mesozoische Formationsgruppe.

Sie wird auch secundäres oder Flötzgebirge genannt und umfasst alle Bildungen über dem Zechstein und unter dem Tertiär, theils Meeres- und Ufer, theils auch Süsswasserbildungen, also Kalk- und Sandsteine, Thone, Gyps, Steinsalz, auch Steinkohlen. Sie zerfällt von unten nach oben in folgende 3 Formationen:

1. Trias
2. Jura
3. Kreide.

1. *Trias*, in Deutschland deutlich geschieden in 2 Sandsteinformationen und eine dazwischenliegende Kalkformation. Sie beginnt mit dem

- a) Buntsandstein, sogenannt wegen der verschiedenen Farben, die das vorherrschende Gestein zeigt; untergeordnet sind Thone, Schieferletten, Mergel, Gyps, Steinsalz, auch Dolomit.
- b) Muschelkalk. Kalksteine, reich an Versteinerungen, herrschen vor; reich an Erzen.
- c) Keuper. Sandsteine und Mergel; Lettenkohle.

Leitfossilien. Für:

a) *Equisetum arenaceum* Brong.

*Caulopteris Voltzi* Schimp.

- Voltzia heterophylla Brong.  
 Myophoria costata Zenk.  
 Fusstapfen von Cheirotherium  
 b) Encrinus liliiformis Lam.  
 Terebratula vulgaris Schloth.  
 Ceratites nodosus Haan.  
 Lima striata Gold.  
 Myophoria vulgaris Bronn.  
 c) Pterophyllum Jaegeri Bronn. u. a. Arten  
 Avicula contorta Port.  
 Estheria minuta Alb.

Verbreitung. Zwischen Harz und Thüringer Wald, an Werra und Fulda, das Flussgebiet des Maines und Nekars, die Rhön, der Spessart, der südöstliche Theil des Odenwaldes, der nördliche des Schwarzwaldes und der Vogesen, die Haardt, das Hügelland in Lothringen und in Oberschlesien; in den Alpen, in England und Nordamerika.

2. Der *Jura* enthält besonders Kalksteine, Thone, Mergel, Dolomite, manchmal auch Steinkohle. Nach den organischen Einschlüssen unterscheidet man 3 Glieder:

- a) der untere o. schwarze Jura, Lias,  
 b) - mittlere - braune - Dogger,  
 c) - obere - weisse - (Malm).

Leitfossilien. Für:

- a) *Pentacrinus subangularis* Mill.  
 - *basaltiformis* Mill. u. a.  
*Terebratula numismalis* Lam.  
*Gryphaea arcuata* Lam.  
*Lima gigantea* Desb.  
*Posidonia Bronni* Voltz  
*Ammonites Bucklandi* Sow.  
*Ammonites amaltheus* Schloth., *capricornus* Schloth. u. a.  
*Belemnites digitalis* Blainv., *acuaris* Schloth. u. a.  
 b) *Trigonia costatata* Park.  
*Avicula echinata* Sow.  
*Ammonites opalinus* Rein.  
 - *Murchisonae* Sow.  
 - *Humphresianus* Sow.  
 - *macrocephalus* Schloth. u. a.  
*Ostrea Marshi* Sow.  
*Belemnites giganteus* Schloth.  
 c) *Isastrea helianthoides* Gold.  
*Cidaris coronata* Goldf. u. a.  
*Scyphia reticulata* Goldf.  
*Pteroceras Oceani* Brong.

Verbreitung. Das Juragebirge hat diessseits des Rheins eine Fortsetzung im schwäbisch-fränkischen Jura bis zum oberen Main; in Nordwest-Deutschland, Oberschlesien und vereinzelt an vielen andern

Punkten, fast rings um die Alpen und das Gebirgssystem im mittleren Frankreich, in Nordfrankreich, England, Russland, Nordamerika.

3. *Kreide*- oder Quaderformation. Quader- und Grünsandsteine, Kalksteine, Thone, Mergel (Pläner) und endlich Kreide sind die Hauptgesteine dieser Formation, die übrigens in ihren verschiedenen Verbreitungsbezirken sehr verschieden zusammengesetzt ist. Dazu gesellen sich Eisenerze, Steinkohlen.

Wir unterscheiden 3 Glieder:

- a) untere Kreide oder Neocom (Hils mit Wealden),
  - b) mittlere - - Gault: Thone, Mergel,
  - c) obere - - Cenoman, Turon und Senon,
- also Quader, Pläner, weisse Kreide.

- Leitfossilien. Für: a) *Terebratula oblonga* Sow.  
*Avicula macroptera* Sow.  
*Unio Waldensis* Mant.  
*Cyrena ovalis* Dunk.
- b) *Crioceras Duvai* Lev.  
*Toxoceras bituberculatus* d'Orb.  
*Belemnites Brunswicensis* Stromb.  
*Turrilites catenatus* d'Orb.
- c) *Galerites albo-galerus* Lam.  
*Inoceramus labiatus* Brong.  
*Exogyra columba* Desh.  
*Protocardium Hillanum* Beyr.  
*Nautilus danicus* Schloth.

Verbreitung. Westfalen und Hannover, auf den dänischen Inseln und auf Rügen, im Elbthal, in Bayern, Schlesien, im nordwestlichen Frankreich, an der Garonne und untern Rhone, zu beiden Seiten der Alpenkette, in England und Nordamerika.

#### IV. Die känozoische Formationsgruppe

umfasst alle Gesteinsbildungen bis zu denen der Gegenwart, Meeres- und Süßwasserbildungen, und zerfällt in folgende Formationen:

- 1. Tertiäre Formation,
- 2. Diluvium } auch quartäres Gebirge genannt.
- 3. Alluvium }

1. *Tertiäre* Formation oder die Gesteine über der Kreide, soweit sie vor dem Erscheinen des Menschen abgelagert wurden, wegen ihres geringern Alters und des mangelnden Druckes meist etwas lockerer als aus früheren Perioden. Es sind Gerölle, Sand und Sandsteine (Molasse), Thone, Mergel, Kalksteine, mit Braunkohlenlagern und Steinsalz. Nach den organischen Einschlüssen unterscheidet man 4 Glieder (Formationen):

a) Das Eocän, ohne Versteinerungen (Mollusken) der Jetztwelt, die untersten Schichten des Tertiärgebirges, tritt in 2 verschiedenen Facies auf:

α) Nummulitenkalk und -sandstein mit *Nummulites nummularia*, *laevigata* Lam u. v. a. in unendlicher Menge. Von Spanien und Marokko aus zu beiden Seiten des Mittelmeeres ostwärts durch

Europa und ganz Asien bis nach China und Japan hinein. Dazu kommt in den Alpen der „Flysch“, dunkle Schiefer und Sandsteine mit Kalken, reich an Tangen (*Chondrites furcatus, intricatus* u. a.).

β) nördliches Eocän, die untern Tertiärschichten im Pariser und Londoner Becken: Sande, Thone, mit Braunkohlen und zahlreichen Versteinerungen (*Cerithium giganteum* Lam., *hexagonum* Brug. u. v. a.).

b) Oligocän, die Braunkohlenformation der norddeutschen Ebene, sowie der niederrheinischen, der thüringisch-sächsischen und der schlesischen Bucht mit ihren Conglomeraten, Sandsteinen und Sanden, Thonen und Braunkohlen (Coniferen, immergrüne Laubbölzer, Palmen); die Magdeburger Sande oder die Gebilde von Egelu mit zahlreichen Meeresbewohnern (*Ostrea ventilabrum* Goldf., *Cardita Dunkeri* Phil.) und die bernsteinführenden Schichten des Samlandes, der über den grössten Theil der norddeutschen Ebene verbreitete Stettiner Sand und Septarienthon (so genannt wegen der linsenförmigen Ausscheidungen, mit Foraminiferen, *Pecten permistus* Beyr., *Axinus obtusus* Beyr.), die „Sternberger Kuchen“, einzelne Landstriche bei Hildesheim, Kassel (*Pecten decustatus* Münst., *Nassa pygmaea* Schloth.) und anderwärts, ein Theil des Mainzer Beckens (*Cyrena semistriata*, *Cerithium margaritaceum* Sow.), des südwestlichen Deutschlands, des Seinebeckens, die polnisch-russische und belgisch-holländische Ebene, Südengland etc.

c) Miocän. Hierher gehören die Glimmerthone und Sandsteine Schleswigs und Holsteins, die Braunkohlenformation der Wetterau und des Vogelsberges, der Litorinellen- und Cerithienkalk des Mainzer Beckens (*Litorinella acuta* Drap., *Cerithium cinctum* Goldf.), der Leithakalk im Wiener Becken, der Blättersandstein in Bayern und anderwärts, die graue Molasse der Schweiz, das Becken der Loire.

d) Pliocän. Dazu werden gerechnet: der Knochensand von Eppelsheim (*Dinotherium giganteum* Rhinoceros, Mastodon), die Congerienschichten im Wiener Becken (*Congeria subglobosa* Partsch), die Oeninger Schichten (Riesensalamander und zahlreiche Insecten) und die Süsswasser-Molasse der Schweiz und Süddeutschlands; besonders mächtig in den Apenninen und auf Sicilien; zu beiden Seiten der Karpathen (Steinsalzlager).

Verbreitung der tertiären Formation. Norddeutsche und polnisch-russische Ebene, Niederlande, Nordfrankreich und Südostengland, Südfrankreich, zwischen Alpen und Jura, zwischen den Alpen und der Donau, Mähren, Siebenbürgen, Ungarn, Südrussland und ganz Centralasien, Poebene, Apenninen u. s. w.

2. *Diluvium* oder älteres Schwemmland. Bildungen der Diluvialzeit sind Gletschergeschiebe, Gerölle, Kies, Sand, Löss, Lehm, Kalktuff, Knochenbreccie, Torf, Lettenkohle.

Leitfossilien. Reste von *Elephas primigenius* Mammuth,  
*Hyaena spelaea* Höhlenhyäne,  
*Ursus spelaeus* Höhlenbär u. a. Säugethieren.

Leitmuscheln: *Paludina diluviana* Kunth.  
*Limnaeus auricularius* L.  
*Cycas cornea* L.

Verbreitung. Die Tiefländer im Norden Europa's, Asiens und Amerika's; Gebiet der Alpen, Skandinavien und Grossbritannien (Gletscherbildungen); die Flussthäler.

3. *Alluvium* oder jüngeres Schwemmland, oder alle Bildungen, die „seit dem Verschwinden der diluvialen Thierwelt“ entstanden sind.

## Geschichte der Erde und ihrer Bewohner.

### Entstehung der Planeten.

Die Sonne ist der Mittelpunkt unsers Planetensystems, um sie kreisen die Planeten als Trabanten und empfangen von ihr Licht und Wärme. Alle bewegen sich in der Richtung von West nach Ost um ihren Centralkörper, alle drehen sich von West nach Ost um ihre Axe wie die Sonne selbst; die Sonne weist endlich die nämlichen Bestandtheile auf wie die Erde — so lehrt die Spectralanalyse. Diese und andere Umstände deuten auf einen gemeinsamen Ursprung der Angehörigen unsers Sonnensystems hin, wie er von Kant und Laplace gelehrt wird. Nach ihnen bildete die Sonne mit allen ihren Planeten und Nebenplaneten dereinst einen jener Nebelflecke, deren die Astronomie jetzt noch viele kennt; derselbe erstreckte sich von der Sonne bis weit über den äussersten Planeten hinaus. Allmählich entstand in der Mitte des Nebels ein dichter Kern, durch das Zuströmen anderer Massen gerieth das Ganze in rotirende Bewegung und nahm eine linsenförmige Gestalt an. Infolge der von der Mitte ausgehenden Anziehung verringerte sich das Volumen des Nebels immer mehr, wodurch die Umdrehungsgeschwindigkeit gesteigert werden musste, derart dass sich die äusserste Masse in Gestalt eines Ringes löste. Durch weitere Zusammenziehung zerfiel der Ring in einzelne Kugeln, die sich schliesslich mit einander vereinigten (Plateau'scher Versuch), um nun selbstständig um die Hauptmasse zu kreisen. Auf diese Weise entstanden die Planeten und durch Wiederholung des Vorganges die Nebenplaneten oder Ringe, wie sie Saturn uns zeigt. Alle diese Kugeln müssen, da durch die Verdichtung eine ungeheure Wärmemenge erzeugt wurde, feurig-flüssig gewesen sein, und in diesem Zustande befindet sich die Sonne, einst der Kern des Nebelflecks, jetzt noch.

### Frühester Zustand der Erde.

Die Erde war also dereinst eine feurig-flüssige Kugel, aber beständig Wärme in den kalten Welt-raum ausstrahlend, musste sie allmählich erstarren. Es bildeten sich zunächst an der Oberfläche Schlacken, woraus schliesslich eine zusammenhängende Kruste um den innern flüssigen Kern entstand. Die Atmosphäre der Erde muss damals eine sehr dichte gewesen sein, da sie noch alles Wasser in Dampfform enthielt nebst vielen andern flüchtigen Körpern, sowie auch in Gestalt von Kohlensäure allen Kohlenstoff, der jetzt in den verschiedenen Kohlen- und kohlensauren Gesteinen abgelagert oder ein Bestandtheil der Thier- und Pflanzenwelt geworden ist. Unter dem Drucke dieser Atmosphäre war die Verdichtung des Wasserdampfes zu flüssigem Wasser bei höherer Temperatur als jetzt möglich, so dass sich die Erdoberfläche schon früh mit einer Schicht flüssigen Wassers von hoher Temperatur bedeckt haben wird. Unter dem Einflusse dieses Urmeeres bildeten sich — nach einigen Geologen — aus dem der ersten Erstarrungskruste entführten Material die ersten Sedimentgesteine, also die Gneisse, Glimmer- und Thonschiefer der azoischen Formationen. Die Erstarrungsrinde selbst ist uns wohl nirgends zugänglich, und es erscheint daher zweifelhaft, welche Gesteine ihr zugehören. So viel steht jedoch fest, dass sie die Bestandtheile enthalten musste, welche wir in den ältesten Sedimentgesteinen wiederfinden, da sie zu diesen Neubildungen das Material lieferte. Also in erster Reihe Kieselsäure, welche theils frei, theils mit Basen (Thonerde, Talkerde) verbunden, den Hauptbestandtheil dieser geschichteten Gesteine bildet. Die hier im Ueberschuss vorhandene Kieselsäure mag mit den Basen zur Zeit saure Silicate gebildet haben\*).

\*) Credner, Elemente der Geologie, p. 361.

## A. Das azoische Zeitalter, die Urzeit der Erde.

### Die laurentische und huronische Periode.

Man versteht darunter den Zeitraum, innerhalb dessen die laurentischen Gneisse und die huronischen Schiefer, jene ältesten Sedimentgesteine, von dem Urmeer gebildet wurden. Im azoischen Zeitalter war noch die ganze Erdoberfläche vom Meer bedeckt und dieses umgeben von einer so dichten Atmosphäre, dass sie für das Licht undurchdringlich war und ein organisches Leben nicht zuließ. Erst gegen Ende der Periode stellen sich einige wenige Organismen ein, man findet in den oberen Schichten, also den huronischen Schiefeln, Spuren von Tangen (Fucoiden), Ringelwürmern (Anneliden) und Haarsterne (Crinoiden). Doch soll nicht unerwähnt bleiben, dass man auch in den ältesten Schichten Spuren von Foraminiferen (Gitterthierchen, zu den Wurzelfüsslern gehörig) gefunden zu haben glaubt. Die Anwesenheit von Bitumen und Asphalt, sowie von Anthracit weist auch auf eine reichere organische Welt hin, und wenn wir den Graphit als Endproduct des Verkohlungsprocesses ansehen wollen, die vielen Graphitlager nicht minder. Vielleicht waren die Organismen dieser Periode wenig geeignet, uns ihre Form zu hinterlassen.

Festland scheint noch wenig vorhanden gewesen zu sein. Doch sind die azoischen Schichten nicht überall von silurischen Gesteinen, sondern von weit jüngeren überlagert, müssen also dort schon in diesem Zeitalter über den Meeresspiegel gehoben worden sein. So fällt auch die Bildung mancher Granite und Syenite, sowie Diorite und Diabase (Grünsteine) in die azoische Zeit; sie haben die azoischen Schichten vielfach emporgehoben und durchbrochen.

## B. Das paläozoische Zeitalter, das Alterthum der Erde.

### 1) Die silurische Periode.

In der silurischen Zeit stellt sich die Erde dar als eine grösstentheils vom Meer bedeckte Kugel; nur einzelne felsige Inseln ragen über das Wasser hervor. Die Thier- und Pflanzenwelt ist daher noch ganz auf das Meer beschränkt, nur selten finden sich einige Landpflanzen (Lepidodendren). Die Pflanzenwelt ist fast nur vertreten durch Seetang. Dagegen wimmelt das Meer bereits von Thieren, ausser einigen Fischen lauter wirbellose, uns ganz fremde Gestalten, keine unsrer jetzigen Arten, obschon ihre Zahl sich auf etwa 10000 beläuft. Darunter sind verschiedene Seeschwämme, dann viele Korallen, von denen besonders die Kettenkoralle, als ausschliesslich silurisch, zu bemerken ist; dem Silur eigenthümlich sind auch die Feilenkorallen oder Graptolithen, die in grosser Mannichfaltigkeit und Häufigkeit vorkommen, ganz seltsame Gestalten. Von Strahlthieren finden sich nur Haarsterne, nämlich die Abtheilung der Cystideen, fast ganz auf diese Periode beschränkt. Zahlreich vertreten sind, wie überall, so auch hier schon, die Weichthiere, aber es spielten damals unter ihnen die Cephalopoden oder Kopffüssler (zu den Einschälern gehörig) und die Brachiopoden oder Armfüssler (Zweischaler, Verwandte der Bohrmuschel) die Hauptrolle, während jetzt unter Einschälern die Gasteropoden oder Bauchfüssler vorherrschen und Brachiopoden auch wenig vertreten sind. Einzelne der silurischen Weichthiere waren von riesiger Grösse, so z. B. Arten der Gattung *Orthoceras*, mit einem Durchmesser von 1,5—2 m. Ausserordentlich zahlreich kommen die Trilobiten vor, zu den Muschelkrebsen gehörig; mehrere Gattungen finden sich nur im Silur. — Von Wirbelthieren hat man bis jetzt nur Fische aufgefunden, und zwar zahlreiche Reste von haiartigen Knorpelfischen.

Diese Thierwelt findet sich im Ganzen überall, wo man silurische Schichten aufgedeckt hat, ein Beweis dafür, dass damals die Existenzbedingungen aller Orten dieselben waren: überall ein eisfreies Meer, überall dasselbe warme Klima. — In der silurischen Periode erhielt das Festland einen Zuwachs infolge von nicht unbedeutenden Hebungen (böhmisches Becken, Gegend von Petersburg, Westgothland) und Gesteinsruptionen; die gehobenen Gesteine sind die nämlichen wie in der azoischen Zeit.

## 2) Die devonische Periode.

In der silurischen Periode bildete sich das erste (eigentliche) Festland; dasselbe scheint jedoch noch wenig belebt gewesen zu sein, denn die silurischen Schichten enthalten keine Reste von Landbewohnern. Auch im devonischen Gebirge sind Landpflanzen eine Seltenheit, Landthiere fehlen ganz. Die Landflora wird repräsentirt durch Gefässkryptogamen und Coniferen (Zapfenträger), nebst der Mittelform der Sigillarien. Es sind von Kryptogamen Calamiten, Lepidodendren und verschiedene Farne, die fast alle in der Steinkohlenzeit zu einer grossartigen Entwicklung gelangen. — Mannichfaltiger als diese Landflora ist die devonische Meeresfauna. Von Protozoën oder Urthieren findet sich namentlich *Receptaculites Neptuni*, wahrscheinlich eine Foraminifere (Gitterthierchen). Reichlicher sind die Korallen vertreten, zum Theil durch neue Gattungen, von denen besonders eine Deckelkoralle (*Calceola sandalina*) zu erwähnen ist; die Kettenkoralle dagegen und die im Silur so häufigen Feilenkorallen sind ganz verschwunden. Von Stachelhäutern kommen am häufigsten vor die schon in silurischer Zeit auftretenden Crinoiden oder Haarsterne, namentlich die Gattungen *Cupressocrinus*, *Eucalyptocrinus*, während die silurischen Cystideen fast ganz ausgestorben sind. Unter den Weichthieren herrschen auch hier die Arm- und Kopffüssler vor. Von erstern sind besonders zahlreich die Spiriferen, mit einigen für die devonischen Schichten charakteristischen Gattungen (*Spiriferensandstein*); ausschliesslich devonisch ist auch *Stringocephalus Burtini* (*Stringocephalenkalk*) und *Uncites gryphus*. Unter den Cephalopoden liefern die Gattungen *Orthoceras* und *Clymenia* bezeichnende Formen. Von Krustenthieren treten hervor die Cypridinen (Muschelkrebse), die Mehrzahl der Trilobitengattungen ist schon erloschen. Die Wirbelthiere sind auch im Devon nur durch Fische vertreten, die sich auszeichnen durch ihre mit Schmelz belegten, meist rhombischen, zum Theil auch schon abgerundeten Schuppen; andere tragen einen aus einzelnen Platten zusammengesetzten Knochenpanzer. Alle aber bekunden ihren paläozoischen Charakter durch ihre ungleichlappige Schwanzflosse.

Auch in der devonischen Periode wurden einzelne Theile der Erdoberfläche über den Meeresspiegel emporgehoben, und der Ursprung mancher Granite, Diabase und Diorite fällt in diese Zeit.

## 3) Die carbonische Periode.

Im Beginn und Verlauf der carbonischen Zeit müssen umfangreiche Hebungen der Erdoberfläche stattgefunden haben, denn das Terrain, auf welchem sich die carbonischen Schichten absetzten, war theils schon dem Meer entstiegen, theils wurde es in der ersten Hälfte der Periode gehoben. Auf diesem dem Meere neu abgewonnenen Areale breitete sich nun die spärliche Flora der devonischen Zeit aus und entfaltete eine staunenswerthe Ueppigkeit. Namentlich sind es Kryptogamen, die in riesiger Grösse und ausserordentlicher Zahl der Individuen vorkommen; Coniferen, Cycadeen (Palmfarne) und Palmen sind nur wenig vertreten. Die Flora der carbonischen Zeit setzt sich also vorzugsweise zusammen aus: 1) *Calamiten* oder Schachtelhalmen, deren Zweige und Blätter auch wohl mit den Namen *Asterophyllites*, *Annularia* und *Sphenosphyllum* belegt werden; 2) *Farnen*, mit mehreren Gattungen; 3) *Sigillarien* (Siegelbäumen) und *Lepidodendren* (Schuppenbäumen), beides Bärlappgewächse. Und diese Pflanzenwelt ist es, welche das Hauptmaterial lieferte zu den so zahlreichen und oft auch sehr mächtigen Kohlenflötzen: Calamiten mit Stämmen, die bis 10<sup>m</sup> lang und gegen 1<sup>m</sup> dick waren; Farne (von circa 800 Kohlenflötzen etwa 269, z. B. in Zwickau), ebenfalls baumartig, mit 3—4<sup>m</sup> langen Wedeln; Sigillarien und Lepidodendren, deren Stämme manchmal eine Länge von 30<sup>m</sup>, eine Dicke von 2<sup>m</sup> erreichten. Diese riesigen Kryptogamen, die uns in den Kohlenflötzen entgegentreten, scheinen meistens an Ort und Stelle gewachsen und dann mit neuen Erdschichten bedeckt worden zu sein. Es

scheint eine Sumpf- und Moorflora gewesen zu sein, vergleichbar der in den Dschungeln Indiens, reich an Zahl der Individuen, wenn auch arm an Formen. Solch riesige Gestalten konnten nur gedeihen unter dem Einflusse eines tropischen Klimas, und da dieselben Formen sich unter allen Breiten finden, so müssen wir annehmen, dass die Zonen damals noch nicht ausgebildet waren, dass überall dasselbe warme und frostlose Klima herrschte. Die Atmosphäre muss auch viel feuchter gewesen sein und mag den grössten Theil des Kohlenstoffs, der jetzt in der Erde niedergelegt oder in Pflanzen aufgespeichert ist, noch in Gestalt von Kohlensäure enthalten haben.

Die Thierwelt ist fast ganz auf die Meeresbildungen der Formation beschränkt und trägt im Wesentlichen den Charakter der devonischen. Protozoën oder Urthiere sind auch hier spärlich vertreten, besonders durch *Fusolina cylindrica*, eine kleine Foraminifere. Korallen finden sich in grosser Menge, theils devonische, theils auch neue Gattungen, so *Lithostratium*, *Amplexus*, *Calamopora*, *Chaetites* u. a. — Von Stachelhäutern erreichen die Crinoideen oder Haarsterne das Maximum ihrer Entwicklung und sind vertreten durch *Poteriocrinus*, *Cyathocrinus*, *Pentatremites* u. a.; die Cystideen sind nunmehr ganz ausgestorben. — Von Weichthieren sind *Productus*, *Spirifer*, *Orthoceras*, *Nautilus*, *Goniatites* u. a. charakteristisch und weitverbreitet, sämmtlich Brachiopoden und Cephalopoden; aber die Zweischaler sind auch schon zahlreich und mannichfaltig, z. B. *Pecten*, *Avicula*, *Posidonia*, und von Gasteropoden *Euomphalus*, *Turbo* u. a. wie im devonischen Zeitalter. — Die Trilobiten (zu den Muschelkrebsen gehörig) sind fast ganz ausgestorben, dafür kommen schon mehrere Stachelfüsslerarten (*Limulus*) vor. — Sehr bemerkenswerth sind die Reste verschiedener Insecten, Heuschrecken, Scorpionen, der ersten Landbewohner. — Die Zahl der Fische hat sich nicht unbedeutend vermehrt; es sind noch sämmtlich Knorpelfische, zum Theil mit kleinen, rhombischen und mit Schmelz belegten Schuppen und ungleichlappiger Schwanzflosse (*Palaeoniscus*, *Amblypterus*) wie im Devon. — Eine wesentliche Bereicherung hat die Thierwelt erfahren durch das Auftreten luftathmender Wirbelthiere, nämlich einiger echsenähnlicher Froschsaurier.

Die carbonischen Schichten sind durch Hebungen und Eruptionen von Massengesteinen oft bedeutend aus ihrer Lage gebracht, verschoben, zusammengepresst, aufgerichtet, umgestürzt worden. Es waren Diabase (Grünsteine) und namentlich Felsitporphyre, die das carbonische Gebirge durchsetzten (so bei Flöha, in Schlesien, Frankreich). Eine besonders grossartige Hebung fand in Nordamerika Statt, wo die ganze östliche Hälfte des Continentes mit den Apallachen dem Meere entstieg.

#### 4) Periode der Dyas oder permischen Formation.

Während im Osten Nordamerikas das weite Territorium der carbonischen Formation über den Meeresspiegel gehoben wurde, scheint dasselbe in Deutschland und England die entgegengesetzte Bewegung erfahren zu haben. Hier lagerte sich nämlich auf den oberen carbonischen Schichten zunächst eine Strandbildung ab, das Rothliegende, dessen untere Schichten bisweilen auch noch unbedeutende Kohlenflötze und Landpflanzen führen, und auf sie folgt eine reine Meeresbildung mit vorherrschenden Kalksteinen, der Zechstein, marine Reste führend. Eine ganz andere Ausbildung musste die carbonische Formation da erfahren, wo sie vom Meere bedeckt blieb, wie im westlichen Amerika und im Alpengebiete; dort ist sie durchaus Meeresbildung und verfällt also auch keiner Gliederung, ebensowenig, wie die postcarbonische, mit der sie innig verschmolzen ist. Auch in Russland lässt sich eine solche Zweitheilung der postcarbonischen Formation nicht durchführen und man hat sie dort, wo sie von ausserordentlicher Verbreitung ist, mit dem Namen permische belegt, wie auch in Amerika.

Die Pflanzen- und Thierwelt der Dyas ist eine sehr formenarme und wenig verschieden von der der carbonischen Periode. Von Landpflanzen sind es Farne, Calamiten, Zapfenträger, Cycadeen; Lepidodendren dagegen sind selten, und Sigillarien kommen fast gar nicht vor. Dazu kommen noch einige

Tange in den marinen Schichten. Besonders schön erhalten, so dass man ihren ganzen innern Bau noch erkennen kann, sind Farnstrünke, und zwar infolge von Verkieselung; ebenso finden sich viele verkieselte Coniferenstämme (so in Flöha, Chemnitz, Planitz). Die ganze Flora der dyassischen Schichten beläuft sich auf etwa 80 Arten, während die Fauna gegen 200 zählt, also eben so arm ist. So fehlen Urthiere fast ganz, ebenso Stachelhäuter; einige Korallen (*Calamopora* u. a.) und Mooskorallen oder Bryozoën (*Fenestella*) kommen vor. Verhältnissmässig am reichlichsten sind die Weichthiere vertreten, und zwar durch Zweischaler (*Productus*, *Spirifer*, *Terebratula*, *Pecten*, *Arca*, *Nucula*); Gasteropoden kommen selten vor, die Cephalopoden sind fast ganz verschwunden. Vollständig ausgestorben sind die Trilobiten, an ihre Stelle treten verwandte Familien. In ausserordentlicher Zahl der Individuen sind die Fische vertreten, besonders durch die Gattungen: *Palaeoniscus* und *Platysomus*, *Amblypterus*, *Acanthodes*, *Xenacanthus*, meist Eck- oder Glanzschupper.

In den Anfang oder in die erste Hälfte der dyassischen Periode fällt die Hebung vieler Porphyre und Melaphyre. Sie durchsetzen nicht nur das Rothliegende und überlagern es, sondern sind auch häufig in dasselbe eingeschaltet, indem sie damit wechsellagern. So namentlich im Thüringer Wald, der grösstentheils aus Rothliegendem und Porphyr nebst Melaphyr besteht, im Saaletal, zwischen Mulde und Pleisse, bei Zwickau und Chemnitz, in Schlesien und Böhmen, südlich vom Hunsrück, im Odenwald.

#### Rückblick auf das paläozoische Zeitalter.

Im Beginn der paläozoischen Zeit zeigte sich uns die Erde noch rings vom Meere bedeckt, aus welchem nur einzelne Inseln hervorragten. Ein gleiches Klima herrschte an der ganzen Erdoberfläche. Die Atmosphäre war viel wärmer, feuchter und dichter als jetzt, besonders kohlenäurereicher; luftathmende Thiere konnten desshalb, wie es scheint, noch nicht existiren. Die organische Welt ist ganz auf den Aufenthalt im Meer angewiesen, wo sich aus den wenigen Arten, die aus archaischer Zeit herübergekommen waren, im Laufe der Perioden, welche das paläozoische Zeitalter zusammensetzen, eine reiche Pflanzen- und namentlich Thierwelt herausbildete. Dabei ist ein steter Fortschritt nicht zu verkennen, indem immer neue, höher organisirte Arten auftreten, andere dagegen, die sich gleichsam überlebt haben, aussterben. — Im Silur erscheinen Seetange, also Zellenpflanzen, als die fast alleinigen Vertreter des Pflanzenreichs; die Thierwelt ist noch ganz auf die Abtheilung der Wirbellosen beschränkt und erst am Ende der silurischen Periode treten mit einigen Fischen die ersten Wirbelthiere auf. — In den devonischen Schichten finden sich die ersten häufigen Reste von Landpflanzen, Gefässkryptogamen und Coniferen; an Stelle der erloschenen Feilen- und Kettenkorallen treten neue Geschlechter; die abenteuerlichen Fische, die mit Ende des silurischen Zeitalters erscheinen, gelangen zu reicher Entwicklung, neue Grundformen gesellen sich dazu. — Beim Eintritt in das carbonische Zeitalter hatten sich die Continente wesentlich vergrössert, und es gelangen auf dem jungfräulichen Boden die Landpflanzen aus der devonischen Zeit zu ausserordentlicher Entwicklung; neue Arten kommen nicht hinzu. Wohl aber stellen sich die ersten luftathmenden und landbewohnenden Thiere ein, Insecten und einige Froschsaurier. Mit dem Ende der carbonischen Zeit verschwinden viele Thiere und Pflanzen schon wieder ganz vom irdischen Schauplatz; so die Pflanzen der Steinkohle, jene Sigillarien, *Lepidodendren* und *Calamiten*, die meisten der Farne, ebenso ganze Abtheilungen der Korallen, die Trilobiten u. a.

#### C. Das mesozoische Zeitalter,

auch secundäres genannt, das Mittelalter in der Geschichte der Erde, zerfällt in 3 Perioden:

- 1) die triassische Periode, die Bildungszeit der Trias,
- 2) - jurassische - - - - - des Jura,
- 3) - cretaceische - - - - - der Kreide.

### 1. Periode der Trias.

Statt der verschwundenen Calamiten erscheinen in triassischer Zeit die Equiseten, unsere jetzigen Schachtelhalme, neue Farne treten auf zum Ersatz für die ausgestorbenen. Beide Familien treten jedoch bald mehr in den Hintergrund, zurückgedrängt durch zahlreiche Cycadeen oder Palmfarne und durch Coniferen. Die Reste der genannten Pflanzen finden sich fast ausschliesslich im bunten Sandstein und im Keuper; dagegen sind diese beiden Glieder der triassischen Formation als Strandgebilde naturgemäss arm an thierischen Resten. Diese finden sich sehr reichlich im mittleren Gliede der Formation, dem Muschelkalk, einer reinen Meeresbildung, nicht grade sehr reich an Formen, wohl aber an Individuen. So fehlen die untersten Thierklassen fast ganz, selbst die sonst so häufigen Korallen. Auch die Stachelhäuter sind nur durch wenige Gattungen vertreten; in ausserordentlicher Zahl der Individuen kommt jedoch vor *Encrinus liliiformis*, besonders die Säulenglieder. Weit verbreitet sind die Weichthiere, sowohl Muscheln (reich vertreten durch die Gattungen: *Pecten*, *Lima*, *Myophoria* u. a.) und Brachiopoden (*Terebratula*, *Spirifer* etc.), als Gasteropoden, d. i. Bauchfüssler oder Schnecken (*Dentalium*, *Natica* u. a.), während die Cephalopoden oder Kopffüssler mehr zurücktreten oder nur in den Alpen häufiger sind (*Ceratites*, *Nautilus* u. a.) — Von Fischen kommen häufige Reste vor. Dieselben scheinen wenig von ihren paläozoischen Vorfahren abzuweichen, wenn auch die Schwanzflosse schon fast gleichlappig geworden ist. Besonders ist von ihnen zu erwähnen, die Gattung *Ceratodus*, die man neuerdings in Australien lebend gefunden hat. — Im Keuper und rothen Sandstein erscheinen zahlreiche Reste von Sauriern, zum Theil riesige Gestalten, so *Mastodonsaurus*, *Nothosaurus*, *Belodon*. Auch das *Cheirotherium* oder Handthier, welches im bunten Sandstein viele Fussspuren hinterlassen hat, gehörte wohl zu den Sauriern. Auch Knochen von Beutelhieren will man in Württemberg und Nordcarolina aufgefunden haben und endlich im bunten Sandstein des Connecticut-Thales Fussspuren eines Vogels, deren Grösse und Entfernung auf ein riesiges Thier schliessen lassen, welches den Strauss um das Vierfache übertroffen haben muss.

Hebungen und Gesteinsruptionen scheinen während der triassischen Periode in Deutschland nicht vorgekommen zu sein, wohl aber in den Alpen, wo die Trias vielfach von Porphyry und Melaphyry durchsetzt wird, und in Nordamerika, wo Diorite und Melaphyre dieselbe durchbrochen haben.

### 2. Die Jura-Periode.

Der Jura umfasst beinahe ausschliesslich Meeresbildungen; Pflanzenreste sind deshalb selten in dieser Formation. Ausser einigen Tangen finden sich nur vereinzelte, offenbar eingeschwemmte Farne, Cycadeen und Coniferen. Ausnahmsweise häufen sich auch wohl diese Reste so an, dass sie wie im mittleren Dogger, d. i. im braunen Jura, Englands Kohlenflötze bilden. — Um so reicher ist die Thierwelt vertreten, sie entwickelt sich zu einer solchen Mannichfaltigkeit der Formen und weist eine solche Fülle von Individuen auf wie nie zuvor. Die Ammoniten und Belemniten erreichen den Höhepunkt ihrer Entwicklung, ebenso die Saurier. Von niedern Thieren sind, zumal im obern Jura, die Seeschwämme ausserordentlich häufig (*Spongien-Kalk* in Schwaben und Franken); nicht minder massenhaft kommen Korallen vor (*Korallenkalk*), deren Verbreitung, namentlich im oberen oder weissen Jura, jedoch eine viel grössere ist. Die Crinoiden sind im untern Jura oder Lias hauptsächlich vertreten durch *Pentacrinus*, ein Thier, bestehend aus einer 10 m und darüber langen, aus fünfkantigen Gliedern bestehenden Säule, die oben eine vieltheilige Krone trug. In den mittleren und oberen Schichten wird *Pentacrinus* durch andere Gattungen, wie *Apicrinus*, *Rhodocrinus* zurückgedrängt, zugleich werden die ächten Seeigel oder Echiniden (*Cidaris*, *Hemicidaris* u. a. Gattungen) immer häufiger. Von Weichthieren treten die Muscheln, und zwar austerartige, massenhaft auf, ganze Bänke bildend; so die Gattungen: *Ostrea*, *Lima*, *Exogyra*,

Pecten, Grypha, Trigonia, Posidonia, Mytilus u. a. Gegen die Muscheln treten die Brachiopoden etwas zurück; von letztern sind besonders zu nennen die Gattungen: Spirifer, Terebratula, Rhynchonella. Die Gasteropoden sind stark vertreten, z. B. durch Nerinea, Trochus, Turbo, Pteroceras, Pleurotomaria. Alle werden aber übertroffen durch die Cephalopoden, welche in den so artenreichen Familien der Ammoniten und Belemniten in so ausserordentlicher Zahl der Individuen überall vorkommen und deshalb die besten Leitfossilien abgeben. Viele der Ammoniten zeichnen sich aus durch Schönheit und Zierlichkeit der Gehäuse, manche auch durch ihre Grösse, welche oft die eines mittleren Wagenrades ist. Die Belemniten (Donnerkeile) nähern sich unsern Dintenfischen, scheinen jedoch ohne Dintenbeutel gewesen zu sein. Diese, die ächten Dintenfische, kommen auch vor, ganz wohl erhalten in allen ihren Theilen, in dem Solenhofener Kalkschiefer, wo uns auch Reste von verschiedenen Insecten, von Spinnen und Krebsen, bewahrt worden sind. Die Fische sind theils Plakoiden (Tafelschupper), theils Ganoiden, aber nunmehr mit gleichlappiger Schwanzflosse; ächte Knochenfische scheinen noch ganz zu fehlen. Reich an Formen sind die jurassischen Amphibien; die Saurier entwickeln eine solche Mannichfaltigkeit, dass sie unsere jetzige Amphibienwelt weit übertreffen. Es sind theils Wasser-, theils Landbewohner, sonderbare Gestalten, oft von ungeheurer Grösse. Es sind vor Allem Ichthyosaurus und Plesiosaurus, Pterodactylus, Geosaurus, Teleosaurus, Pliosaurus. Mehrere von ihnen vereinigen die Merkmale ganzer Gruppen von Thieren in sich und stehen so gleichsam in der Mitte derselben; so bilden Ichthyosaurus und Plesiosaurus mit ihren flossenartigen Ruderfüssen und biconcaven, d. i. Fischwirbeln, den Uebergang von den ächten Sauriern zu den Fischen, Pterodactylus hat Vogelmerkmale, andere wie Nothosaurus, Teleosaurus, Mastodonsaurus vereinigen die Merkmale mehrerer Ordnungen in sich. Ausser Sauriern finden sich von „Amphibien“ auch Krokodile und Schildkröten. — Besonders interessant sind die Reste eines Vogels, Archaeopteryx macrurus, eine Uebergangsform von den Sauriern zu den Vögeln; er hatte einen aus 20 Wirbeln bestehenden langen Schwanz, und zu beiden Seiten dieser Wirbel je 2, also im Ganzen 40, in 2 Reihen geordnete Schwanzfedern. Von Säugethieren hat man schon etwas zahlreichere Ueberbleibsel gefunden und zwar von 14 Species der Beutelhierre.

In Deutschland scheinen die jurassischen Schichten ganz in ihrer ursprünglichen Lage geblieben zu sein, denn sie liegen hier meist fast ganz horizontal; in den Alpen aber haben bedeutende Störungen der Schichten stattgefunden, sie wurden von plutonischen Gesteinen emporgehoben, aufgerichtet und durchbrochen. Im Juragebirge sind sie auch zu beträchtlicher Höhe gehoben und zugleich, der Längsrichtung des Gebirges folgend, gefaltet worden.

### 3. Die Periode der Kreide.

Wie im Jura, so sind auch in der Kreideformation, als einer Meeresbildung, vegetabilische Einschlüsse selten; nur an einigen Gebieten, im Wealden nämlich, also in England und Nordwestdeutschland finden sich Pflanzen zahlreich, ja massenhaft, davon gibt die Wealdenkohle Zeugniß. Die Flora der cretaceischen Periode war fast dieselbe wie der jurassischen und setzt sich zusammen aus Gefässkryptogamen und Gymnospermen, aus Farnen, Schachtelhalmen, Cycadeen und Coniferen; angiosperme Dikotyledonen treten erst in der 2. Hälfte der Kreidezeit auf, so Weiden, Ahorne, Eichen u. a. Besondere Erwähnung verdienen noch die Diatomeen oder Kieselalgen, welche schon damals so massenhaft vorgekommen zu sein scheinen, dass sie, oder vielmehr ihre kieselhaltigen Zellwände, ganze Erdschichten erfüllen (Grünsand). — Einen grossen Formenreichthum zeigt die Fauna der Kreide, man kennt jetzt bereits über 5000 Arten. Zahlreich sind Schwämme, oft mit höchst zierlichen Formen, häufig verkieselt. Am massenhaftesten kommen jedenfalls die Foraminiferen (Wurzelfüssler, Kreidethierchen) vor, aus deren Panzern wesentlich die Kreide besteht. Der Kieselsäuregehalt der Kreide dagegen soll von den obengenannten Diatomeen

herrühren, indem das bei der Zersetzung der organischen Masse gebildete kohlen saure Ammoniak seinerseits zersetzend auf die Zellwände einwirkte und die Kieselsäure frei machte, welche sich in Gestalt einer Gallerte ausschied und zu einer krystallinischen Masse erhärtend die Feuersteinknollen bildete, oder sich der Masse der Kreide beimischte. — Die Korallen sind in der Kreide nicht so häufig als im Jura, wohl aber kommen die Bryozoën oder Mooskorallen massenhaft vor. Von Stachelhäutern erreichen die ächten Seeigel das Maximum ihrer Entwicklung, so dass die übrigen Formen ganz gegen sie zurücktreten. Charakteristische Formen liefern die Gattungen Galerites, Ananchytes, Holaster u. a. Weichthiere kommen in der Kreide in solcher Fülle und Mannichfaltigkeit vor, dass die Zahl ihrer Arten allein weit über 3000 beträgt, also mehr denn  $\frac{3}{5}$  aller bekannten Thierspecies der Formation. Besonders zahlreich sind Muscheln (*Ostrea*, *Unio*, *Exogyra*, *Gryphaea*, *Inoceramus* und namentlich die Familie der Rudisten und Hippuriten) und Brachiopoden (*Rhynchonella*, *Terebratula*, *Crania* u. a.), auch Gasteropoden oder Schnecken (*Melania*, *Cerithium*, *Fusus*) und endlich am reichlichsten die Familien der Ammoniten und Belemniten, welche in der Kreidezeit vor ihrem Verschwinden eine ganz eigenthümliche Entwicklung erfahren. „Dem Aussterben der Ammoniten“, sagt Credner, „ging das Stadium der gewiss nicht mit Unrecht so genannten Krüppelformen voraus: die bis dahin spiralig in einer Ebene eingewickelten Gehäuse winden sich spiralig im Raum (*Turrilites*), strecken sich geradlinig (*Baculites*), krümmen sich bogen-, haken- oder krummstabähnlich (*Toxoceras*, *Scaphites*, *Hamites*, *Ptychoceras*), oder ziehen sich wenigstens so auseinander, dass ihre einzelnen Umgänge sich nicht mehr berühren (*Crioceras*, *Ancylloceras*). Dieser ganze Formenreichtum sowie die Fülle der Belemniten erlischt mit der Kreide“. — Die Krustenthiere sind ausser Krebsen, lang- und kurzschwänzigen, vertreten durch Rankenfüssler und Muschelkrebse. Insecten hat man noch nicht aufgefunden. Fische sind überall häufig; die Knochenfische entwickeln sich in der Kreidezeit so reichlich, dass sie schliesslich die Knorpelfische zurückdrängen. Die Blüthezeit der Reptilien ist vorüber, die grossen Saurier der Juraperiode kommen nur selten vor, doch treten neue Gattungen auf, wie *Mosasaurus* (Saurier und Schlange), *Iguanodon* (pflanzenfressende Krokodile) und Schildkröten. Die 2 obersten Klassen der Wirbelthiere, welche doch schon im Jura vertreten sind, fehlen ganz, wenn man nicht die zweifelhaften Reste eines Vogels hierher rechnen will, eines Vogels (?) mit biconcaven, also Fischwirbeln und mit Zähnen.

#### Rückblick auf das mesozoische Zeitalter.

Die mesozoische Aera bildet den Uebergang aus dem grauen Alterthum der Erde in die Neuzeit, den Vermittler zwischen beiden Zeitaltern. Die Organismen der paläozoischen Periode, jene uns so fremden Gestalten, machen neuen Platz, welche sich denen der Jetztwelt mehr nähern. Die Zeiträume, innerhalb deren sich eine so weitreichende Umgestaltung der gesammten Thier- und Pflanzenwelt vollzog, müssen jedenfalls ausserordentlich grosse gewesen sein und sind nach Jahrmillionen zu berechnen. In der Pflanzenwelt spielen tropische Coniferen, also gymnosperme Dikotyledonen, die Hauptrolle, nebst Schachtelhalmen, Farnen und Cycadeen (Palmfarnen); dazu gesellen sich gegen Ende des Zeitraumes bereits einige Laubbölzer, nämlich Eichen-, Weiden- und Ahornarten, als Vorläufer der Flora späterer Zeiträume. Ein Fortschritt ist dabei augenfällig: die Dikotyledonen stehen auf einer höheren Stufe der Entwicklung als die in paläologischer Zeit vorherrschenden Kryptogamen, als jene Sigillarien, Lepidodendren und Calamiten. — Wie die Pflanzenwelt, so nimmt auch die Thierwelt allmählich den Typus der Neuzeit an. Die paläozoischen Korallen sind verschwunden und durch neue, riffbauende Gattungen ersetzt; die Crinoiden oder Haarsterne haben den Seeigeln (*Echiniden*) Platz gemacht; die Brachiopoden, bisher vorherrschend unter den Weichthieren, treten mehr und mehr zurück, Muschelthiere gelangen zur Entfaltung ihrer zahl- und artenreichen Geschlechter, und nicht minder die zu den Cephalopoden gehörigen

Ammoniten und Belemniten. Von Gliederthieren sind namentlich die Insecten zu erwähnen, von denen alle Familien vertreten sind. Die Fische sind meist noch Glanzschupper, aber mit gleichlappiger Schwanzflosse; ächte Haie und Knochenfische kommen jedoch auch schon vor. Besonders hervorzuheben sind die Reptilien, die in den Sauriern zu einer grossartigen Entwicklung gelangen und gleichsam die Typen verschiedener Ordnungen oder sogar Klassen in sich vereinigen; dazu kommen Krokodile und Schildkröten. Vögel und Säugethiere sind noch verhältnissmässig selten.

Das mesozoische Zeitalter kann sonach bezeichnet werden als die Zeit der gymnospermen Dikotyledonen, der Coniferen und Cycadeen, als die Blüthezeit der Ammoniten und Belemniten und der Reptilien (Saurier).

#### D. Das känozoische Zeitalter

oder die Neuzeit, den Uebergang aus der mesozoischen Periode in die Gegenwart bildend, umfasst:

- 1) Die Tertiärzeit,
- 2) Die Zeit des Diluviums und
- 3) - - - Alluviums oder die Jéttzeit.

##### 1) Tertiäres Zeitalter.

Die organische Welt entfaltet in der Tertiärzeit einen Formenreichthum wie nie zuvor; es zeigt sich zugleich eine solche Verschiedenartigkeit in dem Charakter der Floren und Faunen, wie in keinem andern Zeitraum. Dies Alles spricht einestheils für die lange Dauer der Tertiärzeit, andertheils aber für eine gänzliche „Umgestaltung der gesammten irdischen Verhältnisse“. Im Verlaufe dieses Zeitraumes scheinen grosse Veränderungen in dem Klima Europa's vor sich gegangen zu sein, es scheinen sich die Zonen allmählich ausgebildet zu haben. Während wir nämlich in früheren Perioden dieselben Pflanzen und Thiere über fast die ganze Erdoberfläche verbreitet finden, so dass wir dasselbe (tropische) Klima für alle Theile derselben in Anspruch nahmen, ziehen sich in der Tertiärzeit die vorhandenen Pflanzen und Thiere immer mehr nach dem Süden zurück und machen einer mehr nordischen Flora und Fauna Platz. So hat die Pflanzenwelt der untersten Glieder der Formation noch einen entschieden tropischen Charakter, während im mittleren Tertiär eine subtropische Flora sich einstellt, um ihrerseits im letzten Abschnitt der Periode durch Formen der gemässigten Zone verdrängt zu werden. Dieselbe Verschiedenheit der Pflanzenreste, wie in senkrechter Richtung, von oben nach unten, zeigt sich auch in der Richtung des Meridians, von Norden nach Süd. Einen gleichen Wechsel hat die Fauna erfahren.

Charakteristisch für die Tertiärzeit sind Palmen und Laubbölzer (also gymnosperme Dikotyledonen) und Säugethiere. Die Cycadeen dagegen, die (tropischen) Coniferen, sowie die Brachiopoden, Ganoiden und Reptilien treten zurück, Ammoniten und Belemniten sind ganz ausgestorben. Thiere und Pflanzen nähern sich immer mehr den Gestalten der Gegenwart, wir treten nun in eine uns vertrautere Welt ein.

Es ist schon erwähnt worden, dass die Flora — nicht minder die Fauna — Formen aller Zonen enthält, von der gemässigten an bis zur tropischen, Formen, die jetzt über fast alle Welttheile zerstreut sind. Reichlich finden sich Tange im „Flysch“ (Fucoidensandstein); Coniferen treten zwar etwas zurück, haben aber doch das Hauptmaterial geliefert zu den Braunkohlen, nämlich die Familie der Cupressineae; Cycadeen werden immer seltener (nur 1 Gattung); Palmen, Fächer- und Fiederpalmen, herrschen vor in den unteren Gliedern der Formation, werden aber später seltener und fehlen im Pliocän ganz. Laurineen oder lorbeerartige Pflanzen, wie Lorbeer, Zimmtbaum und Sassafras, spielen im mittleren Tertiär eine Hauptrolle, wie die Familie der Proteaceen, die jetzt fast ganz auf die südliche Halbkugel beschränkt ist, im ältern; dazu gesellen sich Magnolien, Feigenbäume, Weinreben. Laubbölzer, von denen sich Reste schon

in der Kreide finden, treten gegen Ende der Tertiärzeit in den Vordergrund; es sind namentlich Nussbäume, Erlen, Weiden, Pappeln, Ulmen, Birken, Eichen, Kastanien u. s. w.

Nicht minder gross ist die Fülle der Formen, die uns die Fauna der tertiären Periode aufzuweisen hat. Wurzelfüssler oder Foraminiferen finden sich in vielen Gattungen fast überall. Eine ausserordentliche Häufigkeit hat die artenreiche Gattung der Nummuliten im untern Tertiär des Südens, „vom einen Ende der alten Welt bis zum andern“; sie kommen in verschiedener Grösse (Strabo's versteinerte Linsen) vor, von der einer Linse bis zu der eines Thalers, und ihre, manchmal 900 m mächtigen Schichten wurden bisweilen zu einer Höhe von 3000 m emporgehoben (Alpen, Karpathen). Häufig ist auch *Milliolites* (*Milliolitenkalk*) im Pariser Becken. — Wie schon früher die Brachiopoden, so treten unter den Weichthieren jetzt auch die Cephalopoden in den Hintergrund, dafür entwickeln die Gasteropoden oder Schnecken und die Muscheln einen grossen Reichthum an Formen. Von den Gasteropoden-Gattungen ist unter vielen andern sehr verbreitet: *Cerithium* (*Cerithienkalk* und -sandstein im Mainzer, Wiener und Pariser Becken), *Cassis*, *Melania*, *Litorinella* (*Litorinellenkalk* im Mainzer Becken), *Turritella*, *Conus*, *Paludina*, *Murex*, *Natica*, *Rissoa*; von Muscheln: *Ostrea*, *Congeria* (*Congerien-Stufe*), *Pecten*, *Cardium*, *Cyrena* (*Cyrenenmergel* im Mainzer Becken und in Südbayern), *Nucula*, *Venericardia*, *Unio*. Ausgestorben sind *Inoceramus* und *Exogyra*, *Gryphaea* fast ganz, sowie die Brachiopodengattung *Hippurites* der Kreide und die Nerineen, zu den Schnecken gehörig. — Von Gliederthieren finden sich Tausendfüssler, Spinnen, besonders aber Insecten, als Käfer, Ameisen, Libellen, Frühlingsfliegen (*Indusienkalk*), am besten erhalten im Bernstein. — Unter den Fischen kommen die Squaliden oder Raushchupper (im Gegensatz zu den immer seltener werdenden Ganoiden oder Glanzschuppen) und Knochenfische zur Entwicklung, sowie unter den Reptilien für die verschwundenen Saurier die Batrachier oder Froschamphibien. Vögel sind verhältnissmässig selten. Den grössten Fortschritt macht die Welt der Säugethiere. In früheren Formationen fanden sich wohl auch schon einzelne Beutelhüther, erst in der Tertiärzeit kommen höher stehende, entwickelte Junge zur Welt bringende Säugethiere vor, und zwar sind fast alle Ordnungen vertreten bis hinauf zum Affen: Dickhäuter, Wiederkäuer, Einhufer, Nagethiere, Raubthiere (Bären, Hunde, Katzen) und Insectenfresser, Fledermäuse, Affen. Viele zeichnen sich aus durch riesige Grösse, manche vereinigen noch in sich die Merkmale mehrerer Familien oder Ordnungen, und die meisten sind jetzt durch andere Arten vertreten. Besondere Erwähnung verdienen: Das *Anoplotherium* und *Palaeotherium*, Mittelformen zwischen Dickhäuter und Wiederkäuer; das *Loxolophodon* und *Dinoceras*, 2 elefantenähnliche Thiere, die sich den Dickhäutern nähern, das letztere mit 3 Paar Hörnern; das *Dinotherium*, ein Rüsselträger mit zwei nach unten gewandten Stosszähnen im Unterkiefer; das *Mastodon* mit 4 Stosszähnen, 2 grossen, schwach gebogenen im Oberkiefer, 2 kleineren, geraden im Unterkiefer und mit einem Rüssel; mehrere *Rhinoceros*-Arten mit und ohne Horn; das *Anchitherium* und *Hipparion*, die Stammformen des Pferdes, von der Gestalt und mit dem Gebiss des Pferdes, mit noch 2 kleinen Nebenhufen, die jedoch etwas höher stehen.

Im Beginn der Tertiärzeit war ein grosser Theil des heutigen Europa's vom Meere bedeckt, so die ganze norddeutsche Ebene — südlich bis Leipzig — mit der polnisch-russischen im Osten und der holländisch-belgischen im Westen, Nord- und Südfrankreich, das nördliche Böhmen, das Mainzer Becken, das Donauthal, ein grosser Theil von Südeuropa und Centralasien. Die meisten der genannten Länder wurden noch im Verlaufe der Tertiärzeit über den Meeresspiegel gehoben, ebenso mehrere Gebirge, worunter die höchsten Europa's, ja der Erde; so die Alpen, die Apenninen, die Pyrenäen (grösstentheils), und mit ihnen die tertiären Schichten, oft zu bedeutender Höhe. In diese Periode fällt auch die Eruption der basaltischen Gesteine (Basalt, Phonolith, Dolerit, Trachyt), so des Vogelsberges, Habichtswaldes und Meissners, in der Rhön, im Thüringer und Frankenwald, Fichtelgebirge, Erzgebirge, böhmischen Mittelgebirge, im Lausitzer und Riesengebirge, Westerwald, Siebengebirge, in der Eifel, im Odenwald, in der

rauen Alp und die des Kaiserstuhles. Endlich ist in die Tertiärzeit zu verweisen die Thätigkeit der Vulkane in der Eifel und um den Laacher See, sowie in Centralfrankreich und anderwärts; auch die italienischen Vulkane scheinen damals schon entstanden zu sein.

## 2. Die Diluvialzeit.

Im Beginn dieser Periode finden wir den grössten Theil der nördlichen Halbkugel wieder vom Meere bedeckt, nämlich die Tiefebene im Norden von Europa, Asien und Amerika. In Europa zieht die nördliche Küste „von Calais aus durch Belgien in der Richtung nach Bonn zu, wendet sich dann nordöstlich durch Westfalen und das südliche Hannover bis zum Nordrande des Harzes, schlingt sich um diesen in südwestlicher Richtung herum nach Thüringen herein und bildet hier einen tiefen Busen. Von hier verläuft sie quer durch Sachsen, südlich von Zwickau, Chemnitz, Dresden, Löbau und Zittau hin, den Fuss des Riesengebirges und der Sudeten entlang, durch Polen und Russland bis nach Tula, also südlich von Moskau, dann wendet sie sich nach Nordosten, bis sie das Eismeer am nördlichen Ende des Ural erreicht\*“). Dieses Meer stand in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Eismeer, Skandinavien ragte als Insel daraus hervor, aber bedeckt von mächtigen Gletschern, wie auch die britischen Inseln, Island, Grönland und der schmale nordamerikanische Continent. Auch südlichere Hochgebirge finden wir ganz vergletschert, so die Alpen, wo die Gletscher jetzt nicht unter 1000m herabsteigen, und die Pyrenäen. Die nördliche Halbkugel zeigte also damals ähnliche Verhältnisse, wie jetzt die südliche, die kalte Zone hatte eine viel grössere Ausdehnung — es war die Eiszeit der nördlichen Hemisphäre. Die Gletscher Skandinaviens drängten sich von dem Hochgebirge Norwegens durch Schweden nach der Meeresküste hin, beladen mit Schutt und Felsblöcken; im Meere lösten sich von der Gletschermasse Theile los, um als Eisberge weit in den Ocean hinauszuschwimmen. Durch Strömungen wurden sie an die Südküste getrieben, wo sie strandeten, schmolzen und die mitgeführten Gesteinsmassen zu Boden sinken liessen — erratiche Blöcke. Diese sind in unzähliger Menge über die norddeutsche Ebene zerstreut und verrathen ihren nordischen Ursprung durch ihre Gesteinsbeschaffenheit. Es sind ganz dieselben Gneisse, Granite, Syenite, Porphyre oder Kalk- und Sandsteine, wie wir sie in Skandinavien und Finnland wiederfinden; auch ihre organischen Einschlüsse, wo solche vorhanden sind, bestätigen diese Herkunft. — Das Ueberwiegen des Wassers auf der nördlichen Halbkugel, der Zusammenhang unsers Meeres mit dem Eismeer, die Zufuhr der mächtigen Eismassen und das Schmelzen derselben an der Küste mussten eine bedeutende Erniedrigung der Temperatur bewirken, eine Verschlechterung des Klimas. Davon zeugt die Vergletscherung der Pyrenäen und namentlich der Alpen; im Gebiete der Alpen haben die Gletscher zahlreiche Spuren ihres Daseins hinterlassen. Die Schliiffflächen, die Rinnen, Furchen, die Ritzen und Streifen in den ehemaligen Gletscherbetten und auf den Geschieben der Grundmoränen, die Rundhöcker in der Thalsole, die Moränen endlich selbst sind sprechende Zeugen für deren einstiges Vorhandensein, ihre Thätigkeit und Ausdehnung. Gletscher bedeckten nicht nur die Alpenthäler, sondern wahrscheinlich auch die ganze Schweiz bis zum Kamme des Jura, das Gebiet des Bodensees und reichten weit nach Schwaben und Bayern herein; ähnlich am Südabhange der Alpen, wo sie bis in die Poebene hinabstiegen.

Die Flora der Diluvialzeit ist fast ganz dieselbe wie jetzt, wenn auch manchmal andere Arten auftreten. Bemerkenswerth ist das Vorkommen einiger nordischen Formen, ganz dem Klima entsprechend, wie verschiedener Zwergsträucher (*Pinus montana*) und Moose, die jetzt nur im hohen Norden gefunden werden. — Die Fauna weist ziemlich viele ausgestorbene Arten von Säugethieren auf, deren (Gattungs-) Verwandte jetzt noch fortleben, manche aber nur in südlichen Ländern (Elephant, Flusspferd). Dagegen

\*) Credner, p. 651.

kommen auch viele Thiere vor, die sich jetzt nur im hohen Norden finden, wie Renthier, Elensthier, Eisfuchs, Lemming u. a., oder die sich in die Hochgebirge zurückgezogen haben, wie Steinbock, Gemse, Murmelthier. Reiche Fundstätten von Thierresten sind vor Allem die Höhlen Deutschlands (Gailenreuther und Muggendorfer Höhle in Franken, der Hohlenstein in Westfalen), Frankreichs und Englands, sowie die Torfmoore. Häufig sind Raubthiere, so der Höhlenbär (*Ursus spelaeus*), die Höhlenhyäne (*Hyaena spelaea*), der Höhlenlöwe (*Felis spelaea*), Tiger, Wolf; dann Ochse, Büffel, Renthier, Elenn, Hirsch, Elephant, Nashorn, Flusspferd, auch Pferde u. a. Besondere Erwähnung verdienen: das Mammuth (*Elephas primigenius*) in Nordsibirien, wo seine Reste in Menge gefunden werden, aber auch ganz wohl erhaltene Exemplare; Mastodon giganteus in Nordamerika, ein Elephant, gegen 6 m lang, mit Stosszähnen von 4 m; das Megatherium, ein riesiges Faulthier, das Glyptodon, ein riesiges Gürtelthier, beides Amerikaner.

Die Frage, ob auch der Mensch schon in der Diluvialzeit gelebt habe, muss bejaht werden. Man hat an verschiedenen Orten, besonders in Höhlen, zusammen mit Thierresten aus der Periode des Diluviums menschliche Werkzeuge und Geräthschaften gefunden, wie auch vereinzelt Theile des Skeletes. Der diluviale Mensch war wohl auch ein Höhlenbewohner und von Cultur noch wenig bemerkbar bei ihm, seine Waffen waren Thierknochen oder roh bearbeitete Feuersteine (Steinzeit). Viel später erst lernte er den Gebrauch der Metalle (Broncezeit, Eisenzeit).

Im Verlauf der Diluvialzeit entstiegen die Ebenen der nördlichen Continente allmählich dem Schoosse des Oceans, die Verbindung der Ostsee mit dem Eismeer wird unterbrochen, das Klima der ganzen nördlichen Halbkugel wird ein milderer, die Gletscher ziehen sich ganz in die Hochgebirge zurück, Europa und mit ihm Deutschland nimmt seine jetzige Gestalt an.

#### Vulkane und Erdbeben.

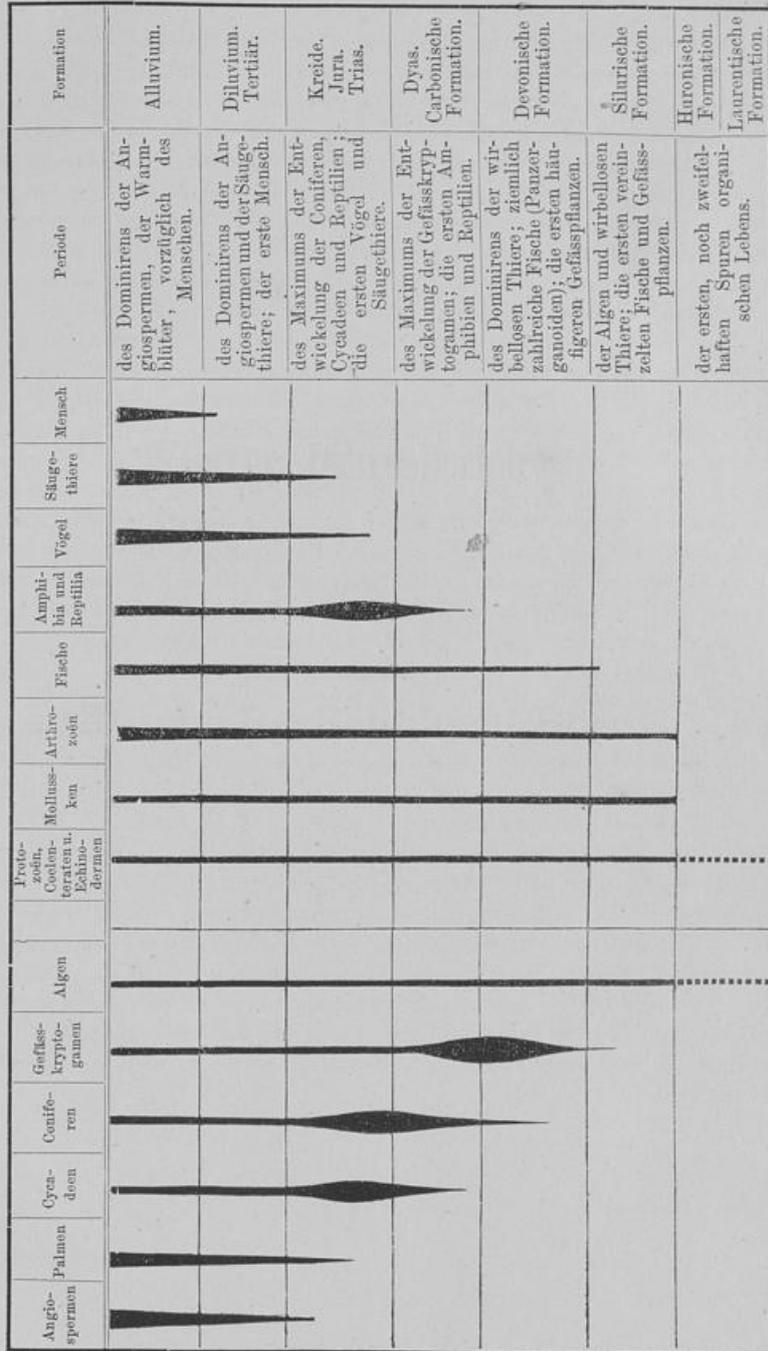
Nach der herrschenden Meinung sind alle plutonischen Gesteine aus dem feurig-flüssigen Erdinnern emporgestiegen, die über ihnen liegenden Schichten durchsetzend, und zwar die jüngeren aus immer grösserer Tiefe, da die Erde immer mehr erkaltete und die Erdrinde immer dicker wurde. Der Herd der Porphyre würde demnach zu suchen sein unter dem der Grünsteine und Granite, der Herd der Basalte noch tiefer, und die Producte der jetzigen Vulkane sollen aus den tiefsten Tiefen hervorgetrieben werden, sollen 20—50 Meilen hoch — so gross wird die Dicke der Erdrinde gewöhnlich angenommen — gehoben werden. Das ist mehr als unwahrscheinlich. Die vulkanische Thätigkeit hat wenig oder Nichts gemein mit der Hebung der Gebirge und ist wohl eine verhältnissmässig oberflächliche. Zu der durch Nichts gerechtfertigten Annahme eines Centralfeuers — das Alter der Erde ist ein so ausserordentlich grosses, dass sie wohl hinlänglich Zeit gehabt hat, zu erkalten — hat ausser den Vulkanen die innere Erdwärme, die „Eigenwärme“ der Erde, Veranlassung gegeben. In einer Tiefe von 24 m macht sich nämlich der Einfluss der Jahreszeiten nicht mehr bemerklich, es herrscht dort eine constante Temperatur (7,18° R. für Berlin); von da an beobachtet man eine Zunahme der Wärme nach dem Erdinnern hin, im Mittel auf 25—30 m 1° C., übrigens an verschiedenen Orten und in verschiedenen Schichten durchaus verschieden. Daraus folgerte man, es müsse in grosser Tiefe eine so hohe Temperatur (z. B. in der Tiefe von 30000 m 1000° C., die Schmelzwärme des Basaltes) herrschen, dass alle Mineralien geschmolzen seien. Grössere Bohrungen (bei Sperenberg) haben aber bewiesen, dass die Wärmezunahme nach unten immer geringer wird und in nicht gar grosser Tiefe ganz aufhören muss. Ginge die innere Erdwärme von einem Centralfeuer aus, so müsste gerade umgekehrt die Zunahme nach unten stetig wachsen, da die Kugelzonen nach innen immer kleiner werden. Die Wärme der Erde ist entstanden und entsteht durch Umsetzung von Bewegung, durch chemische Zersetzung, durch Verdichtung. Das Wasser, welches destillirt aus den Wolken herabfällt und dann die Erdschichten durchdringt, entführt denselben fortwährend eine grosse Menge von

Stoffen, „unsichtbare Berge“ führen die Flüsse fortwährend dem Meere zu, um dessen Tiefen auszufüllen. Die Gebirgsschichten werden dadurch gelockert und müssen zusammensinken unter dem Druck der darüber liegenden Massen, bis sie wieder die nöthige Festigkeit und Widerstandskraft erlangt haben. Sobald aber die Bewegung einer Schicht gehemmt wird, entsteht eine der Grösse der Bewegung und der Masse entsprechende Wärmemenge. Eine zweite Wärmequelle sind die chemischen Umsetzungen, die in manchen Schichten unzweifelhaft sich vollziehen. Endlich muss auch Wärme frei werden bei der Verdichtung und Erhärtung der im Meere abgelagerten Massen, aus denen sich Thonschiefer, Sand- und Kalksteine bilden. Werden diese Schichten gehoben, so kann das nur unter Wärmeentwicklung geschehen; sinkt ein Landstrich, so wird Wärme frei, wie schon angegeben. Alle diese Wärme wird in den mehr oberflächlichen Schichten erzeugt und verbreitet sich von da nach aussen und nach der Tiefe. Die „Eigenwärme“ der Erde ist also ebenfalls Sonnenwärme. Fragen wir jetzt weiter: woher stammt denn die grosse Wärmemenge, durch welche Gesteine in solcher Menge geschmolzen werden, wie sie die Vulkane oft zu Tage fördern? so lautet die Antwort: ganz derselben Quelle. Jeder Vulkan hat seinen eignen Herd — vielleicht auch manchmal mehrere benachbarte einen gemeinschaftlichen — „ein gewaltiges chemisches Laboratorium, in welchem sich beständig chemische Processe abspielen, die eine grosse Hitze erzeugen, gross genug, um eine gewisse Menge von Stoffen in Schmelzung zu erhalten und daraus jene Dämpfe, Gase und Sublimationen zu entwickeln, welche der Vulkan im Zustand der Ruhe liefert“ (K. Vogt). — Nach Mohr soll diese Wärme einzig und allein durch Umsetzung von Bewegung hervorgerufen werden, also durch Senkungen, durch Einstürze. — Die hebende Kraft ist nach K. Vogt der Wasserdampf. Die grossen Wassermassen, welche in Gestalt von Dampf dem Vulkan entströmen, sprechen allerdings dafür; der Einbruch des Wassers wäre also die Ursache des vulkanischen Ausbruchs. Dieses Wasser stammt in den meisten Fällen aus dem Meere, was sein grosser Salzgehalt beweist. „Der ganze Berg (Vesuv) erscheint häufig wie mit feinem Schnee überpulvert.“ Für die Mitwirkung des Meerwassers spricht auch das Erlöschen vieler Vulkane nach dem Zurücktreten des Meeres. Die erloschenen Vulkane der Eifel lagen an dem Ufer des rheinischen Golfes, der einst das ganze Mainzer Becken überfluthete und dann durch tertiäre und spätere Bildungen ausgefüllt ward.

Zu den Vulkanen und deren Ausbrüchen stehen in enger Beziehung die Erdbeben. Bei jedem Ausbruch finden Erschütterungen der Umgegend Statt, und da auch Erdstürze an Vulkanen öfter vorkommen mögen, so erklärt sich die Häufigkeit der Erdbeben in vulkanischen Gegenden. Die meisten Erdbeben haben jedoch mit den vulkanischen Erscheinungen Nichts zu schaffen, sondern werden hervorgerufen durch den Einsturz von Erdmassen in Höhlungen, die durch die atmosphärischen Wasser nach und nach gebildet wurden. So sind die zahlreichen Erdbeben am Rheine, welche in der Zeit von 1868—71 — im Jahre 1869 allein 600 — beobachtet wurden und deren Mittelpunkt Grossgerau (bei Darmstadt) war, offenbar auf diese Ursache zurückzuführen; den nahen, namentlich Kochsalz führenden Quellen von Wiesbaden, vielleicht auch von Nauheim oder Homburg, darf man wohl die Bildung von Hohlräumen in der Tiefe zuschreiben.

### Graphische Darstellung\*)

der allmählichen Entwicklung des organischen Lebens auf der Erde.



\*) Credner, Elemente der Geologie, III. Aufl. p. 354.

