



## Die geologischen Formationen.

Von Dr. Karl Schwippel.

**S**ur Zeit der Geologen Fuchsel, Lehmann und Werner herrschte die Ansicht, daß gleichmäßig über die ganze Erde solche Sedimente sich gebildet haben, wie dies in der nächsten Umgebung jener Forscher erkannt wurde. Bald aber wurden Beobachtungen über größere Teile der Erde, selbst auch außerhalb Europa angestellt; da konnte jene Reihe von Sediment-Schichten nicht mehr ausreichen, die man anfangs aufgestellt hatte; es konnte auch das Gesteinsmaterial allein nicht mehr ausreichen, die Sediment-Schichten von einander zu unterscheiden, und ihr relatives Alter zu bestimmen; so nahm man zu den organischen Resten, welche in den einzelnen Schichten eingeschlossen sind, seine Zuflucht.

Man fand zunächst marine und terrestrische Gebilde, welche in tier- und pflanzengeographischen Reichen verteilt erscheinen; man fand aber weiter auch, daß die örtlichen Verhältnisse in den verschiedenen Bildungs-Medien und Räumen auf die Lebewesen verschieden einwirken; so z. B. leben auf dem festen Lande in einer sumpfigen Gegend andere Organismen, als in einer Steppe, in der Tiefsee finden wir andere Organismen als im seichtesten Meere u. s. w.

Die Lehre von der räumlichen Verbreitung der Organismen über die Erde bezeichnet man als „Chorologie“. Die chorologischen Erscheinungsformen sind einer dreifachen Gliederung unterworfen: 1) nach dem Bildungsmedium, 2) nach dem Bildungsraume, 3) nach den physikalischen Verhältnissen des Bildungsortes; darnach ergeben sich die Einteilungen in 1) marine und terrestrische Bildungen, 2) Provinzen, 3) Facies; die ersteren dieser Bildungen sind dann iso- oder heteromesisch, die Provinzen sind iso- oder heterotopisch, die Facies endlich isopisch oder heteropisch, je nachdem gleiche oder ungleiche Medien, Bildungsräume oder physikalische Verhältnisse vorhanden waren.

Das Wesen der Lückenhaftigkeit der geologischen Überlieferungen beruht namentlich auf dem fortwährenden Wechsel heteromesischer, heterotopischer und heteropischer Bildungen.

Alle diese Verschiedenheiten waren auch in den Meeren der Vorzeit vorhanden, daher sie bei Bestimmung des Alters der Ablagerungen wohl beachtet werden müssen. Gleichalterige geologische Bildungen können ganz verschiedene Tierarten zeigen, weil die eine Bildung etwa eine Tiefseebildung, die andere dagegen eine litorale Sandablagerung oder endlich ein Korallenriff war; dagegen können Ablagerungen von ganz ungleichem Alter Organismen von gleichem Habitus zeigen; es wird dann darauf ankommen, jene Organismen herauszufinden, welche an ein bestimmtes geologisches Niveau gebunden sind, um die verschiedenen Horizonte der Ablagerungen von einander unterscheiden zu können.

Als Einheit der geologischen Gliederung ist dann jener Zeitabschnitt zu betrachten, innerhalb dessen die häufigsten, allgemein verbreiteten und nach dem heutigen Stande unseres Wissens gut bekannten Meerestiere sich der Mehrzahl nach gleich bleiben (Neumayr, Erdgeschichte, II. Teil, S. 15). Die Ablagerungen während dieses Zeitabschnittes heißen wir gleichalterig, und wir suchen äquivalente Bildungen in verschiedenen Gegenden mit einander zu parallelisieren.

In der Entwicklung der Erdoberfläche und ihrer Bewohner ist nie ein vollkommener Stillstand eingetreten, sondern diese Entwicklung schritt stetig vorwärts, auch sind niemals solche Katastrophen (Kataklysmen) eingetreten, welche plötzlich alles Leben auf der Erde vernichtet und die Erdoberfläche vollkommen umgestaltet hätten, doch gab es Ereignisse, welche allmählich auf große Teile der Erdoberfläche verändernd einwirkten; so wurden gewisse Teile des Landes zeitweilig vom Meere bedeckt; oft erfolgten bedeutende vulkanische Eruptionen; andererseits aber zog sich das Meer wieder zurück, und es kamen die am Boden des einstigen Meeres niedergeschlagenen Schichten zum Vorschein. Daß noch heutzutage am Boden der Meere solche Sediment-Bildungen vor sich gehen, wurde in neuester Zeit durch die Challenger-Expedition (in den Jahren 1872 bis 1876) nachgewiesen.

Unsere Erdrinde besteht zunächst aus Gebilden der ersten erstarrten Hülle, den sogenannten krystallinischen Massen- und Schiefergesteinen, dann aus Eruptiv-Massen, endlich aus Sedimenten, von welchen die älteren eine Tiefsee-Facies zeigen, die jüngeren dagegen den Character einer Seichtsee- und Strand-Facies an sich tragen.

Wenn wir nun die Sediment-Bildungen chronologisch ordnen und bezeichnen, so geschieht dieß unter Vorbehalt dessen, was oben über die Entwicklung der Erdoberfläche gesagt wurde. Es bleibt noch ein wichtiges Problem der Geologie, nachzuweisen, ob jene Verschiebungen in der Verteilung von Wasser und Land, deren Spuren wir in unseren Gegenden finden, auch wirklich über so weite Teile der Erdoberfläche sich erstreckten, daß wir die dadurch bewirkten Veränderungen zu einer naturgemäßen Abgrenzung der Formationen zu benützen berechtigt sind; es bedarf immer noch der Bestätigung, ob unsere jetzige Gliederung schon ganz oder teilweise auf solcher Basis richtig

durchgeführt ist, und sich daher auch bei ihrer weiteren Ausdehnung und Anwendung auf ferne Gegenden als den Verhältnissen gut entsprechend erweise.

Heutzutage ist das Hauptaugenmerk den kleineren Abteilungen zugewendet; erst aus der genauen Kenntniß selbst der kleinsten Abteilungen wird sich dann wohl eine richtige Zusammenfassung derselben ableiten lassen.

Wenn wir also von Formationen sprechen, so sind dieselben nicht als scharf von einander in Zeit und Raum getrennte Abteilungen anzusehen, sondern als eine mehr künstliche Einteilung der so mannigfaltigen Gebilde unserer Erdrinde.

Auch über die Bezeichnung der einzelnen Glieder in der Schichtenbildung herrscht noch keineswegs Übereinstimmung, obgleich der internationale geologische Kongreß zu Bologna im Jahre 1881 sich eingehend mit diesem Gegenstande befaßt und sich bemüht hat, Einklang in die verschiedenen Bezeichnungen zu bringen; es sind eben in verschiedenen Ländern verschiedene Bezeichnungen bereits so eingebürgert, daß sie noch immer anderen Bezeichnungen vorgezogen werden. Im Allgemeinen aber bezeichnet man die einfachste Form der Ablagerung als Schichte (stratum, layer, seam, bed); die Schichten sind gewöhnlich nur lithologisch unterschieden, sobald aber mehrere solcher Schichten durch gewisse Fossilien (Versteinerungen, Abdrücke *z.*) als zusammengehörig erscheinen, werden sie als Horizonte (Zonen) zusammengefaßt.

Zwei oder mehrere Horizonte (Zonen) zusammengenommen, verbunden durch das Vorkommen einer Anzahl gleicher Spezies oder Genera, bilden dann eine bestimmte Ablagerung: ein Lager (assise, bed), mehrere solcher Lager sind zu bezeichnen als Stufe (étage, stage), welche zuweilen noch in Unterstufen (sous-étages) abgeteilt wird.

Für die Zusammenfassung mehrerer Stufen wurde die Bezeichnung Series vorgeschlagen, so wie dann mehrere Series zu einem Systeme und die Systeme zu einer Gruppe zusammengefaßt werden sollen; doch werden wir hier von letzteren Bezeichnungen absehen, und für System die Bezeichnung Formation (*z.* B. Kreide-Formation), für die Hauptabteilungen (Gruppen) aber die Bezeichnung Zeitalter (Era), als die bei uns gebräuchlichen beibehalten.

In der Erdgeschichte unterscheidet man folgende Zeitalter: A. das archaische (azoische oder eozoische), B. das paläozoische (primäre), C. das mesozoische (sekundäre), D. das känozoische (tertiäre), E. das neozoische (Post-tertiäre, quartäre), an welches sich das „Rezente“ anschließt.

#### A. Archaisches Zeitalter.

Primitive Bildungen; Azoisches Gebirge; Urgebirge.

Es wird von den Geologen angenommen, daß die erste feste Grundlage der Erdoberfläche durch Erstarrung des einst heißflüssigen Erdkörpers entstanden sei; doch bleibt es ungewiß, ob irgend eines der krystallinischen Massen- und Schiefergesteine, die als archaisch bezeichnet werden, wirklich der ursprünglichen Erstarrungsrinde angehörte; es giebt aber unter den archaischen Massengesteinen auch solche, welche erst später aus den Spalten der Erdrinde emporgedrungen sind, so daß man selbst unter den archaischen Gesteinen

solche von verschiedenem Alter unterscheidet. Gewöhnlich werden der Gneis und Glimmerschiefer als das älteste Gebirgsgestein bezeichnet; man findet dasselbe in mächtigen Massen von ungestörtem Zusammenhange über Europa, sowie über Amerika, China, Central-Afrika verbreitet.

## B. Paläozoisches Zeitalter.

### I. Primäre Sediment-Bildungen.

#### 1. Cambrische Formation.

(Cambrian.)

Während Werner alle unmittelbar über den kristallinischen Massengesteinen abgelagerten Schichtgesteine als „Übergangsgebirge“ (Grauwacke) zusammenfaßte, zeigte Murchison, daß dieses Schichtensystem aus mehreren durch ihre Fossilien deutlich unterscheidbaren Abteilungen bestehe. Murchison nannte den Schichtenkomplex „Silurian“, doch Sedgwick trennte davon die untersten Ablagerungen als ein besonderes Gebilde, das er „Cambrian“ nannte.

Im Cambrian ist noch keine Pflanze zu finden; von tierischen Organismen giebt es da nur einige Reste von Spongien, Crinoiden; von Crustaceen kommen der außergewöhnlich große Paradoxides Davidis, aber auch die kleinsten Formen von Trilobiten vor; unter denselben giebt es einige ohne Augen, bei anderen dagegen sind die Augen sehr entwickelt.

#### 2. Silur-Formation.

(Silurian.)

Das Silur wird in eine untere und eine obere Abtheilung geteilt; in ersterer werden in England die Stufen: Arenig, Llandeilo, Caradoc und Bala, Llandovey-group, in letzterer Upper Llandovey group, Wenlock, Ludlow-group unterschieden; in anderen Ländern wurden andere Bezeichnungen für die verschiedenen Abstufungen gewählt. So ist namentlich in Böhmen von Barrande die Schichten-Abteilung in mustergiltiger Weise durchgeführt worden; die untersten zwei Stufen A und B erwiesen sich als fossil-leer; die übrigen Stufen aber unterschied Barrande als: Primordial-Fauna (C, Cambrian) — Zweite silurische Fauna (D, Unteres Silur) — Dritte silurische Fauna (Oberes Silur: E, F, G, H); deren jede durch eine ihr eigentümliche Fauna, namentlich Trilobiten, zuletzt auch Orthoceratiten u. charakterisiert ist.

Die Flora ist im Silur nur von einigen Fucoiden vertreten; die Fauna zeigt insbesondere die merkwürdigen Formen der Graptolithen und zahlreiche Arten von Trilobiten (*Dalmanites socialis*) — Übrigens sind Gastropoden, besonders aber Brachiopoden häufig, ja selbst auch Insekten wurden in den Schichten des Silur gefunden; von Wirbelthieren dagegen nur wenige Fische.

Die Schichten des Silur erscheinen bereits gestört; sie sind geneigt, gefaltet, gebrochen; zuweilen auch metamorphosisch als kristallinische Schiefer; doch erfolgten diese Störungen nicht überall; so z. B. liegen die Schichten an manchen Stellen des Baltischen Bassins, dann in Nord-Amerika fast horizontal.

#### 3. Devon-Formation.

In Wales und den anliegenden Gebieten von England, wo das typische Silur vorkommt, verschwindet in den über der Ludlow-Gruppe liegenden

oft sehr mächtigen Gesteinschichten die im Silur so häufige Meeresfauna; Doch lassen sich zwei Gebilde unterscheiden: das eigentliche Devon und der Old Red Sandstone; während ersteres gewiß marinen Ursprungs ist, da es eine marine Fauna: Crinoiden, Trilobiten, (Phacops, Homalonotus, Dalmanites, Bronteus) enthält, ist letzterer mehr eine Süßwasserbildung, es kommen darin Landpflanzen (Kryptogamen) und zahlreiche Ganoiden vor, welche ihre modernen Repräsentanten in Flüssen und Seen haben.

Das Devon ist oft schwer vom oberen Silur zu unterscheiden, dagegen ist der Old Red Sandstone auffallend verschieden, insbesondere durch seine Lycopodiaceen und Farren, sowie auch durch das Erscheinen von Insekten (Orthopteren, Ephemera), endlich durch die ihm eigentümlichen Fischgattungen: die Panzerfische (Merichthys) und die schmelzschuppigen Ganoiden (Pteraspis, Cephalaspis).

#### 4. Kohlen-Formation.

(Carbon.)

In dieser Formation sind zwei Facies weit verbreitet; die eine ist von marinem Typus und besteht hauptsächlich aus Kalk (Kohlentalk) und flözleerem Sandstein (Millstone Grit), in manchen Gebieten aus dem flözleeren Kulk; die andere hat sich in seichten Lagunen abgesetzt, welche zuerst marin, dann brackisch, endlich mit Süßwasser gefüllt waren; es ist dies die eigentliche Kohlenformation.

Jede der beiden Facies besitzt ihre eigentümlichen Organismen; die eine zeigt eine marine Fauna, die andere hauptsächlich eine Land-Flora.

Zur Fauna gehören die vielen Crinoiden, Corallen und Brachiopoden, die oft allein ganze Kalklager bilden; zum erstenmale erscheinen Foraminiferen in bedeutender Zahl (Fusulina). Die Flora erscheint als die erste Land-Flora: Gefäß-Kryptogamen als: Equisetaceen, Lycopodiaceen (Lepidodendren und Sigillarien) und Farren.

Die reiche Flora am Lande, sowie auch in ausgedehnten Sümpfen, begünstigt durch ein mildes, feuchtes Klima, wurde zeitweilig unter Fluß- und Meeres-Alluvionen begraben; es bildeten sich die Kohlen-Lager.

#### 5. Permische Formation.

(Perm. — Dyas.)

Über den Schichten der Kohlenformation sind meist rote Sandsteine, Konglomerate, Mergel und Kalk normal abgelagert; stellenweise jedoch namentlich in Europa, zeigen sich diese Ablagerungen, nicht parallel zu jenen der darunter liegenden Kohlen-Formation.

In England erhielten diese Ablagerungen den Namen: „Neuer roter Sandstein“ (New Red Sandstone zum Unterschiede vom Old Red Sandstone, welcher unter der Kohlen-Formation liegt).

Man unterscheidet in diesen Schichten eine untere Abteilung, welche man noch zu den paläozoischen Gebilden rechnet, und mit dem Namen „Perm“ bezeichnet (besonders in Rußland entwickelt), und eine obere Abteilung, die man als Basis der mesozoischen Gebilde betrachtet.

In Europa sind diese beiden Abteilungen gut unterscheidbar als Roter

(Rotliegender) Sandstein und als Zechstein, daher der Name „Dyas“, in Nord-Amerika dagegen kann die Kohlen-Formation nicht genau abgegrenzt werden; man hat daher den Name „Perm-Carbon“ für diese Formation.

Die ältere Abteilung der Dyas enthält häufig Eruptiv-Massen, wie Diabas, Melaphyre, Porphyrite und verschiedene Formen von Quarz-Porphyrten.

Zur Zeit des „Perm“ hat sich in Europa das Meer zurückgezogen, und daher konnte durch Konzentrierung der in einzelnen Bassins zurückgelassenen Gewässern Salzthon, Gyps und Anhydrit abgelagert werden.

Für das organische Leben mußte diese Zeit sehr ungünstig gewesen sein.

Die Permische Flora zeigt Ähnlichkeit mit jener des Carbon; charakteristisch sind besonders *Calamites gigas* und *Walchia piniformis*; es werden noch die letzten Repräsentanten der *Lepidodendren*, *Sigillarien* und *Calamarien* gefunden, welche in dem Carbon so häufig vertreten sind.

Auch die Fauna ist verarmt, und zwar erscheint sie nur im Kalk und in braunen Schiefen, wogegen die roten Konglomerate und Sandsteine keine Organismen zeigen; besser vertreten im Perm sind noch die Fische, am häufigsten erscheint das Genus: *Palaoniscus*, das charakteristisch ist für den Kupferschiefer, der zwischen dem Rotliegenden und dem Zechstein, im „Mannsfeldischen“ frühzeitig aufgefunden wurde.

Am Ende des paläozoischen Zeitalters verschwinden einige Organismen gänzlich; so z. B. erlösch die Lebensfähigkeit der Graptolithen mit dem Silur; die Trilobiten und einige Brachiopoden-Gattungen sind ausschließlich auf das paläozoische Zeitalter beschränkt; dasselbe gilt von den Panzer-Ganoiden.

Von Pflanzen verschwindet nach dem paläozoischen Zeitalter die große Mehrzahl der Farren, welche im Devon entstanden und im Carbon zur üppigsten Entwicklung gelangt sind.

### C. Mesozoisches Zeitalter.

#### II. Sekundäre Sediment-Bildungen.

##### 6. Trias-Formation.

Der Name Trias wurde gewählt, weil in Deutschland drei Abteilungen gut zu unterscheiden sind: Bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper, — doch gilt dies anderwärts nicht, und so ist denn der Name Trias ebenso unglücklich gewählt, als der Name Dyas für die vorangehende Formation.

In Mittel-Europa findet man Ablagerungen von roten Sandsteinen und Thonen oder Mergeln mit Lagern, Nieren oder Adern von Gyps, mit Steinsalzlagern und Kalkstein-Ablagerungen, der oft dolomitisch ist; dies spricht dafür, daß diese Formation hier mehr lokal sich bildete, in Bassins, die von einander isoliert waren.

Dagegen erscheint diese Formation anders, wo das offene Meer sich einst befand: in den Alpen erscheinen Massen von Kalk und Dolomit mit Sandsteinen und Schiefen von mehreren Tausend Fuß Mächtigkeit und reich an einer marinen Fauna; ähnliche Bildungen fand man in Nord-Sibirien, im Himalaya-Gebirge, auf Neu-Seeland und in Nord-Amerika.

In den Alpen ist die Trias unter anderen Verhältnissen gebildet worden

als in Deutschland; eine ungeheure Entwicklung zeigt diese Formation in den Ost-Alpen, wo einige Dolomit-Massen als Korallenriffe erkannt wurden.

In der alpinen Trias kommt das Steinsalz mit Gyps und Anhydrit vor; der berühmte Carrara-Marmor in den Nord-Appenninen, gehört ebenfalls der Trias-Formation an.

Sehr mannigfaltig ist die Einteilung dieser Formation; man unterscheidet in der unteren Trias: die Werfener Schiefer (mit Grödenener Sandstein und Guttensteiner Kalk) und den Virgloria-Kalkstein (oder alpinen Muschelkalk); in der oberen Trias: die schieferigen und mergeligen Schichten von Wengen, St. Cassian, Blambach, Partnach, Lunz; die Kalk- und Dolomite: den Schlern-Dolomit, Esino-, Wetterstein-, Hallstatt-, Böttschen-Kalkstein; endlich die schieferigen, sandigen und mergeligen: Raibl-, Gorno- und Dossena-Cardita-Schichten.

Über der oberen Trias wird noch die Rhaetische Stufe unterschieden, welche Dachstein-Dolomit (Haupt-Dolomit), dann Dachstein-Kalk (Megalodus-Kalk) und die Rössener Schichten enthält.

Mozzjovics hat in der oberen Trias zwei Facies der Sediment-Gebilde unterschieden, welche durch ihre Fauna scharf getrennt erscheinen: die Subavisische Provinz (im Salzkammergut) und die Mediterrane Provinz in dem übrigen Teile der Ost- und Südalpen.

Besonders bemerkenswert in den Ost-Alpen ist das Erscheinen von Eruptiv-Gesteinen, welche teils gleichzeitig mit der Trias-Ablagerung, teils später hervorgebrochen sind; diese Gebilde sind besonders schön aufgedeckt in der Gegend von Predazzo und Monzoni.

Die Flora der Trias bestand hauptsächlich aus Farren (Pecopteris, Cyclopteris), mitunter baumartig; ferner aus Equisetum-Arten Coniferen und Cycadeen.

Die Fauna ist in den sandigen und mergeligen Schichten der Mitteleuropäischen Trias sehr spärlich; dagegen sind einige Kalksteine in den Alpen voll von Foraminiferen, Corallen treten massenhaft auf, ebenso Schinodermen, von welchen namentlich der *Encrinurus liliiformis* für den Muschelkalk charakteristisch ist. Von Brachiopoden sind die paläozoischen Gattungen ausgestorben, doch spielen die Brachiopoden jetzt die erste Rolle.

Eine Menge Cephalopoden: *Orthoceras*, *Ammonites*, erscheinen in der alpinen Trias; sie treten nun an die Stelle der früher vorgekommenen *Nautiliden*.

Das alte Geschlecht der Labyrinthodonten (zu den Amphibien gehörig) ist auch in der Trias entwickelt, zahlreiche Fußspuren derselben wurden im Sandsteine entdeckt; mächtig entwickeln sich plötzlich die Reptilien.

## 7. Jura-Formation.

Die Stellung der großen Menge fossilreicher Schichten dieser Formation in der geologischen Reihenfolge wurde zuerst in England von William Smith erkannt, welcher den ganzen Schichten-Komplex mit dem Namen „Dolith“ bezeichnete; später wurde die Bezeichnung „Jura“ allgemein angenommen. Die Jura-Formation bedeckt eine große Fläche von Europa; sehr verschieden erscheint der Jura in Indien, noch verschiedener in Amerika. Die

große Menge von Unterabteilungen werden in den verschiedenen Ländern verschieden bezeichnet. In England wird unterschieden: Lias (lower-, middle-, upper-), Lower Jurassic oder Bathonian, Middle Jurassic oder Oxfordian, Upper Jurassic oder Portlandian.

Leopold von Buch\* teilte den deutschen Jura ein in den schwarzen Jura oder Lias, mittleren Jura oder braunen Jura, oberen Jura oder weißen Jura.

Der untere Jura wird nun meist als Lias, der mittlere als Dogger, der obere als Malm bezeichnet.

Doppel teilte den Jura in 36 Zonen und wies nach, daß ein jeder Horizont, der an einem Orte durch eine Anzahl für ihn konstanter Spezies charakterisiert ist, auch in den entferntesten Gegenden mit derselben Sicherheit wieder erkannt werden kann, doch muß dabei auf die verschiedenen Facies-Bildungen Rücksicht genommen werden; die Beobachtungen beziehen sich auf eine universionelle Meeresfauna, zu welcher namentlich die Ammoniten gehören.

Diese Zonen = Gliederung hat überdies nur für bestimmte Meeresbecken Gültigkeit, da getrennte Meeresbecken eine selbständige Entwicklung zeigen; Neumayr erkannte ein boreales Jura = Meer und ein alpines mitteleuropäisches Jura = Meer, welche durch ein breites Festland getrennt waren. Nach den Fundamental-Arbeiten Ritter v. Hauer's über den Lias der österreichischen Alpen (der über der rhätischen Stufe normal abgelagert ist) unterscheiden die österreichischen Geologen mehrere gut charakterisierte Facies; so die Cephalopoden = Schichten von Adnet, die Brachiopoden = Schichten von Hierlaz, die brachiische Facies von Gresten, die Enzesfelder Schichten zc. Die obersten Stagen des oberen Jura faßte Doppel als Tithon = Stufe zusammen, welche zwischen Jura und Kreide liegt, und durch einige Cephalopoden so wie auch durch *Terebratula diphya* charakterisiert sind.

Die Flora der Jura-Formation besteht hauptsächlich aus Gymnospermen. Die in der Trias häufigen Equiseten sind auch im Jura noch in Menge vorhanden, ebenso Farren, Cykas; selbst in arktischen Gegenden findet man Cycadeen aus jener Zeit; es bestehen ferner ausgedehnte Waldungen, zuerst von tropischen, dann von subtropischen Coniferen.

Die Fauna zeigt mehr Mannigfaltigkeit, als dies in den vorangegangenen Formationen je der Fall war. Charakteristisch ist die große Menge von Korallenablagerungen und Korallenriffen; es scheint der größte Teil Europa's zu jener Zeit von einem Korallen = Meere bedeckt gewesen zu sein. Ebenso häufig kommen Schinodermen vor, insbesondere Crinoiden, ferner Cidariten; von Brachiopoden besonders *Rhynchonella* und *Terebratula*, die alten Geschlechter: *Spirifer* und *Leptana* dagegen verschwinden bereits im Lias. Es erscheinen eine Menge von Aустern, so namentlich: *Gryphäa* (*Gryphiten* = Kalk), *Trigonia*, welche jetzt nur in Australien leben; von Gasteropoden besonders: *Cerithium*, *Natica*, *Purpura*. In größter Menge aber kommen die Cephalopoden vor, und unter diesen die Ammoniten; ferner Belemniten. Auch Crustaceen und Insekten sind im Jura vertreten.

(Schluß folgt.)







## Die geologischen Formationen.

Von Dr. Karl Schwippel.

(Schluß.)

**B**esonders bemerkenswert sind die Formen der Reptilien, die im Jura erscheinen; das mesozoische Zeitalter wird als das „Reich der Reptilien“ bezeichnet; es erscheinen die Gattung Teleosaurus, Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Pterodactylus, Megalosaurus u., von denen einige eine riesige Größe zeigen.

Die Reste des ältesten Vogels Archäopteryx wurden im Solenhöfener Kalk (Oberer Jura) gefunden; dieses Tier zeigt einige Merkmale der Reptilien mit jenen der wahren Vögel vereinigt. Es ist überhaupt für die mesozoische Zeit das Vorkommen der vielen Kollektiv-Typen in der Tierwelt bezeichnend, das sind Formen, welche den Charakter verschiedener Tierabteilungen noch vereint an sich tragen; so z. B. trägt der Ichthyosaurus Merkmale der Saurier und Fische, der Nothosaurus jene der Krokodile und der Eidechsen, die Dinosaurier tragen jene der Eidechsen, Krokodile, Vögel und Säugetiere an sich u. s. f.

### 8. Kreide-Formation.

Die Kreide, nach welcher diese Formation den Namen erhalten hat, ist nur im nordwestlichen Europa in großer Mächtigkeit abgelagert, sonst aber besteht diese Formation in Europa aus den verschiedensten Gesteinsablagerungen, was auf zunehmende Verschiedenheit der physikalischen Bedingungen auf dem Kontinente hindeutet.

In Europa lassen sich zwei Regionen unterscheiden: eine nördliche und eine südliche, mit von einander sehr verschiedenen Ablagerungen; die nördlichen sind teils litorale, teils Seichtwasser-Gebilde, die südlichen dagegen sind Gebilde des offenen Meeres; es scheint zur Kreidezeit das Atlantische Meer sich weit über Süd-Europa und Nord-Afrika, bis in das Innere von Asien erstreckt zu haben. In Nord-Amerika zeigt sich die Kreideformation namentlich im westlichen Teile außerordentlich entwickelt, und sie erstreckt sich weit nach Nord; es ist dies die Laramiestufe. Die wichtigsten Abstufungen dieser Formation sind:

Untere Kreide: Neocom, Aptien und Gault.

Obere Kreide: Cenoman, Turon und Senon.

In England gehört zum Neocom die Wealden-Bildung, ferner der Grünsand als fluviatile oder Aestuarien-Bildung, während das eigentliche Neocom marinen Ursprunges ist.

In Frankreich ähnelt die Kreideformation im Norden mehr jener Englands, dagegen ist dies in Südfrankreich nicht der Fall.

In Deutschland zeigt besonders die obere Kreide eine große Verschiedenheit von jener in Frankreich und in England, namentlich in lithologischer Beziehung, doch deuten die Fossilien auf die Gleichzeitigkeit der Ablagerung hin.

Das Cenoman ist in Sachsen und Böhmen durch glaukonitischen Sandstein (Unterer Quader) und Kalk (Unter-Plänerkalk); das Turon, das im englisch-französischen Becken als Kreide und Mergel erscheint, ändert gegen Ost seinen Charakter und erscheint in Sachsen und Böhmen ebenfalls als Sandstein (Mittlerer Quader) mit Kalk- und Mergel-Ablagerungen (Mittel-Pläner); das Senon zeigt gegen Südost noch mehr Verschiedenheiten, die pitoresken Sandsteingebilde der sogenannten sächsischen Schweiz (Ober-Quader) gehören dazu.

Das Neocom ist besonders in der Schweiz, bei Neuchâtel, entwickelt, es wird in mehrere Unterabteilungen (Sub-Étages) geteilt; in der östlichen Schweiz und in den österreichischen Alpen gehört dazu der Spatangen- und Schrattenkalk; einige dazu gehörige Kalk sind voll von Hippuriten (Caprotinenkalk), andere enthalten eine Menge von Polyzoen (Bryozoenkalk) und Foraminiferen (Orbitulitenkalk). Gault (Aptien und Albien), Grünsand und Mergel, ist besonders im Schweizer Jura und in den Bayerischen Alpen vertreten, er enthält stellenweise viele Petrefakte.

Eine der bemerkenswertesten Bildungen ist der sogenannte Wiener Sandstein, Flysch, der von der südöstlichen Schweiz aus bis Wien sich zieht, und in großen Massen abgelagert ist, doch nur selten Versteinerungen, meist nur Fucoiden, zeigt. Daß die älteren Abteilungen desselben zur Kreide zu rechnen seien, darauf deutet das Vorkommen von *Inoceramus* hin, sowie die Einlagerung wahrer Neocom-Schichten (Aptychenkalk). Eine lokale Bildung sind die Gosauschichten in den nordöstlichen Alpen, in welchen marine Mergel, Sand- und Kalkstein wechsellagern mit Süßwasserschichten, welche Kohle führen.

In den Südostalpen ist die obere Kreide durch den Rudistenkalk vertreten, welcher Hippuriten und Radioliten enthält; die untere Kreide dagegen durch den Caprotinenkalk, zu welchem das Karstgebilde mit seinen Dollinen gerechnet wird.

Die Flora der Kreideformation bietet dadurch ein besonderes Interesse, daß in ihr die ersten Dicotyledonen und zwar Angiospermen erscheinen, wie *Acer*, *Alnus*, *Salix* u. Das Vorkommen von Proteaceen in den Kreidegebilden von Westfalen deutet auf ein wärmeres Klima; Heer hat sogar aus den Pflanzenabdrücken Grönlands solche Pflanzen erkannt, die heutzutage nur in den wärmeren Zonen der Erde vorkommen.

In der Fauna der Kreideformation spielen die Foraminiferen eine große Rolle im Aufbau der Gebirgsmassen, ebenso die Spongien, deren Reste man häufig in den Feuersteinknollen findet, die so oft in der Kreide vorkommen; ebenso werden verkieselte Mollusken und Seeigel in der Kreide gefunden; *Uranchitiden* und *Spatangiden* treten hervor.

Von Mollusken finden wir sehr häufig Terebratulen und Rhyntonellen, von Lamellibranchien besonders: *Inoceramus*, *Trochra*, *Ostrea* u.; charakteristisch sind die Hippuriten oder Rudisten, welche auf die Kreideformation beschränkt erscheinen; häufig sind die Gasteropoden vertreten.

Die Cephalopoden: *Ammonites* und *Belemnites* sind außerordentlich mannigfaltig entwickelt, sie dienen hier ebenfalls, wie im Jura, zur Feststellung von Horizonten; mit dem Ende der Kreideformation verschwinden sie in Europa.

Von Fischresten fand man bisher meist nur Zähne, seltener Skelette, die Ganoiden werden nur durch zahlreiche Knochenfische (Teleostier) zurückgedrängt; Amphibienreste werden weniger vorgefunden, dagegen sind Reptilien sehr entwickelt, wie z. B. der gigantische *Mosasaurus*; es erscheinen die ersten Schlangen.

Die Dinosaurier, die zuerst in der Trias erschienen, sterben nun aus; das gigantische *Iguanodon*, das im Museum zu Brüssel aufgestellt ist, gehört zu diesem Geschlechte; es stammt aus der unteren Kreide.

In neuerer Zeit wurde unsere Kenntnis über fossile Reptilien durch reiche Funde im westlichen Nord-Amerika erweitert; besonders bemerkenswert ist der *Glasmosaurus*, von riesiger Schlangensform mit einem dünnen, pfeilförmigen Kopfe an einem langen Schwanenhalse; Reste von Schildkröten wurden in der Kreide Europa's und Amerika's gefunden; ebenso Reste von Vögeln, bei letzteren sind in den Kiefern Zähne vorhanden (*Schthornis*).

#### D. Känozoisches Zeitalter.

### III. Tertiäre Sediment-Bildungen.

#### 9. Tertiär-Formation.

Das Ende des mesozoischen Zeitalters ist durch große Veränderungen im westlichen Europa gekennzeichnet; der Boden des Kreidemeeres erscheint nun als trockenes Land, oder es bestehen noch Ästuare und ein seichtes Meer; die Grenze zwischen Kreide und dem untersten Tertiär ist stellenweise schwer zu bestimmen.

Snell teilte das Tertiär nach dem Prozentsatze der von Deshayes in den verschiedenen Schichten gefundenen, heutzutage noch lebend vorkommenden, Mollusken-Gattungen; er nannte *Eocän* die Schichten mit  $3\frac{1}{2}$  Prozent (Unter-Tertiär, besonders im Londoner und Pariser Becken) — *Miocän* mit 17 Prozent (Mittel-Tertiär, besonders in den Thälern der Loire, Garonne und Dordogne) — *Pliocän* mit 36 bis 95 Prozent (Ober-Tertiär, besonders in Italien) heut noch lebendvorkommender Mollusken-Gattungen.

Jetzt wird das Tertiär zumeist eingeteilt in:

Unteres Tertiär (Paläogen): 1. *Eocän*, 2. *Oligocän*;

Oberes Tertiär (Neogen): 3. *Miocän*, 4. *Pliocän*.

C. R. Mayer in Zürich gliedert das „Tertiär“ in 12 Stufen oder Etagen:

I. *Eocän*: 1. *Soissonische Stufe*;

2. *London*, 3. *Pariser-St.*, 4. *Bartonische St.*;

II. *Oligocän*: 5. *Ligurische St.*,

6. *Tongrische St.*, 7. *Aquitanische St.*;

III. *Miocän*: 8. *Mainzer St.*,

9. *Helvetische St.*, 10. *Tortonische St.*;

IV. *Pliocän*: 11. *Piacentische St.*, 12. *Astische St.*

In der Tertiärzeit bestand bereits nahezu die jetzige Verteilung von Land und Meer; aus Inselgruppen sind Kontinente entstanden; gleichzeitig aber entstanden in dieser Zeit die höchsten Gebirgszüge, so namentlich die Alpen. Noch wird die Frage über die Entstehung der Gebirge verschieden beantwortet; in neuester Zeit findet die Ansicht Sues's, daß die Kettengebirge hauptsächlich durch Faltung der Erdschichten, in Folge fortwährender Kontraktion des Erdkörpers, entstanden sind, immer mehr Anhänger. Es ist zu bemerken, daß solche Faltungsgebirge schon aus der Zeit des Silur und des Carbon durch ihre bedeutenden Reste sich bemerkbar machen; die Alpen sind nun ein Faltungsgebirgszug aus der Tertiärzeit, und zwar weist ihr heutiger Bestand auf Massenbewegungen während der miocänen, ja auch noch während der pliocänen Zeit zurück; außer den Alpen aber entstanden damals auch die Karpathen, Apenninen, der Himalaya, der Tianschan, die Cordilleren in Nord- und Süd-Amerika. Gleichzeitig fanden in vielen Gegenden mächtige Ausbrüche vulkanischer Gesteine, basaltischer und trachytischer Massen, statt.

Es ist übrigens zu bemerken, daß wir in den heutigen Gebirgsformen nur die „Ruinen“ der ursprünglichen Gebirge sehen, da sie seit ihrer Entstehung fortwährend dem Angriffe zerstörender Kräfte ausgesetzt sind.

Das Klima erlitt auf der nördlichen Hemisphäre eine bedeutende Veränderung; im Beginne der Tertiärzeit war es sowohl in Mittel-Europa als auch in Nord-Amerika ein tropisches und subtropisches, es wurde dann immer gemäßigter, endlich trat ein kaltes Klima ein; Schnee und Eis erstreckte sich aus den arktischen Regionen bis nach Mittel-Europa und Nord-Amerika. Dieses kalte Klima aber änderte sich wieder, und es traten endlich jene klimatischen Verschiedenheiten nach den geographischen Breiten ein, wie sie heutzutage bestehen. Die Fauna erscheint im „Tertiär“ als eine wesentlich verschiedene von jener der vorangegangenen Formationen; gewisse Tierformen verschwinden ganz, wie z. B. die Rudisten, die Ammonitiden und Belemniten; von Fischen die Ganoiden, viele Reptilien, die Vögel mit Zähnen in den Kiefern; dafür erscheinen Säugetiere, welche jetzt unter den Landbewohnern vorherrschen; im Eocän und Oligocän findet man fast durchgehends ausgestorbene Tiere, im Miocän treten einige jetzt lebende Gattungen hinzu, im Pliocän sind jetzt lebende Tier-Gattungen vorherrschend, während die Arten durchgehends von den jetzt lebenden verschieden sind.

#### a. Das Eocän.

In der sogenannten alten Welt erscheint in größter Mächtigkeit und Ausdehnung das Nummuliten-Gebilde; es dehnt sich von den Pyrenäen über die Alpen, den Kaukasus, über Klein-Asien, Persien, Beludschistan aus, und es wird noch in China und Japan gefunden; stellenweise besteht das Gestein fast ganz aus Foraminiferen, besonders Nummuliten, andererseits aber enthält es auch noch andere Organismen einer marinen Fauna. In den Ost-Alpen tritt in ähnlicher Mächtigkeit der Wiener Sandstein, Flysch, auf.

Typisch entwickelt ist das Eocän in dem Englischen und Pariser Becken, sowie im Französisch-Belgischen Becken, wo marine, brackische und Süßwasser-Ablagerungen wechsellagern.

Die Flora des englischen Eocän, namentlich im London-Thon (London-Clay) deutet auf ein warmes Klima.

Die Fauna besteht vorzüglich aus Nummuliten, doch auch aus vielen Mollusken, und zwar aus solchen, welche heutzutage in wärmeren Meeren leben; Schildkröten, Krokodile kommen hier vor; im englischen Cocän fand man auch Reste mehrerer ausgestorbener Vögel; am bemerkenswertesten aber ist das Erscheinen der Säugetiere, und zwar zuerst Marsupialier- und Tapir-ähnlicher Dickhäuter. Im oberen Cocän erscheint das Anchitherium, welches als Zwischenform gilt zwischen Tapir und Pferd; es war so groß wie ein Pony und hatte drei Hufe an jedem Fuße.

Aus den lacustren westlichen Gebieten Nord-Amerikas wurde durch Leidy, Marsh und Cope unsere Kenntnis der Tiere aus dem älteren Tertiär sehr erweitert. Es scheinen die pflanzenfressenden Huftiere dort zumeist vertreten gewesen zu sein, unter diesen auch der älteste Vorfahre des Pferdes: *Cohippus*<sup>1)</sup> mit vierzehigen Füßen und dem Rudimente einer fünften Zehe; ferner die ganz außergewöhnlichen Formen der Dinoceraten, welche nach Marsh das Aussehen von Elephanten und die Merkmale vom Rhinoceros an sich tragen, dessen Kopf an der Schnauze, an der Stirn und an der Wange je zwei hornartige Erhöhungen zeigt.

#### b. Das Oligocän.

Der Name Oligocän wurde von Professor Beyrich für gewisse Schichten in Frankreich und Belgien vorgeschlagen, die sich vom Cocän unterscheiden, und welche von Lyell als älteres Miocän bezeichnet wurden; es sind teils Land-, teils Süßwasser- und brackische Bildungen, ja auch marine Bildungen befinden sich darunter. Die Faluns der Touraine, sowie die petrefaktenreichen Ablagerungen von Sanfan und Simorre gehören zum Oligocän.

Besonders bemerkenswert ist das Oligocän in der Schweiz; es erlangt daselbst eine große Mächtigkeit; der Rigi und der Roßberg sind Oligocän-Gebilde. Die Molasse der Schweiz gehört hierher, deren untere Etage, die Meeres-Molasse, als Tongrien, die obere, die Süßwasser-Molasse, mit Kohlenlagern und vielen Landpflanzen, als Aquitanien bezeichnet wird; letztere Etage ist auch im Wiener Becken vertreten, und sie hat an der Bildung der Alpen mit Teil genommen.

Die Flora des Oligocän besteht zumeist aus einer immergrünen Vegetation, ähnlich jener in Indien und Australien und der subtropischen Flora von Amerika.

#### c. Das Miocän.

Während der Miocän-Zeit scheint England trockenes Land gewesen zu sein, ein seichtes Meer dehnte sich südöstlich und südlich aus über die Niederlande bis in das Loire-Becken; dasselbe bedeckte das südliche Frankreich, sodaß der Atlantische Ozean mit dem Mittelländischen Meere in Verbindung stand; es bespülte den nördlichen Fuß der Alpen und sandte Arme bis gegen Mainz aus; zwischen den Alpen und der Donaulinie lag eine Meerenge, wodurch das weite Becken von Wien mit Meerwasser angefüllt wurde, und im Südosten Europas einzelne Inseln entstanden.

<sup>1)</sup> Marsh fand in den Tertiärschichten Nord-Amerikas folgende Entwicklungsreihe der pferdeartigen Tiere: *Cohippus* im unteren Cocän, *Drohippus* im mittleren Cocän, *Mesohippus* im unteren, *Miohippus* im oberen Miocän, *Protohippus* (das europäische *Hipparion*) im unteren, *Pliohippus* im oberen Pliocän, welche Form den Übergang von *Hipparion* zu *Equus* vermittelt.

Zu dieser Zeit setzte sich die Aufstauung der Alpen fort, wobei die Cöcän-Schichten gebogen und überschoben wurden; dasselbe geschah in geringerem Maße auch später noch im Miocän.

Während im Pariser Becken das Tertiär mit dem Oligocän abschließt, beginnt dasselbe im Loire-Becken, sowie im Mainzer und Wiener Becken mit dem Miocän.

Im Wiener Becken unterscheidet man die marinen miocänen Schichten als Mediterran-Stufe mit Sandstein von Siebering, von Böckleinsdorf, Mergel von Gainsfahn, Nußdorf, Tegel von Baden, Leithakalk; die halb-brackische sarmatische Stufe, deren Organismen jenen des Schwarzen Meeres entsprechen. Th. Fuchs unterscheidet in dieser Stufe den Tegel von Hernalz und die sandigen Cerithien-Schichten.

In der Schweiz wird in dieser Formation unterschieden: eine untere Süßwasser-Molasse (Majencien), eine obere marine Molasse (Helvetien), endlich eine obere Süßwasser-Molasse (Tortonien); zu letzterer gehören die Deninger Ablagerungen, welchen die schönen Pflanzen- und Insekten-Abdrücke nebst vielen anderen Petrefacten liefern. Heer fand unter den Pflanzen solche, welche einem gemäßigten, solche, welche einem subtropischen und endlich solche, welche einem tropischen Klima angehörten.

Die Flora des Miocän deutet immer noch auf ein tropisches Klima, ebenso die Fauna, welche das Vorwiegen von Proboscidiern zeigt. Reste des kolossalen Mastodon und Dinotherium mit solchen von Rhinocerosen wurden in den Schichten des Miocän aufgefunden, sowie auch Reste von Affen.

#### d. Das Pliocän.

Das Pliocän ist besonders in Italien zu beiden Seiten der Apenninen entwickelt, sodaß es hier als typisch bezeichnet werden kann: es bildet die sogenannte „Sub-Apennin“-Formation; in Griechenland rechnet man dazu die petrefaktenreichen harten roten Thone von Piskermi.

In England gehört der „Crag“ zum Pliocän, der in mehrere Schichten abgeteilt wird; er enthält Ablagerungen, wie sie heute auf dem Boden der Meere gefunden werden, und ist reich an Petrefakten.

Über dem Miocän des Mainzer Beckens liegen die pliocänen Eppelsheimer Schichten (bei Worms), in welchen noch Dinotherium giganteum vorkommt.

Im Wiener Becken gehört zum Pliocän die Congerien-Stufe (pontische Stufe), welche abgeteilt wird in den Inzersdorfer Tegel und den Belveder-Schotter, welcher letztere aber schon eine fluviatile Bildung zu sein scheint.

Die Flora des Pliocän zeigt einen Übergang der reichen immergrünen und subtropischen Vegetation des Miocän zu der heutigen Vegetation in Europa.

Die Fauna enthält noch einige Tiere aus älterer Zeit, wie das Dinotherium und Mastodon, welche jetzt aber im Aussterben begriffen sind. Es bestanden dagegen Heerden von Rhinocerosen, Hippopotamen und Elefanten, unter welchen Elephas meridionalis eine bezeichnende Form ist. Die Pferde sind besonders durch das Hipparion gracile vertreten; ebenso leben Spezies vom Rinde, von der Kage, vom Bär und von der Hyäne, nebst zahlreichen Affen-Arten.

Das Pliocän umfaßt die lange Zwischenzeit zwischen dem warmen Klima des Miocän und dem kalten Klima des nachfolgenden Pleistocän.

### E. Neozoisches Zeitalter.

(Pleistocän; Post-Tertiär; Quartär; Recent; Diluvium; Alluvium).

Die Mollusken aus Schichten dieser Zeit sind solche, die noch jetzt leben.

Man unterscheidet aber ältere Ablagerungen, welche die Reste einiger bereits ausgestorbener Säugetiere bergen, diese Abteilungen heißen Pleistocän, Post-Pliocän und älteres Diluvium; und jüngere Ablagerungen, in welchen fast nur Reste solcher Säugetiere vorkommen, die heute noch leben, diese Ablagerungen nennt man Recent, jüngeres Diluvium und Alluvium, es ist die Zeit des Erscheinens des Menschen.

#### a. Pleistocän. (Glacial-Periode; Eiszeit.)

Schon die „Crag“-Ablagerungen im Pliocän Englands und an anderen Orten weisen durch ihre Versteinerungen ein allmählich kälter werdendes Klima zu Ende der Tertiärzeit nach; es gilt dies von der alten und neuen Welt. Der Norden Europas wurde endlich ganz mit Eis bedeckt, von welchem die Ost- und die Nord-See ausgefüllt wurde; die Alpen und Pyrenäen waren bedeckt von ausgedehnten Gletschern; ähnliches gilt von Nord-Amerika; die vielen erraticen Blöcke bezeichnen die Grenzen der Ausdehnung ehemaliger Gletscher. Die Bewegung der Eismassen war Ursache mannigfacher Gesteins-Ablagerungen, welche mit einander keinen Zusammenhang und ein verschiedenes Alter zeigen (Bloc-Lehm, boulder-day und Diluvialsand, Diluvialthon).

Durch die bisherigen Untersuchungen ergab sich, daß es mehrere Perioden in der Eiszeit gab. Zunächst erreichte die Vereisung des Landes die größte Höhe, darauf folgte eine etwas wärmere Interglacial-Zeit, in welcher das Land teilweise unter Wasser gesetzt wurde, worauf wieder eine neue Vereisung erfolgte; allmählich zog sich das Eis gegen Norden zurück und mit ihm die arktische Flora und Fauna, welche die Flächen Europas, Kanadas und Neu-Englands belebte. Die bestehenden Schneefelder und Gletscher der Pyrenäen, der Schweiz und Norwegens sind Reste der Eismassen aus der Eiszeit, und die arktischen Pflanzen, welche auf den Gebirgen vorkommen, und welche zerstreut auch in niedrigeren Lagen gefunden werden, sind Überreste jener nordischen Vegetation, welche zur Eiszeit Europa von Norwegen bis Spanien bedeckte.

Die Wirkungen des Eises haben stellenweise großartige Spuren hinterlassen, so z. B. die sogenannten roches moutonnées, d. i. abgerundete, glatt geschliffene Hügel im härtesten Gesteine, die Riesentessel u. dergl.

#### b. Das Erscheinen des Menschen.

##### Recent. (Diluvium und Alluvium.)

Die recenten Bildungen werden eingeteilt in die prähistorischen: Paläolithische-, Neolithische-, ferner Stein-, Bronze- und Eisen-Zeit; und die historischen: d. i. die in der Gegenwart vor sich gehenden Veränderungen der Erdoberfläche. Der Übergang vom Pleistocänen zum Recenten ist ein ganz unmerklicher, sodaß die Grenzen zwischen beiden nicht bestimmt angegeben werden können.

Aus der Paläolithischen Zeit findet man die rohesten Steinwerkzeuge, die der Mensch aus Feuerstein zugehauen hat, gleichzeitig mit Resten bereits ausgestorbener Säugetiere.

In diese Zeit rechnet man die Bildung des Löf, der in manchen

Gegenden Europas, ganz besonders aber in China in ungeheurer Mächtigkeit auftritt, und nach v. Richthofen als ein subaërisches Gebilde betrachtet wird, während für andere Gegenden manche andere Erklärungsweisen für die Bildung des Löß aufgestellt wurden.

Es bildeten sich ferner die Fluß-Alluvionen, die Ablagerungen in Höhlen, in welchen Tiere und wohl auch Menschen Zuflucht suchten, und wo die Reste derselben oft tief im Lehm (bedeckt mit Stalagmitischen Bildungen und Tuffen) eingebettet vorkommen.

Die paläolithische Fauna zeigt ein Gemenge von Formen warmer und kalter Gegenden; darunter befinden sich auch bereits ausgestorbene Tiere, wie z. B.: *Megaceros hibernicus* (*Cervus megaceros*, der irische Elch), *Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorhinus* (das wollhaarige Rhinoceros), *Ursus speleus*.

Gleichzeitig lebte auch bereits der Mensch, was aus den vielen Funden von Werkzeugen hervorgeht, die in paläolithischen Schichten gemacht wurden, und insbesondere aus Zeichnungen, die in Elfenbein oder Knochen eingeritzt gefunden wurden, und die das Mammuth oder den Höhlenbären darstellen.

Die ersten Spuren des Menschen auf der Erde fand man im Somme-Thal bei Abbeville in Frankreich, dann in den Höhlen der Dordogne, wo man dieselben gleichzeitig mit den Resten des Renntieres fand. In Deutschland sind in Beziehung auf Knochenfunde aus dieser Zeit die Muggendorfer und Gailenreuther Höhlen berühmt.

Die Ablagerungen der Neolithischen Zeit sind dem Alter nach sehr verschieden, einige davon sind wahrscheinlich gleichzeitig mit solchen aus der paläolithischen Zeit, andere mit jenen aus der Bronze- und Eisen-Zeit entstanden; sie bestehen aus Höhlen-Ablagerungen, Alluvien, Torf-Ablagerungen, Pfahlbauten und Muschelwällen.

Es erscheinen in dieser Zeit domestizierte Tiere, welche wahrscheinlich von Centralasien eingeführt wurden.

Die merkwürdigen Reste eines seit Einwanderung der Maori's ausgestorbenen Vogels auf Neu-Seeland, des *Dinornis* (*Moa*) stammen aus dieser Zeit.

In den Pfahlbauten in den Schweizer Seen fand man viele Spuren des neolithischen Menschen; es giebt solche Bauten aus älterer Zeit, und solche aus der Bronze- und Eisen-Zeit; die beiden letzteren Zeiten gehören aber schon dem Gebiete der Archäologie an; es beginnt die historische Zeit.

