

Schichtenkunde oder Stratigraphie.

Einleitung.

Diese Wissenschaft sucht uns ein Bild zu geben von der **Entwicklung der Erde und ihrer Bewohner**. Wir sind dabei im allgemeinen auf **Schlüsse** angewiesen, die wir aus der Lage und Beschaffenheit der **Gesteinsschichten** und aus ihren **Einschlüssen** ziehen. Es sind uns nur verhältnismäßig **spärliche Reste** der ausgestorbenen Lebewelt erhalten; denn im allgemeinen erhalten sich nur die Hartgebilde, und auch sie nur, wenn sie, von Wasser und Schlamm bedeckt, gegen zu starke Verwesung geschützt sind. Die ganze Erdgeschichte ist von den Geologen in eine Anzahl von Abschnitten gegliedert worden. Diese **Gliederung** ist ziemlich willkürlich. Größere Einschnitte wurden da gemacht, wo irgend eine neue Klasse von Tieren auftritt oder erhöhte Bedeutung gewinnt. Indessen handelt es sich dabei manchmal um Einwanderungen.

In je frühere Erdperioden wir zurückgehen, desto gleichartiger wird die Lebewelt. Vielleicht herrschten damals auf der Erde noch gleichförmigere Bedingungen. In späteren Perioden stehen die Pflanzen und Tiere derselben Zeit wenigstens etwa auf gleicher Entwicklungshöhe. Auch die Geologie spricht dafür, daß eine **Entwicklung** von einfacheren zu höher organisierten Formen stattgefunden hat. Doch ist es wegen der Lückenhaftigkeit der erhaltenen Reste nicht möglich, einen vollständigen Stammbaum aufzustellen. Die **ältesten versteinierungsführenden Schichten** sind im allgemeinen die des **Cambriums**. Darunter liegen kristalline Schiefer. In den mächtigen präcambrischen Schichten Nordamerikas (Algonkium) hat man auch noch spärliche Versteinierungen gefunden. Diese ältesten Reste gehören einer Tierwelt an, die schon auf einer hohen Stufe der Entwicklung steht. Es ist wahrscheinlich, daß diese Tiere von niedrigeren Formen abstammen, deren Reste zerstört worden sind. Ueber das erste Auftreten des Lebens auf der Erde ist uns bis jetzt nichts bekannt. Die Entwicklung der Lebewesen auf der Erde war keineswegs eine gleichmäßige. Vielmehr blieben manche Arten durch große Zeiträume hindurch stehen, während gleichzeitig andre sich weiter entwickelten (vergleiche die Tierwelt Australiens; Lingula seit dem Cambrium; Nautilus seit dem Silur).

I. Paläozoisches Zeitalter.

1. Cambrium. (Cambria = Wales.)

Vor allem zwei Klassen von Tieren: Armfüßer oder Brachiopoden (rücken- und bauchständige Schale, spiralförmige Kiemen); und Trilobiten (Krebse; Kopfschild, Rumpf, Schwanzklappe; Spaltfüße mit Kiemen; verkümmerte Augen, die späteren oft große Fazettenaugen).

Baltisches Cambrium in den Ostseeprovinzen. Auf dem finnischen Granit die weichen blauen Tone; dann Sandsteine mit Olenellus. Oben Tangschicht.

In **Skandinavien** liegt über diesem **unteren** Cambrium noch das **mittlere** und **obere** mit den Leitfossilien Paradoxides und Olenus. Aehnliche Entwicklung in **England** (mächtige Lager von Dachschiefer).

In **Mitteldeutschland** nur undeutliche, stark metamorphe Reste.

In **Böhmen** besondere Facies, wohl von dem nördlichen Meer getrennt durch eine Landbrücke.

In **Nordamerika**: Das untere Cambrium stimmt östlich vom Felsengebirge mit dem englischen überein, westlich eine besondere Facies. Im mittleren und oberen ist der Potsdamsandstein gemeinsam.

2. Silur. (Silurer, ein engl. Volksstamm.)

Das Silur findet sich in Nordeuropa etwa auf demselben Gebiet, wie das Cambrium. Ebenso in Nordamerika. Es ist in Deutschland etwas besser vertreten (in Thüringen und Franken). In Böhmen besondere Fazies.

1. **Untersilur.** Es treten die Kopffüßer oder Cephalopoden auf mit gestreckten Formen (Endoceras vaginatum). Echinosphärites (ein Stachelhäuter). Dann Trilobiten, Armfüßer, Schnecken u. s. f. Oben riffbildende Korallen. Besondere **Schlammfazies** mit Graptolithen (Kolonien von Hydroidpolypen).

2. **Obersilur.** Nautilus. Ganoide und Haifische. Schon hoch spezialisierte Krebse (Muschelkrebse, Rankenfußkrebse). Ganz oben die Riesenkrebse (bis 1 1/2 m).

3. Devon (genannt nach Devonshire).

A) **Rheinische Entwicklung.** Ein hin und her rückendes Meer, das jetzt auch N.-W.-Deutschland überflutet, reicht weit bis Belgien hinein, dann in Ostrußland (Ural). 1. **Unterdevon**, besonders im Taunus und Hunsrück. See- und Haarsterne. Pleurodictyum problematicum (Symbiose von Koralle und Röhrenwurm?). 2. **Mitteldevon**, besonders in der Eifel. Sandalenkoralle und Stringocephalus. Vulkanausbrüche: Diabase bei Nassau; Porphyre im Tal der Lenne; dadurch wurde der Kalk vielfach in Roteisenstein verwandelt (Westfalen, das „Land der roten Erde“). 3. **Oberdevon**, besonders in Westfalen und im Harz. Goniatites und Clymenia.

B) **Herzynische Entwicklung** in Böhmen, besondere Fazies in engem Anschluß an das Silur.

C) **Old red sandstone**, von Westrußland über Skandinavien nach England. Ablagerungen eines brackischen Meeres. Die ersten Landpflanzen in Europa, den Bärlappen nahe stehend (in Amerika schon im Silur). Panzerfische. Moränenartige Konglomerate (Eiszeit?).

4. Carbon oder Steinkohlenformation.

A) **Russische Entwicklung, Kohlenkalk.** Reine Meeresentwicklung. Mächtige Ablagerungen von Foraminiferenschalen (Fusulina und Schwagerina). Selten Kohlenlager (besonders im Donetzbecken). Diese Entwicklung breitet sich aus bis Süd- und Ostasien und nach Südeuropa (Alpen, Sizilien).

B) **Westeuropäische Entwicklung.** 1. **Unterkarbon**, zum Teil auch ausgebildet als Kohlenkalk (so in Belgien); größtenteils aber als Kulm (schwärzliche Schiefer). Leitfossil: Posidonia Becheri. 2. **Oberkarbon.** Ueber einem Sandstein (millstone grit) liegt das eigentliche produktive Karbon, das die meisten Kohlenflötze enthält (einige finden sich schon in tieferen Schichten).

Die wichtigsten Kohlenlager sind: In Deutschland das Ruhr-, Aachener und Lütticher Becken; Saarbecken; ober- und niederschlesisches Becken; Zwickauer Becken. In Frankreich am Rand des Zentralplateaus. Dann grosse Lager in England, Nordamerika, China.

In die Zeit des Unterkarbon fallen mächtige **Gebirgsfaltungen** („Karbonische Alpen“). Vom französischen Zentralplateau aus ziehen zwei Faltengebirge, das eine nach Osten über das deutsche Mittelgebirge bis zu den Sudeten; das zweite nach der Bretagne, S.-England, Wales, S.-Irland.

Bildung der Steinkohlenlager. Diese Lager sind wohl entstanden durch Vermoderung einer üppigen Strandvegetation, teils am Meeresstrand, teils am Strand von Süßwasserseen. In manchen Fällen mag auch Treibholz eine Rolle gespielt haben, doch haben sich wohl die meisten Lager am Ort des ursprünglichen Waldes gebildet. Den häufigen Wechsel von Kohlenflötzen und Tonschichten erklärt man aus einer häufigen Schwankung des Wasserspiegels. Kohlensäuregehalt der Luft? Das Klima war wohl gemässigt (vergl. Torfbildung); allerdings würden die riesigen Insekten der Steinkohlenzeit für ein tropisches Klima sprechen.

Pflanzenwelt: 4 Stufen: 1. Aeltere Kalamiten. 2. Schuppenbäume. 3. Siegelbäume (Sigil-

larie; ihre Wurzeln = Stigmarien). 4. Jüngere Kalamiten und Farnkräuter. Die letzteren sind grossenteils Cycadeenfarne mit echten Samen; sie bilden so einen Uebergang zu den Gymnospermen. **Tierwelt:** Die Trilobiten sind ausgestorben bis auf einzelne Restformen. Ganoide. Stegocephalen (die ersten vierfüßigen Wirbeltiere). Große Insekten (armlange Libellen, handgroße Eintagsfliegen-ähnliche Tiere u. a.)

5. Dyas oder Perm.

A) **Deutsche Entwicklung.** Gute Fundorte bei Ilfeld im Harz; Mansfeld in Thüringen; im Plauensch Grund in Sachsen. 1. **Rotliegendes.** Starke Vulkanausbrüche in Mitteldeutschland und besonders in Südtirol (meist Porphyre). Aus den Trümmern dieser Gesteine bildeten sich Konglomerate. Süßwasserbildungen. Noch einzelne Kohlenflötze. 2. **Zechstein.** Meeresentwicklung. Productus horridus. Gliederung: a) Zechsteinkonglomerate, gebildet durch ein vordringendes Meer (= New red in England). b) Kupferschiefer, enthält etwa 3% Kupfer in Form winziger Kriställchen von Kupferkies. Gekrümmte Ganoidfische. c) Zechsteinkalk mit verkümmerten Tierwelt. d) Gipse und Letten; in ihnen liegen die Lager von Steinsalz und Abraumsalzen in Norddeutschland (Staßfurt).

B) **Uralische Entwicklung.** Tiefsee, Fortsetzung des Karbonmeers. Anschluß an das große dyassische Mittelmeer, das über Armenien nach Indien zieht und auf der andern Seite nach Süd-Europa (Sizilien, Alpen). Hier entwickelt sich die Tierwelt weiter (Ceratites, Ammonites).

C) **Entwicklung im Süden der Kontinente:** Carroo-Schichten in S.-Afrika; Gondwana-Schichten in Indien; dann in Brasilien, Australien, Neuseeland. Mächtige Süßwasserbecken, Moränenkonglomerate, Eiszeit.

Pflanzen und Tiere der Dyas: Farne (Starsteine). Cycadeen und Nadelhölzer (Ginkophyllum, Vorläufer von Ginko). Der Ursprung dieser neuen Pflanzenwelt liegt im Süden der Kontinente (Glossopteris-Flora). — Entwicklung der Cephalopoden. Insekten. Ganoide, auch einige Haie. Stegocephalen (Scheitelloch, Kehlbrustplatten, gerillte Zähne). Brückenechse. Theromorphe Reptilien, vielleicht die Vorfahren der Säugetiere.

II. Mesozoisches Zeitalter.

1. Trias.

A) **Weltmeer der Trias** an den Küsten des Stillen Ozeans (N.-Amerika, China, Indien); von da über Himalaja, Afghanistan, Kleinasien nach den Alpen (Fundorte bei Hallstadt; St. Cassian). Triassisches Mittelmeer. Bildung der Dolomiten, wohl aus Riffen von Korallenkalk. Salzlager der Alpen. Alte und neue Tierformen neben einander.

B) **Deutsche Trias,** Ablagerungen eines abgeschlossenen Beckens mit wechselndem Salzgehalt und verarmter Tierwelt. Hier allein Dreigliederung in Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper.

Geologischer Bau von Europa.

Vier Faltenzüge von west-östlicher Richtung: 1. Lofotische Faltung auf der Lofotgruppe, den Orkney- und Shetlandsinseln, Nordschottland. Nur das Urgebirge gefaltet. 2. Die Kaledonische Falte in Skandinavien, Nordschottland, Nordirland, fällt vor das Devon. 3. Karbonische Faltung. 4. Alpine Faltung (Tertiär). Im Osten die ungestörte sarmatische Tafel.

Geologischer Bau von Württemberg.

Im Westen der Schwarzwald, zur karbonischen Faltung gehörig, ursprünglich mit den Vogesen vereinigt (Trennung im Tertiär). Der schwäbische Jura ungefaltet (der schweizer Jura von der

alpinen Faltung mit ergriffen). Dazwischen die schwäbisch-fränkische Stufenlandschaft mit Grabenbrüchen und Verwerfungen, stark erodiert (Muschelkalk und Keuper). Im Süden die schwäbisch-bayerische Hochebene, Tertiär, mit quartärem Moränenschutt bedeckt.

Der Schwarzwald. Urgebirge aus Granit und Gneis (meist Biotitgranit). Durch Erosion des Gneismantels ist das Granitmassiv an vier Stellen bloßgelegt: Nordschwarzwaldmassiv (zwischen Gernsbach und Oppenau); Triberger Massiv (in der Mitte); Blauenmassiv (im S.-W.); Schluchseemassiv (im S.-O.). Durchzogen von den älteren Porphyren. Die Ketten streichen von S.-W. nach N.-O. Senkrecht dazu laufen die Erzgänge (edle Quarzgänge; Schwerspatgänge mit Kupfer; Eisen- und Mangangänge, eiserner Hut). Zur Cambrium-, Silur-, Devon-, Karbonzeit war der Schwarzwald eine Insel. Das Karbonmeer brandete im S. heran (Schichten bei Berghaupten, Lenzkirch). Zur Zeit des **Rotliegenden** füllten sich einzelne Buchten (bei Schramberg, Oppenau). Ältere Porphyre und Arcosen; Decke der jüngeren Porphyre; jüngere Arcosen; oben dolomitische Schichten mit Karneolen. Die Schicht des Buntsandsteins ging über den Schwarzwald hinweg.

Buntsandstein.

Arm an Versteinerungen. Vielleicht eine Wüstenbildung (oder Strandbildung, vordringendes Meer?). Die Mächtigkeit nimmt gegen S. und S.-O. ab.

Unterer B.-S. Vorwiegend weiß, oft mit Flecken von Eisen- oder Manganerzen. Pseudomorphosensandstein (z. B. bei Heidelberg) und Tiegersandstein.

Mittlerer B.-S. Untere Geröllschicht (weich; Quellhorizont). Werkstein (im N.-Schwarzwald 40—80 m mächtig; oft Ortstein). Obere Geröllschicht (hart, nur Quarzgerölle).

Oberer B.-S. Dolomitische Karneolbank. Fährten von Chirotherium. Plattensandstein. Rote und grüne Letten (Röt).

Muschelkalk.

Unterer M.-K. Wellendolomit (nicht gewellt). Bleiglanzbank. Wellenkalk.

Mittlerer M.-K. Mit Salz überladen. Wechsellagerung von Dolomit, Ton, Gips, Anhydrit, Steinsalz. Salz in Württemberg am oberen Neckar (Sulz, Rottweil) und am unteren Neckar (Heilbronn, Hall). Quellen von Mergentheim.

Oberer M.-K. (= Hauptmuschelkalk). Trochitenkalk (Trochiten oder Encriniten sind die Stülglieder von Encrinus liliiformis). Nodosuskalk (Ceratites nodosus). Semipartituskalk (Ceratites semipartitus). Am obren Neckar als Decke der Trigonodusdolomit (Beziehungen zur alpinen Trias). — Im M.-K. liegen auch die oberschlesischen Erzlager.

Die Pflanzenwelt zeigt noch ähnlichen Charakter wie in der Dyas. **Tiere:** Encrinus. Nothosaurus, ein Vorfahre des Plesiosaurus, mit ziemlich langem Hals und Schwimmpaddeln. Placodus mit Pflasterzähnen.

Keuper.

Der Keuper liegt dem Muschelkalk auf, er liegt aber zum Teil tiefer, wegen der staffelförmigen Grabenbrüche. Der Neckar läuft zunächst im Keuper bis Rottweil, dann im Muschelkalk bis Rottenburg, dann wieder im Keuper bis Cannstatt, hier tritt er wieder auf Muschelkalk über. Das Neckarbergland zu beiden Seiten des unteren Neckars ist meist Keuper.

a) **Die Lettenkohle** bildet das fruchtbare Deckgebirge, auf dem sich die eigentlichen Keuperhügel erheben. Sie bildet den Uebergang vom Muschelkalk zum Keuper. Oft dolomitisch. Verkohlte Pflanzenreste. Wirbeltiere: Labyrinthzähler (Stegocephalen) und Ceratodus (Lungenfisch; ein Verwandter lebt noch in Australien).

b) **Eigentlicher Keuper** (= Gipskeuper). Gipsmergel. Schilfsandstein. (Reste von Farnen und Calamiten.) Rote Mergel (Schicht von kristallisiertem Sandstein mit umgewandelten Steinsalzwürfeln).

Stubensandstein (Wirbeltiere, Krokodile und Schildkröten, besonders bei Aixheim). Knollenmergel oder Zanklodonletten (Zanklodon ein Dinosaurier von 10 m Länge; Knollen von Roteisenstein; oft Dammrutschungen).

c) **Rhätsandstein** (Silbersandstein). Die Muschel *Avicula contorta* findet sich auch in der Trias der rhätischen Alpen. Bonebed mit Zähnen von *Microlestes* (wohl ein Säugetier).

2. Jura.

Große Meeresüberflutungen. Vorwiegend Kalksteine. Der untere Jura geht noch nicht so weit, in Deutschland etwa bis zum Meridian von Stettin; erst im mittleren und oberen die mächtige Ueberflutung. In Europa lassen sich 3 Gebiete unterscheiden, die als mächtige Gürtel fast die ganze Erde umziehen: 1. Mittelmeergebiet. 2. Mitteleuropäisches Gebiet (dazu der schwäbische Jura). 3. Nordeuropäisches Gebiet (es fehlen die Riffkorallen, so vielleicht schon klimatische Unterschiede).

Der **schwäbische Jura** zeichnet sich aus durch scharfe Horizonte; diese sind auf Einwanderungen zurückzuführen. Die Juratafel zog ursprünglich über Schwarzwald und Vogesen hinweg, wurde später größtenteils durch Erosion entfernt. Einzelne Reste sind erhalten geblieben, z. B. in dem Maar bei Scharnhausen Reste von weißem Jura; dann Jurareste im Krater bei Alpersbach (Dreisamtal), am Kaiserstuhl, in der Bucht von Zabern. Der schwäbische Jura ist reich an Spalten; Filderspalte von Kirchheim über Cannstatt nach Plochingen, wo noch 3 andere Spalten einlaufen. 2 Spalten laufen auf die Spielburg zu.

Schwarzer Jura (Lias).

a breitet sich weiter aus, als die höheren Glieder, die größtenteils durch Erosion entfernt sind. *Am. psilonotus*. *Am. angulatus*. *Am. arietis*. Oelschiefer. Die Angulatusschichten sind oft sandig (Thalassitensandstein z. B. bei Göppingen). Die Arietenkalke dienen oft zum Beschottern der Straße; in ihnen ist auch die *Auster Gryphäa arcuata* am häufigsten.

β—δ ist meist tonig oder mergelig ausgebildet, von einzelnen Kalkbänken durchzogen. *β*: *Am. oxynotus* und *raricostatus*. *γ*: *Terebratula numismalis*. *δ*: *Am. amaltheus*. *ε*: dünnblättrige Schiefer mit *Posidonia Bronni*. Saurier. Schwefelquellen bei Boll, Sebastiansweiler. *ζ*: Dünne Deckschicht mit *Am. jurensis*.

Tierwelt des Lias: Viele Ammoniten und Belemniten. Haarsterne (*Pentacrinus*). Armfüße. (*Terebratula*; *Rhynchonella*). Wirbeltiere: *Ichthyosaurus* und *Plesiosaurus*, auch schon Flugsaurier. — Die **Flora** schließt eng an die der Trias an; *Gagat*.

Brauner Jura (Dogger).

Unterer br. J. *a* tonig mit *Am. opalinus*; Nagelkalke wie auch schon in Lias *a*. *β* hart und sandig; *Pecten personatus* und *Am. Murchisonae*. Oft eisenhaltig: Eisenrogenstein („Toneisenstein“) bei Aalen, Wasseralfingen; entsprechend die Minette in Luxemburg, Lothringen.

Mittlerer br. J. *γ* und *δ*. Tonig mit Kalkbänken (blaue Kalke in *γ*, Austernekalke in *δ*) *Trigonia*. *Am. Gervillei* und *coronatus*. *Belemnites giganteus*. *Osträa eduliformis* und *crisagalli*. Oben *Crioceras* (Zerrform eines Ammoniten).

Oberer br. J. *ε* und *ζ*, nicht überall deutlich zu unterscheiden. *Am. Parkinsoni* und *macrocephalus*. *Am. ornatus*.

Weißer Jura (Malm).

Die Tafel des weißen Jura hat ihren Steilabfall gegen N.-W., sie senkt sich langsam gegen S.-O. Hinter der Donaulinie verschwinden die Jurakalke plötzlich unter Tertiär (Bruchspalte?). Fast lauter Kalkstein. Die Quellhorizonte liegen über den tonigen Schichten *a* und *γ*. Die Wasserscheide zieht etwa dem Steilrand entlang. Auf der einen Seite sickern die Quellen durch

bis α , und fließen dann in steilem Abfall zum Neckar. Auf der andern Seite sickert das Wasser der ganzen Hochfläche durch bis γ und sammelt sich hier in großen Quelltöpfen, die ihr Wasser zur Donau entsenden (Blau, Lauter, Brenz). 3 terrassenförmige Stufen: 1. Stufe α, β (Staufen, Stuifen). 2. Stufe γ, δ (Achalm, Roßberg, Kornberg, Wasserberg, Burren). 3. Stufe ϵ, ζ (Hochfläche). Neben der normalen geschichteten Facies findet sich überall die rauhe Schwammfacies, α neben α' u. s. f.

Unterer w. J. α, β . Unten Tone mit *Terebratula impressa*. Kragenplanulaten (*Perisphinctes*) durch den ganzen weißen Jura.

Mittlerer w. J. γ, δ . Von hier an häufig die *Rhynchonella lacunosa*. *Opelia tenuilobata*.

Oberer w. J. ϵ, ζ . Die Hauptmasse ist ϵ (Zuckerkorn, Dolomit, sog. Marmor mit Mangandriten). An einzelnen Stellen ζ eingelagert. Die Hochfläche der Alb ist trocken (durchlässige Kalke; Wasserversorgung durch Pumpwerke). In ϵ Korallen (bei Nattheim, Sirchingen). ζ ist wohl in Korallenlagunen abgelagert worden. Es bildet teils dicke Platten (Krebsscherenplatten bei Ulm, Heidenheim), teils die dünnen lithographischen Schiefer (Solenhofen, Nusplingen). In den letzteren wohlhaltene Einschlüsse: Würmer, Krebse, Insekten; Haie; die ersten Knochenfische; Flugsaurier; Archäopteryx.

3. Uebergang zur Kreide und Kreideformation.

Mit dem weißen Jura ζ schließt in S.-Deutschland die Meeresentwicklung ab. Ihm entspricht in England das Kimmeridge mit *Osträa virgula*. Darüber liegen in England, N.-Frankreich, N.-W.-Deutschland noch dicke Schichten, die in ihren Einschlüssen Juracharakter zeigen: zuerst **Portland**. Dann **Purbeck** und **Wealden** (oder **Walderton**). Die beiden letzteren stellen die Ablagerungen brackischer Meeresümpfe dar. Deisterkohlen. Die Pflanzenwelt entspricht noch der des Jura; gleichzeitig entwickelt sich aber östlich von den Alleghanys die Potamacflora mit höheren, bedecktsamigen Pflanzen; sie dringt dann später zur Kreidezeit plötzlich in Europa ein. Am Ostabhang des Felsengebirges finden sich die Reste von gewaltigen Dinosauriern; ebenso in Belgien (*Iguanodon*); verwandte Formen finden sich in deutsch Ostafrika in der oberen Kreide als Restformen. Zeitlich gehören Purbeck und Wealden schon zur unteren **Kreide**.

Im Mittelmeergebiet und in den Alpen ist eine scharfe Scheidung zwischen Jura und Kreide nicht möglich, da die Tiefsee-Entwicklung fort dauert. Diese Schichten werden als **Tithon** bezeichnet. Hier finden sich dickschalige riffbildende Muscheln (Rudisten).

In **Rußland** dringt ein nördliches Meer mit neuen Formen vor (Wolgastufe).

Schon zur Wealdenzeit dringt das Kreidemeer nach **S.-Frankreich** vor. Von hier aus dringt es zur Zeit der **unteren Kreide** weiter nach N. Später bricht es auch in N.-W.-Deutschland ein, von S.-Frankreich und von Rußland aus. In der unteren Kreide liegen die Grünsande (Ausfüllungen von Foraminiferenschalen). Trennung von S.-Amerika und Afrika.

In der **oberen Kreide** mächtige Meeresüberflutung. Ein Arm stößt vor bis Regensburg. Kreidefelsen mit Ausscheidungen von Feuerstein auf Rügen, an der Straße von Calais, in der Champagne. Quadersandstein im Elbsandsteingebirge. Plänerkalk in Sachsen. N.-Amerika wird durch einen Meeresarm der Länge nach gespalten, S.-Amerika längs des Amazonas.

Tierwelt: Die Ammoniten entwickeln eigentümliche Zerrformen (*Hamites*, *Baculites*) und sterben am Ende der Kreide aus, ebenso die *Belemniten* und Saurier. In N.-Amerika Zahnvögel. Die Säugetiere sind noch kleine Formen, die zurücktreten, vorwiegend Beuteltiere, auch schon einige placentale Arten. Später im Tertiär treten dann in der Gegend der nordamerikanischen Seen unvermittelt große Huftiere auf. Ihre Herkunft ist noch unbekannt.

III. Känozoisches Zeitalter.

1. Tertiär.

Weite Ueberflutung eines seichten Meeres. Ablagerung in einzelnen Becken und viele Faciesbildungen. Gebirgsfaltung, Grabenbrüche, Vulkanausbrüche.

Tertiäre Faltengebirge ziehen sich von den südamerikanischen Kordilleren über Westindien und die pazifischen Gebirge N.-Amerikas zum Inselbogen Ostasiens und nach Ostindien; von da zum Atlas und zur Sierra Nevada. Ein zweiter Arm nach Neuseeland. Dann: Pyrenäen, Alpen, Apenninen, Karpaten, Balkangebirge, Kaukasus, Himalaja.

1. **Eocän. Großes Mittelmeer**; es zog von S.-Europa, Alpengebiet, N.-Afrika über Indien bis zu den Philippinen. Nummuliten. **Pariser Becken. Londoner Becken.** Im N. der Alpen eine schlammige Facies, **Flysch.** Es beginnt die Auffaltung der Alpen und der Einbruch des Rheingrabens.

2. **Oligocän.** Das Meer zieht sich aus dem Pariser und Londonerbecken zurück. **Ueberflutung von Norddeutschland. Mainzer Becken.** Im Oligocän von Samland findet man den **Bernstein**, das Harz der eocänen Bernsteinkiefer. Gegen Ende der Oligocänzeit beginnt die Ablagerung der **Braunkohlen**, die sich in der Miocänzeit fortsetzt (aus Sumpfyypressen und Laubbäumen; in der rheinischen Bucht, in Sachsen, Thüringen, Niederschlesien; miocäne Lager in der Lausitz und Mark).

3. **Miocän und Pliocän. Wiener Becken.** In Deutschland einzelne zerstreute Ablagerungen eines sich zurückziehenden Meeres (Sande von Eppelsheim).

Aufbau der Alpen: In den Schweizeralpen mächtige Ueberschiebungen, drei Decken übereinander; ebenso in den nördlichen Ostalpen, wo die dritte Ueberschiebungsdecke oben liegt, die im W. fast ganz durch Erosion abgetragen ist. Die S.-O.-Alpen zeigen einen andersartigen Bau, und schließen sich vielleicht mehr den dinarischen Alpen an.

Am Nordrand der Alpen wurde zur Oligocän-, Miocän- und Pliocänzeit ein weicher Sandstein abgelagert, die **Mollasse** (abwechselnd salzig, brackisch und süß); daneben harte Kalkkonglomerate; **Nagelfluhe.**

In **Württemberg** finden sich Eocän und Oligocän nur in Spuren in Spalten und Löchern der Alb. Auch Pliocän selten. Verbreitet ist das Miocän im Anschluß an die Mollasse der Schweiz (mit Helix-Arten):

a) In **Oberschwaben:** Untere Süßwassermollasse, Meeresmollasse, obere Süßwassermollasse.

b) **Auf der Alb** und am Südrand der Alb: Untere und obere Süßwasserkalke.

Die vulkanische Tätigkeit setzte zur mesozoischen Zeit keineswegs ganz aus (Ausbrüche in S.-Amerika, Mexiko, Neuseeland, Neukaledonien, britisch Kolumbien). Dann in der Tertiärzeit: Böhmisches Mittelgebirge, Vogelsberg, Röhn, Westerwald, Siebengebirge, Eifel, Kaiserstuhl; in den Alpen nur Ausbrüche zwischen Trient und Padua.

Tertiäre Vulkane Württembergs: 1. **Maare der Alb** (Miocän, etwa 130). Mit Basalt erfüllt, oben Basalttuff. Brocken von Granit, Gneis, Jura. Blätterkohle. 2. **Domvulkane des Hegau**, teils Basalt, teils Phonolith. 3. **Das Ries bei Nördlingen.** Durch einen Laccolithen wurde ein Gesteinspfropf emporgehoben. Von ihm rutschten große Massen ab; dann senkte sich der Pfropf wieder, so daß ein Kessel entstand (von etwa 20 Km Durchmesser). Am Rande wurden Tuffröhren durchgeschlagen. Aehnlich das **Steinheimer Becken** (Planorbis multiformis).

Tierwelt des Tertiär. Vor allem Entwicklung der plazentalen Säugetiere. **Insektenfresser, Urraubtiere, Fledermäuse, Nagetiere.** Entwicklung der **Wale** in Fayum in Oberägypten. Proto-

cetus hat noch das Gebiß und die Wirbelform der Raubtiere, die Schädelform der Zeuglodonten; bei diesen lassen sich noch Schneide-, Eck- und Backzähne unterscheiden. Dann die Zahnwale mit lauter kegelförmigen Zähnen, zuletzt die Bartenwale. Die **Fehlzähler** entwickeln sich in S.-Amerika, in den Pampasschichten. Diese Schichten werden von Ameghino zum Tertiär gezählt, sie sind aber ohne Zweifel quartär. Riesige Formen von Faultieren und Gürteltieren. Die ältesten **Huftiere** finden sich in Nordamerika, wo sich überhaupt die ältesten tertiären Säugetiere finden (in den Nacimientoschichten im N.-W. von Neumexiko). Phenacodus. Entwicklung der Unpaar- und Paarhufer. Die Vorfahren der **Elefanten** finden sich in Fayum. Möritherium (noch volle Zahnreihen, 1 Paar Schneidezähne oben und unten etwas verlängert, Eckzähne verkümmert). Paläomastodon. Mastodon (noch vier Stoßzähne, normaler Zahnwechsel). Daraus in N.-Amerika das Ohiotier; in der alten Welt Stegodon und Elefas. Dinotherium ein Seitenzweig. Ausgestorbene Klassen z. B. **Dinoceratiden**. **Klippschliefer** im Tertiär in vielen Arten. **Seekühe**. Die **Halbaffen** gehen vielleicht auf die Insektenfresser zurück. An sie schließen sich die **Affen** an, unter ihnen stehen die **Anthropoiden** dem Menschen nahe (der älteste ist Propliopithecus im Oligocän von Fayum).

2. Quartär.

Quartär = Diluvium, Eiszeit, Pleistocän. Darauf folgt dann am Schluß noch das Alluvium. Gegen Ende der Tertiärzeit wurde das Klima feuchter und etwas kälter. Mächtiges Anwachsen der **Gletscher**. Die Gletscher der Alpen bedeckten die schwäbisch-bayrische Hochebene. Endmoräne in der Nähe von München. Die skandinavischen Gletscher drangen vor bis an den Rand der deutschen Mittelgebirge, wo das Eis noch etwa 400 m dick war. Seitenzweige nach England, Holland, Rußland (bis Moskau). In Deutschland vor allem Geschiebelehm mit Findlingen. Gletscherschliff bei Rüdersdorf bei Berlin. Auch kleinere Gebirge hatten ihre Gletscher (Riesengebirge, Schwarzwald). Mehrmaliger Vorstoß und Rückzug des Eises. Während der Zwischeneiszeiten zogen Tiere und Pflanzen wieder ein. In den Alpen unterscheidet Penck 4 Eiszeiten: Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit.

Die **Flüsse** hatten damals vielfach noch einen andern Lauf. Der **Oberrhein** bog nach S. um, folgte etwa dem Lauf von Doubs, Saône, Rhone und ergoß sich ins Mittelmeer. Erst im späteren Diluvium trat er in Beziehung zum Rheintalgraben. Hochterrassen- und Deckenschotter. Die **norddeutschen Flüsse** wurden durch das Eis nach W. abgelenkt; sie kehrten später in ihr altes Bett zurück. Die diluvialen Urstromtäler sind noch heute vielfach als vermoorte Senken erkennbar.

In den Zwischeneiszeiten und in der Nacheiszeit herrschte zunächst ein **Steppenklima**. Lehmablagerungen. Es wandern Steppentiere und Steppenpflanzen von Osten ein. „Pontischer“ Bestandteil der Alpenflora.

Tierwelt: Große Säugetiere: Mammut, „wollhaariges“ Nashorn, Riesenhirsch, Höhlenbär, säbelzähniger Tiger. Zur gleichen Zeit in S.-Amerika die riesigen Faul- und Gürteltiere, in Australien riesige Beuteltiere (Diprotodon).

Auftreten und Urgeschichte des Menschen.

A) Skelettfunde. *Pithecanthropus erectus* in altdiluvialen Schichten bei Trinil auf Java gefunden. Ein Schädeldach, 1 Schenkelknochen und 2 Backzähne. Die Stücke lagen in einem Lavaström, in denselben Schichten Spuren des Menschen. Nähere Verwandtschaft zu den Anthropoiden als zum Menschen. Vielleicht eine Restform, die vom Menschen ausgerottet wurde.

Homo Heidelbergensis in altdiluvialen Schichten bei Mauer bei Heidelberg. Massiger Kiefer ohne Kinn, auffallend kleine, menschenähnliche Zähne, die noch deutlich die ursprüngliche Fünfzahl der Höcker zeigen.

Homo primigenius, Neandertalrasse, diluvial. Neandertal bei Düsseldorf, Spy in Belgien, Kra-

pina in Kroatien, Mähren; dann in S.-Frankreich im Gebiet der Dordogne (bei Le Moustier zusammen mit Waffen des Acheuléentypus; bei Chapelle aux Saints mit Waffen des Moustérientypus). Fliehende Stirn, starke Augenwülste, kleiner Schädelinhalt, vorspringender Kiefer, prognathes Gebiß, große, runde Nasenöffnung, gekrümmter Schenkelknochen.

Homo Aurignacensis, Fund bei Combe Capelle, lebte mit der vorigen Rasse zusammen, stand aber etwas höher. Senkrecht stehende Zähne in vorspringendem Kiefer. Zu dieser Rasse gehören wohl auch einige Schädel von Galley Hill, Brütex (in Böhmen) und Brünn. Sie zeigt nähere Verwandtschaft zum Orang, die vorige Rasse zum Gorilla. Die gemeinsamen Vorfahren von Menschen und Anthropoiden standen wohl in manchen Merkmalen dem Menschen näher.

Die Rasse von Cro-Magnon in der Nacheiszeit stellt eine Mischrasse dar. Die Stellung der **Pampasmenschen** ist noch unsicher.

B) Artefakte. Eolith des Tertiär, gefunden in Indien, Frankreich, England, Belgien, Portugal. Abgeschlagene Stücke von Feuerstein ohne Bearbeitung. Beurteilung schwierig.

Paläolith, ältere Steinzeit, diluvial und Nacheiszeit. Die Einteilung von Mortillet für Frankreich läßt sich nicht ohne weiteres auf andere Fundstellen übertragen.

Acheuléen, dann **Moustérien**, grob zugehauene Stücke, meist Schaber. Funde bei Weimar.

Solutréen, bessere Zuschärfung des Randes. In Frankreich viele Funde, Industrie. Schnitzereien aus Elfenbein von Tieren und Menschen (Brassempouille in Belgien).

Magdalénien, genannt nach der Höhle La Madelaine im Tal der Vézère. Nacheiszeit. Gravierungen in Elfenbein, Gemälde auf den Höhlenwänden (mit Ocker und Rötel). Hierher auch die Funde vom Keßler Loch bei Thayingen und von Schweizersbild bei Schaffhausen. Ferner an der Schussenquelle (Renntierjäger).

Jüngere Steinzeit, Neolithicum. Zwischen der älteren und jüngeren Steinzeit liegt eine lange Pause. **Kjökkenmøddinger**, Haufen von Küchenresten, in Schweden und Dänemark. Töpferei, Haustiere, Gräber. Vom Norden her wanderte wohl eine langköpfige Rasse nach Süden ein. **Pfahlbauten** vor allem in den Seen der Schweiz. Die Waffen sind jetzt aus Diorit, Jadeit, Nephrit; gut geglättet und poliert, oft durchbohrt. Töpferei, Haustiere (bes. Rind) und Nutzpflanzen, keine Kunst. Im Norden gleichzeitig die **megalithische Kultur**, Dolmen. An der Donau und in S.-Deutschland Ackerbauern in Wohnhäusern, die **Bandkeramiker**, dann die **Tiefstichkeramiker**. Vereinigung im Rössener Stil. Zugleich die nicht seßhaften **Schnurkeramiker**.

Bronzezeit. 2000—900 v. Chr. Anfangs wurde reines Kupfer verwendet, später Zinn zugesetzt. Diese Kultur stammt aus Ägypten und Babylonien. Hierher auch die **mykenische Kultur**, besonders auf Kreta. Anfangs Hügelgräber, später Urnenfelder; am Schluß wird der Bronze schon etwas Eisen beigemischt. Jetzt treten auch Hund und Pferd als Haustiere auf.

Eisenzeit oder Hallstadtzeit 900—500. (In Babylon begann die Verwendung des Eisens nach einem Bericht ums Jahr 1000 und vollzog sich im Lauf dreier Jahrhunderte). Anfangs dient das Eisen noch zum Schmuck, die Bronze zu Gebrauchsgegenständen. Später kehrt sich das Verhältnis um. Volksburgen mit Ringwällen (Rosenstein, Roßberg). Langschwert, später Hufeisendolch.

Kelten- oder Latènezeit. (Von 500 an.) Die Kelten entstanden wohl durch Eindringen einer langköpfigen Bevölkerung in eine kurzköpfige; erstere bildete den Adel, letztere die Bauern. Hohe Kultur: zweirädrige Wagen, Bronzeuß, Flachgräber, Kurzschwert, schwarze Tongefäße, Spinnwirtel, Petschafte, Keltenmünzen. Auf die Kelten folgen in der späten Latènezeit in S.-Deutschland die Sueben unter Ariovist (58). Großes, breites Schwert, Leichenbrand, Sippenverbände. Nach ihrem Abzug (9 v. Chr.) besiedeln die Römer das Land mit Kleinpächtern aus Gallien (*agri decumates*).

pina in Kroatien, Mähren; dann in S.-Frankreich im Gebiet der Dordogne (bei Le Moustier zusammen mit Waffen des Acheuléntypus; bei Châtelperron mit dem Moustérientypus). Flihende Stirn, starke Augenwülste, kleiner Schädel, Nasenöffnung, gekrümmter Schenkelknöchel.

Homo Aurignacensis, Fund bei Aurignac, aber etwas höher. Senkrecht stehende Nase, wohl auch einige Schädel von Galley. Verwandtschaft zum Orang, die vorige Rasse und Anthropoiden standen wohl in manchen Beziehungen.

Die Rasse von Cro-Magnon in Frankreich. Die Stellung der **Pampasmenschen** ist noch unsicher.

B) Artefakte. Eolith des Tertiärs. Abgeschlagene Stücke von Feuerstein oder Quarz.

Paläolith, ältere Steinzeit, diluvial. Reich läßt sich nicht ohne weiteres aufteilen.

Acheuléen, dann **Moustérien**, grob, dann **Solutréen**, bessere Zuschärfung der Werkzeuge.

Werkzeuge aus Elfenbein von Tieren und Menschen.

Magdalénien, genannt nach der Höhle von Magdalénien. Vierungen in Elfenbein, Gemälde auf den Höhlenwänden. Funde vom Keßler Loch bei Thayinger Schussenquelle (Renntierjäger).

Jüngere Steinzeit, Neolithicum. Pause. **Kjökkenmøddinger**, Haufen von Haustiere, Gräber. Vom Norden her.

Pfahlbauten vor allem in den Seen der Schweiz; gut geglättet und poliert, oft durch Feuer. keine Kunst. Im Norden gleichzeitig die **Wahlgrabkultur**. S.-Deutschland Ackerbauern in Wohnhäusern. Vereinigung im Rössener Stil. Zugleich die **Wahlgrabkultur**.

Bronzezeit. 2000—900 v. Chr. setzt. Diese Kultur stammt aus Ägypten, besonders auf Kreta. Anfangs Hügelgräber, später etwas Eisen beigemischt. Jetzt treten auch die **Wahlgrabkultur**.

Eisenzeit oder Hallstadtzeit 900—500 v. Chr. nach einem Bericht ums Jahr 1000 und 1000 v. Chr. das Eisen noch zum Schmuck, die Bronze zum Werkzeug. Verhältnis um. Volksburgen mit Ringwällen.

Kelten- oder Latènezeit. (Vorläufer der Kelten). Eindringen einer langköpfigen Bevölkerung. Bauern. Hohe Kultur: zweirädrige Wagen, Gefäße, Spinnwirtel, Petschafte, Keltenmünzen. S.-Deutschland die Sueben unter Ariovist. bündische. Nach ihrem Abzug (9 v. Chr.) bei den **agri decumates**.



stérientypus). Flihende Gebiß, große, runde Nase, gekrümmter Schenkelknöchel.

Rasse zusammen, stand zu dieser Rasse gehören. Sie zeigt nähere Verwandtschaft von Menschen her.

dar. Die Stellung der Rasse zusammen, stand zu dieser Rasse gehören.

England, Belgien, Portugal. Hierig.

von Mortillet für Frankreich.

r. Funde bei Weimar. e, Industrie. Schnitzwerkzeuge.

re. Nacheiszeit. Grabsteine (Stein). Hierher auch die Funde von Weimar.

ausen. Ferner an der Donau.

einzeit liegt eine lange Periode in Dänemark.

Dänemark. Töpferei, besonders nach Süden ein. s Diorit, Jadeit, Nephrit und Nutzpflanzen.

An der Donau und in der Gegend der **Tiefstichkeramiker**.

er. Die **Tiefstichkeramiker**.

det, später Zinn zugegeben. **mykenische Kultur**, die **mykenische Kultur**.

ird der Bronze schon verwendet.

erwendung des Eisens (Eisenzeit). Anfangs dient die **mykenische Kultur**.

er kehrt sich das Verhältnis um. später Hufeisendolch.

n wohl durch Eindringen des Adels, letztere die **mykenische Kultur**.

wert, schwarze Tonwaren. In der **mykenischen Kultur**.

späten Latènezeit in der **mykenischen Kultur**.

henbrand, Sippenverträge. In der **mykenischen Kultur**.

npächtern aus Gallien. In der **mykenischen Kultur**.