

# Wissenschaftliche Beilage

zum Jahresbericht des Realgymnasiums und der Oberrealschule  
zu Göppingen.

1911/12.

## Der Lehrstoff der Geologie

an Oberprima

von

Professor Theodor Daiber.

1912 Progr. Nr. 846

480  
2 (1912)

J. ILLIG BUCHDRUCKEREI GÖPPINGEN





44. g. 304

## Vorwort.

Der naturwissenschaftliche Lehrer empfindet es wohl immer als einen Nachteil, wenn er sich an ein gegebenes Lehrbuch anschließen muß, auch wenn dieses Lehrbuch gut ist. Denn die Anordnung und Auswahl des Stoffs wird ihm dadurch entzogen, und so geht gerade das Persönliche des Unterrichts bis zu einem gewissen Grad verloren. Andererseits muß der Schüler für die häusliche Arbeit etwas in der Hand haben. Ich habe mich deshalb entschlossen, für meine Schüler in Geologie eine kurze Uebersicht drucken zu lassen. Nun gibt es bis jetzt kein geologisches Lehrbuch, das im besonderen für württembergische Verhältnisse berechnet wäre, in dem also die Geologie unserer württembergischen Heimat innerhalb eines weiteren Rahmens eingehender behandelt würde. Deshalb hielt ich mich für berechtigt, diese Uebersicht als Programm drucken zu lassen und so einem weiteren Kreis zugänglich zu machen.

Es ist klar, daß eine solche Uebersicht vom Schüler nur verstanden werden kann, wenn sie sich eng an den Vortrag des Lehrers anschließt, und durch reichliches Anschauungsmaterial (Sammlungen, Bilder, Ausflüge) ergänzt wird. Was die Sammlungen betrifft, so wäre es am besten, wenn die Lehrsammlung zugleich eine Schausammlung wäre, die, in verschlossenen Glaskästen ausgestellt, dem Schüler stets zugänglich wäre. Dazu fehlt es aber wohl meistens an Raum und Mitteln. Ich helfe mir dadurch, daß ich in einem kleineren Schaukasten ausstelle und den Inhalt häufig auswechsle, so daß die Schüler im Lauf des Jahres mehrmals die ganze Lehrsammlung zu sehen bekommen. Einen großen Wert lege ich ferner auf das Zeichnen (besonders in Paläontologie). Die Schüler führen ein Zeichenheft, das zur Ergänzung und Erläuterung der gedruckten Uebersicht dient. Die moderne Art des Zeichenunterrichts kommt hier den Bedürfnissen des Naturwissenschaftlers sehr entgegen.

Der geologische Lehrer kann seine Aufgabe im wesentlichen auf 2 Arten auffassen: Entweder sieht er sein eigentliches Ziel darin, die Schüler in die Geologie der engeren und engsten Heimat einzuführen; dann wird er die Auswahl des Stoffs bis zu einem gewissen Grad von den geologischen Verhältnissen der nächsten Umgegend abhängig machen, und vor allem auch den Sammeltrieb der Schüler anregen. Oder aber es ist ihm vor allem um die großen, allgemeinen Gedanken der Erdumbildung und Entwicklung zu tun; dann wird er die allgemeine Geologie bevorzugen und in der Schichtenkunde die verschiedenen Formationen ziemlich gleichmäßig behandeln. Ich habe den zweiten Weg eingeschlagen, da er meiner Natur mehr entspricht. Ich will damit nicht sagen, daß er der bessere sei; ich halte vielmehr beide Wege für gleichberechtigt. Es ist am besten, wenn jeder Lehrer seine Wissenschaft den Schülern so übermittelt, wie er selber sie im Lauf der Jahre erlebt und erarbeitet hat. Auch die eingehendere Berücksichtigung der Paläontologie entspricht meiner

persönlichen Neigung. Sie läßt sich durchführen, wenn in der Biologie in Unterprima der nötige Grund gelegt ist.

Ich habe auch da und dort Fragen mit hereingezogen, die sonst eher in der Astronomie oder physischen Erdkunde behandelt werden. Die Wissenschaft ist im Grunde doch eine Einheit, ihre Aufteilung in Sonderzweige ist etwas künstliches; es ist gut, wenn dies dem Schüler zum Bewußtsein gebracht wird.

Das Hypothetische lasse ich im naturwissenschaftlichen Unterricht absichtlich zurücktreten. Also die Frage nach dem tieferen Grund der Vulkanausbrüche oder nach der Ursache der Eiszeit und dergleichen behandle ich wohl im mündlichen Vortrag, ich erwarte aber nicht, daß der Schüler die noch ganz unsicheren Erklärungsversuche sich einprägen. Ich habe daher diese Gegenstände in der Uebersicht kaum gestreift.

Ich bemerke endlich noch, daß ich die vorliegende Arbeit schon während der Sommerferien 1911 fertig gestellt habe, da ich sie eben in dem darauffolgenden Schuljahr dem Unterricht zu Grunde legen wollte. Die Literatur des Schuljahrs 1911/12 wurde also nicht mehr berücksichtigt.

Göppingen, September 1911.

Theodor Daiber.

## Gesteinslehre (Petrographie).

Als Gestein bezeichnet man jedes Mineral, das in größeren Massen auftritt.

A) **Schicht- oder Sedimentgesteine** werden in Seen oder Meeren abgelagert. Sie sind meist Trümmergesteine. Sie zeigen meist wagrechte Schichtung. Oft gesondert nach der Korngröße (Konglomerate; Sandsteine; Kalke und Tone).

B) **Erstarrungs- oder Massengesteine** sind entstanden durch die Erstarrung feuerflüssiger Massen. Ungeschichtet. Beim Erstarren des Magmas scheiden sich die Bestandteile nach der Höhe ihres Schmelzpunktes in bestimmter Reihenfolge aus: Titaneisen und Phosphate, z. B. Apatit; helle Silikate, z. B. Leuzit; Hornblende; Augit; Feldspat; Olivin; Glimmer; Quarz.

Man unterscheidet: 1. **Tiefengesteine** sind in der Tiefe der Erde erstarrt bei hohem Druck und langsamer Abkühlung. Durch den hohen Druck wird die Ausbildung großer Kristalle verhindert. Bei der langsamen Abkühlung scheiden sich die Bestandteile bis zum Schluß als Kristalle aus. Somit holokristalline Struktur.

2. **Ergußgesteine** sind erstarrt, nachdem die geschmolzene Masse aus dem Erdinnern ausgeflossen ist. Dadurch kam eine Druckentlastung zustande, wodurch am Anfang die Ausscheidung sehr großer Kristalle (Einsprenglinge) bedingt wurde. Am Schluß schreitet die Abkühlung rascher vorwärts; deshalb scheidet sich der letzte Rest der Mineralien nimmer in Form deutlicher Kristalle aus, sondern als gleichförmige Grundmasse. Bei rascher Abkühlung fehlen manchmal die Einsprenglinge ganz und man erhält eine glasartige Masse (Obsidian, Bimsstein).

**Uebergänge** zwischen 1 und 2 liegen vor in den **Ganggesteinen** und in den **Intrusivgesteinen**; die letzteren haben sich vor dem Erstarren in unterirdische Hohlräume eingezwängt. Laccolithe. Nebenwirkungen: Als **Kontaktwirkung** bezeichnet man die Einwirkung glühender Lavamassen auf das Nachbargestein. Von **Pneumatolyse** spricht man, wenn Spalten des Gesteins von heißen Dämpfen durchstrichen werden, aus denen sich mancherlei Mineralien absetzen (z. B. Zinnstein, Topas, Turmalin).

Die **wichtigsten Tiefengesteine**:

**Granit** aus Feldspat, Quarz und Glimmer.

**Syenit** ohne Quarz, stets Feldspat, daneben Glimmer, Augit u. a. (in Syene ein rötlicher Granit). Farbe meist rot.

**Diorit** = Hornblendesyenit; Farbe meist grün.

**Gabbro** dunkel, stark basisch, viele Plagioklase, eisenhaltige Hornblenden u. a.  
Besonders in Nordeuropa.

Die **wichtigsten Ergußgesteine**

a) **Altvulkanische** (gebildet vor der Kreidezeit):

**Porphy**, entspricht dem Granit. Rot. Feldspate als Einsprenglinge.

**Diabas**, „ „ Diorit. Grün.

b) **Neuvulkanische**, vor allem im Tertiär und der Jetztzeit.

**Trachyt** entspricht dem Syenit. Sanidinkristalle.

**Phonolith** „ einem Eläolithsyenit (Hegau).

**Basalt** „ der Gabbro. Oft Absonderung in Säulen (Staffa).

### C) Kristalline Schiefer.

Sie zeigen eine Schichtung, insofern als die einzelnen Mineralien, vor allem die Glimmerblättchen, in wagrechten Schichten angeordnet sind; keine Schichtfugen. Ihre Entstehung ist wohl nicht einheitlich zu erklären. Zum Teil sind sie entstanden durch Umwandlung gewöhnlicher Schichtgesteine bei hohem Druck und hoher Temperatur (Metamorphose) 3 Hauptarten:

**Gneis** aus Feldspat, Quarz und Glimmer.

**Glimmerschiefer** aus Glimmer und Quarz. Der Feldspat fehlt oder tritt stark zurück.

**Phyllit**, ein Glimmerschiefer von mikroskopisch kleinem Korn.

## Allgemeine Geologie.

### 1. Die Erde als Himmelskörper.

Das Sonnensystem. Die Sonne mit Photosphäre, Chromosphäre, Korona.

Sonnenfackeln, Sonnenflecken, Protuberanzen.

Die Planeten, Kometen, Meteoriten.

Die Hypothese von Kant und Laplace. Spiralnebeltheorie.

Stellung des Sonnensystems in der Fixsternwelt.

Bildung der ersten Erstarrungskruste auf der Erde. Ausscheidung der Atmosphäre und des Wasserdampfs. Verdichtung zu flüssigem Wasser. Uebersicht über die fernerhin wirksamen Kräfte.

### 2. Bau der Schichten.

1. **Schichten von normaler Lagerung.** Die Schichten liegen wagrecht übereinander. In Wirklichkeit große Linsen. — Dachfläche, Sohlfläche, Hangendes, Liegendes; Mächtigkeit. Innerhalb der Schichten liegen manchmal Gänge (echter Gang; Lagergang) oder Stöcke.

2. **Gestörte Schichten.** a) **Verwerfungen:** Die ebenen Schichttafeln sind aus ihrer ursprünglichen Lage verschoben (gehoben, gesenkt, geneigt). Bei geneigten Schichten unterscheidet man das Streichen und Fallen. — Grabenbrüche und Horste.

b) **Gebirgsfaltung.** Die Schichten sind durch einen seitlichen Druck verbogen, in Falten gelegt. Wechsel von Mulden und Sätteln. Meist zeigt sich zugleich eine Schieferung senkrecht zur Richtung des Drucks. Ueberkipfung und Ueberschiebung. Unter hohem Druck werden also auch die harten Gesteine plastisch.

### 3. Erdbeben.

Untersuchung durch das Seismometer. Schwache Erdbeben sind äußerst häufig; sog. Weltbeben, die auf der ganzen Erde fühlbar sind, fallen 100—150 auf 1 Jahr. Der Stoß geht aus vom **Hypozentrum** (meist in einer Tiefe von 50—100 Km). Von hier aus pflanzt er sich fort in excentrischen Wellen; die Stoßstrahlen sind gekrümmt. Auf der Oberfläche wird zuerst das **Epizentrum** getroffen. In ihm ist die Stoßrichtung senkrecht; von ihm aus pflanzt sich die Erschütterung in kreisähnlichen Kurven fort; doch ist die Beschaffenheit des Bodens von großem Einfluß.

Ein Erdbeben zerfällt wieder in folgende Phasen:

Die ersten Vorläufer  $V_1$  sind longitudinale Wellen, die sich durch den Erdkörper selber fortpflanzen längs den Stoßstrahlen.

Die zweiten Vorläufer  $V_2$  sind transversale Scherungswellen (wie auch alle folgenden Wellen); sie pflanzen sich auch durch den Erdkörper fort.

Die Wellen des Hauptbebens B wandern vom Epizentrum aus auf der Erdoberfläche. Ihre Geschwindigkeit ist konstant = 3,8 Km, während die scheinbare Geschwindigkeit von  $V_1$  und  $V_2$  mit der Entfernung vom Epizentrum zunimmt.

Die Reflexionswellen W kommen zustande, indem die Wellen B am Antepizentrum zurückgeworfen werden.

Die Stöße des Nachbebens N stellen das letzte Ausklingen der ganzen Bewegung dar.

Je näher ein Punkt beim Epizentrum liegt, desto mehr fallen die einzelnen Phasen in **eine** zusammen.

Als Folge der Erdbeben beobachtet man oft dauernde Verschiebungen. So wurde die Kalifornische Küste bei dem Erdbeben von San Franzisko 1906 auf einige 100 Km Erstreckung um mehrere Meter gesenkt.

Die Ursache der Erdbeben liegt meist in tektonischen Verschiebungen, die vielleicht mit dem langsamen Erkalten des Erdinnern zusammenhängen (Dislocationsbeben); seltener in Vulkanausbrüchen (Vulkan-Beben) oder im Einsturz von Schichten, die einen Hohlraum überdecken (Einsturzbeben). Die Dislocationsbeben zeigen eine Beziehung zu den großen tektonischen Linien.

#### 4. Vulkane.

Bei den vulkanischen Erscheinungen werden heiße Stoffe aus dem Erdinnern ausgeworfen.

**Erzeugnisse der vulkanischen Tätigkeit:** 1. **Gase.** a) Wasserfreie Stufe (NaCl.; Soda; J; B; Sn). Auf diese Weise sind wohl die Zinnerzlager in den Spalten des Erzgebirges entstanden. b) Saure Stufe HCl. und besonders Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxyd, die sich zum Teil zu Wasser und Schwefel umsetzen. c) Basische Stufe, neben Wasserdampf vor allem Ammoniak. d) Kalte Stufe neben Wasserdampf vor allem Kohlendioxyd.

2. **Flüssiges Wasser** a) von der Schneeschmelze (Aetna, isländische Vulkane, Cotopaxi). b) Durch Anschneiden eines Kratersees. c) Die Lava selber gibt große Mengen von Wasserdampf ab, die sich in Form von Regengüssen niederschlagen.

3. **Flüssige Lava.** Sie erstarrt zu Ergußgestein.

4. **Ausgeschleuderte feste Stücke.** Es sind teils Stücke der gesprengten Erdrinde, teils emporgerissene Lavafetzen, die in der Luft erstarren, und als vulkanische Bomben oder Aschen (Lapilli) niederfallen. Wenn solche lockeren Massen sich mit Wasser mischen, so bildet sich ein Schlamm, der zu vulkanischem **Tuff** erhärtet (Pompeji unter einem 16 m dicken Tuffmantel begraben. — Traß der Eifel).

Die **Vulkanische Tätigkeit** ist oft periodisch (z. B. Stromboli).

**Vorboten** des Ausbruchs: Die Brunnen versiegen, die Spalten erweitern sich, der Kraterboden steigt, Erdbeben. Dann erfolgt die **Explosion**, um so heftiger, eine je längere Ruhepause vorherging. (Krakatau 1883: Rauchsäule 30 Km hoch, die Luftwelle umkreiste die Erde  $3\frac{1}{2}$  mal, das Wasser stieg in der Nähe 100 Fuß hoch, die Wasserwelle war noch bei Aden deutlich spürbar.) Pinie. Oft elektrische Entladungen. Es folgt dann häufig das **Ausfließen der Lava**. Ihre Temperatur beträgt nach dem Ausfließen etwa  $1000^\circ$ , ihre Geschwindigkeit sehr verschieden,  $\frac{1}{2}$  m in der Stunde bis 4 m in der Sekunde. Sie erstarrt langsam. Blocklava, Fladenlava. Manchmal auch Ausbrüche aus seitlichen Spalten; Parasitäre Krater; Lavaspringbrunnen, so z. B. auf Havai (300 m hoch, 1 Km lang). Eigenartige Erscheinungen zeigten sich beim Ausbruch der Antillenvulkane Mont Pelé und Soufrière 1902: aus dem Krater wuchs eine domförmige Lavamasse steil empor; heiße, mit vulkan. Staub beladene Glutwolken stürzten sich mit großer Geschwindigkeit ins Meer.

Besonders mächtige Lavaergüsse fanden in geschichtlicher Zeit statt auf Island und auf Havai; noch viel bedeutendere in früheren Erdperioden: In Dekan eine Decke von 400000 qkm Oberfläche, im Columbiabecken eine solche von 500000 qkm. Als **letzte Aeüßerung** der vulkan. Tätigkeit beobachtet man den Ausfluß heißer Quellen und die Ausstoßung von Gasen (Solfataren, Fumarolen, Mofetten). — Dämmererscheinungen.

**Geographische Bildungen:** 1. **Maare**; mit vulkan. Massen erfüllter Schußkanal, Alb, Eifel, Südafrika (mit Diamanten). 2. **Bölle** entstehen, wenn die Köpfe der Maare durch Verwitterung frei gelegt werden. 3. **Aschen-Kegel** ziemlich selten; Monte Nuovo auf den phlegräischen Feldern. 4. **Lavadecken oder flache Lavaberge** (z. B. Havai). 5. **Schichtvulkane**, die gewöhnliche Form. Sie bestehen aus abwechselnden Schichten von Tuff und Lava. 6. **Domvulkane** (z. B. im Hegau). Sie sind wohl entstanden, indem Lavamassen im Innern mächtiger Schichtvulkane durch Verwitterung freigelegt wurden. 7. **Lavamauern** (Euganeen). Ursprünglich die Ausfüllungen von Spalten.

**Geographische Verbreitung.** Im ganzen etwa 230 tätige Vulkane. Sie liegen fast alle an der Küste der Festländer oder auf Inselreihen, oder wenigstens am Rand von Grabenbrüchen. Ararat, Tandurek, Demavend stehen wohl in Beziehung zur Küste des früher viel weiter nach Osten ausgedehnten Mittelmeers; die afrikanischen Vulkane liegen am Rand des ostafrikanischen Grabens. Wirkliche Ausnahmen bilden Rubruk und Reclus auf dem Hochland von Tibet.

**Erklärungsversuche.** Früher Gegensatz von Neptunisten und Plutonisten. Heute viele Theorien. Unmittelbarer Einfluß des Meerwassers unwahrscheinlich. Theorie von Eduard Sueß: Das Magma des Erdinnern ist latent plastisch. Die Vulkane liegen auf Bruchspalten; hier findet eine Entlastung statt, der latent plastische Zustand geht in den flüssigen über. Mitwirkung des eingeschlossenen Wasserdampfes?

## 5. Geologische Wirkung des Windes.

Die Wirkung des Windes läßt sich am besten beobachten in Wüsten, wo die Pflanzenbedeckung fehlt, und wo sie nicht von der Wirkung des Wassers verdeckt wird.

1. **Zerstörende und abtragende Wirkung.** Die großen Temperaturunterschiede erzeugen Sprünge im Gestein und machen es mürbe. Der Wind wirkt dann als Sandgebläse. Die Wüste ist je nach dem Grad der Abtragung eine Sand-, Kies- oder Steinwüste. Erosionsformen: Windschliffe, Dreikanter, Windtische, Zeugen, Gesimsflächen, Faulflecke.

2. **Ablagernde Tätigkeit.** a) **Dünen** bilden sich an der Küste oder im Binnenland (in der Wüste), wo der Wind über pflanzenfreie Sandflächen weht. 10—30 m hoch, in der Sahara bis 180 m; Luv- und Leeseite. Die Stranddünen wandern landeinwärts. Man verhindert dies durch Anpflanzung von Sandgräsern und Kiefern.

b) **Löslager** sind Staubanhäufungen, die von den Gräsern festgehalten werden. So besonders in China, bis 300 m dick, ausgeblasen aus der Wüste Gobi; untersucht von Richthofen. Sie zeigen keine wagrechte Schichtung, brechen vielmehr nach senkrechten Wänden, da sie von haarfeinen senkrechten Röhrchen durchzogen sind. Diese Röhrchen sind die Hohlräume von Grashalmen, die hindurchwuchsen. Lößschnecken und Reste von Landtieren, besonders Nagetieren. Der Kalkgehalt des Löß scheidet sich mit der Zeit in Form von Lößkindeln aus. Es bleibt dann entkalkter Löß oder **Lehm** zurück. Die Lehmlager werden oft durch Wasser sekundär verlagert.

## 6. Das fließende Wasser.

Kreislauf des Wassers; Bildung der Regentropfen. Die **Innengebiete** der Erdteile sind meist trocken, da der Regen an den Randgebirgen sich niederschlägt, die **Randgebiete** sind feucht. Nur

im innern Europa fehlen die Wüsten. Der Wasserreichtum eines Gebiets hängt ab von der Menge des Niederschlags und von der Stärke der Verdunstung. Bedeutung des Waldes.

**Durchlässig** für Wasser sind: Sand, Kies, Sandstein, Kalkstein; **undurchlässig** sind Ton, Lehm, Mergel. Ueber solchen Schichten sammelt sich das Grundwasser, aus dem die **Quellen** gespeist werden. Quellhorizont; Schicht- und Spaltquellen. Zu den letzteren gehören auch die künstlich erbohrten **artesischen Brunnen** (in ältester Zeit in China und Aegypten; im Mittelalter in Artois; heute besonders in Afrika: Sahara, Algier).

Nach dem Ursprung ihres Wassers unterscheidet man (nach Sueß) 2 Arten: **Vadose Quellen** werden von eingedrungenem Regenwasser gespeist; ihre Temperatur ist meist die Durchschnittstemperatur des Jahres. **Juvenile Quellen** bringen Wasser an die Erdoberfläche, das aus dem Wasserdampfgehalt des Magmas stammt; sie sind oft heiß (Thermen), bis 95°. Sie finden sich besonders in vulkanischen Gegenden.

**Die Geysirn** sind heiße Springquellen, die ihr Wasser regelmäßig nach Pausen von bestimmter Dauer emporschleudern. Yellowstone-Park; Island; Neuseeland. Die isländischen Geysirn wurden untersucht von Bunsen und Delacroix. In die Geysirröhre strömen in  $\frac{2}{3}$  ihrer Tiefe heiße Wasserdämpfe ein. Dadurch wird das Wasser in der Röhre erhitzt und zwar bei dem hohen Druck weit über 100°. Schließlich bilden sich kleine Mengen von Dampf, die das Wasser etwas zum Aufkochen bringen (Voreruptionen). Dadurch wird der Druck vermindert und jetzt verwandeln sich plötzlich grosse Mengen des überhitzten Wassers in Dampf, wodurch der eigentliche Ausbruch hervorgerufen wird.

**Flüsse.** Stromgebiet; **Wasserscheide.** Die Wasserscheide wird selten durchbrochen durch eine Bifurkation (Cassiquiare zwischen Rio Negro und Orinoco, berühmt durch die Reise von Humboldt und Bonpland). Die **Form des Flußtals** hängt von der Feuchtigkeit des Klimas ab. In regenreichen Gegenden werden die Talwände abgeschrägt; in trockenen Gegenden wird das Tal senkrecht eingeschnitten. Cañons von Kolorado mit senkrechten Wänden, 1000 bis 2000 m tief. Oft Talterrassen.

Im **Oberlauf** ist meist die (mechanische und chemische) Erosion am stärksten. Hier oft **Wasserfälle** und Stromschnellen. Im Mittellauf kommen mächtige Wasserfälle zustande, wenn der Fluß von hartem auf weiches Gestein übertritt (Rheinfall bei Schaffhausen; Niagarafälle des Lorenzstromes; Victoriafälle des Sambesi; die 1906 entdeckten Fälle des Iguazu).

Im **Mittellauf** überwiegt meist die Ablagerung. Windungen; Steilufer und Wiesenufer. Werder. Manche Flüsse erhöhen ihr Bett durch die mitgeführten Schottermassen (Po, Unstrut). Die Mündung der Nebenflüsse wird mit der Zeit stromabwärts verlagert, so daß sie unter spitzem Winkel einfließen. Die Etsch wurde so vom Po abgedrängt.

Im **Unterlauf** stärkste Ablagerung. Die **Mündung** ist ein Delta bei negativer Strandverschiebung; sie ist trompetenförmig (Aestuarium) bei positiver Strandverschiebung und bei starker Ebbe und Flut. Flüsse, die in Binnenseen münden, erzeugen meist starke Deltas (Wolga im kaspischen Meer; Amu und Syr im Aralsee). Manche langgestreckten Seen sind so durch den Flußschotter entzwei geschnitten worden (Züricher- und Walensee durch die Linth; Briener- und Tunersee durch die Lütchine).

## 7. Wirkung des Eises.

Die **Grenze des ewigen Schnees** hängt ab von der Niederschlagsmenge des Winters und von der Wärme des Sommers. Sie erreicht das Meer an einigen Stellen der Antarktis; höchste Lage im Karakorum (6000 m).

Die Schneemassen des Hochgebirgs gelangen talabwärts als Lawine und als **Gletscher**. Das Nährgebiet der Gletscher ist das Firnfeld. Hier verwandelt sich der Schnee durch den Druck der

oben liegenden Massen in Firneis (Regelation). Das Eis ist unter hohem Druck plastisch (Versuche in Preßzylindern). Der Eisstrom wird durch den Druck der oben liegenden Massen langsam talabwärts gepresst. Geschwindigkeit  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  m am Tag; Gletscher des Himalaja 2—3,5 m; grönländische Gletscher bis zu 20 m am Tag. Das Eis wird spröde, sowie der Druck nachläßt; daraus erklärt sich die Bildung von Längs- und Querspalten. An der Gletscherstirn brechen mächtige Flüsse hervor mit milchig trübem Wasser. Das Eis führt viel Schutt mit; dieser bleibt als **Moräne** liegen. Grund-, Stirn- und Seitenmoräne; Mittelmoräne, wenn zwei Gletscher zusammen fließen. Gletschertische. Gletschermühlen (so im Gletschergarten von Luzern). Alte Moränenlandschaft mit wirren Moränenzügen, Moränenseen und Rundhöckern. Einwirkung auf die Fjorde.

Grönland, das nördliche Sibirien und die Antarktis sind von einer 1000 bis 2000 m dicken Decke von **Inlandeis** bedeckt. Unter der grönländischen Eismasse liegt wohl ein Gebirge begraben. Am Rand ragen einzelne Felsklippen heraus (Nunataks), die durch Abschmelzen des Eises frei geworden sind; auf ihnen sollen noch keimfähige Samen gefunden worden sein. Das sibirische Eis ist von einer dünnen Sand- und Lehmschicht bedeckt und von Spalten durchzogen, die mit gefrorenem Lehm erfüllt sind. Darin finden sich die Leichen des Mammuts und des wollhaarigen Nashorns.

Vom Rand der Inlandeismassen gehen mächtige Gletscher ins Meer hinaus. Ihre Spitzen werden hier durch den Auftrieb abgebrochen und schwimmen als **Eisberge** weiter. Nur etwa  $\frac{1}{7}$  des Bergs ragt über das Wasser empor; der untere Teil wird vom Wasser zerfressen, zuletzt kippt der Eisberg um und streckt jetzt sein zackiges, vom Wasser zerfressenes Ende in die Luft. Die Eisberge des nördlichen atlantischen Ozeans stranden größtenteils an der Neufundlandbai; sie lagern hier eine Menge Moränenschutt ab und bedingen eine wesentliche Erniedrigung der Temperatur.

Jene Inlandeismassen sind Reste der mächtigen Gletschereisdecke, die zur **Eiszeit** (oder Diluvialzeit) große Teile der Erde überzog. Die Gletscher der Alpen hatten damals die ganze schwäbisch-bayrische Hochebene überzogen; die skandinavischen Gletscher hatten die Ostseesenke überschritten und waren bis an den Rand der deutschen Mittelgebirge vorgedrungen.

## 8. Verwitterung des Gesteins.

Das kohlenstoffhaltige **Wasser** wirkt **lösend** auf die meisten Gesteine. Steinsalz, Gips, Kalkspat, Kalk und Dolomit werden leicht gelöst. Schwerer löslich sind die Silikate, doch widerstehen auch sie nicht ganz: Die Alkalien, alkalischen Erden und das Eisen werden in Form von Karbonaten gelöst. Es bleiben schließlich zurück die Quarzkörner und die wasserhaltigen Silikate von Al und Mg, also die Mineralien der Kaolin- und Talkgruppe. In den Tropen entsteht statt des Tons meist Laterit; er enthält Bauxit (wasserhaltiges Aluminiumoxyd).

Neben der chemischen und mechanischen Wirkung des Wassers kommen noch in Betracht Temperaturwechsel, Spaltenfröste, Wind und Regen, endlich die Tätigkeit von Tieren und Pflanzen. Auf dem nackten Fels siedeln sich Bakterien und Flechten an, ihnen folgen Moose, dann höhere Pflanzen. Unter den Tieren besonders Regenwürmer und wühlende Nagetiere. Ein Endprodukt der Verwitterung ist die **Ackererde**; sie besteht aus kleinsten Gesteinsteilchen vermischt mit verwesenden organischen Resten, durchsetzt von Luftblasen.

Scharf ausgeprägte **Verwitterungsformen** trifft man vor allem im Kalkgebirge, aber auch auf andersartigen Böden. Erdpyramiden (Bozen, Kolorado). Lavamauern (Euganeen). Turmartige Bildungen (Adersbacher Bergland; sächsische Schweiz). Schratten und Karrenfelder (höhere Regionen der Alpen). Tropfsteinhöhlen und unterirdische Flußläufe im Kalkgebirge (Karst mit der Adelsberger Grotte und dem unterirdischen Poik; Zirknitzer See; Höhlen der schwäbischen Alb; Donauversickerung bei Tuttlingen; das Wasser kommt 11 Km südlich im Quelltopf der Aach wieder zum Vorschein). Dolinen (Karst).

## 9. Seen und Moore.

**Erste Einteilung:** I. **Eigentliche Binnenseen.** II. **Restseen** (Reste früherer Meere). Die letzteren besitzen meist große Tiefe; sie enthalten häufig Restformen in ihrer Tierwelt; sie sind von jungen Meeresschichten umgeben. Der Salzgehalt ist nicht maßgebend, da Meeresteile durch einmündende Ströme allmählich ausgesüßt werden (die Ostsee z. B. brackisch), während Binnenseen durch salzhaltige Ströme salzig werden, vor allem in Wüsten mit salzhaltigem Boden (Totes Meer, Urmia-See, Utah-See). Restseen sind vor allem: das Kaspische Meer, der Aralsee, Wener- und Wetter-See.

### **Zweite Einteilung:** I. **Abdämmungsseen.**

1. **Eisseen**, abgedämmt durch Gletscher, besonders in Grönland. 2. **Moränenseen**; Garda-See; viele Seen der Alpen, Skandinaviens und der norddeutschen Seenplatte. 3. **Strandseen** (Pommern, Landes). 4. **Kraterseen** (Maare der Eifel und Auvergne).

### II. **Austiefungsseen.**

1. **Erosionsseen**, durch Wasser ausgehöhlt. 2. **Eiserosionsseen**, viele runde Seen in den höheren Gebieten der Alpen. 3. **Auslaugungsseen** (Zirknitzer-See, Mansfelder-See). 4. **Tektonische Seen** (Totes Meer, ostafrikanische Seen, wohl auch Boden- und Zürcher-See und die meisten oberitalienischen Seen).

Die Seen wirken für die Ströme, die sie durchfließen, vor allem als **Klärbecken**. Bei größeren Seen schafft die Brandung oft eine **Terrasse**. Manchmal Hochterrassen als Zeichen eines einstigen höheren Wasserstandes; so bei den nordamerikanischen Seen, besonders dem großen Salzsee, der früher viel größer war.

**Moore** (Moose, Riede) kommen zustande, wenn Pflanzenteile unter Wasser unvollständig verwesen. Aus dem Torf bildet sich wohl im Lauf geologischer Zeiten Braun- und Steinkohle. Die Moorbildung fehlt in den Tropen fast ganz, weil hier die Verwesung zu stark ist. Einzelne Ausnahmen (z. B. in Surinam). a) **Niedermoore**, gebildet aus Sumpfgräsern, Hopfen, Erlen u. s. f. Die Pflanzendecke wächst vom Rand her allmählich über den Wasserspiegel weg. Oft auf Kalkboden. b) **Hochmoore**, gebildet vor allem aus Torfmoos, daneben Heidekraut, Legföhre u. a. Das Moospolster wölbt sich uhrglasförmig auf. Diese Moore brauchen viel Wasser und gedeihen nie auf Kalk, den die Torfmoose nicht ertragen. Die Grundlage des Moors wird oft gebildet durch **Faulschlamm** (Sapropel); er besteht aus den Resten mikroskopisch kleiner Lebewesen. Er kann bis zum Seespiegel emporwachsen; dann siedelt sich auf ihm eine Pflanzendecke an, die vermoort, Schwingmoor.

**Anhang:** Auf der Oberfläche des Heidebodens bilden sich aus abgefallenen Blättern u. s. f. Humussäuren, die sich im Wasser lösen. Sie dringen in die tieferen Schichten des Bodens ein, die reicher an Nährsalzen sind, fallen hier aus und bilden mit dem Sand zusammen den festen, rotbraunen **Ortstein**. Diesen können die Baumwurzeln nicht durchdringen; sie sind daher auf die sehr armen „Bleisande“ über dem Ortstein angewiesen.

**Das Erdöl** bildete sich wahrscheinlich durch Verwesung von Tierleichen unter Druck bei Luftabschluß. Unter dem Oel meist Salzwasser, darüber Gase. Die Oelquellen müssen erbohrt werden (Baku, Pennsylvanien). An der Luft nimmt das Erdöl O auf und verharzt; zuletzt wird es zu Erdpech oder Asphalt (Totes Meer, Baku).

## 10. Das Meer.

Salzgehalt des **Meerwassers** etwa  $3\frac{1}{2}\%$ . Größte Dichte unter  $0^{\circ}\text{C}$ . Das Bodenwasser zeigt also die tiefste Temperatur. Trotzdem gefriert das Meer von der Oberfläche aus, da für das Bodenwasser der Gefrierpunkt durch den Druck und durch den hohen Salzgehalt erniedrigt wird. Die

feinen Schlammteilchen umgeben sich mit einer kolloidalen Schicht und sinken deshalb im salzhaltigen Meerwasser etwa 15 mal schneller als im Süßwasser. Größte Meerestiefe = 9600 Meter (Nerotief bei den Marianen). Die überseeischen Landmassen hätten in den Meeresbecken etwa 13 mal Platz. Der **Meeresboden** zeigt Erhebungen von ungeheurer Ausdehnung, aber sehr kleinem Böschungswinkel; dieser übersteigt selten  $1^{\circ}$  und liegt auf weite Erstreckung unter  $17'$  (Wahrnehmungsgrenze).

**Brandung.** Vor allem die Steilküste wird stark angegriffen, sie verwandelt sich aber dabei mit der Zeit in eine Flachküste, dann wird die Wirkung abgestumpft. Die stärkste Wirkung ist möglich bei positiver Strandverschiebung. Dabei können ganze Gebirge zerstört werden (Abrasionsfläche nach Richthofen); so in der Carroo. Wenn die Senkung zu rasch fortschreitet, so versinkt das Gebirge (Carroo; China). Epigenetische Täler.

Besondere **Küstenformen**: Die hafenreiche **Limanenküste** kommt zustande, wenn härtere Gebirgsszüge senkrecht ins Meer hinauslaufen (Portugal, Schottland). Bei der **Riasküste** sind Flußtäler unter den Meeresspiegel gesunken (Korsika, N.W.-Spanien). Aehnlich bei der **Fjordküste**, nur ist hier das Tal durch Gletscher noch weiter ausgehöhlt worden (Norwegen). — Oft sind der Küste **Strandwälle** vorgelagert, hinter ihnen oft Strandseen. Auf ähnliche Art bilden sich an den Flußmündungen **Haffe** und **Nehrungen**.

#### **Ablagerungen des Meeres: A) Küstenablagerungen:**

1. **Oberste Strandzone**: Konglomerate und grobe Sandsteine. Wellenfurchen; Trocknungsrisse; Tierfährten; dickschalige Meertiere; Korallen. 2. **Zone der feineren Küstensande**. Dünnschalige Meertiere (Armfüßer, Haarsterne u. a.). 3. **Zone des Küstenschlamm**, etwa bis 1000 m Tiefe. Stets Strahl tierchen und Kieselalgen.

B) **Tiefseeablagerungen**: Reste von Schleimtierchen (Foraminiferen und Radiolarien). Schüppchen von Kalkalgen (Coccolithophoriden). Meteoriten und vulkanische Asche. Moränenschutt von Eisbergen und Ausscheidungen von Phosphorit, Mangan- oder Eisenoxyd (im Innern meist ein Knochen).

### **11. Geologische Wirkung von Pflanzen und Tieren.**

Ablagerung der Schalen von Schleimtierchen. — Bildung von Torf und Kohle. — Humusbildung. — Abscheidung von Kalksinter aus kalkhaltigem Wasser durch die Pflanzen. Dann besonders:

**Korallen.** Bau des Korallentiers, Stockbildung. Die Tiere brauchen festen Salzgehalt, Temperaturen von  $20$  bis  $25^{\circ}$  C. und Licht. Sie gehen meist nicht mehr als  $20$  m unter die Oberfläche.

**Drei Riff-Formen**: Strandriff mit schmaler Lagune; Wall- oder Barrièreriff mit breiter Lagune; Ringriff oder Atoll. Am Bau der Riffe beteiligen sich auch andere Tiere mit ihren Kalkschalen, vor allem auch die Kalkalgen. Mantel von Riffstein. Nach der Theorie Darwins werden alle Riffe ursprünglich als Strandriffe angelegt; durch positive Strandverschiebung wurden daraus zum Teil Wall- oder Ringriffe. Durchfahrten gegenüber der Mündung von Flüssen. Die Darwinsche Annahme wurde für die Südsee durch Bohrungen bestätigt. — Unter dem Einfluß des Meerwassers geht der Kalk allmählich in Dolomit über (Erklärung der Dolomiten in S.-Tirol).

# 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-

larien; 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 Plauenschen 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 ungefalt (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.); Schluchsee-massiv (im S.-O.). Durchzogen von den älteren Porphyren. Die Ketten streichen von S.-W. nach N.-O. Senkrecht dazu laufen die Erzgänge (edle Quarzgänge; Schwespatgänge 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 obern 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) **Rhätssandstein** (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 Angulatschichten 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*, Austerkalke 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  $\alpha$ , und fließen dann in steilem Abfall zum Neckar. Auf der andern Seite sickert das Wasser der ganzen Hochfläche durch bis  $\gamma$  und sammelt sich hier in großen Quelltöpfen, die ihr Wasser zur Donau entsenden (Blau, Lauter, Brenz). 3 terrassenförmige Stufen: 1. Stufe  $\alpha, \beta$  (Staufen, Stuifen). 2. Stufe  $\gamma, \delta$  (Achalm, Roßberg, Kornberg, Wasserberg, Burren). 3. Stufe  $\epsilon, \zeta$  (Hochfläche). Neben der normalen geschichteten Facies findet sich überall die rauhe Schwammfacies,  $\alpha$  neben  $\alpha'$  u. s. f.

**Unterer w. J.**  $\alpha, \beta$ . Unten Tone mit *Terebratula impressa*. Kragenplanulaten (*Perisphinctes*) durch den ganzen weißen Jura.

**Mittlerer w. J.**  $\gamma, \delta$ . Von hier an häufig die *Rhynchonella lacunosa*. *Opelia tenuilobata*.

**Oberer w. J.**  $\epsilon, \zeta$ . Die Hauptmasse ist  $\epsilon$  (Zuckerkorn, Dolomit, sog. Marmor mit Mangandriten). An einzelnen Stellen  $\zeta$  eingelagert. Die Hochfläche der Alb ist trocken (durchlässige Kalke; Wasserversorgung durch Pumpwerke). In  $\epsilon$  Korallen (bei Nattheim, Sirchingen).  $\zeta$  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 wohlerhaltene Einschlüsse: Würmer, Krebse, Insekten; Haie; die ersten Knochenfische; Flugsaurier; Archäopteryx.

### 3. Uebergang zur Kreide und Kreideformation.

Mit dem weißen Jura  $\zeta$  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 plazentale 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, Brütz (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 (Renttierjäger).

**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 Ohren, 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. **Solutréen**, bessere Zuschärfung der Werkzeuge.

Werkzeuge aus Elfenbein von Tieren und Menschen. **Magdalénien**, genannt nach der Höhle bei Magdalénien.

Werkzeuge in Elfenbein, Gemälde auf den Höhlenwänden. Funde vom Keßler Loch bei Thayinger Schussenquelle (Renntierjäger).

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

**Pfahlbauten** vor allem in den Seen der Schweiz; gut geglättet und poliert, oft durch die Bearbeitung. 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. bündel. Nach ihrem Abzug (9 v. Chr.) bei den **agri decumates**.



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

Rasse zusammen, stand zu dieser Rasse gehören. Sie zeigt nähere Verwandtschaft mit den Vorfahren von Menschen.

dar. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

England, Belgien, Portugal. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

von Mortillet für Frankreich. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

r. Funde bei Weimar. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

e, Industrie. Schnitzwerkzeuge. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

re. Nacheiszeit. Grabstätten. Hierher auch die Funde von Weimar.

einzeit liegt eine lange Pause. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

Dänemark. Töpferei, die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

asse nach Süden ein. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

s Diorit, Jadeit, Nephrit und Nutzpflanzen. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

An der Donau und in der Gegend der **Tiefstichkeramiker**. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

er. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

det, später Zinn zugegeben. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

die **mykenische Kultur**, die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

wird der Bronze schon beigemischt. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

erwendung des Eisens (z. B. in den Werkzeugen). Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

derte). Anfangs dient das Eisen zum Schmuck, die Bronze zum Werkzeug. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

er kehrt sich das Verhältnis um. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

später Hufeisendolch. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

n wohl durch Eindringen des Adels, letztere die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

wert, schwarze Tonwaren. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.

späten Latènezeit in der Gegend der **Tiefstichkeramiker**. Die Stellung der Rasse ist noch unsicher.