Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 7 (1897)
Heft: 5

Artikel: Aus der Geschichte der Erde : 4. Teil
Autor: Aeppli, Aug.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-789032

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Aus der Geschichte der Erde.

Von Dr. Aug. Aeppli, Zürich.

Übersicht der geologischen Formationen.

In den beiden ersten Vorträgen haben wir uns mit den Veränderungen beschäftigt, die durch das fliessende Wasser und das Eis noch heute an der Erdoberfläche hervorgebracht werden oder in den letzten geologischen Zeitabschnitten hervorgebracht worden sind. Heute will ich versuchen, eine Übersicht zu geben über die Entwicklungsgeschichte der Erde. Dabei haben wir uns zwei Fragen vorzulegen: 1. Was für Gesteine haben sich auf der Erde gebildet, und 2. wie teilt man den Zeitraum seit der Enstehung der Erde ein?

I.

Nach der Kant-Laplaceschen Theorie bestand einst das ganze Sonnensystem aus einem einzigen glühenden Gasball. Infolge der Rotation und der dadurch entstandenen Zentrifugalkraft lösten sich nacheinander die verschiedenen Planeten davon ab, erst die äussern, dann die innern. — Diese Schöpfungstheorie stimmt mit allen unsern Kenntnissen in Astronomie, Physik und Chemie so vortrefflich überein, dass wohl wenige wissenschaftliche Erklärungsversuche so fest begründet sind wie dieser.

Auch die Erde löste sich also einst als ein glühender Gasball, vielleicht schon mit feurig-flüssigem Kern, von dem Zentralkörper, der Sonne, als ein selbstleuchtender Stern los. Indem sie sich durch den kalten Weltraum bewegte, verlor sie durch Ausstrahlung immerwähend von ihrer Wärme. Nach der Bildung eines feurig-flüssigen Kerns musste es daher auf der geschmolzenen Masse einmal zur Entstehung einer festen Kruste kommen. Anfänglich noch dünn, wurde diese oft von Eruptionen des flüssigen Kerns durchbrochen und überflutet. — Die Gesteine, welche die erste Erstarrungskruste bildeten, waren jedenfalls Gneisse, also

Silikatgesteine; denn diese findet man überall auf der Erde als älteste, unterste Grundlage aller andern Schichten. Die Eruptivgesteine, welche die Kruste durchbrachen, waren Granite, Porphyre u. s. w.

Nach und nach sank die Temperatur so weit, dass der Wasserdampf der Atmosphäre sich kondensirte; es erfolgten die ersten Regengüsse und das Urmeer bildete sich. Damit begann die Tätigkeit des Wassers, das am einen Orte auflösend, zersetzend, transportirend auf die Gesteine wirkte, am andern Orte das fortgeführte Material wieder absetzte. Später trat das organische Leben auf und unterstützte die Bildung der neuen Ablagerungen aus dem Wasser, der Sedimente, in hervorragendem Masse. Die Reste der Organismen, die in diesen Sedimenten begraben wurden, dienen uns heute dazu, die geologischen Perioden voneinander zu trennen und eine bestimmte Alterfolge der Schichten festzustellen.

Die Sedimente, welche sich seit diesen undenklichen Zeiten mit oder ohne Beihülfe der Organismen gebildet haben, zeigen in ihrem chemischen Bestande eine merkwürdige Monotonie. Es sind drei Substanzen, aus denen in der Hauptsache alle Sedimente, trotz ihrer äussern Mannigfaltigkeit, zusammengesetzt sind:

Ton = wasserhaltiges Aluminiumsilikat,
Kalk = Calciumcarbonat,
Quarz = Siliciumdioxid.

Aus Ton bestehen zum Beispiel die Lager von plastischem Ton, ebenso die Tonschiefer; aus Kalk all die zahllosen Kalksteinschichten, welche ganze Gebirge zusammensetzen, die Kreide und der Marmor; aus einem Gemenge von Kalk und Ton in wechselndem Verhältnis der Mergel; aus Quarzkörnchen der Sandstein. Endlich gibt es noch Gesteine, die aus gröbern Trümmern älterer Gesteine bestehen, dahin gehören die Konglomerate, z. B. die Nagelfluh.

Diese verschiedenen Arten von Sedimenten sind nicht etwa zu verschiedenen Zeiten entstanden, so dass es eine Tonschieferperiode, eine Kalksteinperiode oder Sandsteinperiode gäbe. Vielmehr sind zu jeder Zeit alle Arten von Sedimenten, nur örtlich getrennt, gebildet worden. Das sehen wir noch heute. Wo z. B. ein Bach in einen unserer Seen mündet, da lagert er zunächst den groben Kies ab. Wenn dieser im Laufe der Zeit durch Kalkausscheidung verkittet wird, so enststeht dadurch Nagelfluh. — Einige hundert Meter weiter im See lagert der gleiche Bach feinen Sand ab, aus dem ein Sandstein entstehen kann. — Den feinen Kalk- und Tonschlamm endlich führt der Bach ganz in den See hinaus; daraus wird sich später eine Mergelschicht bilden. — Ist der See gross genug, oder wird durch Bäche nur wenig feiner Schlamm

zugeführt, so überwiegt in den tiefern Teilen ein chemischer Niederschlag von Kalk, dem sich allenfalls noch Schalen von kleinen Tieren beimengen. Aus solchem Kalkschlamm entsteht später ein Süsswasserkalk.

Auch im Meere haben wir die gleichen Erscheinungen, die durch die neuen Tiefseeforschungen bekannt geworden sind. Wo z. B. ein Meer an einer Steilküste brandet, wird zunächst am Ufer ein ganz grobes Konglomerat von mehr oder weniger gerundeten Steinen entstehen; in einiger Entfernung davon bleibt der Sand liegen, der durch die Brandung entsteht. — Weiter draussen, in der Flachsee, bis zu 200 *m* Tiefe, herrscht das reichste Tierleben, und hier können sich aus den Schalen von Muscheln oder den Gerüsten der Korallen ganze Felsschichten bilden. — In einer Tiefe von 1000—2000 *m* ist der Meeresboden bedeckt mit einem weissen Kalkschlamm, der fast ausschliesslich aus den Schälchen von Foraminiferen (Kreidetierchen) besteht. Aus dem wird einmal ein mariner Kalkstein, da und dort mit vereinzelten Resten freischwimmender, grösserer Tiere. — Endlich in einer Tiefe von 4000—6000 *m* und darunter lagert sich ein feiner, roter Tonschlamm ab, der vielleicht einmal ein Gestein liefert, wie etwa der Quartenschiefer ist.

Ebenso monoton in der allgemeinen chemischen Zusammensetzung wie die Sedimente, sind übrigens auch die Gesteine der ersten Erstarrungskruste und die vulkanischen oder Eruptivgesteine. Trotzdem dieselben im Aussehen, in der feinern Zusammensetzung und in der Struktur eine geradezu fabelhafte Mannigfaltigkeit aufweisen, so sind doch alles Silikatgesteine, d. h. sie bestehen aus Verbindungen der Kieselsäure, hauptsächlich mit den Metallen Na, K, Ca, Mg, Fe, Al.

II.

Den ungeheuer langen Zeitraum, der seit Entstehung der ersten Erstarrungskruste verflossen ist, pflegt man in vier grosse Abschnitte zu teilen: die archäische Ära = Urzeit, die paläozoische Ära = Altertum, die mesozoische Ära = Mittelalter und die känozoische Ära = Neuzeit. Die sämtlichen Ablagerungen einer Ära werden zusammengefasst als eine Formationsgruppe. — Eine Ära zerfällt sodann in verschiedene Perioden; die Sedimente einer Periode heissen eine Formation. Im Nachstehenden will ich versuchen, von den verschiedenen Perioden die charakteristischen Merkmale zusammenzustellen und dabei jedesmal besondere Rücksicht auf die Schweiz zu nehmen.

A. Archäische Formationsgruppe.

Diese zerfällt in

1. Urgneiss-Formation,
2. Glimmerschiefer-Formation,
3. Phyllit-Formation.

Die Urgneisse bilden die erste Erstarrungsrinde der Erde. Darin finden sich natürlich keine Spuren von Organismen. — Die Glimmerschiefer-Formation besteht vielleicht zum Teil, die Phyllit- (Urschiefer-) Formation sicher aus Sedimenten. Aber diese Sedimente sind durch chemische und physikalische Einwirkungen (Druck, Temperatur) im Laufe der Zeit so sehr verändert worden, dass sie vielfach den echten Gneissen sich nähern. Dies ist namentlich der Fall in Gebirgsgegenden, wo die ursprünglich horizontalen Gneisschichten steil aufgerichtet, ja sogar senkrecht gestellt worden sind, so auch in den Alpen, wo die obigen drei Abteilungen sich nicht überall leicht unterscheiden lassen. In den Alpen bestehen gerade die höchsten Partien aus diesen ältesten Gesteinen; sie treten in grossen Massen auf, den sogenannten Zentralmassiven: Mont Blanc, Aiguilles Rouges, Simplon, Gotthard, Finsteraarhorn, Adula etc. Ausser den echten Gneissen, welche in zahllosen, steilaufgerichteten Bänken vorkommen, finden sich Glimmerschiefer, Sericitschiefer, Talkschiefer, die vielleicht der obigen zweiten und dritten Formation entsprechen, ausserdem Alpengranit oder Protogin und echte Eruptivgesteine wie Diorit, Syenit, Amphibolit.

B. Paläozoische Formationsgruppe.

Dieselbe wird eingeteilt in: 1. Cambrium, 2. Silur, 3. Devon, 4. Carbon, 5. Perm (Dyas).

In der cambrischen Formation, welche namentlich in Deutschland, Schweden und England studirt worden ist, finden wir die ersten undeutlichen Reste von Organismen. Im Silur dagegen erscheint in allen Teilen Europas eine ziemlich reiche Meeresfauna, während die Pflanzenwelt fast nur durch Tange vertreten ist. Wir finden da eine Menge von Schnecken und Muscheln, sehr merkwürdige Krebse, die Trilobiten und als höchste Tiere die ersten Fische. Es sind Knorpelfische mit einem festen Knochenpanzer. Eigentümlich für das Silur ist auch die sehr zahlreiche Familie der Nautilus-Arten, von denen jetzt nur noch eine einzige Gattung lebt. Das Tier gehört mit den Tintenfischen in die Klasse der Kopffüsser, hat aber vier Kiemen, eine grosse Zahl von Fangarmen und eine äussere gekammerte Schale. Fossil findet

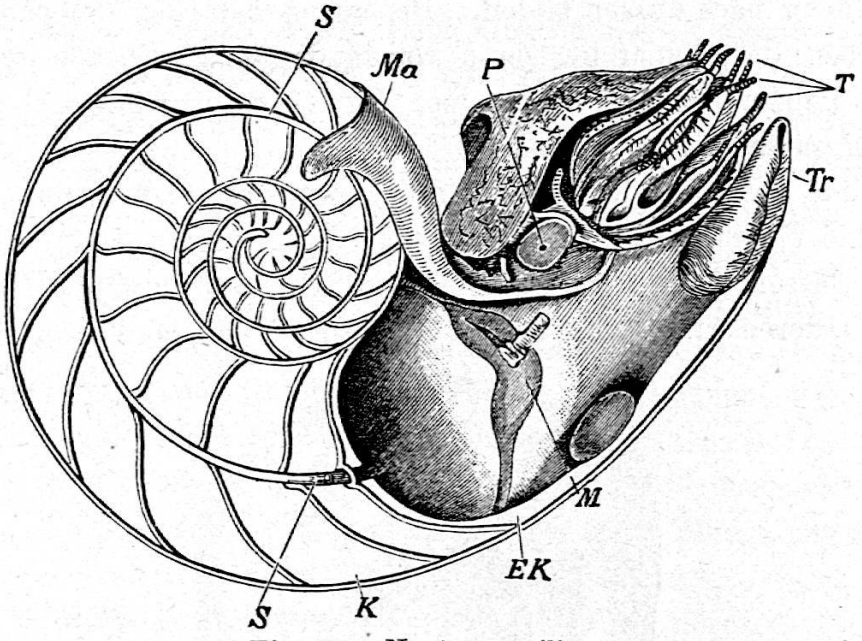

Fig. 25. Naut. pompilius,
jetzt noch lebender Vertreter der Kopffüsser mit gekammerter Schale.
T = Tentakel, Tr = Trichter, P = Pupille, M = Muskel, EK = Wohnkammer,
K = Luftkammer, S = Sipho, Ma = Mantel.

man die spiralig aufgewundenen Schalen. Die Kammerscheidewände sind an der Anwachsstelle flachwellig gebogen.

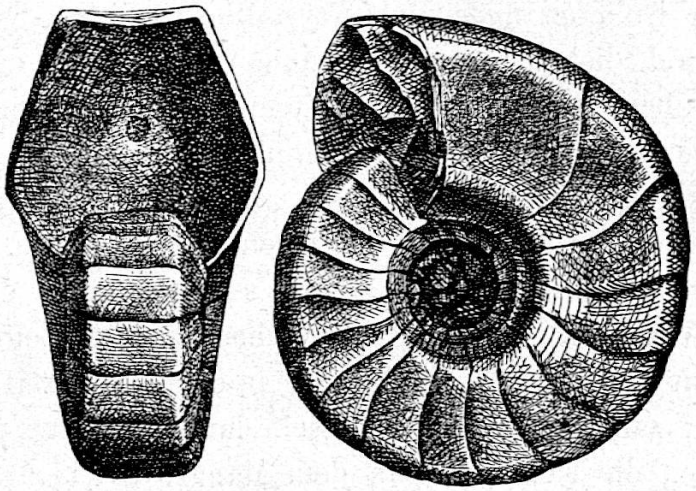

Fig. 26. Naut. bidorsatus,
von vorn — von der Seite.

Die Devon-Formation, welche gleich der vorigen zuerst in England genau erforscht wurde, bringt uns schon die ersten Gefässkryptogamen, also Landpflanzen. — Anstatt der Familie der Nautilidier haben wir hier die Familie der Goniatidier in ihrer höchsten Entwicklung nach Zahl der Arten und Individuen. Dieselbe unterscheidet sich von den Nautilidiern durch die komplizirteren Kammerscheidewände, die nicht mehr einfach wellig sind, sondern an der Anwachsstelle einen oder zwei

scharfe Bogen nach aussen bilden. Bis gegen das Ende der paläozoischen Ära sterben die Goniatidier dann vollständig aus. Ebenso geht es den plumpen Panzerfischen, welche hier ihre grösste Artenzahl erreichen, dann aber plötzlich verschwinden.

In der Schweiz finden wir mit Bezug auf Cambrium, Silur und Devon eine eigentümliche Erscheinung: Von den Gesteinen dieser drei Perioden lassen sich keine mit Gewissheit nachweisen. Die ältesten Sedimente, deren Alter sicher bestimmt werden kann, sind die carbonischen.

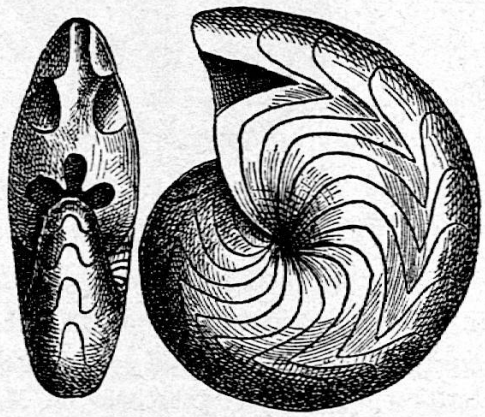

Fig. 27. Gonitatites rotatorius,
von vorn — von der Seite.

An Stelle aller früheren finden wir krystalline Schiefer, welche aus den Sedimenten durch hohen Druck entstanden sind. Bei dieser Metamorphose wurden aber nicht bloss die mineralischen Komponenten vielfach chemisch umgeformt, sondern auch allfällige Petrefakten zerstört oder wenigstens unkenntlich gemacht.

Die Carbon-Formation hat ihren Namen davon, dass sie nicht bloss Sedimente im gewöhnlichen Sinne, sondern auch die Steinkohlen erzeugt hat. Während nämlich in den vorhergehenden Zeiten die marinen Bildungen weitaus überwiegen, treffen wir in der Carbonzeit vielfach Landbildungen. Auf zahlreichen flachen Inseln fand sich eine überaus üppige Sumpfvegetation, die sich etwa mit dem Mangrovedickicht oder den Urwäldern tropischer Niederungen vergleichen lässt. Aber die Urwälder der Carbonzeit bestanden ausschliesslich aus blütenlosen Pflanzen, aus Gefässkryptogamen, deren nächste Verwandte heute in unsern Wäldern eine ganz bescheidene Rolle spielen. Da waren baumgrosse Bärlappgewächse, z. B. Siegelbäume, Schuppenbäume, ebensogrosse Baumfarne, Schachtelhalme etc. Im Schatten derselben schlichen auch schon die ersten Amphibien herum. — Die Schweiz ist nun bei der Verteilung dieser Kohlenschätze entschieden zu kurz gekommen. Einzig im Wallis kommen Steinkohlen in abbauwürdiger Menge vor, und zwar

durch die Gebirgsbildung in Anthrazit umgewandelt. Sodann findet sich noch etwas Carbon am Bristenstock und auf der Bifertenalp.

Da die Kohle zu ihrer Bildung die Existenz von Land voraussetzt, so folgt daraus, dass zu dieser Zeit hier eine flache Inselgruppe war, auf welcher die Kohlenpflanzen wachsen konnten. Jedenfalls war aber die Ausdehnung dieses Landes und die Höhe desselben gering.

Aus der Permformation finden wir denn auch, diesem Lande entsprechend, in der Schweiz Strand- und Seichtwasserbildungen. Dahin gehört der durch das ganze schweizerische Alpenland durchgehende Verrucano, ein Trümmergestein, von dem der Sernifit oder rote Ackerstein eine spezielle Abart ist. Der Verrucano besteht aus roten, bisweilen grünen oder weissen Sandsteinen und Konglomeraten, mit welchen lokal auch tonig-schiefrige Varietäten wechseln. Das Hauptgebiet für dieses Gestein ist das Glarnerland und Bünden nördlich vom Rhein, es kommt aber auch im Wallis vor. Zwischen den Verrucanoschichten findet man im Sernfgebiete vielfach ein echtes Eruptivgestein, den Melaphyr, (erratisch am Zürichsee häufig, z. B. Pflugstein) so dass damals auf unserem Gebiet tätige Vulkane existirt haben müssen. Mit diesen Strandbildungen verschwindet aber das Land in der Schweiz wieder, es wird durch die Brandung abgetragen oder versinkt im Meer. Die folgenden Schichten sind durchaus Tiefmeerbildung.

In anderen Ländern treten im Perm die ersten Koniferen auf; in der Tierwelt finden wir z. T. riesige Lurche mit Knochenpanzern und unter den Fischen die sogenannten Ganoiden (Schmelzschupper), das sind Knorpelfische mit glänzend emaillirten, knöchernen Schuppen und mit unsymmetrischem Schwanz.

C. Mesozoische Formationsgruppe.

Die grossen Unterabteilungen des Mesozoikums sind: 1. Trias, 2. Jura, 3. Kreide.

Die Triasformation hat ihren Namen davon, weil für Deutschland und die nördliche Schweiz eine Dreiteilung das natürlichste ist. Da unterscheidet man nämlich:

a) Buntsandstein;
b) Muschelkalk;
c) Keuper.

Die Buntsandsteinstufe besteht hauptsächlich aus roten Sandsteinen. Diese finden sich nur im äussersten Nordwesten der Schweiz an der Oberfläche, gehen dagegen in der Tiefe noch ein gutes Stück südlich. Seine Hauptentwicklung findet der Buntsandstein auf dem

Plateau des Schwarzwaldes und der Vogesen. Nach seiner Bildungsweise ist er ein Trümmergestein, das in der Nähe einer Küste entstanden ist; das Material dazu kam von dem uralten Festlande des Schwarzwaldes.

Der darauf lagernde Muschelkalk hat seinen Namen von der grossen Zahl von Muscheln, die er an vielen Stellen enthält. Es sind Tiere, die im Seichtmeer bis zu einer Tiefe von 200 *m* vorkommen; ausser zahlreichen Muscheln finden sich Reste von Seelilien, Seeigeln etc. Das Gestein ist vorherrschend Kalkstein. — Diese Stufe ist in der nordwestlichen Schweiz viel weiter herum entblösst zu finden als der Buntsandstein; sie tritt im tiefsten Teil vieler Juraquertäler zu Tage.

Der Keuper endlich besteht bei uns fast durchweg aus bunten (roten, grauen, grünen) Mergeln und aus Gips oder aus Anhydrit. In diese Stufe eingelagert finden sich auch die schweizerischen Salzlager von Äugst, Koblenz, Rheinfelden.

Während also die Triasschichten im Schwarzwald und im Gebiet des heutigen Juragebirges Strand- und Seichtmeerbildungen sind, haben die gleich alten Ablagerungen in den Schweizeralpen ganz tiefmeerischen Charakter. Da passt die obige Dreiteilung nicht mehr; denn da finden wir nur zweierlei Gesteine: den Röthidolomit und den Quartenschiefer. Ersterer ist ein Dolomit ($Ca\,CO_3 + Mg\,CO_3$), der inwendig aschgrau ist, aussen aber gelblich bis rötlich, staubig anwittert. Die Quartenschiefer bestehen aus roten und grünen Tonschiefern und Mergeln.

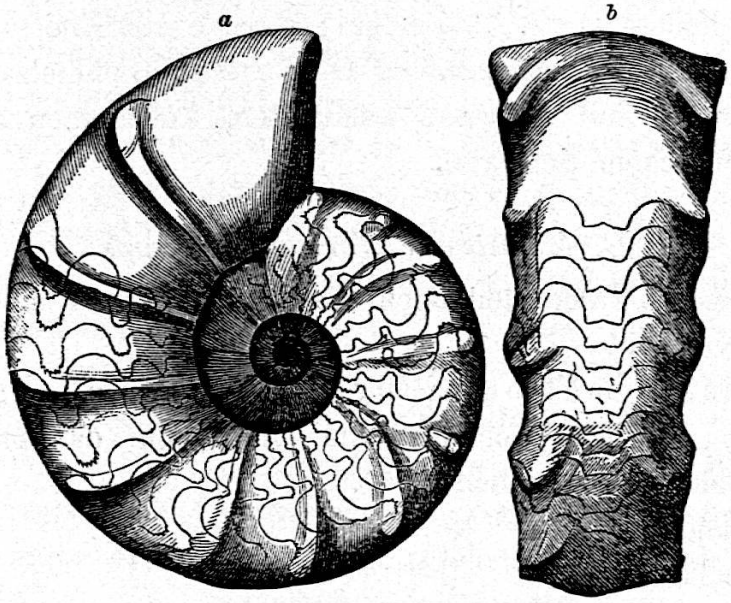

Fig. 28. Ceratites nodosus.
a = von der Seite; *b* = von hinten.

Im ganzen wird die Triasformation charakterisirt durch das Auftreten riesiger Schachtelhalme; ausser den Gefässkryptogamen erscheinen auch

die Nadelhölzer. Die früher erwähnte Gruppe der Kopffüsser mit gekammerter Schale (Nautilus, Goniatites) entwickelt sich weiter. Die in der Trias herrschende Gruppe Ceratites hat wieder komplizirtere Kammerscheidewände.

Endlich hat man in der Trias den ältesten Säugetierrest gefunden, nämlich von einer kleinen Beutelratte (Mikrolestes).

Die Juraformation hat ihren Namen von dem Juragebirge, weil dort diese Schichten sehr gut entwickelt sind, und weil sie dort zuerst gründlich untersucht wurden. Gewöhnlich wird diese Formation eingeteilt in:

a) Lias oder schwarzer Jura;
b) Dogger oder brauner Jura;
c) Malm oder weisser Jura.

Obige Farbenbezeichnungen sind dem Gebiet des geographischen Jura entnommen, passen aber dann in den Alpen nicht mehr. Die Gesteine aller drei Stufen bestehen aus Kalksteinen und Mergeln, die vielfach miteinander abwechseln. So z. B. herrschen im Lias die dunklen Mergel vor; im Dogger finden sich meist Kalksteine, die durch Eisenhydroxyd braun gefärbt sind. Sehr oft sind diese Kalksteine

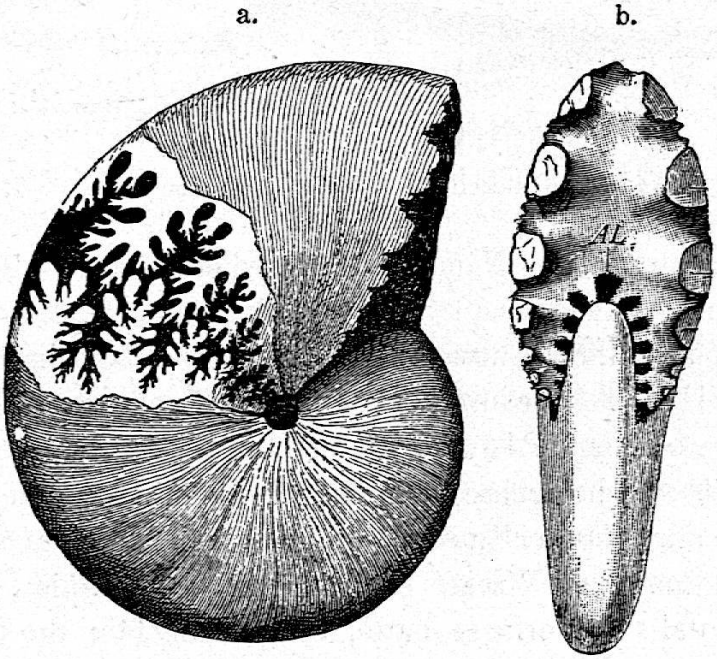

Fig. 29. Phylloceras (Ammonites) heterophyllus.
a = von der Seite, die gestreifte Schale z. T. weggesprengt um den Verlauf der Scheidewände zu zeigen. — *b* = von vorn; man sieht, dass sich die Fältelung der Scheidewände nur auf den Rand beschränkt; die mittlere Partie ist glatt.

oolithisch (Rogenstein). Der obere Dogger und der untere Malm enthalten in vielen Gegenden wieder eine Gruppe von Mergelschichten, und

der obere Malm endlich besteht ganz aus hellen, weissen oder gelblichen Kalksteinbänken.

Der Jura ist der klassische Boden für Versteinerungen; ausser einer Unzahl von Muscheln und Schnecken finden sich Reste von Seeigeln und von Korallen. Letztere bildeten z. B. im mittleren Schweizerjura (Solothurn) eine ganze Gruppe von flachen Koralleninseln. Die Gruppe der Kopffüsser erreicht hier ihre Blütezeit. Aus den Ceratidiern der Triaszeit entwickeln sich durch immer zunehmende Fältelung der Kammerscheidewände die eigentlichen Ammoniten.

Ferner erreicht die verwandte Familie der Belemniten hier ebenfalls ihre höchste Entwicklung. Es waren dies Kopffüsser mit acht kurzen und zwei langen Fangarmen und mit zwei Kiemen; eine äussere Schale fehlte ihnen. Dagegen besassen sie, ähnlich den heutigen Tintenfischen (Sepia), einen flachen Rückenschulp im Innern des Körpers. Der Schulp ging dann hinten in eine Art gekammerten Trichter (Phragmokon) über, an welchem ein massiver Kalkkeil (Rostrum) befestigt war. Gewöhnlich ist von dem ganzen Tier nur der Kalkkeil erhalten,

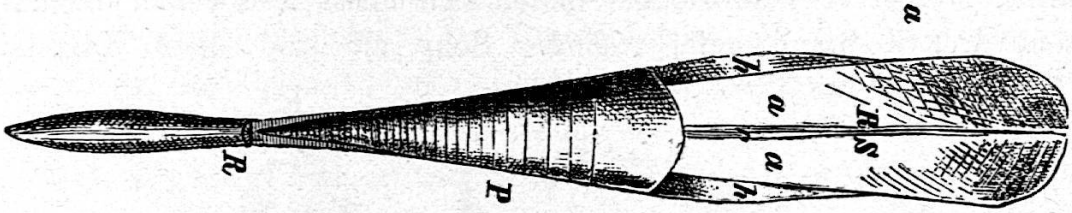

Fig. 30. Belemnites (restaurirt).
R = Rostrum, kompakter Kalkkeil; P = Phhragmokon; R S = Rückenschulp.

dem der Volksmund die Namen „Donnerkeil“ oder „Teufelsfinger“ gegeben hat.

Den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen sodann in dieser Epoche auch die Reptilien. Die drei bekanntesten Typen derselben sind der Ichthyosaurus, der Plesiosaurus und der Pterodaktylus. Der erste, auch Fischeidechse genannt, hatte die gedrungene Gestalt eines Delphins mit glatter Haut, einen Krokodilskopf, gewaltig grosse Augen und war auf dem Wasser ein gefährliches Raubtier. Der Plesiosaurus, der ebenfalls Ruderfüsse hatte, besass ungefähr die Gestalt eines gerupften Schwans, also einen sehr langen, schlanken Hals mit ziemlich kleinem Kopf. Der Pterodaktylus endlich war eine Flugeidechse, mit einer Flughaut, die vom kleinen Finger zu den Hinterbeinen und zum Schwanz sich zog.

Neben den Flugeidechsen tritt aber im weissen Jura auch der erste echte Vogel auf, Archäopterix, welcher mit Federflügeln flog, nicht

mit einer Flughaut. Endlich erscheinen in dieser Zeit auch die ersten Knochenfische und eine grössere Zahl von Beuteltieren.

Die Juraformation in den Alpen sieht etwas anders aus. Zwar passt auch da die gleiche Einteilung in Lias, Dogger und Malm, aber die Gesteine haben andere Farben als im Juragebirge. Namentlich ist der Malm nicht weiss, sondern ein inwendig dunkler, blaugrauer Kalkstein, der sogenannte Hochgebirgskalk, der eine Menge der bedeutendsten Gipfel bildet: Grosse Windgälle, Selbsanft, Tödi, Hauptmasse des Glärnisch, Mürtschenstock, Titlis, Eiger etc. Der Hochgebirgskalk ist zudem weit mächtiger als der Malm im Juragebirge, und endlich ist er eine Tiefmeerbildung, 1000—2000 *m* unter dem Meeresspiegel gebildet, während wir im Juragebirge aus dieser Zeit viele Schwammbänke und Korallenriffe finden, also Reste von Tieren, die in einer Tiefe von 100—200 *m* leben.

Aus der Kreidezeit stammt die weisse Schreibkreide, wie sie in Nordfrankreich, Südengland etc. auftritt; daher hat die Epoche auch ihren Namen. Charakteristisch für diese Zeit ist das Neuauftreten der Laubhölzer und zwar der Monokotyledonen. Dagegen sterben die Ammoniten, Belemniten und die grossen Saurier in der Kreide aus. In der Schweiz sind die Ablagerungen dieser Zeit nicht weisse Schreibkreide, sondern wechselnde Komplexe von Mergeln und Kalksteinen. Die alpine Kreide lässt sich am besten einteilen in:

a) Neocom: Mergel, kieselige Kalksteine;
b) Schrattenkalk: Kalkstein, oft von Korallen gebildet;
c) Gault: Mergel, Grünsandstein;
d) Seewerkalk: Kalkstein.

Im Juragebiet findet sich die Kreideformation erst westlich von Biel, im östlichen Jura fehlt sie. Der Niveauunterschied zwischen Alpen und Jura, wie er schon in der Jurazeit existirte, bleibt also bestehen: Die alpinen Juragesteine sind noch Tiefmeerbildungen, die gleichalten im Juragebirge Seichtmeerbildung; — die alpinen Kreidegesteine sind Seichtmeerbildung, der östliche Jura aber hat sich zu dieser Zeit schon über Wasser gehoben, so dass hier keine Kreidegesteine sich bilden konnten.

D. Die känozoische Formationsgruppe.

Die Einteilung des vierten Hauptabschnittes der Erdgeschichte ist noch etwas schwankend. Auf die schweizerischen Verhältnisse passt am besten die folgende:

a) Tertiär: 1. Eocän, 2. Miocän, 3. Pliocän;
b) Quartär.

Die eocänen Schichten zeigen in ganz Zentraleuropa eine durchaus tropische Flora mit zahlreichen Palmen etc. Zur gleichen Zeit tritt in Europa die erste grosse Säugetierfauna auf. Das sind keine Beuteltiere mehr, sondern Placentaltiere in grosser Artenzahl. Darunter herrschen die Huftiere weitaus vor; es sind die Vorläufer der heutigen Paarhufer und Unpaarhufer.

In den Alpen finden wir als Ablagerungen dieser Zeit einen weichen Mergel, den Flysch, und darin eingelagert Bänke von Nummulitenkalk, stellenweise (Steinbach bei Einsiedeln) mit Korallen. — Im ganzen schweizerischen Jura fehlen dagegen marine Ablagerungen; der Jura war schon Festland, wofür die Bohnerztone mit Knochen von Landsäugetieren (Egerkingen) den Beweis liefern.

Am Schluss der Eocänzeit stehen wir an einem für unser Land sehr wichtigen Wendepunkt: Von den allerältesten Sedimenten bis und mit dem Eocän sind im alpinen Gebiet alle Ablagerungen im wesentlichen parallel zu einander, auf dem gleichen Meeresboden erfolgt; die Schichten sind konkordant. Das Meer hat dabei einzig an Tiefe abgenommen. Ähnlich verhält es sich im Jura, nur ist derselbe dabei durch langsame Hebung zuerst im östlichen Teile (Kreidezeit), dann in seiner ganzen Länge (Eocänzeit) über Wasser gekommen. Er bildete aber noch kein Faltengebirge wie heute, sondern ein flaches Tafelland mit horizontaler Schichtlage, wie es im schwäbischen Jura jetzt noch ist.

Mit der Miocänzeit tritt sodann die hauptsächliche Hebung der Alpen und des Jura ein, indem die Gesteinsschichten in horizontaler Richtung, von Südosten her, zusammengeschoben werden. Dabei mussten sie sich nach oben oder unten biegen und bildeten so die zahlreichen Falten, aus denen sich der Jura und die Alpen zusammensetzen. — Zwischen Alpen und Jura blieb noch der breite Streifen des heutigen schweizerischen Mittellandes mit Wasser bedeckt. In dieses Meer, beziehungsweise diesen Süsswassersee, hinein spülten die Flüsse von den Alpen und vom Jura her ihre Geschiebe und lagerten darin so die miocäne Nagelfluh (Napf, Rigi-Rossberg, Hirzli-Speer), die Sandsteine (Molasse) und die Mergelschichten des schweizerischen Mittellandes ab. Auf einzelnen verlandeten Stellen des Molassesees siedelten sich Pflanzen in grosser Menge an und bildeten die vereinzelten Braunkohlenlager (Käpfnach, Elgg, Palézieux).

Die Flora und Fauna dieser Kohlenlager weist auf ein subtropisches Klima hin; es finden sich Palmen, Lorbeer- und Kampherbäume etc. Unter den Säugetieren spielen die grossen Dickhäuter: Rhinoceros, Mastodon, Dinotherium, die erste Rolle.

Ablagerungen der Pliocänzeit fehlen in der Schweiz; der Molassesee war eben ausgefüllt. Die Faltung und Hebung der Alpen ging immer noch weiter; daher hatten die Flüsse ein grosses Gefäll; sie schnitten sich ein und führten das Geschiebe bis ausserhalb unseres Landes. In andern Teilen Europas haben Flora und Fauna einen ähnlichen Charakter wie im Miocän. In Amerika finden sich in pliocänen Schichten auch Reste (Knochen und Artefakte) vom Menschen.

Der letzte Abschnitt der Erdgeschichte, das Quartär, zerfällt in

1. Diluvium und
2. Alluvium (die Gegenwart im geologischen Sinn).

Über die Einteilung des Diluviums in drei Eiszeiten und zwei Interglazialzeiten habe ich bereits berichtet. Ich füge hier noch bei, dass die diluviale Flora und Fauna da, wo nicht gerade Eis lag, arktische Pflanzen und Tiere aufweist, z. B. die Zwergbirke, die Polarweide, das Rentier, den Lemming, den Polarfuchs, den Moschusochsen etc. Von den grossen Dickhäutern der Tertiärzeit hat sich das langhaarige Mammut in diese Zeit hinüber gerettet, stirbt dann aber im Quartär aus. Ausserdem findet sich eine zahlreiche Raubtierfauna: Höhlenbär, Höhlenlöwe, Höhlenhyäne, Machairodus etc. Im Diluvium findet man auch in Europa sichere menschliche Überreste.

* * *

Aus dieser gedrängten Übersicht der geologischen Schichtreiche lassen sich u. a. folgende Tatsachen zusammenstellen: 1. Schon im Silur treten Pflanzen und Tiere deutlich getrennt auf, die verschiedenen Kreise und teilweise auch die Klassen des Tierreichs sind hier schon vorhanden. Mittelformen zwischen den Klassen müssen also meistens in noch ältern Schichten liegen, die keine erkennbaren Versteinerungen enthalten. Immerhin kommen unter den vorhandenen Versteinerungen noch sogenannte Kollektivtypen vor, die eine ganze Reihe von Merkmalen jetzt scharf getrennter Tierklassen vereinigen. So besitzt der Urvogel, Archäopterix, zwar die Federn und den Schnabel der Vögel und kann fliegen, aber er hat einen langen Eidechsenschwanz und Reptilienzähne. Manche grosse Eidechsen dagegen (Dinosaurier) haben in ihrem Knochenbau die grösste Ähnlichkeit mit dem heutigen Strauss.

2. Die Pflanzenwelt beginnt deutlich mit niedrigen Formen und schreitet zu immer höher entwickelten fort, während die ältern, tieferstehenden Formen an Zahl und Mannigfaltigkeit nach und nach zurücktreten: Tange und Gefässkryptogamen im Silur und Devon, höchste Entwicklung und alleinige Herrschaft der Gefässkryptogamen im Carbon, Gymnospermen (Nadelhölzer) in der Trias, Monokotyledonen in der Kreide, Dikotyledonen im Tertiär und Quartär.

3. Innerhalb eines Tierkreises oder selbst einer Klasse können wir die gleiche aufsteigende Entwicklung konstatiren: Die Wirbeltiere beginnen im Silur mit den niedrigsten Formen, den Knorpelfischen. Im Carbon finden wir die ersten Amphibien oder eigentlich Zwischenformen von Amphibien und Reptilien; im Jura erst erscheinen die Knochenfische und die ersten Vögel, während die Reptilien hier ihre grösste Artenzahl erreichen. Von den Säugetieren treten zuerst die niedrigst organisirten, die Beuteltiere, mit kleinen Formen auf; erst im Tertiär beginnt eine gewaltige Entwicklung der Säugetiere nach Artenzahl und Grösse.

4. Auch die Vorherrschaft im Pflanzen- resp. Tierreich mit Bezug auf Grösse der Individuen bewegt sich in aufsteigender Linie: So herrschen im Carbon als baumgrosse Formen die Gefässkryptogamen, in der Kreide die Monokotyledonen und jetzt die Dikotyledonen vor. So finden wir als grösste Tiere in der Trias elephantengrosse Panzerlurche, im Jura ebenso grosse Reptilien, und erst im Tertiär und Quartär finden sich die grössten Tierformen in der Klasse der Säugetiere (Dickhäuter, Wale).

5. Eine der merkwürdigsten Entwicklungen zeigt die Klasse der Kopffüsser (Cephalopoden) in der Gruppe der Ammonitidier im weitern Sinn. Einerseits finden wir eine stetig fortschreitende Entwicklung, wie sich aus den Figuren 26—29 ergibt, indem die Kammerscheidewände sich von der Silur- bis zur Kreidezeit immer komplizirter fälteln. Andererseits aber macht diese Gruppe gewissermassen viermal eine Blütezeit durch, nur jedesmal in einer andern Familie, und jedesmal stirbt die betreffende Familie ganz oder beinahe aus, nachdem sie einen ausserordentlichen Formenreichtum erreicht hat. Im Silur ist es die Familie der Nautilidier, im Devon diejenige der Goniatidier; in der Trias sind es die Ceratidier und im Jura und in der Kreide die Ammoniten, welche uns dieses Schauspiel gewähren. Von all der Ammonitenherrlichkeit ist nichts bis heute geblieben als die einzige Gattung Nautilus, die älteste von allen, die sich am wenigsten von der Urform entfernt hat. Es macht also ganz den Eindruck, als hätte sich die Entwicklung der Ammonitidier in eine Sackgasse verrannt, aus der es keinen Ausweg mehr gab; erhalten blieben in diesem Fall nur diejenigen Formen, die konservativ beim alten Typus stehen blieben.

Trotz solcher Ausnahmen aber bietet die geologische Schichtreihe im grossen und ganzen doch das Bild einer aufsteigenden Entwicklung der organischen Welt von einfachen zu höher organisirten Lebewesen.