

GEOLOGIE

SERIE L • BAND 3
EINZELBAND 60 PF

* * * *

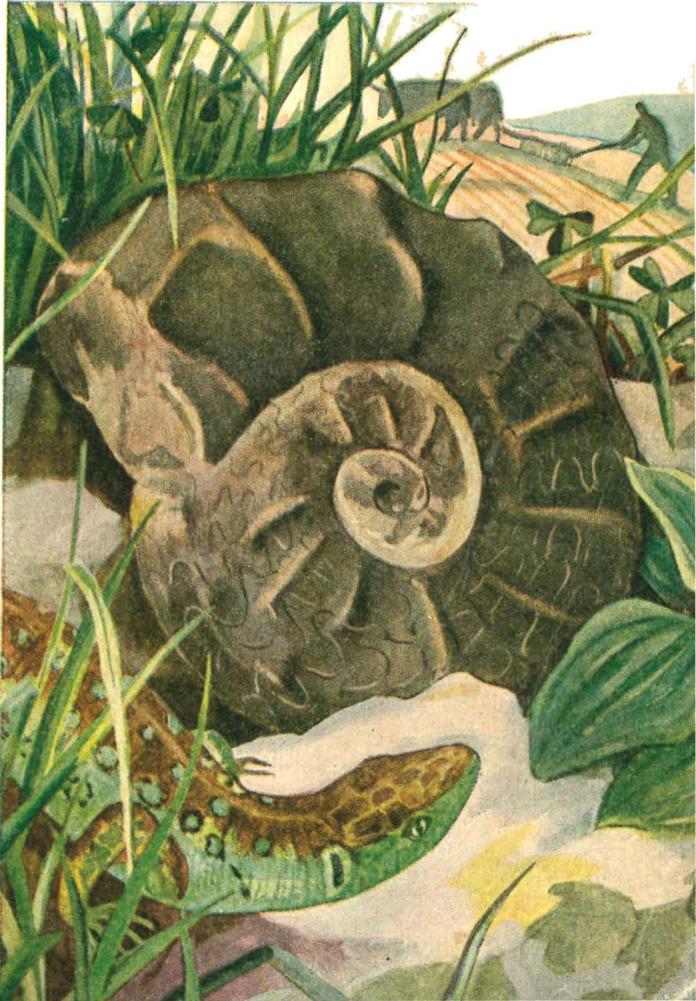
DIE FORMATIONSTABELLE

ENTSTEHUNG UND BEDEUTUNG
DER GEOLOGISCHEN ZEITAFEL

Die Hochflächen der Ceratiten-schichten des Oberen Muschelkalkes liefern karge Böden; die Äcker, die sie tragen, sind steinig, und das Regenwasser versickert rasch im klüftigen, durchlässigen Untergrund. Um so ergiebiger ist das Gelände für den Geologen und Steinsammler. Unter den Lesesteinen, die der Bauer immer von neuem aus seinen Feldern ausliert und an den Rain und auf die Wege wirft, findet sich in Mengen der *Ceratites nodosus*, das knotige Ammonshorn, und viele andere Arten seiner vielgestaltigen Gattung. Was wir sehen, ist ein Steinkern, die festgewordene Schlammfüllung der einstigen, längst vom Bodenwasser aufgelösten Kalkschale. Im Vordergrund erkennen wir die Wohnkammer, dann folgen die Konturen der Scheidewände, durch die die spiralig aufgerollte Schale in zahlreiche Luftkammern gegliedert wurde.



VOLK UND WISSEN VERLAG
BERLIN / LEIPZIG



Dieser Band wurde von Dr. Hans Weber, Ilmenau, verfaßt. Die Textillustrationen und Farbbilder auf Titel- und Umschlagrückseite stammen von Hans Mau, Leipzig.

DIE FORMATIONS- TABELLE

ENTSTEHUNG UND BEDEUTUNG
DER GEOLOGISCHEN ZEITAFEL

VOLK UND WISSEN SAMMELBUCHEREI
NATUR UND WISSEN · SERIE L · BAND 3



VOLK UND WISSEN VERLAG
B E R L I N / L E I P Z I G

INHALT	Vorwort	3
	1 Die Sedimentgesteine und ihr Altersverhältnis als Grundlage der Formationstabelle	4
	2 Der Ursprung der Formationstabelle	9
	3 Die Formationsgruppen oder Epochen	15
	4 Die Formationen des Paläozoikums	19
	5 Die Formationen des Mesozoikums und des Neozoikums	30
	Nachwort	41
	Fach- und Fremdwörter	44
	Biographisches	48

PREIS 60 PFENNIG

Bestell-Nr. **12564**

Gesetzt von B.G.Teubner in Leipzig (M 109)
 Druck des Umschlages von Wolfgang Leff, Borsdorf bei
 Leipzig (M 15), und des Innenteils von Volk und Wissen
 Verlag GmbH, Leipzig, Abt. Druckerei (M 242)
 Lizenz-Nr. 334 · 1000/49-1-228 · 1.-50. Tausend 1949
 Alle Rechte vorbehalten

Die Tabelle der geologischen Formationen ist jedem einzelnen Bande der Serie »Geologie« unserer Sammelbücherei »Natur und Wissen« beigegeben. Schon daraus geht hervor, welche Bedeutung wir der Kenntnis dieser Übersicht der Gesteinsschichten beimessen, die gleichzeitig eine Gliederung der Erdgeschichte in längere und kürzere Zeitabschnitte darstellt. Jeder, der sich mit geologischen Fragen beschäftigt, der allgemeinverständliche Schriften liest oder gar fachwissenschaftliche Arbeiten zur Hand nimmt, der Gesteine, Mineralien oder Fossilien sammelt, wird fortwährend auf die in der Tabelle enthaltenen Namen stoßen und zu einem wirklichen Verständnis erst dann gelangen, wenn sie ihm bis zu den Unterabteilungen hinunter vollkommen geläufig sind. So ist es für den Anfänger unumgänglich notwendig, bei seinen Studien die Tabelle stets zur Hand zu haben. Es wird am besten sein, sich zunächst einmal die Formationen einschließlich ihrer Unterabteilungen und die fünf Gruppen, zu denen sie zusammengefaßt sind, also die großen Perioden der Erdgeschichte, fest einzuprägen.

Ist es jedoch richtig, sein Gedächtnis mit mehr als 40 Namen zu belasten, denen ein Inhalt erst noch gegeben werden soll? Muß nicht jeder einzelne Begriff erst erarbeitet werden?

Wer in eine Wissenschaft eindringen will, hat sich viele Einzelheiten mechanisch anzueignen! Bei den Fremdsprachen sind es die Vokabeln; im Rechnen muß man sich das Einmaleins so gut eingepreßt haben, daß es jederzeit gegenwärtig ist. So bedeutet auch die Beherrschung der Formations-tabelle die selbstverständliche Voraussetzung für jegliche Beschäftigung mit Fragen der Geologie, der Gesteinskunde und der Paläontologie, z. T. auch der Mineralogie und bestimmter Zweige der Geographie. Nur Schritt für Schritt dringt der angehende Geologe und Sammler in die neue Wissenschaft ein und vermag seine Studien nicht sogleich auf den gesamten Bereich der Erdgeschichte auszudehnen. Deshalb würden ihm noch lange Zeit viele dieser Namen inhaltlose Fachwörter bleiben, mit denen er so lange keine rechte Vorstellung zu verbinden weiß, bis er einmal Gelegenheit hat, sich auch mit den ihm fernerliegenden Stufen oder Formationen zu beschäftigen. Hier will unser Band helfend eingreifen. Er soll dem jungen Forscher eine vorläufige Übersicht und ein — wenn auch zunächst nur formales — Verständnis jener Gliederung vermitteln, die aus der Tätigkeit vieler Geologen und Paläontologen erwachsen ist und an deren weiterer Ausgestaltung und Verfeinerung auch heute noch ununterbrochen gearbeitet wird.

1 Die Sedimentgesteine und ihr Altersverhältnis als Grundlage der Formationstabelle

Die Formationstabelle ist aus der Erforschung der Sedimentgesteine hervorgegangen. Darunter versteht man alle jene Bildungen der Erdkruste, die durch Ablagerung entstanden sind. Das wichtigste Medium, das den Absatz von Gesteinsmaterial vermittelt, ist das Wasser in seinen verschiedenen Erscheinungsformen. An zahlreichen Stellen des festen Landes werden von den Bächen und Flüssen, wenn ihre Geschwindigkeit nachläßt und sich ihre Transportkraft damit vermindert, gröbere und feinere Massen, Gerölle und Sand, Lehm oder Tonschlamm abgesetzt. Was nicht liegenbleibt, gelangt schließlich in das Meer hinaus und breitet sich auf dessen Grunde aus, ihn weithin mit Sand- und Schlacklagen überziehend. Gegen die Ränder der Inseln und Kontinente branden die Meereswogen, zerstören an den Steilküsten auch die festesten Gesteine und lagern ihre Trümmer am Strande und in der Nähe des festen Landes wieder ab. In den kalten Zonen der Erde und in den Hochgebirgen, wo die Temperatur einen großen Teil des Jahres unter dem Gefrierpunkt liegt, bewegt sich das Wasser in gefrorenem Zustande fort; gewaltige Inlandeismassen und Talgletscher verhüllen den Untergrund und lagern dort, wo sie abschmelzen, die mitgeführte Moräne ab. Auch der Wind ist imstande, Sedimente zu erzeugen. Staubbeladene Stürme der Eiszeit haben in den damaligen Tundren und Steppen der nördlichen Halbkugel den feinen Löß abgesetzt, und noch heute breitet der Wind in den riesigen Trockengebieten der Erde den Sand der Wüsten aus. Alle diese durch die mechanische Tätigkeit des fließenden und des stehenden Wassers, des Eises und der bewegten Luft entstandenen Ablagerungen bezeichnet man als klastische oder mechanische Sedimente oder auch als Trümmergesteine. Ihnen gegenüber stehen die chemischen Sedimente, die aus den im Wasser gelösten Stoffen hervorgegangen sind. Durch chemische Umsetzungen der verschiedensten Art wie auch durch die Ausflockung kolloider Stoffe, ferner durch die Eintrocknung von Binnenseen und flachen Meeresbuchten in trockenen und heißen Klimaten sind sie zu allen Zeiten, oft in bedeutender Mächtigkeit, entstanden. In vielen Fällen erfolgt die Ausscheidung auch auf dem Umweg über die lebenden Wesen. Zahllose Tiere, aber auch manche Pflanzengruppen bauen sich Skelette, namentlich aus kohlensaurem Kalk, die sich nach dem Tode ihrer Träger im Meere und im Süßwasser zu ausgedehnten Ablagerungen anhäufen. Auch die aus den Resten abgestorbener Pflanzen hervorgegangenen Torf- und Kohlenlager gehören zu diesen bio- oder organogenen Sedi-

menten. Ursprünglich locker und oft von Wasser durchtränkt, verdichten sich schließlich die Ablagerungen aller Art und werden zu mehr oder weniger festem Gestein.

Alle diese Dinge sind uns heute ebenso geläufig und selbstverständlich wie die Tatsache, daß die Sedimentbildung seit sehr langer Zeit in fast allen Teilen der Erde ununterbrochen vor sich geht. Wir sind es auch längst gewöhnt, im Untergrunde unserer Heimat Gesteine zu finden, die, wie die in ihnen erhaltenen Lebensspuren beweisen, im Meere entstanden sind. Sie zeigen uns, daß das Land damals, als das betreffende Gestein abgesetzt wurde, von Wasser bedeckt gewesen ist; ja, wir wissen längst und nehmen es ebenfalls als selbstverständlich hin, daß bei uns im Laufe der Erdgeschichte festes Land und Meeresbedeckung ziemlich häufig abgewechselt haben. Da sich die Bedingungen, unter denen die Sedimentation erfolgt, im Meere meist über große Strecken hin nicht oder nur ganz geringfügig ändern, so wundern wir uns nicht, das gleiche Gestein mit denselben Fossilien oft an verschiedenen, weit voneinander entfernten Stellen anzutreffen. In gleicher oder in sehr ähnlicher Ausbildung tritt das ältere Paläozoikum im Harz und im Rheinischen Schiefergebirge, der Muschelkalk in Franken, Thüringen und Hessen, der Jura in Süddeutschland und im nordöstlichen Frankreich auf.

Ein Kennzeichen der meisten Sedimente, das sich aus ihrer Entstehung ergibt, ist die Schichtung. Korn um Korn, Lage um Lage des zum Absatz kommenden Materials sinken zu Boden, werden übereinandergeschichtet und ausgebreitet. Bleiben Korngröße und Material längere Zeit unverändert, so erhalten wir ein Gestein, das in senkrechter Richtung keine Änderung seiner Beschaffenheit, also keine Schichtung zeigt. Tritt aber ein Wechsel in der Größe oder Gestalt der abgesetzten Teile oder gar der Stoffart selbst ein, so werden wir ihn später auf dem Anschnitt, wenn die Ablagerung locker geblieben ist, auf dem Querbruch, wenn sie sich verfestigt hat, als Schichtgrenze wiedererkennen. Genau so wirkt eine vorübergehende Unterbrechung des Ablagerungsvorganges.

Daß von zwei Schichten, die übereinanderliegen, die obere später entstanden, also jünger sein muß als die untere, bedarf keiner weiteren Erläuterung. Mit dieser fast selbstverständlichen Erkenntnis ist uns die Möglichkeit gegeben, das Altersverhältnis beliebiger Horizonte zu ermitteln. Haben wir in einem Aufschluß (Abb. 1 oben) eine Folge geschichteter Sedimentgesteine vor uns, so wissen wir, daß jede einzelne Lage älter als ihr gesamtes Hangendes und jünger als ihr gesamtes Liegendes ist. Unter dem Hangenden versteht man alles, was sich über einem bestimmten Punkt oder einer Gesteinsbank, unter dem Liegenden alles, was sich darunter befindet. Der tiefste Horizont (a),

der uns in dem Steinbruch eben noch zugänglich ist, muß der älteste, der oberste, unter dem Verwitterungsboden gerade noch sichtbare (b) der jüngste der aufgeschlossenen Schichtfolge sein. Untersuchen wir daher die einzelnen Bänke und legen ein Verzeichnis in der Reihenfolge an, in der sie von unten nach oben einander ablösen, so stellt ein derartiges Profil gleichzeitig auch eine Altersfolge dar. Und ebenso wie wir einer Geschichtstabelle entnehmen können, was sich in den aufeinanderfolgenden Jahren ereignet hat, so zeigt uns das geologische Profil den Ablauf der Erdgeschichte an dem betreffenden Punkte an, und zwar für den Zeitraum, der vom Beginn der Ablagerung der Schicht a bis zum Ende der Ablagerung der Schicht b verflissen ist. Denn wir können ja aus der Beschaffenheit eines Gesteins und aus den Fossilien, die es enthält, oft sehr weitgehende Schlüsse auf die Verhältnisse ziehen, die zur Zeit seiner Entstehung geherrscht haben: ob die Stelle landfest oder vom Meere bedeckt, ob das Meer flach oder tief gewesen ist, ob sich ein Horizont im langsam oder im lebhaft fließenden oder im stehenden Wasser abgesetzt

Abb. 1
Verknüpfung der
Schichtfolge
zweier Aufschlüsse
mittels eines
Leithorizontes
Erklärung im Text

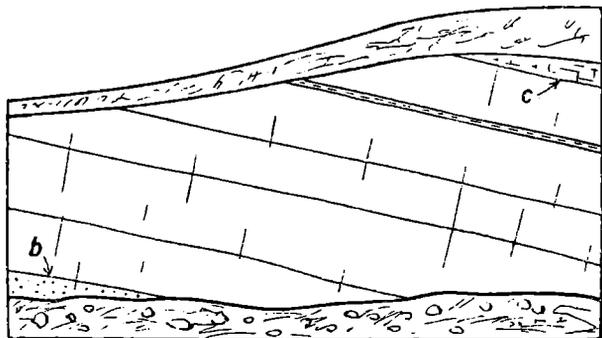
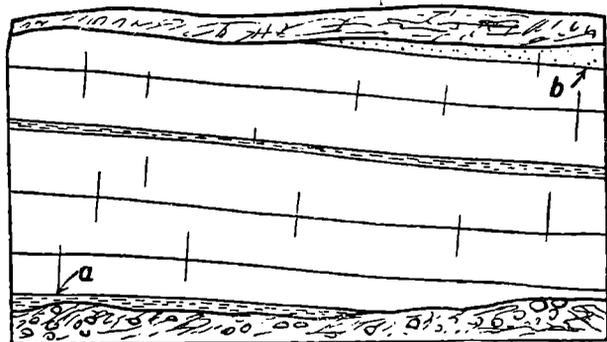
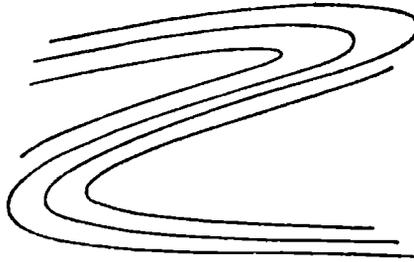


Abb. 2 Überkippte Schichten im Schenkel einer liegenden Falte



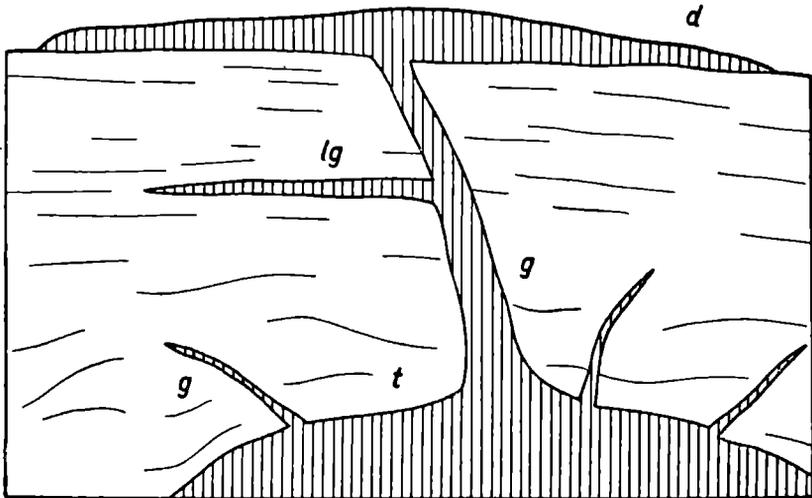
hat usw. Selbst das Klima und seine Veränderungen, das Relief der näheren und der weiteren Umgebung und Krustenbewegungen verschiedener Art lassen sich unter Umständen aus einem solchen Profil ablesen.

Nehmen wir einmal an, der Horizont b unserer Schichtfolge sei besonders leicht erkennbar, z. B. durch seine Zusammensetzung oder seine Farbe, durch bestimmte Fossilien, die ihn von anderen unterscheiden, oder auch durch die Widerstandsfähigkeit gegen die Verwitterung, die ihn felsig heraustreten oder in größere, sich auffällig bemerkbar machende Stücke zerfallen läßt. Dann haben wir die Möglichkeit, ihn im Gelände ohne Schwierigkeit weiter zu verfolgen. Wir finden ihn hier und da in kleineren Schürfen, in einer Baugrube, einem Bachbett oder an einer Wegeböschung anstehend wieder und erkennen ihn zwischen diesen Punkten an den herumliegenden Bruchstücken auch dort, wo der Untergrund durch eine unverritzte Bodendecke unseren Blicken entzogen ist. Vielleicht kommt unser Horizont schließlich weit entfernt von dem ersten in einem zweiten großen Aufschluß (Abb. 1 unten) vor, und wir haben nun das Glück, ihn an der Basis der hier zugänglichen Schichtfolge zu finden. Jetzt sind wir in der Lage, eine weitere Profilaufnahme vorzunehmen, die uns in das Hangende von b hineinführt und mit dem Horizont c, dem obersten des zweiten Aufschlusses, ihren vorläufigen Abschluß erreicht. Wir können nun unsere beiden Profile kombinieren. Das Vorkommen des Horizontes b in den zwei Aufschlüssen beweist uns, daß die eine Schichtfolge die Fortsetzung der anderen nach oben bzw. nach unten ist. So überblicken wir mit einem Male im Zusammenhang einen Abschnitt der Erdgeschichte, der von der Entstehung der Schicht a bis zu der der Schicht c reicht, ohne die gesamten während dieser Zeit entstandenen Gesteine in einem Aufschluß vor uns zu sehen.

Das, was wir eben über die Feststellung der Altersfolge gehört haben, gilt nicht, wenn die Schichtserie durch starke innenbürtige Kräfte derart aus ihrer ursprünglichen horizontalen Lagerung herausgebracht worden ist, daß sie auf dem Kopfe steht. So zeigt uns Abb. 2 den Querschnitt einer durch seitlichen

Schub erzeugten Sattelfalte, die sich nach rechts hin Übergeneigt hat, wodurch der eine Schenkel, wie man sagt, überkippt worden ist. Legt man in diesem Teile der Falte einen Aufschluß an, so sieht man eine leicht nach links geneigte, also scheinbar nur wenig gestörte Schichtfolge vor sich, in der aber in Wirklichkeit der oberste Horizont der älteste ist. Auch wenn den Sedimenten Eruptivgesteine eingelagert sind, hat unsere Regel über das Altersverhältnis zwischen Hangendem und Liegendem nicht mehr unbedingte Gültigkeit. Erstarrungs- oder Eruptivgesteine sind durch Abkühlung und Verfestigung des Magmas entstanden. Darunter versteht man die heiße Schmelze, die sich heute noch in Herden und Nestern tief unter der Erdoberfläche vorfindet und die aus einer Zeit stammt, in der auch die äußersten Schalteile der Erdkugel noch flüssig waren. Das Magma kann durch innenbürtige Kräfte verschieden weit emporgepreßt werden (Abb.3). Gelangt es bis zur Oberfläche und breitet sich als Lavastrom (d) deckenförmig aus, so fügt es sich als jüngste an dieser Stelle gebildete »Schicht« der Altersfolge der bereits vorhandenen älteren Gesteine ein. Anders dort, wo es als echter Gang (g) die Kruste durchbricht oder, ehe es die Erdoberfläche erreicht, als Lagergang (lg) zwischen die Schichten einströmt oder weit unten einen größeren Hohlraum ausfüllt und als Tiefengestein (t), z. B. als Granit, erstarrt. Der Gang ist jünger als sein Nebengestein, der Lagergang jünger als sein Hangendes und Liegendes und der Granit, obwohl wir ihn zuunterst antreffen, eben

Abb. 3 Lagerungsformen der Erstarrungsgesteine. Erklärung im Text



falls jünger als die gesamte, oft gewaltige Sedimentmasse über ihm. Noch bis weit ins 19. Jahrhundert hinein glaubte man, der Granit habe sich aus dem Wasser abgesetzt und hielt ihn daher wegen seiner tiefen Lage für das älteste Gestein. Darauf bezieht sich JOSEPH VIKTOR VON SCHEFFEL, der in einem seiner humorvollen Gedichte von dem »alten Granit« redet. Eine Mittelstellung zwischen den Eruptiv- und Sedimentgesteinen nehmen die Tuffe ein. Das sind die vulkanischen Aschen, die bei den Ausbrüchen durch Gasexplosionen in die Luft geschleudert werden und dann auf die Erde herunterfallen. Sie breiten sich entweder auf der Oberfläche aus oder werden durch den Regen, die Bäche oder das Meer verschwemmt und abgesetzt; daher gehorchen sie dem für die Sedimente gültigen Gesetz der Altersfolge, obwohl sie zum großen Teil aus eruptivem Material bestehen.

2 Der Ursprung der Formationstabelle

Zu vielen, ja den meisten dieser Erkenntnisse war man in der Entstehungszeit der Formationstabelle, in der Mitte des 18. Jahrhunderts, noch nicht gelangt. Unter dem Einfluß der christlichen Kirche glaubte man noch allgemein an die mosaische Schöpfungsgeschichte. Das Alter der Erde wurde auf wenige tausend Jahre geschätzt. Von Trans- und Regressionen des Meeres, d. h. dem wiederholten Verschwinden weiter Landstrecken unter dem Wasserspiegel und ihrem Wiederauftauchen, war noch nichts bekannt. Eine einmalige Überflutung, und zwar durch die Sintflut, bot die einzige, von der Kirche zugelassene und ihrem Dogma nicht zuwiderlaufende Erklärungsmöglichkeit für den Absatz der Gesteine aus dem Wasser. Die Auffassung, daß das Relief der Erde Änderungen unterworfen sei, war zwar bereits geäußert worden, stand aber im Widerspruch zur kirchlichen Lehre, die die Gestalt der Oberfläche und die Verteilung von Wasser und Land, also das, was wir heute die Tektonik, den Bau oder die Struktur der Kruste nennen, für etwas Unveränderliches, von Anfang an Gegebenes hinnahm. Für die Wirksamkeit der außenbürtigen Kräfte war im Rahmen dieser Auffassung nur ein sehr bescheidener, für die der innenbürtigen, von der Tätigkeit der Vulkane abgesehen, überhaupt kein Platz. Völlig übersehen wurden in der mittel- und westeuropäischen Welt die Erkenntnisse des russischen Gelehrten MICHAEL WASSILJEWITSCH LOMONOSSOW, der, nachdem er in Deutschland studiert hatte, Professor der Chemie an der Akademie der Wissenschaften in Peters-

burg wurde. Seiner Zeit weit vorausseilend, hat er schon 1742 die Anschauung von der Veränderlichkeit der Meeresböden und Gebirge vertreten. Er nahm an, daß die Gestaltung der Erdoberfläche der Wirkung der glutflüssigen Massen in der Tiefe zuzuschreiben sei. Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wurde der Fortschritt auf den Gebieten der Gesteinskunde und der allgemeinen Geologie noch lange Zeit von den Bergleuten und Geologen selbst gehemmt. Unter dem Einfluß der großen Autorität ihres Lehrmeisters ABRAHAM GOTTLIEB WERNER in Freiberg, der als der Begründer der Geologie gilt, glaubten sie, daß alle Gesteine ohne Ausnahme aus dem Wasser entstanden seien; für WERNER und seine Schule, die die Forschung in den damaligen Kulturländern vollkommen beherrschte, gab es demnach keine Eruptivgesteine. Was die Fossilien anlangt, so hatte man sich zwar von der alten Vorstellung, daß es sich um Naturspiele handele, allmählich freigemacht, und es waren auch bereits, als Vorläufer der Lehre LAMARCKs, entwicklungsgeschichtliche Gedanken geäußert worden. Schöpfungslehre, Sintflut, falsche Vorstellungen vom Alter der Erde usw. verhinderten aber doch zunächst, die Versteinerungen als das zu erkennen, was sie in Wirklichkeit sind: Dokumente einer ungeheuer langen Entwicklung des Lebens von primitiven Anfängen bis zur heutigen Höhe.

Es war im Jahre 1756, als zum ersten Male geologische Profile im modernen Sinne veröffentlicht wurden. Unter dem Titel »Versuch einer Geschichte von Flöz-Gebürge[n], betreffend deren Entstehung, Lage, darinnenbefindliche Metalle, Mineralien und Fossilien, größtenteils aus eigenen Wahrnehmungen, chymischen und physikalischen Versuchen, und aus denen Grundsätzen der Naturlehre hergeleitet und mit nöthigen Kupfern versehen« ließ der Königlich Preußische Bergrat JOHANN GOTTLIEB LEHMANN in Berlin eine Schrift erscheinen, in der er u. a. die auf S. 11 wiedergegebene Schichtfolge aus dem Harzgebiet bekanntgab. Sie ist in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Das LEHMANNsche, aus der Gegend von Ilfeld und Nordhausen stammende Profil umfaßt in seinen wesentlichen Teilen, von Nr. 2 bis 30, die Schichten, die wir heute, indem wir die alten bergmännischen Ausdrücke zum Teil wiederverwenden, als Zechstein, Rotliegendes und Obere Steinkohlenformation bezeichnen. Wir treffen sie in ähnlicher Ausbildung auch in anderen Teilen Mitteldeutschlands an. Auf Grund einer reichen praktischen Erfahrung ist LEHMANN bereits zu der für ihn als Bergmann wichtigen Erkenntnis gekommen, daß in dieser Zone des Flözgebirges (wie man damals die Schichten des jüngeren Paläozoikums und des Mesozoikums nannte) bestimmte Schichten regelmäßig wiederkehren. Da er seine Studien, in seiner Eigenschaft als Königlich Preußischer Bergrat, an dem Kupferschieferbergbau in der Umrandung des Harzes getrieben hat, erstreckt sich seine genaue

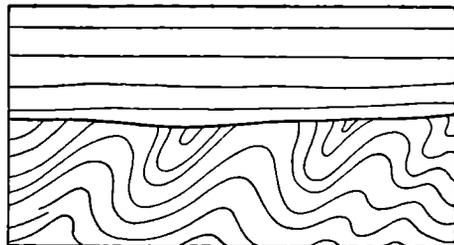
Das Profil J. G. LEHMANNs aus dem Jahre 1756

Schichtfolge	Heutige Gliederung
1. Dammerde	Quartär
2. Stinkstein	Zechstein
3. Alabaster	
4. Rauchwacke	
5. Zechstein	
6. Oberfäule	
7. Überschuß	
8. Fäule	
9. Dach	
10. Mittelberge	
11. Kammschale	
12. Mittelschiefer	
13. Kupferschiefer	
14. Flötzerzte	
15. Hornstein	
16. Blauer Lettenschmitz	
17. Das zarte Todte	Rotliegendes
18. Wahres rothes Todtes	
19. Hartes Gestein	Oberkarbon
20. Rother grober Sand	
21. Klarer rother Sand	
22. Rother Schiefer	
23. Leberfarbnes Gebürge	
24. Blaues Kohlengebürge	
25. Kohlendach	
26. Steinkohlen	
27. Blauer Schiefer	
28. Hornstein	
29. Ton- und Sandstein	
30. Rothtes Todtes unter den Kohlen	
31. Ganggebürge	Schiefergebürge und kristallines Grundgebürge

Kenntnis des mitteldeutschen Schichtprofils auf den dort bergbaulich aufgeschlossenen und zugänglich gemachten Teil, das Flöz (Nr. 6 bis 13) und sein unmittelbares Hangendes und Liegendes. Die genaue, von den Bergleuten stammende Gliederung betont das Flöz stärker, als es ihm auf Grund seiner geringen Mächtigkeit eigentlich zukommt; wir pflegen, um derartiges zu vermeiden, in unseren heutigen Profilen die Dicke der einzelnen Schichten anzugeben. Es ist jedoch kein Irrtum möglich, da LEHMANN seiner Schrift eine bildliche Darstellung, einen Erdschnitt, beigegeben hat, aus dem, wenn auch nicht die absolute Stärke, so doch das Mächtigkeitsverhältnis der Horizonte zu entnehmen ist. Die Aufnahme genauer Schichtfolgen, wie wir sie in dem LEHMANNschen Profile vor uns sehen, die präzise Abgrenzung der Horizonte und ihre vergleichende Untersuchung über größere Strecken hin bilden die Grundlagen der Formationstabelle. Stufen, Abteilun-

gen, Formationen usw. sind zunächst nichts anderes als Gruppen von Schichten, die aus irgendwelchen Gründen, z. B. wegen der gleichen oder ähnlichen Gesteinsbeschaffenheit, zusammengefaßt und mit einem gemeinsamen Namen belegt worden sind. Auch in dieser Hinsicht hat LEHMANN bereits den ersten Schritt getan. Als tiefstes Glied (Nr. 31) finden wir in seiner Schichtfolge das **G a n g g e b i r g e** angegeben. Unter dieser schlichten Bezeichnung verbirgt sich eine Serie von Gesteinen, die an Reichhaltigkeit und Mächtigkeit bei weitem das übertrifft, was bei LEHMANN darüber kommt und den Hauptteil seines Profils ausmacht. Das **Ganggebirge** ist unser heutiges **kristallines Grundgebirge**, wie es uns mit Graniten und Gneisen im Brocken und im Ramberg, im Kyffhäuser oder bei Suhl und Ruhla entgegentritt, sowie das alt-, zum Teil auch vorpaläozoische **Schiefergebirge**, wie wir es im Harz und im südöstlichen Thüringen finden. Es unterscheidet sich von den jüngeren Schichten dadurch, daß es wiederholt von Faltungen, zuletzt von der sehr kräftigen varistischen, betroffen worden ist. Dabei sind die Gesteine verbogen, zusammengeschoben, zerbrochen und durch den Druck und zum Teil auch durch die Hitze des aufdringenden Magmas in ihrer chemischen Beschaffenheit und im Mineralbestand oft sehr stark verändert worden. Die Erdkruste hob sich, und es wuchsen Gebirgszüge empor, die dann bis weit herunter wieder abgetragen wurden. Schließlich versank das ganze mitteldeutsche Gebiet unter den Fluten des Meeres, das mit seinen Sedimenten all die gefalteten, veränderten, von Eruptivgesteinen durchsetzten und zuletzt von einer unebenen Abtragungsfäche überzogenen Gesteine verhüllte. Dadurch ist im Untergrund eine meist scharf ausgeprägte Grenzlinie entstanden (Abb. 4). Sie trennt das voneinander, was wir heute als den **Unter- und den Oberbau** bezeichnen: unten aus ihrer ursprünglichen Lagerung herausgebrachte (sog. gestörte) und dabei veränderte Gesteine, über ihnen die flachen Sedimente seichter Meere und festländischer Senken, zum Teil auch Eruptivgesteine, die der spätpaläozoischen und der neozoischen Zeit entstammen. Zwar ist auch der Oberbau von störenden Kräften betroffen worden, von den schwächeren Nachwehen der varistischen

Abb. 4 Unter- und Oberbau
Erklärung im Text



Hauptfaltung und den Auswirkungen der im jüngeren Mesozoikum erfolgten Faltung des Alpenkörpers, doch haben diese Einflüsse die Lagerung im allgemeinen nicht so stark verändert, daß der augenfällige Unterschied zwischen Ober- und Unterbau durch sie verwischt worden wäre.

So ist eine Grenzlinie von größter erdgeschichtlicher Bedeutung, die nach Ablagerung der älteren Steinkohlenformation entstandene varistische Abtragungsfäche, mit der eine sehr lange, durch wiederholte intensive Faltungen gekennzeichnete Zeit zum Abschluß kommt und eine Periode ruhigerer Entwicklung beginnt, von LEHMANN erkannt und zur Abtrennung seines Ganggebirges vom Flözgebirge verwendet worden — der erste Versuch, von einer in den Aufschlüssen ermittelten Schichtfolge zu höheren Einheiten vorzustoßen. Freilich ist LEHMANN nicht dazu gekommen, im Ganggebirge einzelne Horizonte auszuscheiden. Die Mannigfaltigkeit des Unterbaues ist ihm, der so genau beobachten konnte, zweifellos bekannt gewesen. Vielleicht hat es ihm aber, da er kein amtlich beauftragter Forscher, sondern ein Mann der Bergbaupraxis gewesen ist, an Zeit gefehlt, in die reichhaltige und komplizierte Schichtenfolge so weit einzudringen, daß er etwas Abschließendes und Fertiges darüber veröffentlichen konnte. Nebenher sei erwähnt, daß auch LEHMANN noch auf dem Boden der biblischen Schöpfungslehre stand. Das Ganggebirge und das Relief der Erde sind ihm das Ergebnis des Schöpfungsaktes, im Flözgebirge mit seinen Erzen und Schichtverschiebungen glaubt er die Absätze und Folgeerscheinungen der Sintflut zu sehen, die viel intensiver gewirkt habe als die nach ihr auftretenden außenbürtigen Kräfte und die vulkanische Tätigkeit.

Wissenschaftliche Erkenntnisse und Fortschritte fallen nicht vom Himmel und kommen nicht als Geschenk des Schicksals über Nacht, sondern sie sind das Ergebnis ernster und anhaltender Arbeit vieler. So mag auch in Deutschland die Zeit für das Aufkommen stratigraphischer, d. h. schichtvergleichender und schichtgliedernder Betrachtungsweise des Untergrundes reif gewesen sein. Langjährige Arbeit und Forschung ist der Veröffentlichung LEHMANNs zweifellos vorausgegangen; beim Erscheinen seiner Schrift war er 37 Jahre alt. Wir können also nicht sagen: Seit dem und dem Tage gibt es eine Formationstabelle. Das Profil LEHMANNs mit seinem zunächst nur ganz kleinen Ausschnitt aus der mitteldeutschen Schichtfolge und dem einen Einschnitt zwischen Ober- und Unterbau bedeutet ja vorerst nur einen Schritt auf dem Wege zu der heute gültigen Gliederung. Aber hier tritt doch zum ersten Male eine Grundlage ans Licht der Öffentlichkeit, die nun in den folgenden Jahrzehnten immer weiter ausgebaut werden konnte. Damit sind (geographisch) der südliche Harzrand und (stratigraphisch) Ober-

karbon und Perm im Herzen Deutschlands zu den Ausgangspunkten der Formationstabelle geworden.

Wir wollen von der weiteren Entwicklung nur noch einige wenige Einzelheiten festhalten. Schon 1761 veröffentlicht der Rudolstädter Hofmedikus Dr. GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL, ein gebürtiger Ilmenauer, eine Schichtfolge des Thüringer Beckens, die nach oben bis zum Muschelkalk einschließlich reicht und in eine ganze Reihe größerer Einheiten gegliedert ist. FÜCHSEL bezeichnet seine Schichtgruppen bereits als Formationen und identifiziert sie mit den Zeitabschnitten der Erdgeschichte, in denen sie sich abgesetzt haben. So werden u. a. schon der Muschelkalk und, als »Sandgebürge«, der Untere und Mittlere Buntsandstein unterschieden. Im Gegensatz zu LEHMANN erkennt FÜCHSEL, daß die Abweichungen von der horizontalen Lagerung erst nach dem Absatz der Schichten und nicht zu gleicher Zeit mit ihm eingetreten sind. Sehr bald erscheint auch das Rotliegende als stratigraphische Einheit, so in den Arbeiten des Ilmenauer Bergrats JOHANN CARL WILHELM VOIGT über den Thüringerwald und des Hessen-Kasseler Bergrats JOHANN PHILIPP RIESS über das Richelsdorfer Gebirge (westlich von Eisenach zwischen Werra und Fulda). Über die für den weiteren Ausbau der stratigraphischen Gliederung so bedeutungsvollen Fossilien hat sich schon LEHMANN Gedanken gemacht; er nimmt an, daß sie beim Zurückgehen der Sintflut verschwemmt und in die Ablagerungen eingebettet worden seien. FÜCHSEL aber stellt bereits fest, daß gewisse Versteinerungen in bestimmten Schichten oder Schichtgruppen regelmäßig wiederkehren. Etwas langsamer hat sich die wissenschaftliche Entwicklung in England vollzogen. Hier war WILLIAM SMITH, der »Schichten-SCHMIDT«, der Begründer der stratigraphischen Forschung, dem die Arbeiten von LEHMANN und FÜCHSEL höchstwahrscheinlich nicht bekannt gewesen sind. SMITH ist ein typisches Beispiel dafür, daß grundlegende Fortschritte nicht immer von den amtlich beauftragten und anerkannten Vertretern der Wissenschaft erzielt werden. Er war ein einfacher Ingenieur und Geometer und ist nur schwer zu bewegen gewesen, seine für die weitere Entwicklung der geologischen Forschung in England entscheidenden Untersuchungsergebnisse selbst zu veröffentlichen. Durch jahrelange Beobachtungen, die er mit seiner beruflichen Tätigkeit verband, hat er Aufeinanderfolge, Lagerung und Verbreitung der Schichten in weiten Teilen Englands geklärt und damit die Grundlage für die dortige Formationsgliederung geschaffen. Für die Fossilien interessierte man sich damals in England schon sehr stark, aber erst SMITH mußte die britischen Paläontologen auf das aufmerksam machen, was FÜCHSEL in Deutschland längst erkannt hatte: daß die einzelnen Arten an ganz bestimmte Horizonte oder Schichtfolgen gebunden sind.

3 Die Formationsgruppen oder Epochen

Wenden wir uns nunmehr unserer heutigen Formationstabelle zu. Eine bunte, fast verwirrende Anhäufung von Namen tritt uns entgegen, die nur vereinzelt aus dem Deutschen, meist dagegen aus mehreren fremden Sprachen stammen. Man empfindet bereits beim ersten Durchlesen, daß diese Gliederung ein einheitliches Prinzip vermissen läßt und daß zu ihrer Ausgestaltung sehr verschiedene Zeiten und zahlreiche Forscher mehrerer Völker beigetragen haben. Eine gewisse Einheitlichkeit besteht nur in der Bezeichnung der fünf großen **Formationsgruppen**. Da die Gesteine Hinterlassenschaften und Dokumente der Zeit darstellen, in der sie entstanden sind, teilen wir die Erdgeschichte in fünf Hauptabschnitte, in sogenannte **Epochen** oder **Perioden** ein. Es sei betont, daß wir hier unter Erdgeschichte nur den Zeitraum verstehen, der seit der Bildung der ältesten uns erreichbaren Gesteine verflossen ist. Davor liegt die ungeheuer lange Periode, in der unser Planet durch allmähliche Abkühlung aus dem Zustande des glühenden Gasnebels in den der Kugel mit einer von außen her immer tiefer hinein erstarrenden Kruste übergegangen ist. Unsere Formationstabelle umfaßt daher nur den letzten Abschnitt des Gesamtdaseins der Erde, d. h. die Zeit, die den Gegenstand der geologischen Forschung bildet; wir haben Grund anzunehmen, daß er weit kürzer war als die Entwicklung, die ihm seit der Ablösung des Planeten von dem zentralen Nebel unseres Sonnensystems vorausgegangen ist.

Es wurde oben bereits auf die Beziehungen der Fossilien zu den Formationen hingewiesen. Die Verknüpfung der vorzeitlichen Tier- und Pflanzenarten mit einzelnen Horizonten und Schichtgruppen war, wie gesagt, in Deutschland zuerst von **GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL**, in England von **WILLIAM SMITH** beobachtet worden. Während aber in England die Entdeckung **SMITHs** sofort lebhaft aufgegriffen wurde, begann man bei uns, zwar um dieselbe Zeit, am Anfang des 19. Jahrhunderts, aber doch erst lange nach **FÜCHSEL**, die stratigraphischen Folgerungen aus seiner Erkenntnis zu ziehen. Es war der gothaische Geheime Rat **ERNST FRIEDRICH V. SCHLOTHEIM**, der den ersten Anstoß dazu gab. Er wies darauf hin, daß es zunächst einmal notwendig sei, die versteinerten Arten genau zu beschreiben, wobei er in bezug auf die Pflanzen selber mit gutem Beispiel voranging (1804). Sind die einzelnen Arten an gewisse Abteilungen oder Formationen gebunden, so kann man die betreffenden Schichtfolgen umgekehrt an dem Vorkommen dieser Versteinerungen wiedererkennen. Damit entsteht der für die geologische Forschung so ungeheuer wichtige Begriff des **Leitfossils**. Für die weitere wissen-

schaftliche Entwicklung ist dieser Fortschritt in doppelter Hinsicht fruchtbar gewesen. Die Versteinerungen, und zwar ganz überwiegend die tierischen Reste, werden nunmehr zu einem der wichtigsten Hilfsmittel der Stratigraphie bei der Abgrenzung der verschiedenen Schichtgruppen, bei ihrer Wiedererkennung und Einordnung in die Formationstabelle und damit der Bestimmung ihres relativen Alters. Andererseits hat man jetzt die Möglichkeit, die zeitliche Aufeinanderfolge der zahlreichen fossilen Arten immer klarer zu erfassen. Dadurch liefert aber die Paläontologie in Gemeinschaft mit der Formationskunde wesentliche Grundlagen und Beweise für die Entwicklungslehre, nämlich die Erkenntnis, daß sich die Lebewelt von sehr einfachen Anfängen herleitet und, mit wenigen Ausnahmen, in fortschreitender Umbildung zu höher organisierten Formen, gelegentlich aber auch in Rückbildung begriffen ist. Der Entwicklungsgedanke, der hier und da schon im 18. Jahrhundert auftauchte, wurde erstmalig von JEAN BAPTISTE DE LAMARCK zu einem Lehrgebäude ausgestaltet (1809), um schließlich, nach dem gewaltigen Aufblühen der Paläontologie seit Beginn des 19. Jahrhunderts, seine Krönung in den Arbeiten von CHARLES DARWIN (seit 1844) zu finden, die die Geister jahrzehntelang bewegt haben.

Die Benennung der großen Formationsgruppen, der Perioden, zeigt uns, daß ihrer Abgrenzung der Entwicklungsgang der Tierwelt zugrunde liegt. Το ζῷον, allgemein bekannt durch das Fremdwort Zoologie, heißt auf deutsch das Lebewesen, insbesondere das Tier. Aus der Zeit vor der dritten Formationsgruppe (wir pflegen in der Stratigraphie stets von unten nach oben, vom Älteren zum Jüngeren, zu numerieren und aufzusagen) kennen wir nur verhältnismäßig wenige Versteinerungen. Das hat verschiedene Gründe. Im allgemeinen besteht für ein Tier nur dann Aussicht, fossil erhalten zu bleiben, wenn es dauerhafte Hartteile besitzt und bald nach dem Tode in schützende Sedimente eingebettet wird, so daß seine Überbleibsel nicht gefressen, verschwemmt oder vollständig zerstört werden können. Die wichtigste skelettbildende Substanz ist der kohlen saure Kalk, den das Tier mit der Nahrung seiner Umgebung entnimmt. Das Medium, das durch seine Ablagerungen am meisten zur Erhaltung der Lebensreste beiträgt, ist das stehende Wasser, in erster Linie das Meer. Nun liegt zwar in ihm der Ursprung des Lebens, und lange Zeit ist allein das Weltmeer zunächst von primitiven Pflanzen, dann auch von Tieren bewohnt gewesen. Es war aber wegen der ganz anders gearteten festländischen Verwitterung, deren Produkte ihm letzten Endes zugeführt und von ihm sedimentiert werden, verhältnismäßig arm an Kalk. So haben die Tiere ihre Schalen überwiegend aus horniger, d. h. organischer Substanz auf-

gebaut, die ebenso – wenn auch nicht so schnell wie die Weichteile – verwest und uns höchstens Abdrücke im Gestein hinterläßt. In den Anfangszeiten des Lebens mit seinen relativ einfach organisierten und kleinen Formen mag auch der Prozentsatz jener Tiere, die überhaupt keine Hartteile besessen haben, größer gewesen sein als heute; sie sind ohne Hinterlassung irgendwelcher Spuren vergangen, und wir werden von ihrer Existenz niemals Kunde erhalten. Dazu kommt, daß die Schichten, je älter sie sind, um so häufiger der Wirkung der innenbürtigen Kräfte ausgesetzt waren und daher durch Druck und erhöhte Temperatur oft weitgehend, in den tieferen Lagen und in der Nähe erstarrender Magmen bis zur völligen Umkristallisation, verändert sind. Dabei mußten auch die Abdrücke und Überbleibsel der Lebewelt beschädigt und verändert werden und schließlich der gänzlichen Zerstörung anheimfallen. So sind unsere Aussichten, Fossilien in gutem Erhaltungszustande zu finden, um so geringer, in je ältere Gesteine der Erdkruste wir eindringen.

Zu Beginn des Kambriums ändert sich das Bild schlagartig. Nun liefern uns die Gesteine mit einem Male eine schon ziemlich reiche Ausbeute an fossilen Individuen und Arten. So ist es natürlich, daß man an dieser Stelle erdgeschichtlich, genau genommen paläozoologisch, eine Grenzlinie gezogen hat. Die Schichten, die darunter liegen, entstammen der Zeit, in der das Leben entstanden ist und seine erste Entwicklung durchgemacht hat. Das griechische *archaios* heißt uranfänglich, ursprünglich, *ēōs* ist die Morgenröte, der Tagesanbruch, *prōteros* bedeutet soviel wie zeitlich vorhergehend, früher, in der Mehrzahl »die Vorfahren«. Alle drei Bezeichnungen, *Archäozoikum*, *Eozoikum* und *Proterozoikum*, wollen also dasselbe sagen, daß es sich nämlich um die Zeit handelt, in der die ersten Tiere aufgetreten sind, oder um Gesteine, in denen sich die ersten tierischen Reste finden. Der Name *Algonkium* ist späteren Ursprungs. Er stammt aus den Vereinigten Staaten von Amerika. Unter *Algonkin* versteht man dort eine Anzahl indianischer Stämme, die zum Teil am Huron- und am Oberen See gewohnt haben, wo diese Schichtserie vertreten ist und genauer studiert wurde. Da die Bezeichnung aus der Nomenklatur herausfällt und an die Formationsnamen anklingt, empfiehlt es sich nicht, sie zur Charakterisierung der Epoche zu verwenden. Algonkische Schichten mit äußerst spärlichen Fossilien kommen im Thüringischen Schiefergebirge vor. Die uns zugänglichen Gesteine reichen vielleicht bis in die Zeit zurück, in der es überhaupt noch kein Leben gegeben hat; genauer ausgedrückt: Unterhalb der archäozoischen Ablagerungen, die hier und da noch tierische Reste enthalten, finden wir durch innenbürtige Kräfte mehr oder weniger stark veränderte Gesteine, die uns noch niemals Fossilien geliefert haben und sie voraussichtlich zum größten Teile auch niemals liefern werden. Ob das auf nachträgliche

Zerstörung oder das tatsächlich »präzoische« Alter (prae lat = vor) der betreffenden Horizonte zurückzuführen ist, wird sich im einzelnen schwer oder überhaupt nicht entscheiden lassen. Diese Bildungen werden als Azoikum bezeichnet. A am Anfang des Wortes, das griechische alpha privativum, das »beraubende a«, hat verneinende Bedeutung und entspricht etwa unserer Vorsilbe »un«. Azoikum bedeutet demnach soviel wie Zeit ohne Tierleben oder Formationsgruppe ohne tierische Reste. Das Synonym Archaikum, das ebenso wie Algonkium vom Schema der Benennung abweicht, ist vom griechischen arché, Anfang, abgeleitet. Da nach dem, was wir gehört haben, Archäo- und Azoikum paläozoologisch nicht scharf voneinander abzugrenzen sind, muß damit gerechnet werden, daß gelegentlich auch noch in Gesteinen, die wir bisher stratigraphisch zum Azoikum gestellt haben, Lebensreste aufgefunden werden. Für das, was unter, zeitlich also vor dem Kambrium liegt, wird häufig auch der allgemeine Ausdruck Präkambrium (= Vorkambrium) gebraucht. Manchmal wird darunter auch nur das Algonkium verstanden.

Man darf nun das Leben, das die Schwelle vom Eozoikum zum Kambrium überschritten hat, nicht etwa für allzu primitiv halten. Wir pflegen die ungeheuer vielgestaltige Tierwelt in eine Reihe von Stämmen oder Kreisen einzuteilen: Einzeller oder Protozoen, Hohltiere oder Cölenteraten, Stachelhäuter oder Echinodermen, Würmer oder Vermes, Weichtierähnliche oder Molluskoideen, Weichtiere oder Mollusken, Gliederfüßler oder Arthropoden und Wirbeltiere oder Vertebraten. Unter der zwar kleinen, aber erdgeschichtlich und paläontologisch bedeutungsvollen Gruppe der Molluskoideen vereinigt man die riffbauenden Moostiere oder Bryozoen und die Armfüßler oder Brachiopoden. Im großen und ganzen beobachten wir eine von den Einzellern bis zu den Gliederfüßlern und den Wirbeltieren hin zunehmende Organisationshöhe, ohne daß damit freilich durch die Anordnung der Stämme, wie wir sie oben gegeben haben, eine bestimmte stammesgeschichtliche Aufeinanderfolge ausgedrückt werden soll. So stehen zwar höchstwahrscheinlich einfachste einzellige Wesen als Vorfahren aller heutigen Organismen am Anfang der Entwicklung des Lebens, unsere jetzigen Protozoen stellen aber gewissermaßen einen Versuch der Natur dar, auf dem Wege der Einzelligkeit zu bleiben, und sind daher zum Teil im Rahmen ihrer einen Zelle recht weitgehend spezialisierte Wesen geworden. Demgegenüber ist die Natur bei den Metazoen (unter diesem Namen faßt man alle übrigen Stämme zusammen) frühzeitig zur Vielzelligkeit übergegangen und hat nun auf diesem zweiten Wege jene staunenswerte Höhe erreicht, die wir heute bei den Gliederfüßlern und den Wirbeltieren

bewundern. Zu Beginn des Kambriums, also zu der Zeit, da paläontologische Überlieferungen reichlicher aufzutreten beginnen, sind bereits alle Kreise mit Ausnahme der Wirbeltiere vorhanden, wenn auch teilweise zunächst noch in einfacheren Formen. Der damals höchstorganisierte Stamm, die Arthropoden, war beispielsweise durch eine Gruppe niederer Krebse, die Trilobiten, vertreten. Es muß dem Kambrium demnach eine sehr lange Entwicklung vorausgegangen sein, an deren Ende die Aufspaltung der Tierwelt in gut differenzierte, große Formenkreise schon nahezu bis zum heutigen Stande fortgeschritten war; als neuen Typus hat uns die spätere Zeit nur noch den des Wirbeltieres gebracht. Schon DARWIN zog daraus den richtigen Schluß, daß das Präkambrium wesentlich länger gewesen sein muß als die seitdem verflossene Zeit, die auf der Formationstabelle durch ihre intensive Gliederung gegenüber dem Archäozoikum und dem Azoikum so stark betont erscheint. Die Benennung der drei großen Abschnitte, in die die nacheozoische Zeit oder Schichtfolge aufgeteilt worden ist, erinnert an die Gliederung der Menschheitsgeschichte durch die Historiker. Palaios heißt alt im Sinne von ehemalig, längst dagewesen, aus früheren Zeiten herstammend, ho mēsos der mittlere, sowohl im zeitlichen als auch im räumlichen Sinne, nēos neu oder jung und kainos ebenfalls neu. Paläozoikum, Mesozoikum und Neozoikum würde man also am besten mit Alt-, Mittel- und Neuzeit (zu ergänzen: des Tierlebens oder überhaupt des Lebens) übersetzen. Die Bezeichnung Känozoikum empfiehlt sich weniger, da kainos mehr den Sinn von außerordentlich, unerhört, überraschend hat. Inwieweit die Grenzen der drei letzten Epochen Einschnitte und Marken der erd- und lebensgeschichtlichen Entwicklung sind, werden wir bei der Besprechung ihrer einzelnen Glieder erfahren.

4 Die Formationen des Paläozoikums

Durch die Untersuchungen von LEHMANN sind die letzten beiden Formationen des Paläozoikums gewissermaßen zur Keimzelle der erdgeschichtlichen Zeittafel geworden. Der auf das Rotliegende nach unten folgende Teil des Flözgebirges wurde später wegen seiner Kohleführung als Steinkohlenformation oder Karbon bezeichnet; carbo ist lateinisch und heißt die Kohle. Kaum ein anderer Name ist so berechtigt wie dieser, denn keine andere Formation enthält in vielen Teilen der Erde so zahlreiche und ergiebige Steinkohlenlager wie gerade diese. Nur der obere Teil führt aber bei uns Kohle

und gehört in Mitteldeutschland zum Flözgebirge. Der Schnitt zwischen diesem und dem »Ganggebirge« geht durch das Karbon hindurch und zerlegt es in eine untere und eine obere Abteilung. Die Ursache ist, wie wir gehört haben, in der varistischen Faltung zu suchen, von der am Ende der Unteren Steinkohlenzeit alle bis dahin abgelagerten Schichten ergriffen und zusammengeschoben wurden. Im thüringischen und Harzgebiet besteht das Untere Karbon aus einer Folge von Ton- und Dachschiefern, Grauwacken und Konglomeraten. Wenn es in dieser Ausbildung vorliegt, wird es auch als Kulm bezeichnet; der Name stammt aus dem Englischen (culm) und bedeutet dort soviel wie unreine Kohle oder Kohlengrus. Auch die Benennung der vor-karbonischen Formationen des Paläozoikums geht auf die britischen Geologen zurück. Devon ist eine Landschaft im südwestlichen England, bekannt aus der Zusammensetzung Devonshire (= Grafschaft Devon), die Silurer waren ein vorkeltischer Volksstamm in Wales, und Cambria ist der alte Name für eben diese Landschaft, der heute u. a. noch in der Bezeichnung Cambrian Mounts für das Walliser Bergland weiterlebt.

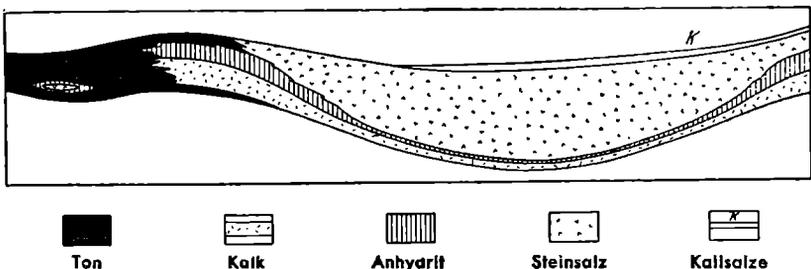
Ein Blick auf die Tabelle zeigt uns, daß von den zehn Formationen der nach-eozöischen Zeit vier in drei Unterabteilungen, sechs dagegen nur in zwei zerlegt worden sind. In der Verwendung und Bewertung der Begriffe Formation, Abteilung, Unterabteilung, Stufe usw. besteht übrigens keine Einheitlichkeit. Es kommen gar nicht selten Verschiebungen vor, indem z. B. Unterabteilungen im Sinne unserer Tabelle, wie Muschelkalk oder Keuper, als Formationen bezeichnet und dann auf deren Glieder die untergeordneten Begriffe angewendet werden; so spricht man ganz allgemein von den drei Abteilungen des Muschelkalkes oder von den einzelnen Stufen des Mittleren Keupers. Es ist eben nicht ganz leicht, für die vielen Kategorien von Schichtgruppen und -untergruppen, in die manche mächtige und abwechslungsreiche Formationen aufgespalten werden mußten, eine entsprechende Zahl allgemeiner Bezeichnungen zu finden. Der Begriff Abteilung erscheint zwar in unserer Tabelle nicht, wird aber sonst sehr häufig gebraucht.

Auch die weitere Gliederung der Unterabteilungen hat zu einer sehr verschiedenen Zahl von Stufen (bis zu fünf bei der Oberen Kreide) geführt; für das Kambrium, das Untere Karbon und das Quartär gibt die Tabelle dagegen überhaupt keine Stufen an. Das liegt in erster Linie an der Schichtfolge, der Fossilführung, kurz an der ganzen Ausbildung der Formationen selbst, die ja in der Gliederung ihren Niederschlag und ihren Ausdruck findet, in zweiter Linie oft auch an der Auffassung der Forscher, die die Schichtfolge aufgenommen und zusammengestellt und die Lebensspuren untersucht haben. Da die Formationstabelle auf mittel- und westeuropäischem Boden

entstanden ist, liegt ihr die dortige Entwicklung des Schichtgebäudes zugrunde. Gehen wir in andere Länder oder gar Erdteile, so finden wir andere Ausbildungen und Profile und werden daher dort auch zu anderen Gliederungen gelangen. Es ist dann trotz aller Leitfossilien oft nicht ganz einfach, diese Schichtfolgen mit den Stufen und Abteilungen der Formationstabelle in völlig befriedigender Weise in Einklang zu bringen. Schon bei uns stimmt kein Profil ganz genau mit dem anderen überein, und fast jede Schichtfolge, die wir irgendwo aufnehmen, zeigt auch bei sonst sehr gleichmäßig ausgebildeten Stufen und Abteilungen ihre örtlichen Abweichungen und Besonderheiten; sie sind um so größer, je weiter die Aufschlüsse voneinander entfernt liegen. Dabei zeichnen sich festländische Bildungen, wie unser Rotliegendes, wegen der von Ort zu Ort wechselnden Bedingungen, unter denen es sich abgesetzt hat, durch eine besonders große Veränderlichkeit aus.

Das heißt aber nichts anderes, als daß Schichten und Gesteine in seitlicher, bei völlig ungestörter Lagerung also in horizontaler Richtung mehr oder weniger rasch in andere übergehen. Es ist ja nicht zu erwarten, daß sich in einem Sedimentationsraume überall gleichzeitig dasselbe Gestein abgelagert. Um uns das deutlich zu machen, betrachten wir Abb. 5. Sie zeigt in schematischer Darstellung ein von Magdeburg (rechts) nach der Rhön gehendes Profil, das die Sedimentationsverhältnisse während eines bestimmten Abschnittes des Oberen Zechsteins veranschaulicht. Mitteldeutschland ist damals vom Meere bedeckt gewesen, doch hatten sich infolge von Krustenbewegungen einzelne Becken von der offenen See abgetrennt und verfielen nun unter der Wirkung eines heißen und trockenen Klimas der Eindampfung; dabei kristallisierten die im Wasser gelösten Salze aus und lagerten sich als chemische Sedimente auf dem Grunde ab. In jedem beliebigen Niveau finden wir an den verschiedenen Stellen des Beckens andere Gesteine. So hat sich zuoberst im Bereich der tiefsten Absenkung und daher mächtigsten Sedimentation (im

Abb. 5 Fazieswechsel in horizontaler und vertikaler Richtung



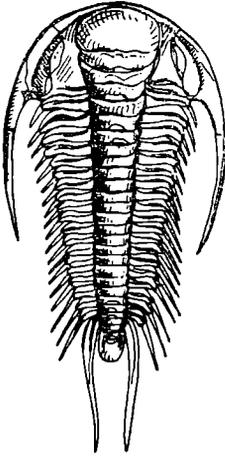


Abb. 6 Paradoxides
bohemicus
aus dem
Mittelkambrium

Profile rechts) Kalisalz, nach links anschließend, gegen den Rand der Senke hin, Steinsalz und schließlich Ton abgelagert. Die Beschaffenheit einer Schicht oder einer Schichtgruppe, ihre chemische und mineralogische Zusammensetzung, Korngröße, Farbe, Festigkeit, den fossilen Inhalt, kurz ihr gesamtes Erscheinungsbild bezeichnet man als Fazies, den Übergang von einer Ausbildungsweise zur anderen als Fazieswechsel. Diesen können wir in unserer Abb. 5 sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung beobachten: Zuoberst geht die Kalifazies seitlich in die Steinsalz- und diese in die randliche Tonfazies über, im Beckentiefsten ist die Sedimentation von der Kalk- über die Anhydrit- und Steinsalz- zur Kalifazies vorgeschritten. Für das Verständnis der Formationstabelle spielt der Faziesbegriff eine erhebliche Rolle.

Kehren wir nun zum **Kambrium** zurück. Wir erkennen hier sogleich die Bedeutung der Palä-

ontologie für die Gliederung, Abgrenzung und Identifizierung der Formationen. Die Stufen sind nach Tieren benannt, die sämtlich der schon erwähnten Gruppe der Trilobiten oder Dreilappkrebse angehören. Von diesen bilden die Gattungen *Olenellus* und *Paradoxides* (Abb. 6) besonders geeignete Leitformen, weil die erste ganz auf die untere, die zweite (mit Vertretern, die bis zu $\frac{1}{2}$ m lang sind) ausschließlich auf die mittlere Abteilung beschränkt ist. *Olenus*-Arten, kleiner als *Olenellus*, sind die kennzeichnenden Formen des Oberen Kambriums. Von der Rolle, die die Leitfossilien in der Stratigraphie spielen, bekommt man einen Eindruck, wenn man erfährt, daß das eine der beiden einzigen bisher bekannt gewordenen deutschen Vorkommen von Mittelkambrium, am Nordwestrande des Fichtelgebirges, erst in neuester Zeit durch die Auffindung einer *Paradoxides*-Art mit einer kleinen Begleitfauna identifiziert worden ist. Eine Gliederung der Stufen wurde in der Tabelle nicht vorgenommen, da sie in den Hauptverbreitungsgebieten (Großbritannien, Böhmen und Skandinavien einschließlich des Baltikums) verschieden ist.

Die Einteilung des **Silurs** geht ganz auf die englischen Geologen zurück. Das klassische Gebiet ist Wales. Dort liegen auch die Orte, nach denen sechs von den sieben Hauptstufen benannt worden sind, die man heute unter-

scheidet: Tremadoc und Arenig im Nordwesten, das erste an der Bucht gleichen Namens, im Bereich des Snowdon, des höchsten Berges der Cambrian Mounts, Ludlow und Wenlock in der Grafschaft Shropshire im nordöstlichen, Llandeilo und Llandovery im südlichen Teile des Landes. Caradoc, lateinisch Caratacus, war der Name eines Führers der Kelten im Kampfe gegen die Römer. Zum Teil werden noch andere Bezeichnungen gebraucht, z. B. Bala (eine Stadt in Wales) für Caradoc; auch unterscheidet man Unterabschnitte und Teilserien, die ebenfalls ihre eigenen Namen erhalten haben. Von diesen sei hier nur das Downton erwähnt, worunter man eine besondere Ausbildung, eine Fazies der obersten, die Grenze gegen das

Devon bildenden Schichten des Ludlow versteht; Downton ist ein englischer Eigenname. Die vier ersten Stufen sind zum Untersilur oder Ordoviz, die drei folgenden zum Obersilur oder Gotland zusammengefaßt. Der Volksstamm der Ordovizier hat im Altertum in Nordwales gewohnt, Gotland ist die in der Ostsee zwischen Südschweden und Lettland gelegene große Insel, auf der die obere Abteilung des Silurs mit sehr versteinungsreichen Schichten vertreten ist. Was Form und Schreibung dieser Namen anlangt, so sei bemerkt, daß wir die lateinische Endung, wie es hier im Text auch geschehen ist, weglassen können, wenn uns das bequemer und mundgerechter ist. Das vor einem e oder i stehende c der lateinischen Wörter wird heute gern als z geschrieben; es muß zu einem solchen werden, wenn es nach Fortfall der Endung am Schluß des Wortes steht. Die wichtigsten Leitfossilien des Silurs sind die Graptolithen. Es waren koloniebildende Tiere mit einem Hornskelett, dessen zarte Äste auf den dunklen Schiefnern helle, an Schriftzeichen erinnernde Abdrücke hinterlassen haben (Abb. 7). Die seit dem Karbon ausgestorbenen Tiere, deren systematische Stellung unsicher ist, kommen vom älteren Paläozoikum bis zum Mitteldevon vor und waren im Silur besonders häufig. In England hat man sie schon frühzeitig zur Einteilung des Silurs in eine größere Anzahl von Zonen verwendet; seit 1914 werden 36, jede mit einer für sie bezeichnenden Graptolithenform, unterschieden, von denen 21 auf das Gotland, 15 auf das Ordoviz entfallen.

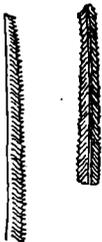


Abb. 7
Graptolithen

Die Dreiteilung des Devons beruht auf den Arbeiten deutscher Geologen im Rheinischen Schiefergebirge, dem festländischen Hauptgebiet der Formation. Von da setzt sie sich nach Westen in die Ardennen und das südliche Belgien hinein fort. Für die Stufen der unteren Abteilung haben Ortschaften, für die der mittleren und oberen Fossilien Pate gestanden. G e d i n n e liegt 30 km nördlich von Sedan auf belgischem Gebiet; K o b l e n z , an der Mündung der Mosel in den Rhein, dürfte wohl jedem bekannt sein. Die weiteren Namen sind höchst bezeichnend für die Entwicklung, die sich inzwischen in der Tierwelt vollzogen hat. *Calceola sandalina*, die Pantoffelkoralle (Abb. 8), kommt sehr häufig in der Eifel vor. Die Korallen, eine Gruppe der Cölenteren, besitzen ein kräftiges Kalkskelett und leben teils einzeln, wie *Calceola sandalina*, teils zu Stöcken oder Kolonien vereinigt. So wie in der geologischen Vorzeit, bauen sie auch heute noch in den Meeren ihre Riffe auf. Sie sind erstmalig im Unteren Silur nachgewiesen und gewinnen mit dem Gotland immer größere Bedeutung. Das Obere Mitteldevon ist nach der Gattung *Stringocephalus* (Abb. 9) genannt. Sie gehört zu den Brachiopoden, die durch ihre Zweischaligkeit zwar äußerlich den Muscheln ähneln und auch oft mit diesen verwechselt werden, sich von ihnen aber grundlegend durch die innere Organisation und die Symmetrieverhältnisse unterscheiden. Die Brachiopoden haben in der Vorzeit einen außerordentlichen Formen- und Individuenreichtum entwickelt und lange Zeit hindurch wichtige Leitfossilien gestellt; heute sind sie auf einige wenige Gattungen beschränkt.

Eine weitere Tiergruppe von der allergrößten geologischen und paläontologischen Bedeutung tritt uns in den Namen der Stufen des Oberen Devons entgegen. Es sind die Ammoniten, eine heute ausgestorbene Gruppe der Kopffüßler oder Cephalopoden, die mit den Schnecken und Muscheln zum

Abb. 8 *Calceola sandalina*
mit Deckel

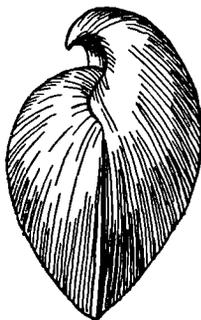


Abb. 9
Stringocephalus
Burtini,
links Rücken-,
rechts Bauchschale

Stämme der Weichtiere gehören. Die Kalkschalen der Ammoniten sind im Gegensatz zu denen der Schnecken, an die sie oberflächlich erinnern, durch Querscheidewände gekammert und meist symmetrisch in einer Ebene aufgerollt. Ihre Entwicklung von einigen wenigen, zunächst noch geradegestreckten Formen am Beginn des Paläozoikums, den Orthoceren, zu einer ungeheuren Fülle von Arten und Varietäten in ihrer Hauptblütezeit läßt sich erdgeschichtlich Schritt für Schritt verfolgen; dabei spielt u. a. die immer kompliziertere Ausgestaltung der sogenannten Lobenlinie, in der die Kammerscheidewände die äußere Schale berühren, eine große Rolle.

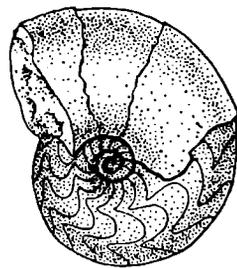


Abb. 10
Manticoceras intumescens,
Steinkern
mit Lobenlinie

Die devonischen Ammoniten gehören niederen Formen mit einfachen Lobenlinien, den Goniatiten und Clymenien, an, nach denen die beiden Stufen der oberen Abteilung benannt worden sind. Für die untere hat man später den Artnamen des bekanntesten Vertreters, *Manticoceras* (früher *Goniatites*) *intumescens* (Abb. 10), eingeführt. Es sei daran erinnert, daß bei der in der Biologie und Paläontologie üblichen, auf LINNE zurückgehenden binären Nomenklatur das erste Wort die Gattung, das zweite die Art bedeutet. (*intumescens* ist ein lateinisches Partizipium und heißt soviel wie anschwellend; weder das c noch das s am Ende dürfen, wie man das gelegentlich sieht, in ein z umgewandelt werden.)

Die Herkunft der Namen Karbon und Kulm ist uns bereits bekannt. Da die Kohlebildung ganz überwiegend in die Zeit der oberen Abteilung fällt, hat man diese auch als das Produktive Karbon bezeichnet. Sowohl in Mitteleuropa als auch in England kann die tonig-sandige Kulmfazies durch mehr oder weniger fossilreiche Kalksteine vertreten oder abgelöst werden. Kalkig ist in weiten Teilen der Erde aber auch das Obere Karbon ausgebildet, so besonders in der nördlichen Sowjetunion und in manchen Gebieten der Vereinigten Staaten. Diese Fazies hat sich im Meere abgesetzt, während die Flöze in festländischen Senken entstanden sind, die höchstens, wenn sie im flachen Küstenbereich lagen, vorübergehend überflutet wurden. Man nennt die beiden Abteilungen der Formation, soweit sie in kalkiger Ausbildung vorliegen, den Unteren und den Oberen Kohlenkalk, letzteren nach dem massenhaften Vorkommen eines Fossils auch den Fusulinenkalk. Die Fusulinen sind ziemlich große Einzeller mit einer spindelförmigen, gekammerten Kalkschale, die der Ordnung der Foraminiferen angehören (Abb. 11). Für das Untere

Karbon besteht wegen seiner in den einzelnen Verbreitungsgebieten stark wechselnden Schichtfolge keine einheitliche Gliederung; nach einem belgischen Städtchen an der Maas wird es auch als die Stufe von Dinant bezeichnet. Das viele tausend Meter mächtige Oberkarbon teilt man in die Oberschlesische oder Waldenburger, die Saarbrücker und die Ottweiler Stufe ein. In diesen Namen treten uns wichtige mitteleuropäische Steinkohlegebiete entgegen; Waldenburg ist der Hauptort des niederschlesischen Bezirks östlich vom Riesengebirge, Ottweiler liegt im Saargebiet. Gebräuchliche Synonyma sind Namurisch (kurz Namur) für die untere, Westfälisch (Westfal) für die mittlere und Stephanisch (Stephan) für die obere Stufe des Produktiven Karbons; Namur ist eine belgische Stadt an der Maas, St. Étienne (= St. Stephan) eine Industriestadt in Südfrankreich. Es sei hier bemerkt, daß man im Französischen substantivierte Adjektiva mit der Endung -ien als Stufenbezeichnungen verwendet; man sagt also z. B. le Namurien, was wörtlich übersetzt »das Namurische« bedeutet. Entsprechend heißt es im Englischen z. B. the Tremadocian. Bei uns ist es seit langem üblich, die uns nicht mundgerechte fremdsprachige Endung wegzulassen: das Namur, das Tremadoc.



Abb. 11 *Fusulina cylindrica*
aus dem russischen
Kohlenkalk

Nach einem alten Königreich Permia in der Gegend des späteren russischen Gouvernements Perm hat man die letzte Formation des Paläozoikums genannt. Weniger gebräuchlich ist die vom griechischen Zahlwort *dyō* (zwei) abgeleitete Bezeichnung *Dyas*, die sich auf die in Deutschland sehr scharf ausgeprägte Zweiteilung der Schichtengruppe bezieht. Der Ursprung des alten bergmännischen Namens Zechstein ist nicht genau bekannt. Unter der Zeche verstand man ehemals das der Gewerkschaft zum Zwecke der bergbaulichen Nutzung verliehene Grubenfeld; Zechstein hießen bis in die vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hinein zunächst nur die einige Meter mächtigen dünnplattigen Mergel im Hangenden des Kupferschiefers. Das Liegende, die Schichtserie unter dem Flöz, ist rot bis rötlichbraun gefärbt und »tot«, d. h. sie enthält kein abbauwürdiges Erz, weshalb man sie als das Rote Tote Liegende, kurz das Tot- und schließlich als das Rotliegende bezeichnet hat. Trotz des sehr wechselnden Profils läßt sich die Zweigliederung des Unteren Perms in den mitteleuropäischen Hauptgebieten (Saar-Nahe, Thüringen und Harz, Sachsen und Sudeten) überall deutlich erkennen. Sie wurde durch die Tätigkeit innenbürtiger Kräfte bedingt, die eine vorübergehende, zum Teil mit Abtragung verbundene Unterbrechung der Sedimentation bewirkten.

Der Zechstein der alten Bergleute bildet heute mit dem Kupferschieferflöz die untere Stufe der Abteilung. Der Mittlere, besonders aber der Obere Zechstein sind durch die in abgetrennten Teilen des Meeres erfolgte Ausscheidung sehr mächtiger Salzablagerungen gekennzeichnet, deren Kaliflöze für uns von der allergrößten wirtschaftlichen Bedeutung sind. An manchen Stellen auf der Erde, so in Südafrika und im südlichen Brasilien, ist es nicht möglich, die beiden letzten Formationen des Paläozoikums klar voneinander abzugrenzen; sie werden deshalb dort zum Permokarbon zusammengefaßt. In der Sowjetunion versteht man unter diesem Namen das Untere Perm. Erinnern wir uns nun noch einmal daran, daß für die Gliederung der Erdgeschichte in die fünf großen Perioden paläozoologische Gesichtspunkte maßgebend gewesen sind. Nach einer sehr langen Entwicklungszeit, über deren Einzelheiten wir fast nichts wissen, setzt mit dem Beginn des Kambriums die Überlieferung in großem Umfang ein, und wir können nun im Paläozoikum die rasche Entfaltung zu einer überaus reichen Formenwelt beobachten. Daß diese zunächst noch von altertümlichem Charakter ist, drücken wir im Namen der Epoche aus; die Tiergestalten, die die Erde im Paläozoikum bevölkert haben, sind heute längst verschwunden, oder sie spielen nur noch eine ganz untergeordnete Rolle. So gehen die Trilobiten, nachdem sie im Ordovicium ihren Höhepunkt erreicht haben, sehr rasch zurück und sterben mit dem Ende der Epoche aus. Sie und die anderen Krustentiere und Krebsartigen bleiben lange Zeit hindurch die einzigen Vertreter des Stammes der Gliederfüßler. Erst im Oberkarbon erscheint deren höchstentwickelte Gruppe, die Insekten, zunächst ebenfalls in primitiven Formen, mit Flügeln, die noch nicht zusammengelegt werden können, mit gleichmäßiger Segmentierung und unvollkommener Verwandlung. Die große Zeit der Ammoniten ist noch nicht angebrochen. Formen aus der Verwandtschaft der Goniatiten und solche, bei denen die Komplikation der Lobenlinie zunächst noch geringe Fortschritte gemacht hat, sind für die ganze Altzeit charakteristisch, und neben ihnen her läuft ein entwicklungsgeschichtlich älterer Zweig, der seine große Zeit mit über 1500 Arten im Oberen Silur erlebt und heute nur noch in einer einzigen Gattung, *Nautilus*, dem Schiffsboot, weiterexistiert. Als letzter Stamm treten im Untersilur die *Wirbeltiere* auf. Es sind zunächst urtümliche Fische, meist Bewohner des Meeresbodens, mit einem schwerfälligen, festen Panzer, aber noch ohne jede Verknöcherung des Innenskeletts. Das Paläozoikum ist die Zeit der niederen Fische, der *Knorpelfische*. Erst im Oberdevon wagen die ersten Wirbeltiere den kühnen Schritt aufs Land und an die atmosphärische Luft: Es erscheinen die *Amphibien* und später im Unterkarbon die nunmehr auf Lebenszeit zur Luftatmung übergegangenen *Reptilien*.

Voraussetzung für die Existenz der Tiere ist die Pflanzenwelt, deren Entwicklung die der Tierwelt entscheidend beeinflusst hat. Lange Zeit hindurch sind es nur die Algen und Tange, niedere Pflanzen also, ohne Gliederung in Wurzel, Stamm und Blätter, die – wie heute noch – die Grundlage des Tierlebens im Meere bilden. Mit dem Obersilur beginnt dann der immer weitergreifende Vorstoß, zunächst über die amphibischen, nur zeitweise überfluteten Räume und die Süßwasserbecken, auf das Land. Damit werden die Gefäßkryptogamen, worunter wir die Psilophyten und die heute noch existierenden Gruppen der Farne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse verstehen, zu den beherrschenden Pflanzen; in den Sümpfen des Produktiven Karbons und des Rotliegenden gelangen sie zu einer nie wieder erreichten Großartigkeit der Entfaltung. Inzwischen vollzieht sich auch der allmähliche Übergang bestimmter Formen vom Zustand der Sporen- in den der Blütenpflanzen. Seit dem Oberen Devon gibt es die heute ausgestorbenen Samenfarne, und im Unterkarbon erscheinen die ersten Nacktsamigen, die Gymnospermen, zuerst durch die Cordaiten, später durch die Koniferen und die Zykadeen vertreten. Sie erst sind befähigt, sich nun endgültig vom stehenden und vom langsam strömenden Wasser freizumachen und werden später als Höchstentwickelte das Bild der Pflanzenwelt im Mesozoikum bestimmen. Die Cordaiten sterben bereits am Ende der Rotliegendzeit wieder aus. Mit der im Zechstein immer stärker hervortretenden Entwicklung der Gymnospermen hat die Pflanzenwelt schon vor dem Ende der Epoche ihren paläozoischen Charakter überwunden und ist damit der Tierwelt um mindestens eine halbe Formation vorausgeeilt.

Weitaus stärker als durch die Vegetation oder die Fauna wird das Bild der Erde durch die Tätigkeit der innenbürtigen Kräfte bestimmt. Langsame Hebungen und Senkungen der Kruste lassen weite Teile der Oberfläche aus dem Meere auftauchen und wieder in ihm verschwinden und setzen sie damit wechselweise der festländischen Abtragung und der marinen Sedimentation aus. Nach langen Zeiten der Ruhe werden die horizontal abgelagerten Schichten zusammengedrückt, gefaltet und zerbrochen, und der Vulkanismus steigert sich zu lebhafter Tätigkeit. Solche kurzfristige, teils schwächere, teils stärkere Phasen der Gebirgsbildung oder besser der Änderung des Krustengefüges haben sich, soweit die geologische Oberlieferung reicht, in längeren oder kürzeren Abständen ziemlich häufig wiederholt. Im Laufe der Erdgeschichte können wir mehrere große Ären der Gefügestörung unterscheiden. Jede setzt sich aus einer ganzen Folge von Einzelphasen zusammen und hat auf ihren Höhepunkten zu intensiven Faltungen, zu lebhaften Bewegungen des Magmas, zum Aufstieg umfangreicher Gebirge und damit

indirekt auch zu verstärkter Abtragungstätigkeit geführt. Zwei Ären der Gebirgsbildung fallen in die Zeit des Paläozoikums. Die ältere bezeichnen wir als die kaledonische, nach Caledonia, dem von dem römischen Schriftsteller Tacitus gebrauchten Namen für das nördliche Schottland, die jüngere als die varistische, nach dem alten Volksstamm der Varisten oder Varisker, der zur Zeit der Römer im Vogtland und in der Oberpfalz saß. Die kaledonische Ära beginnt am Ende des Ordoviciums und findet ihren Abschluß in den jungkaledonischen Phasen am Ausgang des Silurs. Während dieser Zeit entstanden u. a. durch Eruption die in das tiefere Devon eingeschalteten Grünsteine oder Diabase. Die varistische Ära macht sich erstmalig am Ende des Devons bemerkbar und erreicht ihren Höhepunkt nach dem Abschluß der Unteren Steinkohlenzeit. In dieser Hauptphase, die wir nach dem bekannten Mittelgebirge die sudetische nennen, sind bei uns und in Westeuropa bis nach England und Irland hinüber ausgedehnte Gebirgsketten entstanden. Weitere, immer schwächer werdende Phasen lassen sich noch bis zum Ende des Paläozoikums feststellen; auf eine, die saalische (nach der Saale genannt), an der Wende vom Unteren zum Oberen Rotliegenden, haben wir bereits früher hingewiesen. Durch die beiden Gebirgsbildungsären ist das Gefüge des Untergrundes bis hinauf zum Unterkarbon einschließlich auf das stärkste verändert worden. Sie sind es, denen wir den scharf ausgeprägten, schon in der LEHMANNschen Schichtfolge in Erscheinung tretenden Unterschied zwischen Ober- und Unterbau verdanken. Weniger stark wurden die nur von den Nachphasen betroffenen Schichten des Oberkarbons und des Unteren Perms in Mitleidenschaft gezogen. Am Ende der Rotliegendzeit hat die Abtragung die varistischen Gebirgszüge endgültig überwältigt. Mitteldeutschland versinkt langsam in den Fluten des Zechsteinmeeres, und damit geht das Paläozoikum auch hinsichtlich der Krustentätigkeit seinem allmählichen Ende entgegen.

5 Die Formationen des Mesozoikums und des Neozoikums

So sind mit dem Beginn des Mesozoikums die gewaltigen inneren Umwälzungen vorerst einmal abgeschlossen und an ihre Stelle wiederum die auch in ruhigen Zeiten nie aufhörenden, kaum merkbaren Schwingungen der Erdkruste getreten. Ganze Tier- und Pflanzengruppen altertümlicher Prägung waren ausgestorben und hatten das Feld für neue, höher organisierte Formen freigegeben. Nur im Bereich der Pflanzenwelt ist mit der Entstehung der Gymnospermen der Aufstieg zu einer neuen Stufe, die nun für Jahrmillionen an der Spitze der Entwicklung liegt, schon vor Beginn des Mesozoikums erfolgt. Damit treten wir in die für weite Teile Mitteleuropas volkstümlichste Formation, die *Trias*, ein. Ihr Name, der sich auf die Zahl der Unterabteilungen bezieht, ist vom lateinischen *tres*, drei, im Neutrum *tria*, abgeleitet; das zugehörige Adjektivum heißt *triadisch* oder *triassisch*. Zum ersten Male werden jetzt Gesteinsarten zur Bezeichnung von Schichtgruppen und damit von Zeitabschnitten verwendet. Der Name *Buntsandstein* ist so eindeutig, daß er keiner näheren Erklärung bedarf. Freilich setzen sich nur die untere und die mittlere Stufe überwiegend aus solchen roten und weißen Sandsteinen zusammen. Die mittlere heißt auch der *Hauptbuntsandstein*, weil sie die mächtigere ist und gute Werksteine liefert; im Pfälzer Wald und in den Nordvogesen hat sie großartige Felsbildungen erzeugt. Die obere Stufe trägt dagegen einen völlig anderen Charakter; sie besteht aus weichen Tonen, Mergeln und Gipslagern und wird wegen der vorherrschenden Farbe auch als *Röt* bezeichnet. Nicht weniger charakteristisch ist der Name *Muschelkalk*, der schon seit dem Anfang des 19. Jahrhunderts gebraucht wird. Vorher nannte man die Formation im Gegensatz zum Zechstein den jüngeren *Flöz*kalk. Es sind aber gar nicht so sehr die Muscheln, die der Allgemeinheit in erster Linie auffallen, sondern die mit ihnen oft verwechselten Brachiopoden, ferner die Stielglieder von Seelilien (zum Kreise der Stachelhäuter gehörig) und in der oberen Stufe Ammoniten der Gattung *Ceratites*, die in ungezählten Mengen herauswittern und auf den Feldern umherliegen. Der Name *Wellenkalk* bezieht sich auf die wellige Oberfläche der harten Kalkmergelplatten, aus denen die untere Stufe zum größten Teile besteht; die Wellenfurchen bildeten sich, wie bei uns im Watt, durch strömende Bewegung des Wassers in seichten Meeren. Nach den Kalziumsulfatlagern, die in der Nähe der Erdoberfläche durch Wasseraufnahme in Gips übergehen, wird die mittlere Stufe als *Anhydritgruppe* bezeichnet. Für die obere hat man in Süddeutsch-

land den Namen **Hauptmuskalk** geprägt, weil sie dort (im Gegensatz zu Nord- und Mitteldeutschland) die beiden anderen an Mächtigkeit übertrifft.

Als **Keuper** (dialektisch für das aus dem Niederländischen stammende Körper; dies ist ein Baumwoll- oder Kammgarngewebe, französisch *Croisé* genannt) bezeichnete man in der Koburger Gegend die bunten Tone und Mergel der mittleren Abteilung dieser Formation. Der Name wurde von dem Koburger Hofmedikus **JOHANN GOTTLIEB HORNSCHUCH** schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts in die wissenschaftliche Literatur eingeführt. Auch für die drei Stufen des Keupers haben sich Sonderbezeichnungen eingebürgert. Die untere führt in Thüringen und Südwestdeutschland schwache Kohleflöze ohne wirtschaftliche Bedeutung, die als **Lettenkohle** bezeichnet werden, weil sie in einer Folge von mürben Sandsteinen und bunten Tonen oder Letten liegen. Nach ihnen hat man die ganze Stufe die **Lettenkohlengruppe** oder den **Kohlenkeuper** genannt. Der Mittlere oder **Gipskeuper**, der in ganz Mittel- und Süddeutschland ausgedehnte Lager dieses Minerals enthält, heißt wegen seiner relativ hohen Mächtigkeit auch der **Hauptkeuper**. Das **Rhät** oder der **Rhätische Keuper** (neuerdings oft auch ohne **h** geschrieben) leitet seinen Namen von einer Gruppe der Zentralalpen her.

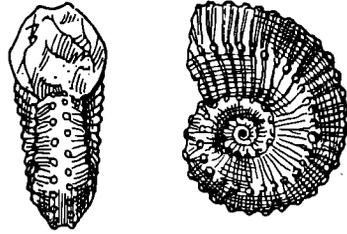
Auch bei der Trias genügt die Gliederung in Stufen den Anforderungen der Stratigraphie bei weitem nicht, obgleich die Mächtigkeiten zum Teil viel geringer sind als etwa bei manchen paläozoischen Formationen. Wir haben die weitere Aufteilung in unsere Tabelle jedoch nicht aufgenommen, weil sie örtlichen Schwankungen unterworfen ist und auch nur nach eingehender Behandlung der Gesteinsfolgen, Fossilien usw. verständlich sein würde. Das Bild der Formation ändert sich bereits in den nahen Alpen recht erheblich. Dort hat sich unter abweichenden paläogeographischen Verhältnissen und Lebensbedingungen eine wesentlich andere Schichtfolge abgesetzt, die notwendigerweise eine mit der unseren nur in großen Zügen übereinstimmende Gliederung ergeben konnte. Dem Buntsandstein entspricht in der alpinen Trias die **Skythische** (nach dem alten Volk der Skythen in Südrußland), dem Muschelkalk die **Anisische Stufe** (nach Anisus, dem lateinischen Namen der Enns in den Ostalpen). Darüber folgen die **Ladinische, Karnische, Norische** und zuletzt die unserem Oberen Keuper gleichzusetzende **Rhätische Stufe**. Die **Ladiner**, ein rhätoromanischer Volksstamm, wohnen in Südtirol; in den Namen der beiden folgenden Stufen erkennen wir Gruppen der südöstlichen Alpen wieder. Die **Ladinische Stufe**, die etwa unserer Lettenkohle entspricht, wird mit der Anisischen zur mittleren Abteilung zusammengefaßt. Man gliedert danach auch die alpine Trias in drei Abteilungen, doch

liegt die Grenze zwischen mittlerer und oberer in einem höheren stratigraphischen Niveau als bei uns.

Jeder durfte den Schweizer Jura kennen, der zum Paten der zweiten Formation des Mesozoikums geworden ist. Keine andere Schichtgruppe hat wohl so wie diese durch ihren Reichtum an schönen Versteinerungen und ihre auffälligen Oberflächentformen die Aufmerksamkeit der Bevölkerung auf sich gezogen und ihr Interesse an geologischen Fragen erregt. Wie die Trias, wird auch der Jura (das zugehörige Adjektivum heißt jurassisch) in drei Unterabteilungen zerlegt, für die neben den deutschen Farbbezeichnungen die englischen Namen sehr gebräuchlich geworden sind. Die untere Abteilung ist durch ihre dunklen bis schwarzen Tone und versteinungsreichen Schiefer gekennzeichnet; der Name Lias (mit dem Adjektivum liassisch) geht auf das französische lias zurück, worunter man einen bestimmten Kalkstein von feinkörniger Beschaffenheit versteht. Der Mittlere Jura führt Sand- und Rogensteine, deren gelbe und braune Farben durch den Gehalt an Brauneisenerz bedingt werden. In Lothringen und Luxemburg wird diese »Minette« abgebaut und bildet die Grundlage der dortigen Schwerindustrie. Dogger ist eine örtliche Gesteinsbezeichnung der englischen Steinbrucharbeiter in der Grafschaft Yorkshire. Dem Weißen Jura haben die sehr hellen Kalksteine und Dolomite zu seinem Namen verholfen; als Malm bezeichnete man dagegen in England ursprünglich einen kalkhaltigen Lehmboden. Nach dem häufigen Vorkommen der Rogensteine heißen Mittlerer und Oberer Jura in England auch die Oolithformation, vom griechischen *ovon*, Ei, und *lithus*, Stein.

Die Gliederung geht noch wesentlich weiter. Maßgebend sind für sie die Ammoniten geworden, die schon in der Trias einen gewaltigen Aufschwung genommen haben. Sie erreichen nunmehr ihren Höhepunkt und entfalten sich zu einem ungeahnten Reichtum hinsichtlich der Zahl der Arten und der Individuen sowie auch der Gestaltung der Schale und der Lobenlinie. Von den triadischen Gattungen bleibt fast nichts erhalten. Zu Beginn des Lias und auch noch in der Folgezeit treten völlig neue Familien auf, von denen wir einen großen Teil noch in der Kreide finden. Die einzelnen Arten hingegen sind, selbstverständlich im geologischen Sinne, verhältnismäßig kurzlebig, d. h. sie finden sich nur in Schichtzonen von geringer Mächtigkeit, und das gerade macht sie zu ausgezeichneten Leitfossilien. Von den primitiveren Verwandten der Ammoniten, den Nautiloideen, ist nur noch die Gattung *Nautilus* selbst übriggeblieben. Der erste, der in Deutschland, und zwar im schwäbischen Gebiet, eine genauere Gliederung der Formation durchgeführt hat, ist der Tübinger Geologe FRIEDRICH AUGUST QUENSTEDT gewesen. Er hat jede der drei Abteilungen, Lias, Dogger und Malm, in 6 Unterabschnitte zerlegt, so daß die gesamte

Abb. 12 *Cosmoceras ornatum*



Formation aus 18 solchen Stufen besteht. Sie werden in jeder Abteilung mit den ersten sechs Buchstaben des griechischen Alphabets bezeichnet. Daneben sind für eine ganze Reihe von ihnen Namen gebräuchlich, die sich auf Leitfossilien und kennzeichnende Gesteine beziehen. So nennt man den Lias γ Numismalis-Mergel (nach dem Brachiopoden *Waldheimia numismalis*), den Lias ϵ nach einer Muschel *Posidonienschiefer* und den Dogger ζ Ornatenton nach dem Ammoniten *Cosmoceras ornatum* (Abb. 12). Innerhalb der drei Hauptglieder des Juras werden die QUENSTEDT'schen Stufen paarweise zu je einer unteren, mittleren und oberen Abteilung zusammengefaßt. Für den Dogger ist man in neuerer Zeit von diesem Schema teilweise abgewichen, indem man β zur mittleren Abteilung gezogen hat oder die untere bis δ einschließlich hinaufreichen läßt. In anderen Ländern teilt man anders ein und hat natürlich landeseigene Namen geprägt. Sehr bekannt ist z. B. die auch bei uns angewendete englische Gliederung des Weißen Juras in die Stufen von Oxford, Kimmeridge, Portland und Purbeck; Oxford ist die altberühmte Universitätsstadt an der Themse, Portland und Purbeck sind kleine Halbinseln an der Südküste Englands, die erste mit einer Hafenstadt gleichen Namens; Kimmeridge liegt ebenfalls an der englischen Südküste, westlich der Insel Wight. Über der Weißjurastufe ζ folgt in Schwaben eine Schichtlücke; der größte Teil des Portlands und das Purbeck sind dort nicht vertreten. Die stratigraphische Aufspaltung der Juraformation hat inzwischen immer weitere Fortschritte gemacht und ist schließlich allein auf den Ammoniten als Leitfossilien aufgebaut worden. Heute unterscheidet man bereits nahezu 80 Ammonitenzonen.

Mit meist scharf ausgeprägter Grenze beginnt über dem Malm die dritte und letzte Formation des Mesozoikums, die Kreide. Ihr Name, der aus England stammt, bezieht sich auf jenes eigenartige und auch dem Laien immer wieder in höchstem Maße auffallende Gestein, die weiße Schreiekreide, die jedoch in typischer Ausbildung mit zahlreichen Feuersteinzonen nur in der oberen Abteilung des nordeuropäischen und englischen Gebietes vorkommt. Vom lateinischen *cretaceus*, zum Substantivum *creta* (Kreide, wahrscheinlich

von der Insel Kreta) gehörig, leitet sich das Adjektivum *kretazisch* ab. Die Gliederung der Formation ist zunächst von den englischen Geologen am Anfang des 19. Jahrhunderts, dann aber auch von Frankreich ausgegangen. So kommt es, daß sich die Stufenbezeichnungen überwiegend auf außerdeutsche Örtlichkeiten beziehen; Mangel an geeigneten Aufschlüssen und häufiger Wechsel in der Ausbildung haben bei uns die Erforschung der Kreide zunächst erschwert. *Neocomium*, das heutige Neuenburg (Neuchâtel) in der Schweiz, ist der Patenort der tiefsten Schichtgruppe der unteren Abteilung. In Deutschland sagt man dafür auch *Hils*, nach einem Bergzug im Braunschweigischen zwischen Leine und Weser. Noch auf den Schichten-SCHMIDT geht der Name *Gault* zurück, eine englische Lokalbezeichnung für dunkle Tone, die den Unteren (heute *Neocom*) und den Oberen *Grünsand* (das heutige *Cenoman*) voneinander trennen. Die Franzosen haben das *Gault* in das *Aptien* und das *Albien* eingeteilt. Der kleine Ort *Apt* liegt in Südfrankreich in der Nähe von *Marseille*. *Alba* ist der lateinische Name für die Aube, ein rechtes Nebenflößchen der *Seine*; wir werden deshalb am besten *Aube-Stufe* sagen. Eine noch weitergehende Gliederung, die sich sehr bald auch für Norddeutschland als brauchbar erwiesen hat, war das Ergebnis der genaueren Untersuchung der Unteren Kreide in der Schweiz. Hier unterscheidet man die Stufen von *Valangin*, *Hauterive*, *Barrême*, *Apt* und *Alb*. *Valendis*, französisch *Valangin* (davon abgeleitet *Valanginien*), liegt dicht bei Neuenburg, *Hauterive* bei *Freiburg* in der Schweiz, *Barrême* im südöstlichen Frankreich im Departement *Basses-Alpes*. An Stelle des tieferen *Neocom*s bis hinauf ins *Hauterive* hat sich in Norddeutschland und England in weiter Verbreitung noch eine andere, meist tonige Fazies abgelagert, die im Süßwasser entstanden ist. Nach einer Landschaft südöstlich *London*, in den Grafschaften *Kent*, *Surrey* und *Sussex*, wird sie als das *Weald*, heute meist in der adjektivischen Form *Wealden*, bei uns auch als *Wälderton*, bezeichnet. Unserem bisherigen Sprachgebrauch entspricht der Landschaftsname ohne zusätzliche Endung. Zu Beginn der Oberen Kreide haben auf der ganzen Erde ausgedehnte Überflutungen durch das Meer stattgefunden. Dieses Ereignis nennt man die *Transgression des Cenomans*. *Cenomanum* ist der lateinische Name der Stadt *Le Mans* im nordwestlichen Frankreich. *Turon* kommt von *Turonia*, der heutigen Landschaft *Touraine* südlich *Tour* an der *Loire*. In Westfalen und im nördlichen Harzvorlande finden wir die tiefere Oberkreide bis über das *Turon* hinauf in kalkig-mergeliger Fazies ausgebildet. Sie wird im Gegensatz zu den *Quadersandsteinen*, die im dortigen *Senon*, in Sachsen auch im *Cenoman* und *Turon* auftreten, als *Pläner* bezeichnet. Daher kommen die deutschen Synonyma *Unterer* und *Oberer Pläner* für die beiden ersten Stufen

der jüngeren Kreide; der Name ist höchstwahrscheinlich durch Umwandlung des Wortes »Plauener« (nach dem Dresdener Vorort Plauen, zu ergänzen »Stein«), entstanden. Alles, was bei uns über dem Turon liegt, wurde früher zum Senon (nach Senones, dem lateinischen Namen des Städtchens Sens südöstlich von Paris) zusammengefaßt. Später hat man dann den unteren Teil als selbständige Stufe bewertet und abgetrennt und ihn nach der Emscher getauft, jenem meist kanalisiertem Fließchen, das dicht nördlich der Ruhr in den Rhein mündet und an dem Dortmund liegt. Das sehr versteinungsreiche Senon wird bei uns in zwei, in Frankreich in drei Unterstufen eingeteilt; die Schreibkreide auf der Insel Rügen an der Steilküste von Jasmund gehört dem Oberen Senon an. Der Name der Dänischen Stufe, französisch Danien, ohne Adjektivendung also Dan, bedarf keiner Erklärung; in Deutschland ist das Dan bisher noch nicht nachgewiesen.

Außerordentlich charakteristische Züge zeigt die Tierwelt im Mesozoikum. Von den Ammoniten war bereits die Rede. Es ist eines der größten Probleme der stammesgeschichtlichen Entwicklung, daß sie mit dem Ende der Epoche, kurz nach ihrer Blütezeit, spurlos von der Erde verschwinden. Ihre nächsten Verwandten, die Nautiloideen, retten sich nur mit wenigen Arten in das Neozoikum hinüber, nachdem die Geradhörner bereits beim Anbruch der Jurazeit ausgestorben sind. Dafür taucht ein neuer Zweig der Kopffüßler, die Tintenfische, auf. Die Belemniten, von deren Skelett uns fast stets nur die sogenannten Donnerkeile erhalten geblieben sind, erscheinen in der Trias, nehmen im Jura gewaltig zu und sind bereits zu Beginn der Neuzeit wieder auf wenige Gattungen zurückgegangen, die während des Tertiärs endgültig verschwinden. Die wahrscheinlich aus ihnen (und zwar im Lias) hervorgegangenen Tintenfische im engeren Sinne bevölkern dagegen heute noch die Meere. Die Brachiopoden, obgleich sie noch viele Leitfossilien liefern, treten an Bedeutung mehr und mehr hinter den Muscheln zurück. Von größter Tragweite sind aber vor allem die Umformungen, die sich im Bereich der Wirbeltiere vollziehen. Zwar lassen sich bei den Fischen nur verhältnismäßig langsame Fortschritte feststellen. Erst vom Braunen Jura an gibt es Knochenfische. Dafür werden nunmehr aber die Saurier zu der die Erde beherrschenden Tiergruppe. In einer Fülle von Formen bevölkern sie nicht nur das feste Land, sondern kehren auch, indem sie Fischgestalt annehmen, wieder in



Abb. 13
Belemnitella
mucronata
aus dem
Oberen Senon

das Meer, die Heimat ihrer Vorfahren, zurück. Sie entwickeln sich zu den größten Landtieren, die jemals gelebt haben und deren Skelette und Rekonstruktionen wir in den Museen bewundern. Selbst im Luftraum tummeln sie sich und stellen auch hier Formen, deren Größe von den Flugtieren der späteren Zeit nicht wieder erreicht worden ist. Schon aber treten jene Tierklassen auf den Plan, die nach Ablauf des Mesozoikums einmal die Rolle der Saurier übernehmen werden, die Säuger und die Vögel. Mit Recht zählt man die beiden Exemplare des Urvogels aus dem Plattenkalk des Weißen Juras bei Solnhofen zu den entwicklungsgeschichtlich wertvollsten Funden, weil sie uns die Herkunft der Vögel von den Sauriern, den Echsen also, paläontologisch belegen. Die ältesten Säugetierreste hat uns der Keuper geliefert; sie rühren von kleinsten Formen her, die den primitivsten Ordnungen, den Kloaken- und den Beuteltieren, nahestehen. Die Saurier gehen mit dem Ausgang der Epoche schlagartig zurück. Ganze Ordnungen verschwinden aus unbekanntem Gründen von der Bildfläche, nachdem sie noch in der Kreide neue Gattungen und Arten hervorgebracht haben. Ist demnach die Wende von der Mittel- zur Neuzeit für die Tierwelt in vieler Hinsicht ein höchst bedeutsamer Einschnitt, so vollzieht sich der große Umschwung in der Pflanzenwelt auch diesmal schon wesentlich früher: Die Bedecktsamigen oder Angiospermen, die erst seit der Unteren Kreide nachweisbar sind, beginnen sich während des Gaults stark auszubreiten und haben bereits in der Oberen Kreide die Vorherrschaft vor den Gymnospermen auf dem festen Lande erlangt.

Die Namen der beiden jüngsten Formationen erinnern uns an die Zeit, in der man die Erdgeschichte nur in vier Epochen gliederte und diese nach den lateinischen Ordnungszahlen (primus, secundus, tertius, quartus) als Primär, Sekundär, Tertiär und Quartär bezeichnete. Das Sekundär war unser heutiges Mesozoikum. Übrig geblieben sind allein die beiden letzten Namen, doch erkennt man den betreffenden Schichtfolgen heute nur noch den Rang von Formationen zu. Dabei ist das Quartär (ursprünglich also »das 4. Zeitalter«) gewissermaßen noch sehr gut weggekommen, denn hinsichtlich seiner Dauer bleibt es selbst hinter den Stufen aller älteren Formationen weit zurück. Die Benennung der Unterabschnitte des Tertiärs bezieht sich auf ihre Fauna. Je mehr wir uns der Jetztzeit nähern, desto häufiger treten neben den ausgestorbenen Formen solche auf, die auch heute noch existieren. Darauf gründete der englische Geologe CHARLES LYELL eine Gliederung in drei Abschnitte, die er nach dem steigenden Anteil der rezenten Tierarten als Eozän, Miozän und Pliozän bezeichnete. Mit dem griechischen Wort kainos sind die neuen, d. h. die heute noch lebenden Arten gemeint; das k ist auf dem Um-

weg über das Lateinische zu einem wie z ausgesprochenen c geworden, das von uns nun seit einiger Zeit auch als z geschrieben wird. Eös heißt, wie wir wissen, Morgenröte, Tagesanbruch, pleíon mehr und meíon kleiner, weniger, geringer. Die Namen wollen also besagen, daß in der Fauna des Eozäns die ersten rezenten Arten, im Miozän weniger als im Pliozän und in diesem mehr als im Miozän enthalten sind. Das ei des Griechischen (in pleion und meion) wird im Lateinischen zum i. Etwa zwanzig Jahre später hat man dann noch das Oligozän eingeschoben und gegen Ende des vorigen Jahrhunderts den unteren Teil des seitherigen Eozäns als Paleozän abgetrennt. Oligós heißt wenig, gering; Paleozän, eine sprachlich nicht ganz einwandfreie Wortbildung, soll soviel wie Alt-Eozän bedeuten; die erste Silbe ist aus palaios verstümmelt. So besteht denn das Tertiär nunmehr aus fünf Stufen, von denen man die ersten drei zum Paläogen oder Alttertiär, die beiden oberen zum Neogen oder Jungtertiär zusammenfaßt. Auch diese beiden Fachausdrücke sind keine besonders geschickten und glücklichen Neubildungen; -gen ist ein alter griechischer Wortstamm, von dem sich u. a. Hauptwörter ableiten, die Sippe, Stamm, Gattung (lateinisch genus) usw. bedeuten. Paläogen würde daher etwa als die Gruppe der älteren, Neogen als die der jüngeren Stufen des Tertiärs zu übersetzen sein.

Die Kenntnis der anfangs weniger beachteten Formation hat schließlich solche Fortschritte gemacht, daß auch die Fünfteilung den stratigraphischen Erfordernissen nicht mehr gerecht werden konnte. Heute gliedert man das Paleozän, Oligozän und Pliozän in je drei, das Eozän in vier, das Miozän sogar in fünf Unterstufen, die ihre Namen überwiegend nach außerdeutschen Vorkommen erhalten haben. Wenn Dreiteilung vorliegt, verwendet man vielfach auch die übliche allgemeine Bezeichnung nach dem Alter bzw. dem Niveau; man spricht also z. B. von Alt-, Mittel- und Jungeozän oder von Unter-, Mittel- und Oberoligozän. Von den zahlreichen Eigennamen, die man den 18 Unterstufen in den verschiedenen Teilen Europas gegeben hat, seien hier nur einige wenige herausgegriffen. Dem Eozän gehört die ältere Braunkohle an. Das Oligozän ist bei uns durch seine schöne Ausbildung im Mainzer Becken und in dessen weiterer Umgebung bekannt. Es wird in die Latdorf-, die Rupel- und die Chatt- oder Hessische Stufe eingeteilt; Latdorf ist ein Ort bei Bernburg an der Saale, Rupel ein Nebenfluß der Schelde in Belgien, Chattia, auch Cattia, heute noch in Kassel erhalten, der lateinische Name von Hessen. Das Miozän interessiert uns wegen seiner auch auf deutschem Boden gewaltig gesteigerten vulkanischen Tätigkeit. Damals sind die Basalte und Klingsteine zu Tage gefördert worden, die wir u. a. im sächsisch-böhmischen Gebiet, in der Rhön und im Vogelsberg finden. Die jüngere Braun-

kohle gehört ebenfalls dem Miozän an. Dessen fünf Stufen heißen Aquitan, Burdigal, Helvet, Tortona und Sarmat. Aquitanien ist der alte Name für das südliche Frankreich, das einst römische Provinz und später fränkisches Königreich war. Burdigal hieß die Stadt Bordeaux. Helvetien (für Schweiz) dürfte allgemein bekannt sein. Tortona ist eine italienische Stadt am Nordfuß des Ligurischen Apennins. Sarmatien nannte man in der Römerzeit das Land östlich der Weichsel und der Karpaten. Aus dem Bereich des Mittelmeeres (bei den Römern mare mediterraneum) stammt eine Gliederung des Jungtertiärs in sogenannte *Mediterran*stufen, deren dritte und letzte das Pliozän ist; es heißt auch die *Pontische Stufe* oder kurz das *Pont*, nach dem Pontus Euxinus der Alten, dem heutigen Schwarzen Meere.

Eine starke Abkühlung, die die Vereisung weiter Teile der Erde zur Folge hat, kennzeichnet unsere jüngste Formation, das Quartär. Die seit dem Rückzug der Inlandeismassen und der Talgletscher der Hochgebirge verfllossene Zeit und ihre Bildungen werden mit einem noch auf WERNER zurückgehenden Ausdruck als *Alluvium* bezeichnet; das Wort ist ein lateinisches Adjektivum und heißt das Angeschwemmte. Mit seinen wenigen tausend Jahren will das Alluvium in die Gesellschaft der Unterabteilungen, von denen jede einzelne, soweit sie vorquartär sind, nach Jahrmillionen zählt, nicht so recht hineinpassen. Auch dieses Beispiel zeigt, daß die Formationstabelle nicht nach den strengen Gesetzen der Logik aufgebaut, sondern im Laufe der Zeit natürlich gewachsen ist. Eine allgemein gültige Gliederung der von Ort zu Ort wechselnden Ablagerungen des Alluviums gibt es nicht. Der vor ihm liegende Hauptabschnitt des Quartärs, der den weitaus größten Teil der Formation umfaßt, heißt das *Diluvium*, zu deutsch die Überschwemmung. Der Name ist ein letzter Überrest aus der Zeit des Diluvianismus im 17. und 18. Jahrhundert, in der man die Beobachtungen mit der biblischen Schöpfungsgeschichte in Einklang zu bringen versuchte und die Fossilien sowie die im Wasser abgesetzten Gesteine für Zeugen der Sintflut, für »diluvii testes«, hielt. Oft hört und liest man für das Diluvium die ungenaue Bezeichnung *Eiszeit*, auch wird nicht selten der Name *Pleisto-* oder *Plistozän* verwendet, der in Fortführung der Nomenklatur der Tertiärstufen aus dem griechischen pleistón, sehr viel, das meiste, gebildet ist.

Das Antlitz der Erde ist im Quartär schon nahezu das gleiche wie heute. So sind die diluvialen Ablagerungen festländischer Herkunft und schon aus diesem Grunde raschem Wechsel unterworfen. Bei uns wird ihr Charakter durch das große Inlandeis und die Gletscher bestimmt, die mehrmals von Norden und von den Alpen aus in das Land vorstießen und es unter ihren Sedimenten begruben. In den vereist gewesenen Gebieten gelangt man daher zu

einer Gliederung des Diluviums in mehrere Glazial- oder Eiszeiten und dazwischenliegende Interglazial- oder Zwischeneiszeiten, in denen es zum Teil wesentlich wärmer war als heute. Das Lateinische *inter* heißt zwischen, *glacies* das Eis. Das Wort Zwischeneiszeit ist eine höchst unglückliche Neubildung. Man versteht, um nur einige Beispiele zu nennen, unter einem Zwischenraum den Raum, der zwischen zwei Gegenständen liegt, unter einem Zwischenspiel ein Spiel zwischen zwei Teilen eines größeren Musikstückes, unter der Zwischenfrucht die Frucht, die in der Zeit zwischen den Hauptfrüchten angebaut wird usw. Eine Zwischeneiszeit würde also nach dem üblichen Sprachgebrauch eine Eiszeit sein! Es ist daher richtiger, von *Warmzeiten* und im Gegensatz zu ihnen von *Kaltzeiten* zu sprechen. Der Ausdruck Kaltzeit paßt auch viel besser für jene sehr ausgedehnten Gebiete, in denen es zwar zu einer starken Abkühlung, nicht aber zur Gletscherbildung gekommen ist. In den nicht vereist gewesenen Landstrichen Mitteleuropas, wo das Diluvium überwiegend in Gestalt von Flußschottern vorliegt, ist man naturgemäß zu anderen Gliederungen gelangt als dort, wo die Gletscher und ihre Schmelzwässer Moränen und Sande hinterlassen haben. Es ist nicht ganz einfach, diese so verschiedenartigen Bildungen aus Gebieten mit grundverschiedenen Ablagerungsbedingungen in ein gemeinsames zeitliches Schema einzuordnen; besteht doch noch nicht einmal volle Einigkeit über die Zahl und die Intensität der Eisvorstöße. Wir haben deshalb darauf verzichtet, unserer Formationstabelle eine Gliederung des Diluviums in Stufen beizugeben. Was in irgendeinem Gebiet zeitlich vor dem ersten Eisvorstoß liegt, der es erreicht hat, bezeichnet man als Präglazial, die Zeit, die seit der letzten Eisbedeckung verflossen ist, als Postglazial. Die lateinischen Wörter *prae* und *post* heißen vor bzw. nach; beide Fremdwörter werden sowohl substantivisch als auch adjektivisch gebraucht. Die Schwierigkeiten einer Parallelisierung erkennt man, wenn man bedenkt, daß z. B. Tiere und Pflanzen irgendwo noch präglazial gelebt haben können, während anderswo die Eiszeit schon angebrochen, die Tierwelt vertrieben und die Pflanzenwelt vernichtet war. Über die genauere Gliederung des Diluviums unterrichtet der Band »Das Eiszeitalter« unserer Serie »Geologie«.

Der Umschwung, der im Charakter der Flora mit dem Erscheinen und der raschen Ausbreitung der Bedecktsamigen schon vor der Oberen Kreide eingetreten war, beginnt sich nun erst seit dem Ende des Mesozoikums auf die Tierwelt voll auszuwirken. Nachdem ganze Ordnungen, die der Fauna der Trias, des Juras und der Kreide ihren Stempel aufgeprägt hatten, erloschen oder zur Bedeutungslosigkeit herabgesunken sind, steht das Festland in der Epoche des Neozoikums ganz unter dem Zeichen der Säugetiere. Sie

gründen ihre Existenz auf die jetzt mächtig entfalteten Angiospermen, die das Pflanzenkleid in weiten Räumen unserer Erde vollkommen beherrschen. Neben den primitiven Beuteltieren waren die ersten Besitzer einer Plazenta, jenes der vorgeburtlichen Ernährung des Embryos im Uterus dienenden Organs, in Gestalt kleiner Insektenfresser bereits in der Oberen Kreide aufgetreten. Diese Plazentalier überflügeln nunmehr rasch die anderen und bringen bereits im Alttertiär alle die vielgestaltigen Ordnungen hervor, die ein jeder noch von der Schule her kennt, die Zahnlücken und Fledermäuse, die Raubtiere und Nager, die Huf- und Rüsseltiere, die Wale, Halbaffen und Affen. Selbst die menschenähnlichen Affen tauchen bereits im Oligozän auf, jedoch erst im Diluvium ist die Entwicklung so weit vorgeschritten, daß nunmehr die Gattung Mensch, zunächst noch im primitivsten Stadium, die Bühne dieser Welt betritt; seine heute lebende Form, der *Homo sapiens*, existiert erst seit etwa 90000 Jahren.

Die innenbürtigen Kräfte hatten nach dem Untergang des varistischen Gebirges lange Zeit hindurch fast völlig geruht und sich auf die allmähliche Hebung oder Senkung weitgespannter Krustenteile beschränkt, durch die die meeresnahen Gebiete der Kontinente wechselweise überflutet und wieder trockengelegt wurden. Erst mit dem Ende der Trias beginnt der Untergrund, sich stellenweise erneut stärker zu regen. Damit wird eine Zeit intensiver Gefügeveränderungen eingeleitet, die abermals ausgedehnte Teile der Erde erfassen und sie in der zweiten Hälfte des Mesozoikums und während des gesamten Neozoikums in kurzen Abständen immer wieder von neuem umgestalten und erschüttern. Nach den Alpen wird diese jüngste Gebirgsbildungsära als die alpidische, soweit sie den außeralpinen Boden Mitteleuropas betroffen hat, auch nach Niedersachsen als die saxonische bezeichnet. Ihre kräftigsten Phasen, die jungkimmerischen, fallen in den Oberen Weißen Jura und das tiefste Neocom, von der Zeit vor dem Portland bis in die Stufe von Valangin; sie sind nach dem Volksstamm der Kimmerer benannt, der im Altertum an der Straße von Kertsch, dem kimmerischen Bosphorus, gesessen hat. Eine ganze Reihe von zum Teil äußerst wirksamen Phasen gehört aber auch dem Tertiär an, ja selbst im Diluvium, also in geologisch allerjüngster Zeit, ist die Kruste längst noch nicht zur Ruhe gekommen. Durch das Zusammenwirken all der alpidischen Faltungen und Hebungen und der durch sie veranlaßten Abtragung hat sich in umfangreichen Gebieten, namentlich in den Hochgebirgsgürteln, das heutige Relief der Oberfläche herausgebildet. Den Nachklang der magmatischen Tätigkeit, die, durch die alpidischen Gefügeveränderungen ausgelöst, im Jungtertiär ihren Höhepunkt erreicht hat, verspüren wir jetzt, nach Jahrtausenden, immer noch in den großen Vulkangebieten der Erde.

Nach dem, was wir eben gehört haben, ist weder hinsichtlich der Entwicklung der Pflanzenwelt noch der des Krustengefüges ein Einschnitt oder eine Wende an der Grenze zwischen Kreide und Tertiär festzustellen. Das Neozoikum bringt die Fortführung dessen, was sich bereits im Mesozoikum mit dem Auftreten der Angiospermen und dem kräftigen Einsetzen alpidischer Phasen angebahnt und entfaltet hat. Auch was die Dauer anlangt, bleibt die Neuzeit vermutlich weit hinter dem Mesozoikum und erst recht hinter den übrigen Epochen zurück.

NACHWORT

Der Frage nach der Dauer der geologischen Formationen, nach dem Alter, d. h. der Zeit, die seit der Ablagerung einer Schicht, der Einbettung eines Fossils, kurz seit irgendeinem erdgeschichtlichen Ereignis verflossen ist, mißt der Laie meist eine besondere Bedeutung bei. In der Fachwelt galt sie zwar nicht gerade als unwichtig, ist aber doch hinter den anderen wissenschaftlichen Problemen und den vielfältigen praktischen Aufgaben immer mehr oder weniger zurückgetreten. Während der letzten Jahre hat das Interesse an der

absoluten Zeitbestimmung jedoch stark zugenommen, vor allem auch weil man sich von ihr Klärung und Förderung auf anderen Gebieten der Forschung verspricht. So ist es, um nur ein Beispiel zu nennen, für die Stammesgeschichte außerordentlich wichtig, die wirkliche Dauer der Entwicklungen zu kennen. Die geologische Altersbestimmung besteht ja darin, daß wir dem Gestein, dem Fossil oder dem Vorgang die richtige Stelle in der Formationstabelle anweisen. Wir geben damit an, welche Schichten, Stufen oder Abteilungen älter und welche jünger sind als das betreffende Objekt oder geologische Ereignis, d. h. wir kennzeichnen sein relatives Alter. Vor wieviel Jahren, Jahrtausenden oder Jahrmillionen das Tier gelebt, wie lange eine Schicht oder Formation gebraucht hat, um abgelagert zu werden, welcher Zeitraum zwischen den Faltungsphasen verflossen ist usw., entzieht sich unserer Kenntnis und hat für uns zunächst auch kein unmittelbares Interesse. Erst seit wenigen Jahrzehnten bemüht man sich mit ernsthaften Methoden um eine absolute Zeitbestimmung und hat in erster Linie bei dem noch am wenigsten weit zurückliegenden Quartär greifbare Resultate erzielt. So glauben wir z. B. heute ziemlich sicher sagen zu können, daß das Diluvium vor etwa $\frac{3}{4}$ Millionen Jahren begonnen und daß das sich zurückziehende nordische Inlandeis vor rund 20000 Jahren die deutsche Ostseeküste endgültig verlassen hat. Mit Hilfe der r a d i o a k t i v e n M e t h o d e versucht man, Zahlenwerte für den gesamten der Geologie zugänglichen Teil der Erdgeschichte zu gewinnen. Danach sollen die ältesten uns bekannten Gesteine vor mindestens 2 Milliarden Jahren entstanden sein, und das Paläozoikum soll etwa 340, das Mesozoikum 140, das Neozoikum 60 Millionen Jahre gedauert haben. Derartige Zahlen werden heute schon in allgemeinverständlichen, zum Teil auch in fachwissenschaftlichen Veröffentlichungen als mehr oder minder sichere Grundlagen eingesetzt. Sie sind aber keineswegs unbestritten geblieben und haben zunächst noch recht hypothetischen Charakter. Denken wir immer daran, daß wahrscheinlich auch sie in kürzerer oder längerer Zeit einmal ebenso überholt sein werden, wie manches andere einst im Lehrgebäude der Geologie für festgefügt Gehaltene. Über das Problem der geologischen Altersbestimmung mit allen seinen Weiterungen spricht sich der Band »Wie alt ist die Erde?« unserer Serie »Geophysik« aus.

So ist auch unsere Formationstabelle nicht als etwas Endgültiges zu werten. Seit JOHANN GOTTLIEB LEHMANN, GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL und WILLIAM SMITH ihre Schichtfolgen aufgestellt haben, ist die Diskussion über die Abgrenzung der Formationen und ihrer Unterteile, über die Gliederung der Schichtserien und die Benennung der Stufen und sonstigen Einheiten ununterbrochen im Gang. Auch die Großgliederung und das Prinzip

der Einteilung und Benennung überhaupt unterliegen seit langem der Kritik. Alle Gliederungen sind örtlich bedingt, und die Namen beziehen sich oft auf mehr oder weniger eng umgrenzte Bezirke und die dort vorliegende Fazies. In anderen Ländern und Erdteilen ist die Ausbildung anders, und dort, wo bei uns scharfe Grenzen liegen, ist unter Umständen anderswo keinerlei Wechsel in der Sedimentation eingetreten; dann verlieren die alten Gliederungen und Namen der mittel- und westeuropäischen Schichtfolgen ihren Sinn. Ist es nun möglich, eine überfazielle Tabelle aufzustellen, die für die ganze Erde gilt? Auf welchem Einteilungsprinzip soll sie beruhen? Die Fauna, so wertvoll sie für uns in stratigraphischer Hinsicht auch immer sein mag, war schließlich doch für das Antlitz der Erde so gut wie ohne Belang. Da ist die Pflanzenwelt schon wesentlich wichtiger gewesen, denn durch sie wurden einerseits die Abtragungs- und Sedimentationsverhältnisse, andererseits die Entwicklung der Tierwelt bestimmt und entscheidend beeinflußt. Soll man daher die »Zoika«, die tiergeschichtlichen Epochen, durch »Phytika«, d. h. also pflanzliche Zeitalter ersetzen? Ihre Grenzen würden, wie wir oben gesehen haben, nicht miteinander übereinstimmen. Aber auch das Pflanzenkleid spielt im Grunde genommen doch nur eine sehr untergeordnete Rolle gegenüber den innenbürtigen Kräften, die den Umriß und die Verteilung der Kontinente und Ozeane bestimmen, die die Erdkruste zu Gebirgen emporheben und sie wieder unter den Meeresspiegel versenken. Wir haben gehört, daß allein seit dem Devon drei große Ären der Gefügeveränderungen und Gebirgsbildung mit zahlreichen Einzelphasen über die Erde dahingegangen sind. Ist es richtig, auf ihnen eine Gliederung der Erdgeschichte in Zeitalter aufzubauen, deren Grenzen weder mit denen der tierischen noch der pflanzlichen Epochen übereinstimmen würden?

Man sieht, daß auch hier alles in Fluß und in Weiterentwicklung begriffen ist. Wir brauchen aber nicht zu befürchten, daß wir in absehbarer Zeit umlernen müssen. Ein Gebäude, das, wie unsere Formationstabelle, in anderthalb Jahrhunderten durch die Arbeit ganzer Forschergenerationen errichtet und immer weiter ausgebaut worden ist, kann nicht von heute auf morgen ohne die folgenschwersten Verwirrungen umgestürzt und neu aufgeführt werden. So sind wir weiterhin bestrebt, die Mängel innerhalb des vorhandenen Rahmens auszugleichen und die alte Gliederung neuen Forschungsergebnissen immer wieder anzupassen. Für uns bleibt nach wie vor das Gerüst der Formationstabelle als der Ausdruck des gegenwärtigen Standes unserer Kenntnisse von der Schichten- und Gesteinsfolge der Erdkruste eine der wichtigsten Grundlagen für die Beschäftigung mit geologischen Fragen.

FACH- UND FREMDWÖRTER

(gr)=griechisch (lat)=lateinisch (fr)=französisch

Angiospermen	<i>ἀγγεῖον</i> (aggeion, gesprochen angeion, gr) = Gefäß, Behälter; <i>σπέρμα</i> (sperma, gr) = Same – bedecktsamige, d. h. solche Pflanzen, deren Same in das Fruchtblatt (den Fruchtknoten) eingeschlossen ist.
Anhydrit	ἀ (alpha privativum, gr), ὕδωρ (hydor, gr) = Wasser – wasserfreier schwefelsaurer Kalk.
Ammonit	Kopffüßler mit gekammerter, meist spiralgig in einer Ebene aufgewundener Schale – benannt nach dem Horn des Widders, der dem ägyptischen Gott Ammon oder Amün heilig war.
amphibisch	ἄμφω (ampho, gr) = beide zugleich, βίος (bios, gr) = Leben – ist die Lebensweise der Tiere und Pflanzen, die sich sowohl im Wasser als auch an der Luft aufhalten können.
Arthropoden	ἄρθρον (arthron, gr.) = Glied, πούς (pūs, gr) = Fuß (Stamm ποδ-, pōd) – Gliederfüßler.
Basalt	βάσανος (basanos, gr) = Probestein – ein dunkles, kieselensäurearmes Ergußgestein des Neozoikums.
Belemniten	βέλεμνον (belemnion, gr) = Pfeil, Wurfspieß – eine ausgestorbene Gruppe der Tintenfische, deren Skelett in einer Spitze aus kohlen-saurem Kalk, dem Donnerkeil, endigte.
binäre Nomenklatur	bini (lat) = je zwei, ein Paar; nomenclatura (lat) = Benennung – die in der Biologie und Paläontologie übliche Benennung der Tiere und Pflanzen mit einem aus zwei Wörtern bestehenden Namen.
biogen	βίος (bios, gr) = Leben, γένος (genos, gr) = Herkunft – durch Vermittlung von Lebewesen entstanden.
Brachiopoden	βραχίων (brachion, gr) = Arm, πούς (pūs, gr) = Fuß (Stamm ποδ-, pōd) – Armfüßler.
Bryozoen	βρύον (bryon, gr) = Moos, ζῷον (zoon, gr) = Lebewesen, Tier – Moostiere.
Cephalopoden	κεφαλή (kephale, gr) = Kopf, πούς (pūs, gr) = Fuß (Stamm ποδ-, pōd) – Kopffüßler.
Cölenteraten, Cölenteren	κοίλος (koilos, gr) = hohl, ἔντερον (enteron, gr) = Darm – Hohltiere.
Cordaiten	(nach dem Botaniker CORDA) baumförmige Gymnospermen des Karbons und Unteren Perms.
Diabas	διάβασις (diabasis, gr) = das Durchschreiten – kieselensäurearmes, grünlich verwitterndes Ergußgestein des älteren Paläozoikums.
Dolomit	(nach dem Geologen DOLOMIEU) als Mineral Doppelsalz von Kalzium- und Magnesiumkarbonat, als Gestein ein stark dolomit-haltiger Kalkstein.
Echinodermen	ἐχίνος (echinos, gr) = Igel, δέρμα (derma, gr) = Haut – Stachelhäuter.
Embryo	ἐμβρυον (embryon, gr) = ungeborene Leibesfrucht, neugeborenes Lamm – Tier und Pflanze in den ersten Stadien der Entwicklung.

Eruptivgestein	eruptio (lat) = das Hervorbrechen – durch Erstarrung des emporgedrungenen Magmas entstandenes Gestein.
Falte	durch seitlichen Druck wellenförmig, nach Art eines Tuches zusammengeschobene Schichtserie.
Fauna	Faunus, römischer Feld- und Waldgott – die Tierwelt eines Gebietes.
Fazies	facies (lat) = Gesicht – Gesteinsbeschaffenheit und Fossilführung einer Schicht oder Schichtgruppe.
Flora	römische Blumengöttin – die Pflanzenwelt eines Gebietes.
Flöz	eine technisch nutzbare Gesteinsschicht.
Formation	formatio (lat) = Gestalt, Bildung – eine größere Schichtfolge von mehr oder weniger einheitlichem Charakter.
Fossil, Mz. Fossilien	fossilis (lat) = ausgegraben – Reste oder Abdrücke vorzeitlicher Lebewesen.
Foraminiferen	foramen (lat) = Loch, ferre (lat) = tragen – Lochträger, Kammerlinge (nach der durchbohrten und gekammerten Kalkschale), eine Gruppe der Protozoen.
Gang	die Füllung einer Spalte durch ein Mineral oder Gestein.
Geographie	γη (ge, gr) = Erde, γράφειν (graphein, gr) = schreiben – Erdkunde, die Wissenschaft, die sich mit den Erscheinungen der Erdoberfläche und den Räumen der Erde beschäftigt.
Geologie	γη (ge, gr) = Erde, λόγος (logos, gr) = Rede, Lehre – die Wissenschaft, die sich mit dem Bau und der Entwicklungsgeschichte der Erdkruste beschäftigt.
Gips	wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk.
Gneis	ein durch Umwandlung anderer Gesteine entstandenes kristallines, schiefriges Gestein.
Granit	granum (lat) = Korn – ein durch Erstarrung des Magmas tief unter der Erdoberfläche entstandenes Gestein.
Graptolithen	γράφειν (graphein, gr) = schreiben, λίθος (lithos, gr) = Stein – koloniebildende Tiere des Paläozoikums von unsicherer Stellung im System.
Gymnospermen	γυμνός (gymnos, gr) = nackt, σπέρμα (sperma gr) = Same – nakt-samige, d. h. solche Pflanzen, deren Samen nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen sind, sondern offen auf dem Fruchtblatt, der Fruchtschuppe, liegen.
Horizont	ὁρίζειν (horizein, gr) = abgrenzen – eine Schicht oder Schichtgruppe, die durch besondere Merkmale ausgezeichnet ist.
hypothetisch	ὑπόθεσις (hypothesis, gr. = Annahme, Ansicht – sind Annahmen, die durch Erfahrungen und Beobachtungen noch nicht gesichert sind.
Individuum	lat = das Unteilbare – das Einzelwesen (im Gegensatz zur Art).
Inlandsis	zusammenhängende, größere Teile der Erdoberfläche bedeckende Eismassen der Polargebiete.
innenbürtig	nennt man die Kräfte, die ihren Sitz in der Kruste und im Erdinneren haben (Gegensatz: außenbürtig).

klastisch	<i>κλάσειν</i> (klaein, gr) = brechen, Stamm <i>κλασ-</i> (klas-) – Sedimente, die durch Zertrümmerung, also mechanische Zerstörung anderer Gesteine, Fortführung und Ablagerung der Bruchstücke entstanden sind.
Klingstein	(vom hellen Klang beim Anschlagen) ein kieselsäurearmes, meist hellgraues Ergußgestein des Neozoikums.
kolloid	<i>κόλλα</i> (kolla, gr) = Leim, <i>εἶδος</i> (eidos, gr) = Aussehen – heißen leim-ähnliche Stoffe, die sich unter bestimmten Bedingungen aus ihren Lösungen als gallertartige Niederschläge ausscheiden.
Konglomerat	<i>conglomeratum</i> (lat) = das Zusammengehäuflte – Trümmergestein, das aus größeren, abgerundeten Bruchstücken besteht.
Koniferen	<i>conus</i> (lat) = Kegel, Zapfen, <i>ferre</i> (lat) = tragen – Zapfenträger, Nadelhölzer, eine Gruppe der Gymnospermen; seit dem Oberen Karbon.
Kontinent	<i>continens</i> (lat, Stamm <i>continent-</i>) = Festland.
Kryptogamen	<i>κρυπτός</i> (kryptos, gr) = verborgen, geheim, <i>γαμειν</i> (gamein, gr) = heiraten – Pflanzen, die sich im Verborgenen fortpflanzen, Blütenlose.
Lagergang	ein Gang, der parallel zur Schichtung liegt.
Letten	alter Ausdruck für schiefrige Tongesteine.
Lobenlinie	<i>λοβός</i> (lobos, gr) = Lappen – bei den Ammoniten die gewellte oder mehr oder weniger stark ausgebuchtete und zerschlitzte Anwachslinie der Kammerscheidewände an die Innenwand des Gehäuses.
Löß	(wahrscheinlich von lösen) ein ungeschichtetes, hellgelbes, aus feinem Quarzstaub, Ton und kohlensaurem Kalk bestehendes Sediment, das vom Winde abgesetzt worden ist.
Mächtigkeit	die Dicke einer Schicht oder eines Ganges.
Magma	<i>μάγμα</i> (magma, gr) = Brei – die Schmelze, durch deren Abkühlung und Erstarrung die Eruptivgesteine entstehen.
Medium	(lat) = das Mittlere, übertragen das Vermittelnde – hier: der Stoff (Wasser, Eis, Luft), der den Absatz von Sedimenten vermittelt.
Mergel	aus Ton und kohlensaurem Kalk bestehendes Sediment.
Metazoen	<i>μετά</i> (meta, gr) = nach, hinter, auch im Sinne des Ranges, <i>ζῷον</i> (zoon, gr) = Lebewesen, Tier – vielzellige Tiere im Gegensatz zu den Einzellern.
Mineral, Mz. Mineralien	<i>mina</i> (lat) = Bergwerk – in der Natur vorkommender und natürlich entstandener, einheitlicher Stoff von bestimmter chemischer Zusammensetzung.
Mineralogie	<i>λόγος</i> (logos, gr) = Rede, Lehre – die Wissenschaft, die sich mit den Mineralien beschäftigt.
Minette	kleines Bergwerk, kleines Erz (fr) – Brauneisenerz des Doggers in Lothringen und Luxemburg.
Mollusken	<i>mollis</i> (lat) = weich – Weichtiere.
Molluskoideen	<i>εἶδος</i> (eidos, gr) = Aussehen – weichtierähnliche Tiere.

Nautiloideen	<i>εἶδος</i> (eidos, gr) = Aussehen – nautilusartige Tiere, Verwandte des Nautilus (Schiffsboot), eines Kopffüßlers.
Neptunismus	Neptunus (lat) = Gott des Meeres – die Lehre WERNERs, nach der alle Gesteine durch Absatz aus dem Wasser entstanden sind.
organische Substanz	<i>ὄργανον</i> (organon, gr) = Sinneswerkzeug, Organ, substantia (lat) = Wesen, Bestand – ursprünglich Stoffe der belebten Welt, von denen man glaube, daß sie künstlich nicht hergestellt werden könnten; heute die Verbindungen des Kohlenstoffes.
organogen	<i>γένος</i> (genos, gr) = Herkunft – durch Vermittlung von Lebewesen (Organismen) entstanden.
Orthoceren	<i>ὀρθός</i> (orthos, gr) = gerade, <i>κέρας</i> (keras, gr) = Horn – Geradhörner, eine Gruppe der Nautiloideen.
Paläogeographie	<i>παλαιός</i> (palaios, gr) = alt, ehemals – die Wissenschaft, die sich mit den Erscheinungen der Erdoberfläche und den Räumen der Erde in der geologischen Vergangenheit beschäftigt.
Paläontologie	<i>τὸ ὄν</i> (to on, gr) = das Seiende, das Lebewesen, (Stamm <i>ὄντ-</i> , ont), <i>λόγος</i> (logos, gr) = Rede, Lehre – die Wissenschaft von den früheren Lebewesen, Versteinerungskunde.
Paläophytologie	<i>φυτόν</i> (phyton, gr) = Pflanze – Paläobotanik, der Zweig der Paläontologie, der sich mit den Pflanzen beschäftigt.
Paläozoologie	<i>ζῷον</i> (zoon, gr) = Lebewesen, Tier – der Zweig der Paläontologie, der sich mit den Tieren beschäftigt.
Plazenta	placenta (lat) = Kuchen – Mutterkuchen.
Plazentalier	Säugetiere, deren Embryonen im Uterus mittels der Plazenta ernährt werden.
Psilophyten	<i>ψιλος</i> (psilos, gr) = kahl, <i>φυτόν</i> (phyton, gr) = Pflanze – die niederste Gruppe der Gefäßkryptogamen vom Oberen Silur bis zum Mittleren Devon.
Protozoen	<i>πρῶτος</i> (protos, gr) = der erste, <i>ζῷον</i> (zoon, gr) = Lebewesen, Tier – Einzeller, Urtiere.
Regression	regressio (lat) = Rückgang – Rückzug des Meeres.
Reptilien	<i>ῥῆπε</i> (lat) = kriechen – Kriechtiere, eine Klasse der Wirbeltiere.
rezent	recens (lat) = neu (Stamm recent-) – die Lebewesen der heutigen oder der jüngst vergangenen Zeit im Gegensatz zu den fossilen.
Rogenstein	ein Kalkstein, der aus kleinen, dem Fischrogen ähnlichen Körnchen von kohlenurem Kalk besteht.
Sattel	der nach oben gewölbte Teil einer gefalteten Schichtserie (im Gegensatz zur Mulde).
Schenkel	der den Sattel mit der Mulde verbindende Teil einer Falte.
Sedimentgestein	sedimentum (lat) = Bodensatz – durch Wasser, Eis, Wind oder Organismen abgelagertes Gestein.
Segmentierung	segmentum (lat) = Abschnitt – Gliederung in gleichartige Körperabschnitte, die durch Einschnitte voneinander getrennt sind.
Sporenpflanzen	<i>σπόρος</i> (sporos, gr) = Saat, Same – dasselbe wie Kryptogamen; Pflanzen, die sich ungeschlechtlich durch Sporen (Einzelzellen) fortpflanzen können (Gegensatz: Samenpflanzen).

Steinkern	die Ausfüllung der Schale eines Fossils mit später erhärtetem Schlamm.
Stratigraphie	stratum (lat) = Decke, Lager, γράφειν (graphein, gr) = schreiben – Formationskunde, Lehre von der Aufeinanderfolge und dem Fossilinhalt der Schichten.
Struktur	structura (lat) = Ordnung, Bau – Bau der Erdkruste, Lagerung der Gesteine.
Synonyma	Ex. das Synonym σύν (syn, gr) = zugleich, in Zusammensetzungen soviel wie Übereinstimmung, ὄνομα (ónoma, gr) = Name – verschiedene Ausdrücke für dieselbe Sache.
Tektonik	τεκτονική (tektonike, gr) = Baukunst – Lehre vom Bau der Erdkruste und ihren Bewegungen, auch der Bau und die Bewegungen selbst.
Tiefengestein	durch Erstarrung des Magmas tief unter der Erdoberfläche entstandenes Eruptivgestein.
Transgression	transgressio (lat) = Übergang – Überflutung des festen Landes durch das Meer.
Trilobiten	tres, tria (lat) = drei, λοβός (lobos, gr) = Lappen – Dreilappkrebse.
Tundra	aus dem Finnischen tunturi = hoher Berg – Polarsteppe jenseits der nördlichen Waldgrenze.
Uterus	(lat) = Gebärmutter.
Vertebraten	vertebra (lat) = Wirbel – Wirbeltiere.
Zykadeen	Palmfarne, eine tropische und subtropische Ordnung der Gymnospermen, zu der u. a. <i>Cycas revoluta</i> (κυκάς kykas, gr.) gehört; seit dem Oberen Karbon.

Die ersten sechs Buchstaben des griechischen Alphabets

α alpha a	γ gamma g	ε epsilon e
β beta b	δ deita d	ζ zeta z

BIOGRAPHISCHES

CORDA	August Karl Joseph, 1809–1849, aus Reichenberg in Böhmen, Botaniker, Kustos am Museum in Prag, war einer der ersten Paläophytologen.
DARWIN	Charles, 1809–1882, englischer Naturforscher, besonders Zoologe, hat durch seine Arbeiten, die er als Privatmann ausführte, dem Entwicklungsgedanken und der Abstammungslehre zum Siege verholfen.
DOLOMIEU	Déodat Gratet de, 1750–1801, französischer Geologe und Mineraloge, war Professor der Mineralogie am Museum der Naturgeschichte in Paris.
FÜCHSEL	Georg Christian, 1722–1773, geboren in Ilmenau, Arzt in Rudolstadt, zuletzt Hofmedikus und Aufseher der Fürstlichen Privatbibliothek, veröffentlichte 1761 die erste geologische Karte.

Steinkern	die Ausfüllung der Schale eines Fossils mit später erhärtetem Schlamm.
Stratigraphie	stratum (lat) = Decke, Lager, γράφειν (graphein, gr) = schreiben – Formationskunde, Lehre von der Aufeinanderfolge und dem Fossilinhalt der Schichten.
Struktur	structura (lat) = Ordnung, Bau – Bau der Erdkruste, Lagerung der Gesteine.
Synonyma	Ez. das Synonym σύν (syn, gr) = zugleich, in Zusammenseitzungen soviel wie Übereinstimmung, όνομα (ónoma, gr) = Name – verschiedene Ausdrücke für dieselbe Sache.
Tektonik	τεκτονική (tektonike, gr) = Baukunst – Lehre vom Bau der Erdkruste und ihren Bewegungen, auch der Bau und die Bewegungen selbst.
Tiefengestein	durch Erstarrung des Magmas tief unter der Erdoberfläche entstandenes Eruptivgestein.
Transgression	transgressio (lat) = Übergang – Überflutung des festen Landes durch das Meer.
Trilobiten	tres, tria (lat) = drei, λοβός (lobos, gr) = Lappen – Dreilappkrebse.
Tundra	aus dem Finnischen tunturi = hoher Berg – Polarsteppe jenseits der nördlichen Waldgrenze.
Uterus	(lat) = Gebärmutter.
Vertebraten	vertebra (lat) = Wirbel – Wirbeltiere.
Zykadeen	Palmfarne, eine tropische und subtropische Ordnung der Gymnospermen, zu der u. a. Cycas revoluta (κυκιάς kykas, gr.) gehört; seit dem Oberen Karbon.

Die ersten sechs Buchstaben des griechischen Alphabets

α alpha a	γ gamma g	ε epsilon ε
β beta b	δ delta d	ζ zeta z

BIOGRAPHISCHES

CORDA	August Karl Joseph, 1809–1849, aus Reichenberg in Böhmen, Botaniker, Kustos am Museum in Prag, war einer der ersten Paläophytologen.
DARWIN	Charles, 1809–1882, englischer Naturforscher, besonders Zoologe, hat durch seine Arbeiten, die er als Privatmann ausführte, dem Entwicklungsgedanken und der Abstammungslehre zum Siege verholfen.
DOLOMIEU	Déodat Gratet de, 1750–1801, französischer Geologe und Mineraloge, war Professor der Mineralogie am Museum der Naturgeschichte in Paris.
FÜCHSEL	Georg Christian, 1722–1773, geboren in Ilmenau, Arzt in Rudolstadt, zuletzt Hofmedikus und Aufseher der Fürstlichen Privatbibliothek, veröffentlichte 1761 die erste geologische Karte.

- HORNSCHUCH** Hermann Gottlieb, 1746–1795, geboren in Erfurt, Landphysikus, Hofmedikus und Professor am Gymnasium in Koburg, richtete dort ein naturwissenschaftliches Museum ein.
- LAMARCK** Jean Baptiste de, 1744–1829, französischer Meteorologe und Biologe, besonders Botaniker, Professor am Jardin des Plantes in Paris, ist der Begründer der Abstammungslehre.
- LEHMANN** Johann Gottlob, 1713(?)–1767, wahrscheinlich in Leipzig geboren, Dr. med., Lehrer des Bergfachs und Königlich Preußischer Bergrat in Berlin, später Professor der Chemie und Direktor des Kaiserlichen Museums in Petersburg, gehört zu den Begründern der Geologie.
- LINNÉ** (lat. Linnaeus), Carl v., 1707–1778, schwedischer Arzt und Biologe, besonders Botaniker, hat u. a. die binäre Nomenklatur eingeführt und die Pflanzen in dem nach ihm benannten System geordnet.
- LOMONOSSOW** Michail Wassiljewitsch, 1711–1765, Sohn eines Fischers, Professor der Chemie an der Akademie der Wissenschaften in Petersburg, entfaltete als Schriftsteller und Gelehrter eine reiche wissenschaftliche und pädagogische Tätigkeit; er gilt als »Vater der russischen Literatur«.
- LYELL** Sir Charles, 1797–1849, englischer Geologe, Privatgelehrter, brachte den Grundsatz des Aktualismus, die Erklärung erdgeschichtlicher Vorgänge durch die heute noch wirksamen Kräfte, zu allgemeiner Anerkennung.
- QUENSTEDT** Friedrich August, 1809–1869, geboren in Eisleben, Professor an der Universität Tübingen, Geologe, Mineraloge und Paläontologe, hat sich um die Erforschung der Geologie Schwabens, besonders der Juraformation, die größten Verdienste erworben.
- RIESS** Johann Philipp, 1751–1794, Hessen-Kasseler Bergrat in Veckerhagen a. d. Weser, hat Arbeiten über die Geologie Hessens veröffentlicht.
- SCHLOTHEIM** Ernst Friedrich v., 1765–1832, aus Almenhausen bei Schlotheim in Thüringen, Oberhofmarschall und Wirklicher Geheimer Rat in Golha, Vorstand des Herzoglichen Museums, hat durch seine exakten Fossilbeschreibungen wesentlich zum Aufschwung der Paläontologie beigetragen.
- SMITH** William, 1769–1839, Wasserbauingenieur und Geologe, der »Vater der englischen Geologie«, Begründer der stratigraphischen Forschung in England, hat 1813–1815 die erste geologische Karte von England und einem Teil Schottlands herausgegeben.
- VOIGT** Johann Carl Wilhelm, 1752–1821, aus Allstedt bei Sangerhausen, Herzoglich Sachsen-Weimarer Bergrat in Ilmenau, hat zahlreiche Arbeiten besonders über die Geologie Thüringens veröffentlicht.
- WERNER** Abraham Gottlob, 1750–1817, aus Wehrau bei Bunzlau, Inspektor und Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunde an der Bergakademie in Freiberg, hat den Neptunismus begründet und die Geologie zu einer lehrbaren Wissenschaft ausgestaltet.

DIE GRUPPE II UMFASST FOLGENDE SERIEN:

A MATHEMATIK**B** PHYSIK**C** CHEMIE**D** ALLGEMEINE BIOLOGIE**E** BOTANIK**F** ZOOLOGIE**G** DER MENSCH**H** ASTRONOMIE**I** GEOPHYSIK**K** METEOROLOGIE**L** GEOLOGIE**M** MINERALOGIE**N** ALLGEMEINE GEOGRAPHIE**O** LÄNDER UND VÖLKER**P** REISEN UND FORSCHUNGEN**Q** DER JUNGE NATURFORSCHER**R** SCHÖNHEITEN U. SELTSAMKEITEN**S** NOCH NICHT VERFÜGT**T** NOCH NICHT VERFÜGT**U** GESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFT

Der Quadersandstein, aus dem die Barberine besteht, hat sich einst als Sand im Meere des Turons abgesetzt. Während der alpidischen Gebirgsbildungsära, im Tertiär, ist der alte Meeresboden durch innenbürtige Kräfte hoch emporgehoben worden und wurde dann im Diluvium von der Elbe und ihren Nebenbächen tief zerschnitten. Da der Sandstein fest, aber auch wasserdurchlässig ist, zeichnet er sich durch eine beträchtliche Widerstandsfähigkeit aus. Klüfte und Fugen durchziehen ihn parallel zur Schichtung und in ganz bestimmten Richtungen auch senkrecht zu ihr. Durch all diese Eigenschaften sind unter dem Einfluß der Verwitterung und Abtragung die eigenartigen Felsformen des Elbsandsteingebirges entstanden.

FORMATIONSTABELLE

Formations- gruppe	Formation	Unterabteilung	Stufe		
Neo- oder Känozoikum	Quartär	Alluvium			
		Diluvium (Pleistozän)			
	Tertär	Neogen oder Jungtertiär		Pliozän	
				Miozän	
		Paläogen oder Alttertiär		Oligozän	
				Eozän	
		Paleozän			
Mesozoikum	Kreide	Obere Kreide	Dan (Dänische Stufe)		
			Senon		
			Emscher		
			Turon oder Oberer Pläner		
			Cenoman oder Unterer Pläner		
		Untere Kreide	Gault		
			Neocom Weald		
		Jura	Oberer oder Weißer Jura (Malm)	Oberer Malm	ζ ε
				Mittlerer Malm	δ γ
				Unterer Malm	β α
	Mittlerer oder Brauner Jura (Dogger)			Oberer Dogger	ζ ε
				Mittlerer Dogger	δ γ
				Unterer Dogger	β α
	Unterer oder Schwarzer Jura (Lias)		Oberer Lias	ζ ε	
			Mittlerer Lias	δ γ	
			Unterer Lias	β α	
	Trias		Keuper	Oberer Keuper oder Rhät	
				Mittlerer oder Gipskeuper	
				Unterer oder Kohlenkeuper (Lettenkohle)	
		Muschelkalk	Oberer oder Hauptmuschelkalk		
			Mittlerer Muschelkalk oder Anhydritgruppe		
			Unterer Muschelkalk oder Wellenkalk		
Buntsandstein		Oberer Buntsandstein oder Röt			
		Mittlerer oder Hauptbuntsandstein			
		Unterer Buntsandstein			
Paläozoikum	Dyas oder Perm	Oberes Perm oder Zechstein	Oberer Zechstein		
			Mittlerer Zechstein		
			Unterer Zechstein		
		Unteres Perm oder Rotliegendes	Oberes Rotliegendes		
	Unteres Rotliegendes				
	Karbon oder Steinkohlen-formation	Oberes oder Produktives Karbon	Ottweiler Stufe		
			Saarbrücker Stufe		
		Unteres Karbon (Kulm)	Waldenburger Stufe		
			Dinant-Stufe		
	Devon	Oberdevon	Clymenienstufe		
			Intumescens-Stufe		
		Mitteldevon	Stringocephalus-Stufe		
			Calceola-Stufe		
		Unterdevon	Koblenz-Stufe		
			Gedinne-Stufe		
	Silur	Obersilur oder Gotlandium	Ludlow-Stufe		
			Wenlock-Stufe		
			Llandovery-Stufe		
		Untersilur oder Ordovicium	Caradoc-Stufe		
			Llandeilo-Stufe		
Arenig-Stufe					
Tremadoc-Stufe					
Kambrium	Oberes Kambrium	Olenus-Stufe			
	Mittleres Kambrium	Paradoxides-Stufe			
	Unteres Kambrium	Olenellus-Stufe			
Archäo-, Eo- oder Proterozoikum (Algonkium)					
Azoikum oder Archaikum					