

Das geologische Erdbild im Wandel der Zeiten

Akademische Feiern *) sind nicht nur der Ausdruck ihres jeweiligen unmittelbaren Anlasses wie des diesjährigen dreihundertsechsfundfünfzigsten Jahrestages der Ludoviciana, sie sind darüber hinaus Ausdruck akademischer Gemeinschaft, die in unseren Universitäten lebt und wirkt trotz aller öffentlichen Diskussion um ihren angeblichen Zerfall. Wie könnte die bei aller notwendigen Spezialisierung vorhandene Gemeinschaft schöner und sinnfälliger dokumentiert werden als in der Tatsache, daß sich lehrende und lernende Glieder unserer Universität, Vertreter staatlicher und geistlicher Institutionen, der Wirtschaft, des gesamten öffentlichen Lebens und ein großer Kreis von Angehörigen und Freunden unserer Alma mater alljährlich zweimal in dieser Aula zusammenfinden, um die in feierlicher Form vorgetragenen Berichte über Entwicklung und Ziele der Universität entgegenzunehmen und sich in den Gedankengängen zu vereinen, die in einem traditionellen Festvortrag erörtert werden.

Den Sinn eines solchen Festvortrages sehe ich daher in erster Linie darin, Probleme eines an unserer Universität gelehrten Faches dieser Festversammlung in der Sprache des gebildeten, aber fachlich nicht vorgebildeten Zeitgenossen nahezubringen und ihn damit am Forschen und Lehren unserer Universität teilhaben zu lassen. Darüber hinaus aber sollte er zu allgemein verbindlichen Bildungswerten vorstoßen, wenn das jeweils zur Erörterung stehende Fach Anspruch darauf erhebt, nicht nur die für unser modernes Leben notwendigen Spezialisten oder Techniker heranzubilden, sondern auch zum Weltbild der Gegenwart beizutragen.

Dieser Gedankengang führte mich zwangsläufig zum Thema des heutigen Vortrages, dessen erkenntnisgeschichtliche Behandlung mir am ehesten Zugang zu zentralen Problemen der Geologie verspricht und darüber hinaus einige Ausblicke auf die Geschichte unseres Geisteslebens gestattet. Hierbei können wir uns auf GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG berufen, der sich in einem seiner boshaften Aphorismen dahin aussprach, daß die geologischen Ansichten des 17. Jahrhunderts zwar keinen Beitrag zur Geschichte der Erde, wohl aber einen sehr merkwürdigen Beitrag zur Geschichte des menschlichen Geistes, und zwar seiner Verwirrungen, böten.

Leider müssen wir LICHTENBERG Recht geben, denn zu Zeiten, als die Physik längst ihr klassisches Lehrgebäude errichtet und die Mathematik bis zur Differentialrechnung vorgestoßen war, bewegten sich die Vorstellungen über Bau und Geschichte der Erde noch zwischen rein spekulativen Geogonien, dem mosaikalen Schöpfungs-

*) Festvortrag anlässlich des Jahrestages der Universität, gehalten am 1. Juli 1963. Der äußere Rahmen des Festvortrages ließ eine Erläuterung des Wortes durch das Bild nicht zu. Es ist daher dem Herausgeber besonders zu danken, daß er die Wiedergabe einiger Diagramme und Reproduktionen aus historisch bedeutsamen Schriften ermöglichte.

bericht und ersten tastenden Versuchen, durch Beobachtung zu einer Erkenntnis der Erdgeschichte zu gelangen. Die Ursachen des späten Erscheinens der Geologie als Wissenschaft sind mannigfach und liegen im Wesen dieser Disziplin begründet, die mit naturwissenschaftlichen Methoden einer historischen Fragestellung nachgeht: der Geschichte unseres Erdballes.

Ein Hemmnis für die Entwicklung der Geologie lag offenbar darin begründet, daß der biblische Schöpfungsbericht der Menschheit mit wenigen Ausnahmen bis in die Zeit der Aufklärung genügte und daß damit das Bild der Erde als von Gott geschaffen und im wesentlichen unverändert festgelegt war. Damit war aber zugleich für das Alter der Erde ein Zeitraum abgesteckt, der nur wenige Jahrtausende umfaßte. Seine Überwindung bahnte sich zwar im 18. Jahrhundert an, konnte aber erst durch die Zeitmessung mittels radioaktiver Isotope begründet werden. Denken wir nun daran, daß wir heute die ältesten, reich entfalteten Lebewelten vorzeitlicher Meere auf über 500 Millionen von Jahren datieren können und daß die Veränderungen im Bilde der Erde im allgemeinen so langsam vor sich gehen, daß sie der unmittelbaren Beobachtung nicht zugänglich sind, so wird verständlich, daß der Schritt von dem statischen Bilde einer einmal geschaffenen und seither unveränderten zur Vorstellung einer sich im Laufe der Zeiten formenden und verändernden Erde erst getan werden konnte, nachdem die zeitliche Begrenzung des Vorstellungsvermögens über den mosaischen Schöpfungsbericht hinausgewachsen war.

Ansätze hierzu finden sich zwar schon im klassischen Altertum, wenn etwa HERODOT treffend Ägypten als Anschwemmung des Nils bezeichnet, die dieser in 10 000 oder 20 000 Jahren in eine einstige Meeresbucht geliefert habe.

Auch der seinen Zeitgenossen auf so vielen Gebieten weit voraus-eilende LEONARDO DA VINCI äußerte sich dahingehend, daß die Dokumente der Erde viel älter seien als die schriftlichen Unterlagen.

Aber endgültig vollzog sich der Wandel zur Vorstellung weit über die Größenordnung menschlichen Lebens hinausgehender Zeiträume erst von der Mitte des 18. Jahrhunderts an (Abb. 1). LECLERC DE BUFFON, der geistvolle Verfasser der *Epoques de la Nature*, versuchte 1743 das Alter der Erde durch Messung der Abkühlungszeit glühender Metallkugeln zu ermitteln und kam hierbei auf den Betrag von 75 000 Jahren, erklärte dann aber, „daß die ungeheure Dauer, die ich von der Bildung der Erde bis zu ihrem jetzigen Zustande errechnet habe, noch nicht hinreichend ist, um alle die großen Werke der Natur zu erklären, deren Bauart uns zeigt, daß sie nur durch eine langsame Folge regelmäßiger und beständiger Bewegungen entstanden sein können“. Er berechnete die Dauer der jüngsten von ihm angenommenen Epochen der Erdentwicklung nach den langsam sich vor seinen Augen vollziehenden Ablagerungsvorgängen im Wasser. Damit benutzte er eine Methode, die bei verfeinerter Kenntnis der Sedimentationsvorgänge um die Wende zum 20. Jahrhundert ein Erdalter von 100 Millionen Jahren glaubhaft sein ließ. Die Grund-

lagen solcher Schätzungen waren aber so unsicher, daß EMANUEL KAYSER noch 1913 in seinem klassischen *Lehrbuch der Geologie* (V. Auflage) feststellen mußte: „Alle bisherigen Versuche, das absolute Alter der Sedimente zu bestimmen . . . müssen als fehlgeschlagen betrachtet werden.“ Den nächsten Schritt erbrachte die Messung des Zerfalls radioaktiver Elemente, die unter dem Schlagwort „Uranuhr“ in weiteren Kreisen bekannt geworden ist. Diese Methode ist ein Geschenk der Chemie und Physik an die Geologie, die lediglich das Material zur Altersbestimmung liefern kann, die Messung selbst den Isotopenchemikern überlassen muß. Neben der Uran-Radium-Blei-Reihe verfügen sie heute über eine ganze Anzahl anderer Zerfallsreihen, deren Meßergebnisse sich im Großen bestätigen. Hiernach liegt der Beginn des Kambriums als der ersten durch Fossilien gut charakterisierten Formation bei rund 600 Millionen Jahren, während die ältesten datierten vorkambrischen Gesteine ein Alter in der Größenordnung von 3 bis 4 Milliarden Jahren besitzen (Abb. 2).

Diese Werte sind selbst für den durch die Inflation von 1923 oder durch Haushaltsberatungen an hohen Zahlen geübten Verstand schwer erfassbar, und es bedarf eines Vergleiches, um die Größenordnung erdgeschichtlicher Zeiträume überhaupt ermessen zu können. Den schönsten hat uns GEORG WAGNER in seiner unübertrefflichen *Erd- und Landschaftsgeschichte* gegeben:

Nehmen wir zum Vergleich mit der Dauer der Erdgeschichte die Spanne von zwei Jahren, so erscheinen die ersten Lebenszeichen nicht vor Ablauf des ersten Jahres. Die Fülle des Lebens, die mit dem Kambrium einsetzt, erscheint um den ersten September des zweiten Jahres, Mitte Oktober betreten die Vierfüßler das Festland. Im letzten Monat, im Dezember, treten die Reptilien den nunmehr aufblühenden Säugern die Herrschaft auf dem Festlande ab, die ersten Menschen erscheinen in der Silvesternacht, der Homo sapiens 7 Minuten vor Mitternacht und den letzten Glockenschlag des zweiten Jahres füllt ein Menschenleben von rund 60 Jahren aus. Unsere eigenen Sorgen versinken in der Unendlichkeit der Zeit.

Absolute Alterszahlen spielen für die Geologie jedoch nicht die Rolle, die man als Außenstehender ihnen vielleicht beimessen möchte. Gewiß, für die jüngste Periode, das Quartär, in der sich die letzten Phasen der Menschheitsentwicklung vollzogen, ist es von höchster Bedeutung, daß man mit Hilfe des Zerfalles radioaktiven Kohlenstoffs Ablagerungen bis zu rund 70 000 Jahren recht genau datieren kann, und für unsere Vorstellungen vom Ablauf der Erd- und Lebensgeschichte sind die absoluten Zahlen von gewisser Bedeutung, ob aber eine kambrische Schicht 600 oder „nur“ 550 Millionen Jahre alt ist, diese Frage verliert in der zeitlichen Ferne an Bedeutung gegenüber der relativen Altersbestimmung mit Mitteln der Geologie und vor allem der Paläontologie. Bevor wir hierauf eingehen, sei jedoch auf ein sehr bemerkenswertes Ergebnis der absoluten Zeitmessung hingewiesen: In der Ihnen aus der Schule sicher noch in wenig freundlicher Erinnerung befindlichen geologischen Zeittafel

wird die Erdgeschichte in die Perioden oder Formationen von Kambrium, Silur, Devon, Karbon usw. eingeteilt. Diese Gliederung war in ihren Hauptzügen um die Mitte des vorigen Jahrhunderts abgeschlossen und stellt das Ergebnis der Arbeit von nur wenigen Forschergenerationen dar. Legt man nun die heute angesetzten absoluten Alterszahlen der Dauer der einzelnen Perioden in der erdgeschichtlichen Vergangenheit zugrunde, so muß man feststellen, daß diese sich in erstaunlich ähnlicher Größenordnung befinden. Das Kambrium umfaßte etwa 100 Millionen Jahre, der Jura 45 Millionen, die Dauer der übrigen Formationen bewegt sich innerhalb dieser Extreme. Die absoluten Altersbestimmungen haben somit nicht nur die Richtigkeit der relativen Altersfolge bestätigt, sie haben zugleich gezeigt, daß jene Forscher, die vor über hundert Jahren die Erdgeschichte in Perioden einteilten und diese auf Grund ihrer unterschiedlichen Lebewelten voneinander abtrennten, ein erstaunliches Fingerspitzengefühl bei der Wahl ihrer als äquivalente Einheiten angesetzten Perioden besaßen.

Voraussetzung für die Aufstellung einer relativen Zeitskala, an deren Verfeinerung heute noch gearbeitet werden muß, war Kenntnis und richtige Deutung der Versteinerungen als Zeugnissen der sich im Laufe der Zeit entfaltenden Organismenwelt. Sie hat sich nach vielen Irrwegen und gegen Widerstände mannigfachster Art am Ende des 18. Jahrhunderts durchgesetzt. Die Vor- und Frühgeschichte der Paläontologie darf man aber zu den interessantesten und auch amüsantesten Kapiteln in der Historie der Naturwissenschaften zählen, aus dem hier nur wenige Begebenheiten berichtet werden können.

Die Existenz versteinerner, in den Erdgeschichten erhaltener Lebewesen war schon im Altertum bekannt, und sie wurden etwa von XENOPHANES, STRABO und HERODOT richtig gedeutet. Man leitete aus ihrem Vorkommen auf dem Festland sogar einen Wandel von Festland und Meere ab, und wir dürfen annehmen, daß solche Erkenntnisse bis zu einem gewissen Grad in die Allgemeinbildung der Zeitgenossen eingegangen sind, denn sonst könnte man sicher nicht in OVIDS *Metamorphosen* Zeilen wie die folgenden finden:

„Was vor Zeiten noch war ein sicher gegründetes Erdreich
wurde dann Meer, und dem Schoß der Fluten entstiegen die Länder;
Fern vom Gestade der Wogen erscheinen nun glänzende Muscheln.“

Solche frühen Ansätze paläontologischer und paläogeographischer Erkenntnis blieben aber ohne Bedeutung für die Vorstellung der nächsten anderthalb Jahrtausende, die einmal durch die aristotelische Idee einer Urzeugung, zum andern durch die biblische Sintflutlehre geprägt wurden. In konsequenter Fortführung der Vorstellung des ARISTOTELES, daß einfache Organismen spontan im Schlamm erzeugt werden könnten, hielt man die in den Erdschichten gefundenen Organismenreste für gewissermaßen nicht zu vollem Leben erwachte Urzeugungen. Hinzu kam, wohl durch den Einfluß der arabischen Überlieferer aristotelischer Weisheit, die Vorstellung nicht näher

definierbarer Kräfte, die als eine magische vis plastica oder virtus formativa solche Bildungen als Naturspiele geschaffen hätten (Abb. 3 u. 4). HÖLDER hat in seinem schönen Werk über die Geschichte der Geologie und Paläontologie darauf aufmerksam gemacht, daß diese Vorstellungen, ins Christliche übertragen, ihren poetischen Niederschlag im *Mansfeldischen Bergreigen* RINCKHARDS aus dem Jahre 1613 fanden, in dem es heißt:

„Auf Schieffer Gott oft schnitzt und mahlt
Fisch, Menschen und Tiergestalt,
daß man ja schließen soll dabei,
daß er auch allda bei uns sei.“

Noch 1693 wurde ein eiszeitliches Mammutskelett von dem Gothaer Collegium Medicum in barockem Halblatein als ein „mineralisches Gewächs“ erklärt, „welches seinen Ursprung habe von einer fetten und thonichten Erde, zu Latein Marga genannt, und einem mineralischen Wasser, so sich mit derselben genau vermische an dem Ort, wo es coaguliere und in Stein verwandelt werde“.

Wie sehr man in der Erkenntnis der Versteinerungen im Dunkeln tappte, beweist die Tragikomödie des Würzburger Fürstbischöflichen Leibarztes BERINGER, der 1726 in seiner *Lithographia Wirceburgensis* recht grobe Skulpturen von Fröschen, Schnecken, Sternen und ähnlichen Gebilden der wissenschaftlichen Fachwelt zur Beurteilung vorlegte. Es handelte sich um Fälschungen, die zwei seiner Kollegen — ECKHART und RODERIQUE — hatten herstellen und in die von BERINGER besuchten Steinbrüche bzw. Sammlungen einschmuggeln lassen (Abb. 5). Der Betrug wurde jedoch ruchbar, die Angelegenheit gerichtlich verfolgt und aus der Vernehmung eines Beteiligten geht hervor, daß im Eckhartschen Hause „sämtliche ein Gelächter und Freude gehabt, daß Dr. Beringer mit diesen Steinen hintergangen worden, darum auch die gnädige Frau, die das größte Frohlocken drüber verspüren lassen ihm 6 Batzen dessentwegen noch verehrte“. Wie wir sehen, nahmen also schon damals die Ehefrauen regen Anteil an der Berufstätigkeit ihrer Männer!

Zunehmende Kenntnis rezenter Lebewesen, insbesondere auch aus Meeren wärmerer Zonen, bahnte jedoch den Weg zu der Einsicht, daß die Versteinerungen Lebensreste sein müssen, deren Entstehung nun aber in Zusammenhang mit der biblischen Sintflut gebracht, ja von den Bibelinterpreten des Rationalismus geradezu als Kronzeugen für die Realität der Sintflut herangezogen wurden. So bildete sich zu Beginn des 18. Jahrhunderts eine von England bis Mitteleuropa herrschende Schule der Diluvianer, deren geistiges Oberhaupt lange Zeit der Züricher Stadtphysikus JOHANN JACOB SCHEUCHZER war. In zahlreichen Werken, deren berühmtestes die *Physica Sacra* von 1731 ist, bildete er eine Fülle versteinelter Pflanzen und Tiere so meisterhaft ab, daß heute ihre Zuweisung zu bestimmten Gattungen und Arten möglich ist, oft sogar ihr Fundort eindeutig festgestellt werden kann (Abb. 6 u. 7). Sie alle sind für SCHLEUCHZER Opfer der Sintflut, und der Fund eines Skelettes in den

Steinbrüchen von Öhningen am Bodensee war für ihn der endgültige Beweis für die Richtigkeit seiner Auffassung, der er nicht nur in Beschreibung, Bild und Interpretation, sondern auch in erbaulichen Versen Ausdruck verlieh:

„Des Unglück-Menschen Rest wird gleichfalls ausgegraben,
Wodurch wir mehren Grund zu der Verschüttung haben,
Betäubtes Beingerüst von einem alten Sünder
Erweiche Stein und Hertz der neuen Bosheits-Kinder.“

CUVIER hat den Scheuchzerschen Menschen später als Riesensalamander erkannt und ihn seinem Erstbeschreiber zu Ehren Andrias Scheuchzeri benannt (Abb. 8).

Ein späterer Diluvianer, der Konsistorial- und Baurat J. E. SILBERSCHLAG, veröffentlichte noch 1780 ein Werk des Titels *Geogonie oder Erklärung der mosaischen Erderschaffung nach physikalischen und mathematischen Grundsätzen*, in welchem er eine Konstruktions-skizze der Arche Noahs vorlegte (Abb. 9), um damit zu beweisen, daß es technisch möglich gewesen sei, die gesamte Lebewelt auf diesem Wege in je einem Paar vor dem Untergang zu retten.

Wenn die Diluvianer in der Deutung der Versteinerungen auch einen Irrweg gingen, so trugen sie doch in hervorragendem Maße zur Sammlung und Beschreibung von Versteinerungen bei und bildeten ihre Funde nicht nur in gelehrten Abhandlungen, sondern auch in populären Büchern „zur Gemüths- und Augenergötzung“ ab. Nach allem dürfen wir annehmen, daß die gebildete Welt des 18. Jahrhunderts an der Diskussion um das Wesen der Versteinerungen sehr viel mehr Anteil nahm als die gegenwärtige an so sensationellen Funden wie die einer Neopilina oder einer Latimeria, die aus der Tiefe der Ozeane als lebende Überbleibsel längst vergangener Tierwelten geborgen werden konnten. Es sei auch nicht vergessen, daß in den fürstlichen Naturalienkabinetten jenes Jahrhunderts der Grundstock zu bedeutenden Sammlungen und Museen gelegt wurde.

Aufsammlung und Beschreibung von versteinerten Überresten vorzeitlicher Lebewesen ist jedoch noch keine Paläontologie. Sie konnte sich erst entfalten, als zwei wesentliche Erkenntnisschritte getan waren: Erstens die Entwicklung einer den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen entsprechenden Systematik, die ausgehend von dem Werke LINNÉs bis in unsere Tage ausgebaut, verfeinert und nach den gleichen Regeln wie in der rezenten Lebewelt auch in der vorzeitlichen angewandt wird. Zweitens in der Erkenntnis des englischen Feldmessers WILLIAM SMITH, der 1796 auf Grund einer umfassenden Kenntnis von Schichtgesteinen in sein Tagebuch eintrug: „Fossilien sind seit langem als große Kuriositäten studiert — dies taten Tausende, die niemals auch nur im geringsten die wundervolle Ordnung und Regelmäßigkeit beachteten, mit der die Natur diese sonderbaren Erzeugnisse verteilt und jeder Klasse ihre besondere Schicht zugewiesen hat“ (Abb. 10). Hiermit hatte SMITH als erster erkannt, daß sich die Erdschichten durch ihren Fossilinhalt charakterisieren lassen, und damit den Ausgangspunkt für die Entwicklung

jener Methode gegeben, die wir als *Biostratigraphie* bezeichnen und die uns allein Licht in das Dunkel der Erdgeschichte gewiesen hat und eine zeitliche Ordnung der erdgeschichtlichen Vorgänge gestattet. Mit zunehmender Kenntnis fossiler Organismen und mit Ausdehnung ihrer Anwendungsmöglichkeiten auf mikroskopisch kleine Formen wie Foraminiferen, Ostrakoden, Flagellaten, Pollen und Sporen oder die in ihrer systematischen Stellung noch völlig unbekanntem Conodonten ist die Biostratigraphie von eminenter praktischer Bedeutung bei der Suche nach Kohle- und Erdöllagerstätten geworden, so daß ihre Anwendung heute aus dem Rüstzeug des Geologen nicht wegzudenken ist. So ist es kein Zufall, daß selbst in Deutschland im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte an nahezu allen Universitäten der Paläontologie eigene Lehrstühle eingeräumt wurden, und wir dürfen hoffen, daß dies zu gegebener Zeit auch an unserer Alma mater möglich sein wird.

Wenn die Paläontologie als Lehre der vorzeitlichen Lebewelten auch aus der Geologie hervorgegangen ist, für sie wichtigste Grundlagenwissenschaft darstellt und durch die Verbindung von Fossil mit seinem Gesteinsverband auch immer engstens mit ihr verbunden bleiben wird, so hat sie ihre letzte Begründung doch erst aus der Biologie erfahren und ist selbst ein Teil der Biologischen Wissenschaften, und zwar ihr historischer Zweig. Ihre Begründung erfuhr die Paläontologie in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts durch die Abstammungslehre, und was sie den zumeist von der Betrachtung gegenwärtiger Organismen kommenden Vätern der Abstammungslehre verdankte, hat sie ihnen vielfältig an Erkenntnissen zurückerstattet: Die Paläontologie hat uns den Entwicklungsgang zahlreicher Organismengruppen im Laufe der 600 Millionen Jahre seit Beginn des Kambriums aufgezeigt. Was ohne sie Abstraktion aus morphologischem Vergleich hätte bleiben müssen, ist urkundlich in zahllosen Fällen belegt. Unter den Wirbellosen kennen wir Entwicklungsreihen von Korallen, Brachiopoden, Schnecken, Muscheln und insbesondere den hochdifferenzierten Cephalopoden, die erstmalig im Oberkambrium in einer sehr einfachen, winzig kleinen gekammerten Röhre belegt sind, sich zu Beginn des Silurs in den Nautiliden explosiv entfalten, vom Devon an mit dem Stamm der Ammoniten immer reicher und komplizierter gebaute Schalen entwickeln, am Ende der Trias bis auf eine Familie erlöschen, um in Jura und Kreide nochmals aus dieser einen Familie heraus sich zu ungeheurer Formenfülle zu entwickeln und mit Beginn des Tertiärs auszusterben. Oder nehmen Sie die uns vielleicht noch näher liegende Entwicklung der Wirbeltiere, die sich im Silur erstmalig mit abenteuerlich gestalteten Fischen einstellten, im Devon mit den ersten Amphibien das Festland eroberten, im Mittelalter der Erdgeschichte als Saurier das Festland beherrschten und von dorthier einmal in den Ichthyosauriern wieder zum Meeresleben zurückkehrten, zum andern als Flugsaurier sich die Luft eroberten.

Klein und wenig differenziert blieben daneben die ersten Ansätze zu den Säugetieren, die wir von der Trias an kennen, die jedoch erst

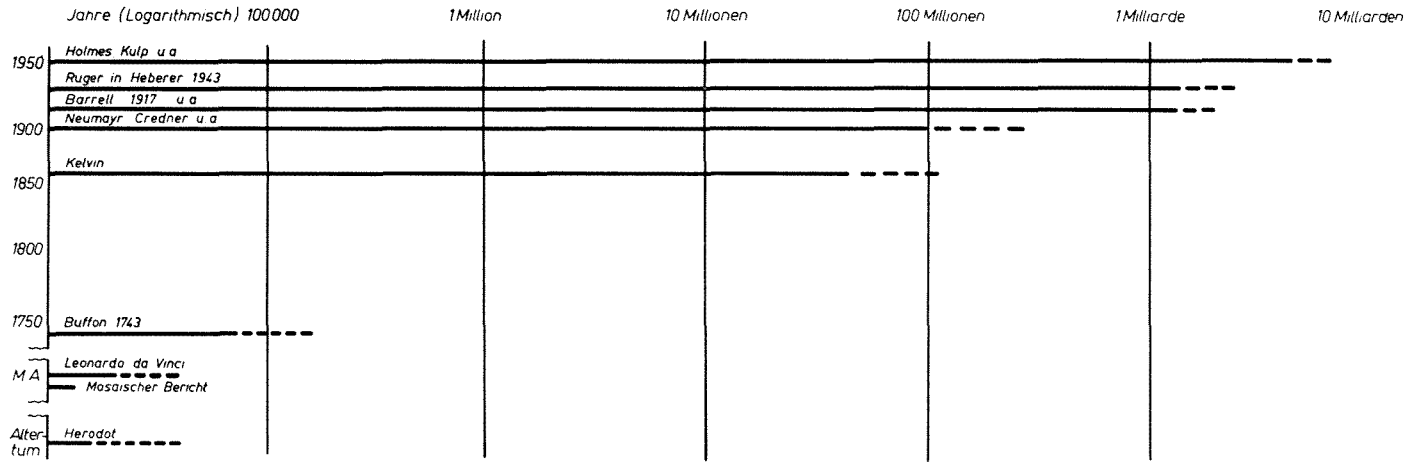


Abb. 1

Die Vorstellung von der absoluten Dauer der Erdgeschichte im Wandel der Zeiten. Die Größe der mittels radioaktiver Zerfallsreihen ermittelten Zeiträume macht logarithmische Darstellung erforderlich.

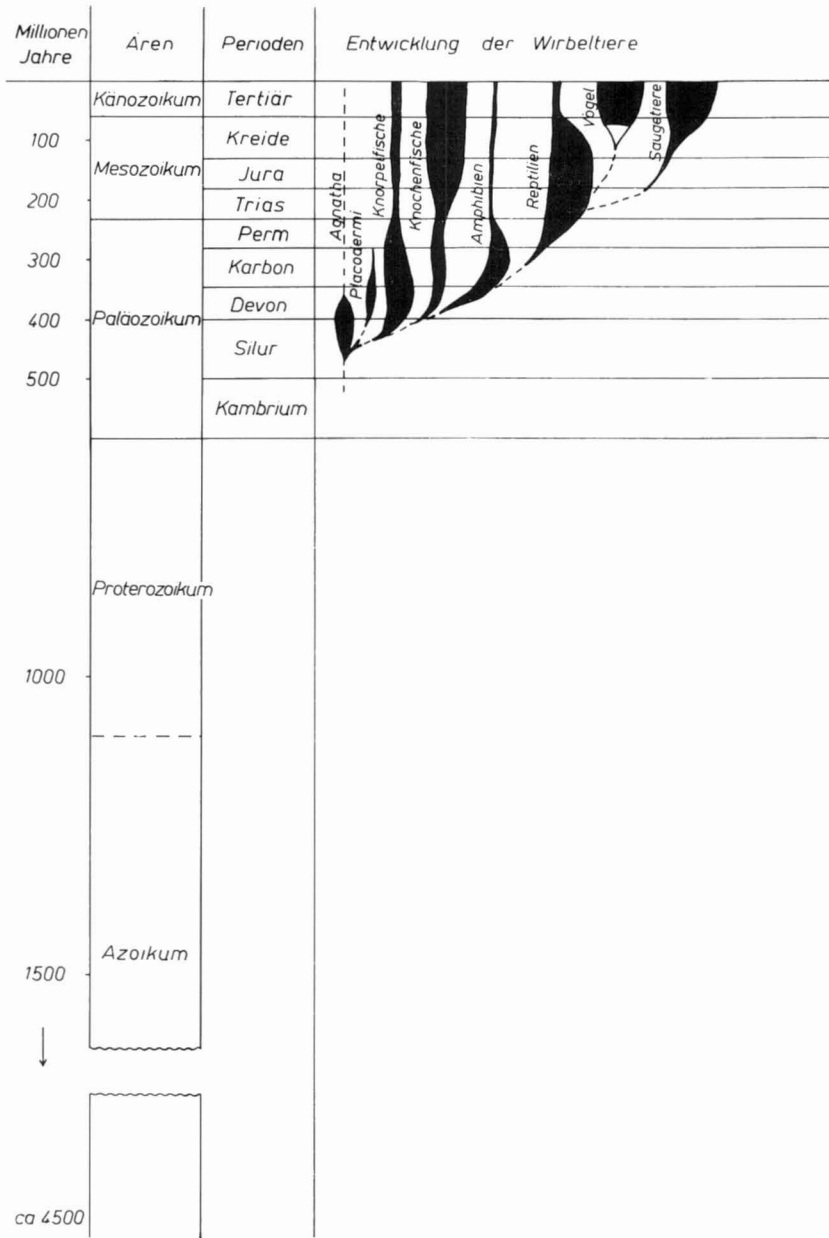


Abb. 2

Absolute Zeitrechnung, Gliederung der Erdgeschichte und Entwicklung der Wirbeltiere.



Abb. 3

Titelblatt aus KARL NIKOLAUS LANGS (1670—1741) *Historia Lapidum Figuratorum Helvetiae*, in welcher Versteinerungen als Naturspiele dargestellt werden.

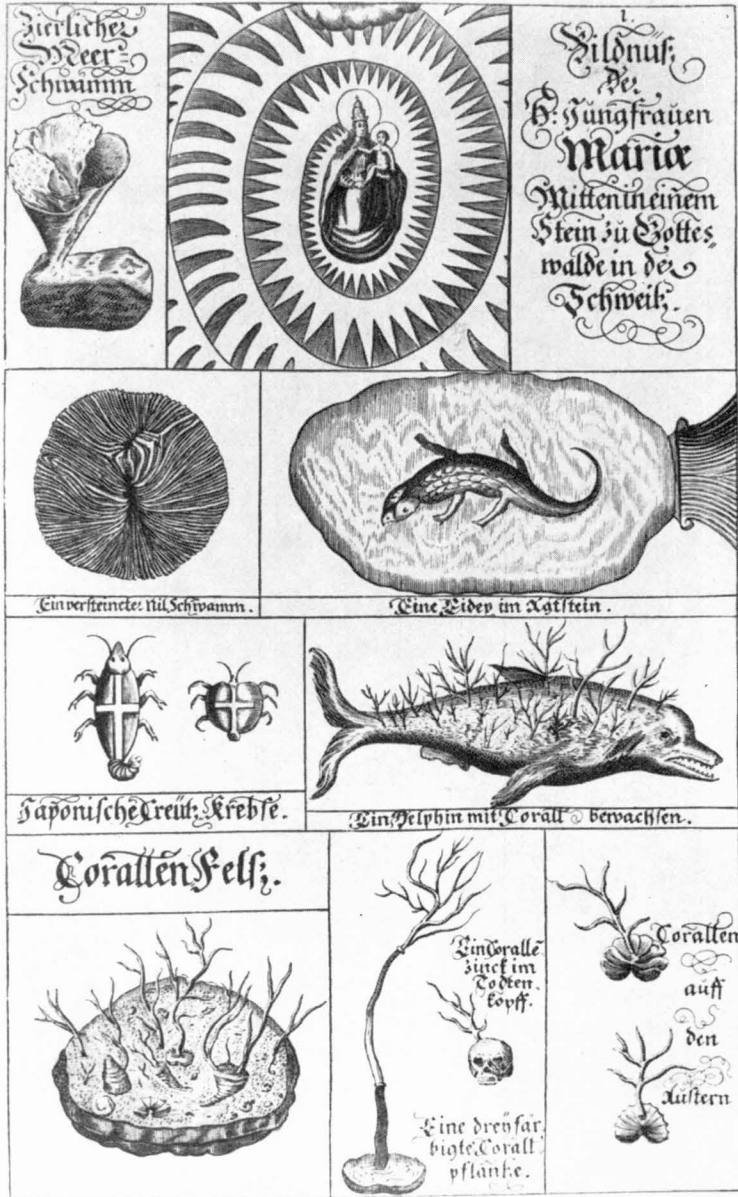


Abb. 4

Versteinerungen und andere bemerkenswerte Naturgebilde.
Nach FRANCIS' Lustgarten, 1668.

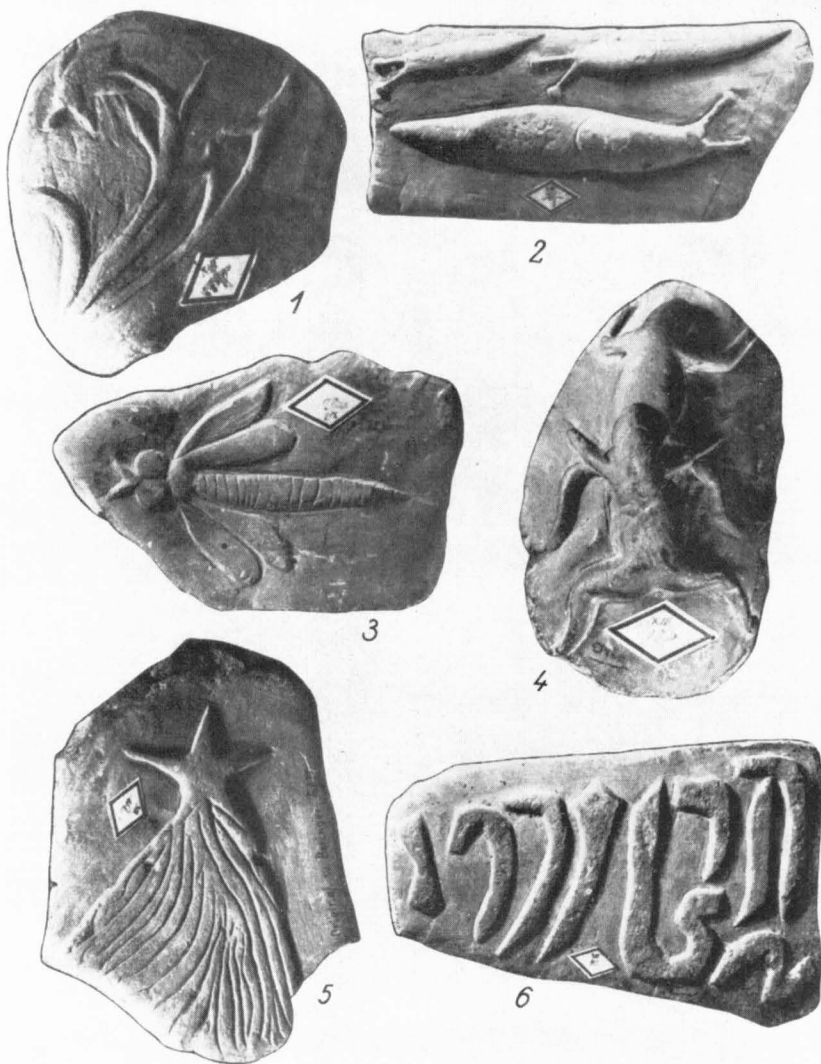


Abb. 5

BERINGERS sogenannte Lügensteine. Nr. 1—5 Originale zu seiner *Lithographia Wirceburgensis* von 1726. Nach KIRCHNER 1935.

Kupfer = Bibel/
In welcher
Die
PHYSICA SACRA,

Oder
Beseiligte
Natur = Wissenschaft

Der
In Heil. Schrift vorkommenden
Natürlichen Sachen,

Deutlich erklärt und bewährt
Von
JOH. JACOB SCHEUCHZER,
Med. D. Prof. in Lyceo Tigurino, Academiae Imper. Naturae Cu-
riator. LEOPOLDINO - CAROLINÆ Adjuncto, & Socco,
Regg. Anglicæ & Prussicæ Membro.

Unter
Zur Erläuterung und Zierde des Wercks
In
Künstlichen Kupfer = Tafeln

Ausgegeben und verlegt
Durch
Johann Andreas Bessel,
Kaysertlichen Hof = Kupferstecher in Augspurg.

Erste Abtheilung

Von
TAB. I — CLXXIV.
Samt Vorbericht und Verzeichnis der Auctorum, &c.

Augspurg und Alm /
Gedruckt bey Christian Ulrich Wagner, 1731.

Abb. 6

Titelblatt zu Band I der *Physica Sacra* von JOH. JACOB SCHEUCHZER. Nach einem im Besitz des Geologisch-Paläontologischen Institutes der Justus Liebig-Universität befindlichen Original.

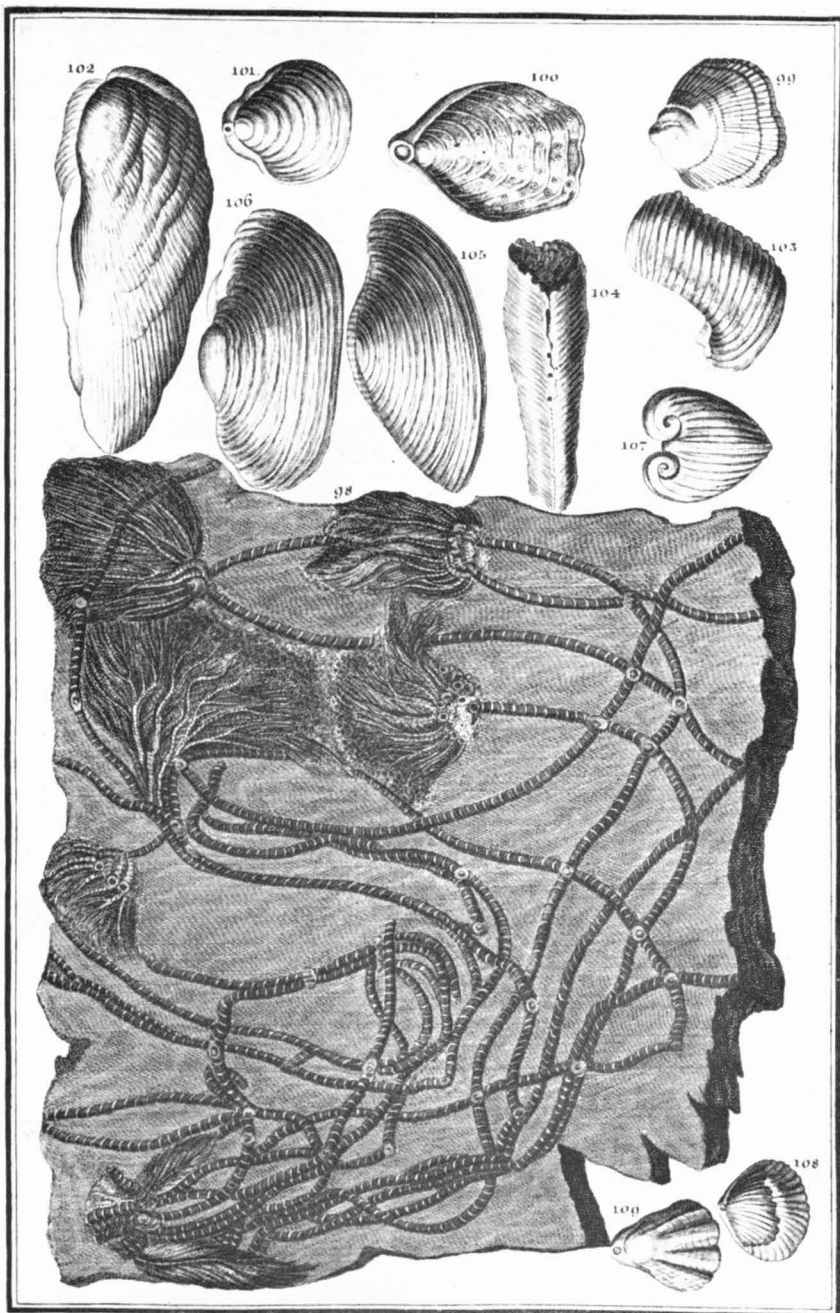


Abb. 7

Muscheln, Brachiopoden und eine Seelilienplatte aus SCHEUCHZERS *Physica Sacra*.

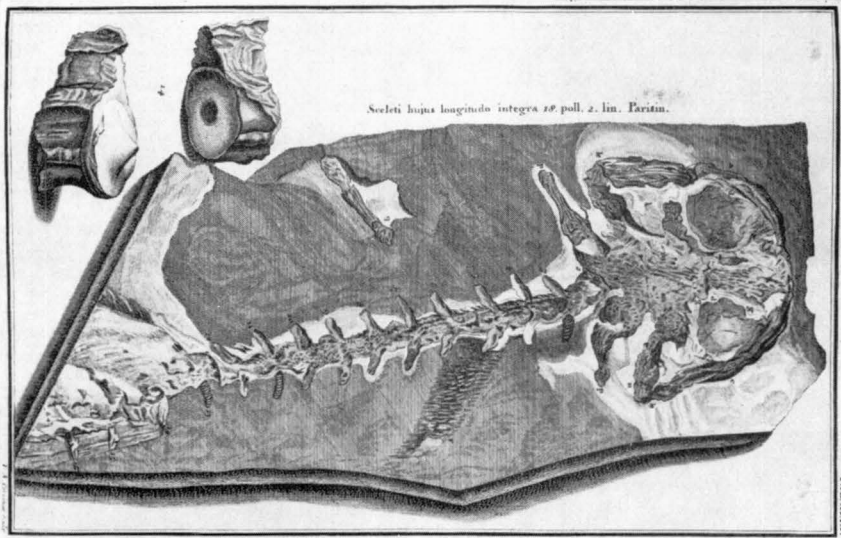


Abb. 8

SCHUCHZERS Abbildungen des Öhninger Riesensalamanders, „das Beingerüst eines verruchten Menschenkindes, um dessen Sünde willen das Unglück über die Welt hereingebrochen“.

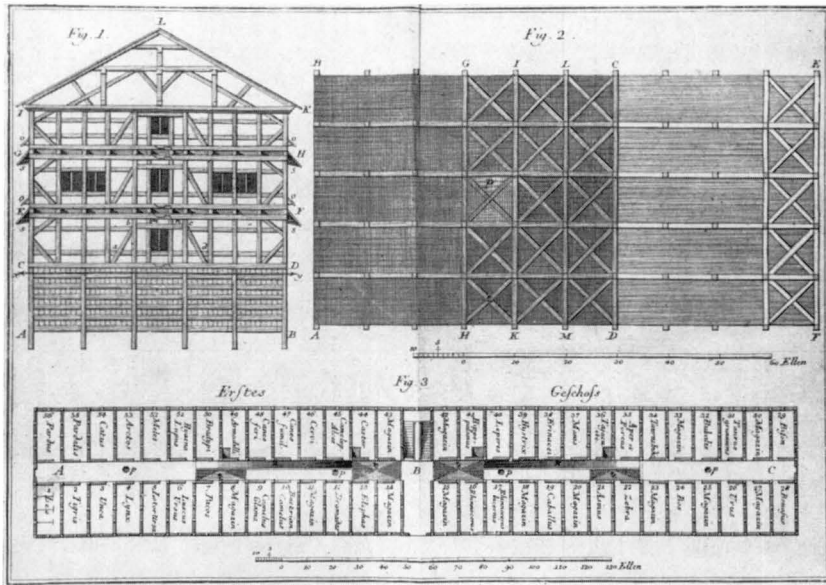


Abb. 9

Rekonstruktionsskizze der Arche Noahs in JOHANN ESAIAS SILBERSCHLAGS *Geogonie oder Erklärung der mosaischen Erdschöpfung nach physikalischen und mathematischen Grundsätzen*, Berlin 1780.

SECTION OF STRATA, - NORTH WILTS.

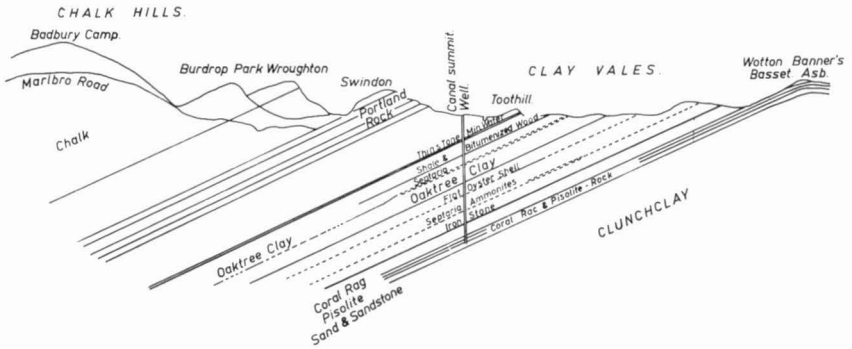


Abb. 10

WILLIAM SMITHS Schichtprofil durch Nord-Wales, das er auf Grund seiner Kenntnis der Lagerungsverhältnisse und des Fossilinhaltes aufgestellt hatte. Umgezeichnet nach HAARMANN 1942.

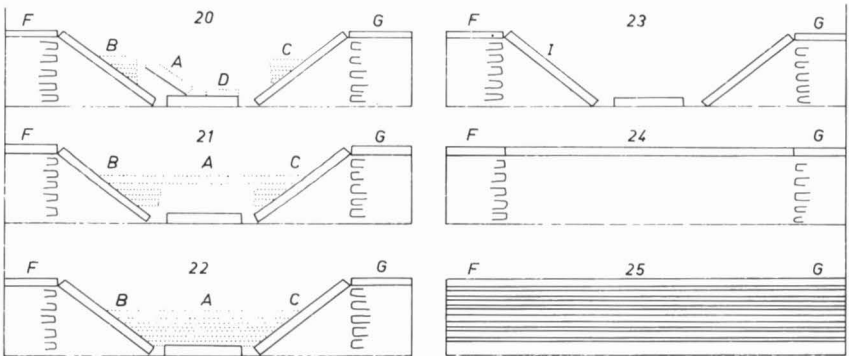


Abb. 11

STENOS Profile zur Erdgeschichte der Toscana. Umgezeichnet nach BECKSMANN 1939.

nach Ende der Saurierzeit im Tertiär zur Entfaltung kamen und aus deren Schoß sich auch der Stamm des Hominiden und damit unser eigenes Sein entwickelte.

„Erst merkwürdig spät“, schreibt VON KOENIGSWALD 1955, „hat der Mensch in seinem Drange nach Erkenntnis die Erde, auf der er steht, mit seinen Fragen belästigt. Und die Antwort, die er auf die Frage: Woher komme ich, wer ist der Mensch? erhielt, hat ihn zwar um einige Illusionen ärmer gemacht, ihm aber dafür das Wissen um seine Vergangenheit erschlossen, die gewaltiger ist, als er es je hat träumen können. Denn es zeigt sich, daß die Geschichte des Lebens auch seine Geschichte ist und daß er, der sich einzigartig und isoliert wähnte, durch Tausende Bande mit dem Lebendigen organisch verknüpft ist.“

Es will scheinen, als ob dies Wissen um die Vergangenheit und die Entwicklung der Lebewelt einschließlich des Menschen so gewaltig ist, daß es sich der Assimilierung zur Allgemeinbildung unserer Mitwelt entzieht, und es ist eine Ironie der Geschichte, daß die Vorstellungen, welche die Diluvianer auf ihrem Irrwege in der Erkenntnis entwickelten, offenbar allgemeines Bildungsgut ihrer Zeit waren, während man es heute als eine Ausnahme freudig vermerkt, wenn man in einem zeitgenössischen Roman eine so treffende und zugleich schöne Darstellung der Stammesgeschichte findet wie die folgende:

„Im Kambrium — so nennen wir die unterste Erdschicht, die tiefste Formation der paläozoischen Periode — steht es um die Pflanzenwelt freilich noch dürftig: Seetange, Algen, weiter kommt noch nichts vor, — das Leben stammt aus dem Salzwasser, dem warmen Urmeer, müssen Sie wissen. Aber das Tierreich ist da sofort nicht nur durch einzellige Urtiere, sondern durch Hohltiere, Würmer, Stachelhäuter, Gliederfüßler vertreten, das will sagen: durch sämtliche Stämme mit Ausnahme der Wirbeltiere. Es scheint, von den fünfzehnhundertfünfzig Millionen Jahren hat es keine fünfzig gedauert, bis die ersten Vertebraten aus dem Wasser an Land gingen, von dem damals schon einiges bloßlag. Und dann ist es mit der Evolution, der Aufspaltung der Arten dermaßen vorgegangen, daß nach bloßen zweihundertfünfzig weiteren Jahrillionen die ganze Arche Noah einschließlich der Reptilien da war, — nur die Vögel und Säugetiere standen noch aus. Und das alles vermöge der einen Idee, die die Natur in anfänglichen Zeiten faßte und mit der zu arbeiten sie bis hin zum Menschen nicht abgesehen hat.

Ich bitte recht sehr, mir dieselbe zu nennen!

Oh, es ist nur die Idee des Zellenzusammenlebens, nur der Einfall, das glasig-schleimige Klümpchen des Urwesens, des Elementarorganismus nicht allein zu lassen, sondern, anfangs aus wenigen davon, dann aus Abermillionen, übergeordnete Lebensgebilde, Vielzeller, Großindividuen, herzustellen, sie Fleisch und Blut bilden zu lassen.“

Soweit THOMAS MANN'S Professor Kukuk bei seinem Gespräch mit Marquis Venosta, alias Felix Krull.

Haben wir hiermit das Ergebnis des organischen Zweiges unserer Wissenschaft in der Sprache des Schriftstellers ausgedrückt, so ist es viel schwieriger, Ziele und Ergebnisse der rein geologischen Forschung in Kürze zu umreißen. Hierbei meine ich nicht ihre praktischen Ergebnisse für die Bereitstellung nutzbarer Lagerstätten, für die immer schwieriger werdende Versorgung der Menschheit mit dem notwendigen Trink- und Gebrauchswasser oder die Bedeutung bei der Gründung großer Bauwerke und der Anlage moderner Autobahnen, vielmehr meine ich den Teil der Geologie, der uns das heutige Bild unserer Erde mit ihren Gebirgen und Tiefländern, ihren Ozeanen und Inselketten als etwas Gewordenes verstehen gelehrt hat und der als *Erdgeschichte* der Menschheitsgeschichte zur Seite zu stellen ist. Erste Ansätze zur Analyse der Geschichte der Erde oder einzelner Landschaften finden wir bei dem großen dänischen Gelehrten NICOLAUS STENO, der in die Geschichte der Medizin als Entdecker des ductus stonianus eingegangen ist. Unter dem Titel *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus* veröffentlichte er 1669 eine erstaunlich modern anmutende geologische Beschreibung der Toscana, in der erstmalig aus den Lagerungsverhältnissen der Erdschichten die erdgeschichtliche Entwicklung einer Landschaft abgeleitet wurde (Abb. 11). STENOS Schrift blieb seinen Zeitgenossen nahezu unbekannt, und erst anderthalb Jahrhunderte später hat die sich langsam entfaltende Geologie den Kenntnisstand erreicht, zu dem STENO bereits vorausgeeilt war.

Nur einer seiner Zeitgenossen scheint vermocht haben, ihm zu folgen: GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ, der einer geplanten Geschichte des Wolfenbütteler Landes eine erdgeschichtliche Einleitung voranzustellen beabsichtigte, „denn“, so schreibt er, „von großen Dingen ist auch geringe Kenntnis wertvoll. Wer daher vom ältesten Zustand unseres Landes beginnen will, muß auch etwas über das erste Aussehen der Erde und über die Natur und den Inhalt des Bodens sagen . . . Wenn wir aber unsere Absicht auch nicht ganz erreichen, so werden wir doch wenigstens durch ein Beispiel nützen: Denn wenn nur jeder in seiner Gegend seine Wißbegier beisteuert, so wird man leichter die allgemeinen Ursprünge erkennen.“

Von diesem, als *Protogäa* bezeichneten Werke ist zu LEIBNIZ' Lebzeiten 1693 nur ein Auszug erschienen, erst nach seinem Tode wurden vollständige Ausgaben des lateinischen Textes und Übersetzungen veröffentlicht, die letzte besonders wertvolle zweisprachige Ausgabe 1949 durch den derzeitigen Tübinger Mineralogen W. VON ENGELHARDT. In mehrfacher Hinsicht scheint mir LEIBNIZ' *Protogäa* auch heute noch lesenswert: Einmal wegen der Fülle treffender Beobachtungen über die Erdgeschichten und ihren organischen Inhalt, die LEIBNIZ gegen alle Irrlehren seiner Zeit als erdgeschichtliche Dokumente deutet, wobei er sich ausdrücklich auf STENO beruft. Zweitens in der intuitiven Empfehlung von Untersuchungsmethoden, die erst im 18. Jahrhundert Anwendung fanden, z. T. aber auch heute noch in ihren Anwendungen auf geologische Probleme in den Anfängen stehen. So sagt er: „Ich wünschte auch, daß man bei dieser

Untersuchung die Mikroskope anwendete, mit denen der gescheite und sorgfältige LEEWENHOEK, der Delfter Philosoph, so viel erreichte, daß ich mich oft ärgere über die menschliche Faulheit, die nicht die Augen zu öffnen und von einer schon fertigen Wissenschaft Besitz zu ergreifen geruht. Denn wären wir klug, so hätte jener schon viele Nachahmer.“

Erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts fand die Mikroskopie Eingang in die Erforschung der Erde und ihrer Gesteine und führte dann sehr bald zur Blüte der klassischen Petrographie, die durch die Namen ZIRKEL und ROSENBUSCH belegt werden kann. In die Geologie hat das Mikroskop erst sehr viel später Eingang gefunden, und ich entsinne mich sehr wohl jener seltenen, ärchäisch anmutenden Instrumente, die in der Zeit meiner Studienjahre meist leicht verstaubt in einem Schrank der Institute standen.

Hat die Petrographie auf dem von LEIBNIZ empfohlenen Wege durch das Mikroskop ihr beschreibendes Lehrgebäude errichten können, so ist der nächste Schritt zur Kenntnis der Genese stark befruchtet worden durch das Experiment, insbesondere an silikatischen Schmelzen. Auch den Erkenntnisweg durch das Experiment hat LEIBNIZ erkannt und empfohlen, wenn er schreibt: „Ich glaube, daß der einen Preis für seine Mühe verdienen wird, der die aus der unterirdischen Tiefe geborgenen Schöpfungen der Natur mit den Früchten der Laboratorien (so nämlich nennt man die Werkstätten der Chemiker) sorgfältiger vergleichen wird, da sich sehr oft eine wunderbare Ähnlichkeit zwischen den natürlichen und künstlichen Dingen zeigt.“ In der Tat hat sich das Experiment auch in der Geologie als höchst wertvolles Erkenntnismittel erwiesen, doch müssen wir es uns versagen, hierauf näher einzugehen.

Der entscheidende erkenntnisgeschichtliche Schritt scheint mir aber der zu sein, daß LEIBNIZ die *E r d g e s c h i c h t e* als solche sieht und sie nicht im Sinne der unzähligen Kosmogonien seiner Zeit spekulativ entwickelt, sondern aus den in der Erde enthaltenen Dokumenten abzulesen versucht. Hierbei ist ihm völlig bewußt, daß er erste tastende Schritte geht, denn er schreibt: „Mag diese Theorie über das Kindesalter unserer Erde auch durchaus glaubhaft sein, und mag sie auch die Samen zu einer neuen Wissenschaft enthalten, die man Natur-Geographie nennen kann, so wollen wir hier doch lieber nur zu vermuten als Sichereres zu behaupten wagen, wenn auch die heiligen Denkmäler dafür sprechen, so wollen wir das Urteil darüber doch denen überlassen, die das Recht haben, sie zu deuten. Auch wenn die Spuren der alten Welt im heutigen Bild der Dinge damit übereinstimmen, so werden doch unsere Nachkommen alles besser bestimmen können, wenn die Wißbegierde der Menschen so weit fortgeschritten sein wird, daß man die durch die Landschaften sich erstreckenden Arten und Schichten des Erdbodens beschreibt.“

Nun, auf dem hier aufgezeigten Wege ist die Wißbegierde tatsächlich ein gutes Stück auf dem Wege zur Erkenntnis vorangeschritten. Wenn es auch heute noch weiße Flecken auf der geologischen Karte der Erde gibt, so dürfen wir ihren Aufbau in den Grundzügen als

bekannt betrachten. Insbesondere ist uns naturgemäß der geologische Aufbau und die Erdgeschichte Europas vertraut, doch kann es auch hier noch zu Überraschungen kommen wie in einem völligen Umbruch von der Vorstellung des Baues der Alpen, der sich gegenwärtig vollzieht. Und selbst in einem von mehreren Forschergenerationen durchwühlten Gebiet wie dem vor unserer Türe liegenden Schiefergebirge erbringt die Anwendung verfeinerter Methoden neue Erkenntnisse und manche grundlegend neue Vorstellung von Schichtfolge und Bau. Dies sind aber doch Einzelheiten, für den Fachmann von größtem Interesse, für unsere Gesamtvorstellung vom geologischen Bilde der Erde oder bestimmter Gebiete von untergeordneter Bedeutung. Entscheidend scheint mir hier vielmehr zu sein, daß wir in der Lage sind, dieses im Sinne der ersten Ansätze von STENO und LEIBNIZ auf Grund der in der Erde überlieferten Dokumente als das Ergebnis langfristiger und gesetzmäßiger Entwicklungen zu erkennen und daß wir sehr wohl die Frage zu beantworten vermögen, warum ist diese Landschaft so beschaffen und jene anders. Lassen Sie mich dieses am Beispiel des Ihnen aus eigener Anschauung und aus dem Kartenbild vertrauten Raume Deutschlands erläutern:

Die Norddeutsche Tiefebene ist seit dem Perm, also seit rund 250 Millionen Jahren, ein Senkungsgebiet, in das immer wieder vom Atlantik oder Skandik her das Meer vorstieß und seine Sedimente ablagerte. Ost- und Nordsee sind also keineswegs gegenwärtige Zufallsformen, sondern haben ihre Vorläufer im Quartär, im Tertiär, in der Kreide usw. Ihre Oberflächenformen verdankt die Norddeutsche Tiefebene dagegen im wesentlichen den eiszeitlichen Gletschern und ihren Schmelzwässern, die von Skandinavien her auch in eben dieses Senkungsfeld vorstießen und dort ihre Schuttmassen hinterlassen konnten. Die reichen Lagerstätten des Untergrundes — Erdöl, Kalisalze, Braunkohlen und Eisenerze — sind aus den Sedimenten dieses Raumes hervorgegangen, seien es marine oder brackische Faulschlamme, die das Erdölmuttergestein darstellen, seien es Eindampfungssedimente randlicher Meeresbecken, welche die Kalilagerstätten bildeten.

Ganz anders die Geschichte unserer Mittelgebirge, etwa des Harzes oder des Rheinischen Schiefergebirges, das wir als Beispiel heranziehen wollen. Sein Gesteinsmaterial entstammt größtenteils dem Devon und wurde vor 300 bis 400 Millionen von Jahren am Grunde eines Meeres abgelagert, das zu jener Zeit den Boden Mitteleuropas bedeckte. Als Zeugnis dieses Meeres mögen Sie beim Herausgehen die Marmorsäulen in der Eingangshalle unserer Universität mit ihren wundervoll erhaltenen Korallen, Stromatoporen und Brachiopoden betrachten. Untermeerische Vulkane förderten Aschen und Laven, die uns als Diabase oder Tuffe entgegentreten, und heiße Lösungen oder Dämpfe brachten reichlich Eisenionen an den Meeresgrund, wo sie zu den Roteisensteinen niedergeschlagen wurden, die jahrhundertlang die Grundlage des heimischen Erzbergbaues lieferten.

Im Karbon wurden diese mannigfaltigen Ablagerungen intensiv gefaltet, verschuppt und aus dem einstigen Meeresbecken zu einem

Gebirgsland emporgehoben, das im Gegensatz zum Norddeutschen Tiefland in der Folgezeit überwiegend Festland blieb. Sein Schicksal können wir vor allem im Tertiär, d. h. während der letzten 60 Millionen Jahre, wieder genauer verfolgen.

Unter tropischem Klima bildeten sich mächtige Verwitterungsdecken aus, die als kaolinisierte Schiefer oder umlagerte Tone den wirtschaftlich bedeutsamen Rohstoff der heimischen keramischen Industrie liefern. In flachen Becken entstanden Moore, aus denen die Braunkohlenlager des Westerwaldes, der hessischen Senke oder der Rhön wurden. Man wird sich die Landschaft des Tertiärs als eine flachwellige Festebene vorstellen müssen, deren Überreste auf den Höhen des Westerwaldes oder in den weiten Flächen des Krodorfer Forstes noch erhalten sind. Doch werden sie heute vom Rhein und seinen Nebenflüssen in oft steilen Tälern und Schluchten zerschnitten und aufgelöst, weil sich das Schiefergebirge in einer jüngsten Entwicklungsphase, etwa seit Ausgang des Tertiärs, als Block herausgehoben hat und nun auch infolge anderer Klimabedingungen die flächenhafte Abtragung und Einebnung durch eine mehr lineare Erosion abgelöst wurde, durch deren Wirkung überhaupt erst das Landschaftsbild des Gebirges geprägt wird.

Als drittes und letztes Beispiel sei das Oberrheintal genannt. Wie ist es zur Bildung dieser im Landschafts- und Kartenbild so auffälligen Struktur gekommen, die offenbar wie ein Fremdkörper Mitteleuropa durchschlägt? Hier handelt es sich um sehr tief in die Erdkruste hineinreichende Spalten, die sich nicht nur auf den eigentlichen Oberrheintalgraben beschränken, sondern nach Süden bis in das Rhônetal und an das Mittelmeer, nach Norden über die hessische Senke, den Graben des Leinetales und Tiefenstrukturen Norddeutschlands bis in den Oslofjord und an den Mjösensee zu verfolgen sind. Sicher schon im Paläozoikum angelegt, war diese Schwächezone der Erdkruste lange Zeit latent, und erst vom Beginn des Tertiärs an können wir verfolgen, wie sich der Rheintalgraben schrittweise einsenkt und die Gebirge an den Flanken heraussteigen, so daß sich hier die Kruste vertikal um rund fünf Kilometer verschoben hat.

So stehen sich, nur in Beispielen kurz umrissen, Landschaftseinheiten ganz verschiedenen Baues und ganz verschiedener erdgeschichtlicher Entwicklung gegenüber. Wenn Sie mich aber nach der Ursache dieses so verschiedenen Verhaltens der Erdkruste im Laufe der Erdgeschichte fragen, so muß ich Ihnen die Antwort hierauf versagen. Um die Jahrhundertwende hätte man diese Frage im Sinne der Kontraktionstheorie eines ELIE DE BEAUMONT oder EDUARD SUESS schlüssig und vielleicht ein wenig autoritär beantwortet. Dann brachte ALFRED WEGENER mit seiner Hypothese der Kontinentalverschiebung das scheinbar so fest gegründete Lehrgebäude des 19. Jahrhunderts ins Wanken. Und heute stehen wir wieder auf einem ähnlichen Standpunkt wie LEIBNIZ, indem wir lieber vermuten als Sicheres zu behaupten wagen und das Urteil darüber doch denen überlassen wollen, die das Recht haben, die Denkmäler der Natur zu deuten. Wer aber hat das Recht? Die Geo-

logie allein sicher nicht. Sie kann den Bauplan der Erdkruste ermitteln und seine geschichtliche Entwicklung entziffern. Die Frage nach der stofflichen Zusammensetzung wird sie weitgehend dem Petrologen überlassen, und was sich in der Tiefe der Erde, unterhalb der mit den Methoden dieser beiden Wissenschaftler erfaßbaren Kruste befindet, vermag im Wesentlichen nur der Geophysiker mit den Methoden der Seismik, der Gravimetrie und der Magnetik zu ermitteln. Und erst aus den sich zur Zeit konsolidierenden Ergebnissen dieser drei Wissenschaften wird in der Zukunft eine den Tatsachen der Natur entsprechende Vorstellung von den gestaltenden Kräften der Erdentwicklung erwachsen können. Soviel kann aber heute schon als gesichert gelten, daß der Sitz dieser Kräfte nicht in der starren Erdkruste, sondern in den noch mobilen Tiefen unseres Erdballes zu suchen ist.

Manchem mag es bedauerlich erscheinen, daß er allein von der Warte seines eigenen Faches her grundlegende Fragen nicht mehr beantworten kann. Ich selbst finde es jedoch begrüßenswert, daß die Erdwissenschaften hier in einem ähnlichen Stadium angelangt sind wie die Biologie, daß sie der Zusammenarbeit mehrerer Fächer bedarf, um eine schlüssige Antwort zu finden. Und so sei mir zum Schluß meines Vortrages der Geburtstagswunsch für unsere Alma mater gestattet, daß sich eine solche Zusammenarbeit erhalten und vertiefen möge und daß in Zukunft an unserer Universität alle die Disziplinen vertreten sein mögen, deren es hierzu bedarf.