

2 Die Vorgeschichte zur Geologie in Deutschland

Das erste Erfahrungswissen zu geologischen Sachverhalten entstand bei der Nutzung von Bodenschätzen, so

- um 500 000 v. Chr. beim Feuersteinbergbau, z.B. in Ungarn,
- um 20 000 v. Chr. beim Pflastern eines Höhlenvorplatzes mit Grauwackenplatten aus dem Bereich unterhalb der Höhle bei Döbritz / Thüringen,
- um 4000 v. Chr. bei der Metallgewinnung: Gold in Nubien, Kupfer am Sinai, Zinn in England, Eisen in der Steiermark.

Vereinzelt wurden jedoch schon in der Vorgeschichte geologisch-paläontologische Beobachtungen ohne praktische Zielstellung gemacht:

In einem Grab der La-Tène-Zeit (etwa 450 v. Chr.) bei Bernburg/Saale fand man als Grabbeigabe eine Sammlung aller dort im oligozänen Septarienton vorkommender 56 Schneckenarten, je zwei Stück, dazu quasi als Vergleichsmaterial zwei rezente Schnecken. Doch kann man diese „paläontologischen“ Erkenntnisse mangels schriftlicher Überlieferung noch nicht als Wissenschaft bezeichnen.

Erste Beobachtungen und Ideen, die man zur Vorgeschichte der Geologie zählen kann, gab es im antiken Griechenland und Rom. Sie wurden durch die Araber übernommen und weiterentwickelt und fanden so Eingang in die scholastische Literatur des europäischen Mittelalters.

Von der Antike bis um 1750 gab es in der Vorgeschichte der Geologie zwei voneinander relativ unabhängige Entwicklungslinien:

1. Einzelbeobachtungen geologischer Fakten, z.T. mit Deutungsversuchen, aber ohne „geologische Theorie“ für das Erdganze.
2. Deutungen der Gesamterde ohne Bezug auf geologische Einzelbeobachtungen.

2.1 Antike, Araber, Mittelalter

Aus der Antike sind in beiden Entwicklungslinien folgende Beobachtungen und Denksätze zur Geologie zu nennen:

Geologische Beobachtungen (und Deutung)	Jonische Naturphilosophen
614 XENOPHANES: Versteinerte Muscheln auf Bergen, Blätter in Gestein (Festland einst überflutet)	um 600 v. Chr. THALES: Urelement Wasser um 550 v. Chr. ANAXIMANDER (Schüler von THALES): Theorie der Weltentwicklung (Abb. 5) um 550 v. Chr. ANAXIMENES: Urelement Luft 580/500 PYTHAGORAS: Zahlenmystik um 500 HERAKLIT: Bewegung, Einheit der Gegensätze
um 500 XANTHOS: Versteinerte Muscheln in Armenien u.a.O. um 450 HERODOT: Muschelfossilien in Ägypten, Sedimentation des Nil-Deltas	500/428 ANAXAGORAS: Urelement Feuer, die Sonne ein glühender Stein um 450 DEMOKRIT: Urstoff „Atom“ 492/432 EMPEDOKLES: 4 Elemente: Feuer, Wasser, Luft, Erde
	<i>Klassische griechische Philosophie</i> 470/399 SOCRATES 427/347 PLATO 384/322 ARISTOTELES
<i>Hellenismus</i> 384/322 ARISTOTELES: Beginn der Sachforschung, Vulkane, Erdbeben 368/284 THEOPHRAST (Schüler des ARISTOTELES): Buch über Minerale und Gesteine	<i>Hellenismus</i> 384/322 ARISTOTELES: Naturlehre, Induktive Forschungsmethode, Vier-Elemente-Lehre um 280 Gründung der Bibliothek von Alexandria
275/195 ERATOSTHENES: Die Erde eine Kugel (erste Gradmessung)	300/230 EUKLID 287/212 ARCHIMEDES
<i>Römische Literatur</i> 63 v./19 n.Chr. STRABO: Geographie: nennt Elbe u. Saale, Vulkaninseln im Mittelmeer, postuliert Überflutungen, Hebungen u. Senkungen des Festlandes 4.v./65 n.Chr. SENECA: Buch über Naturwissenschaften, darin Vulkane, Erdbeben 23/79 PLINIUS D. Ä.: (umgekommen bei Vesuvausbruch): Kompendium „Historia naturalis“ 62/113 PLINIUS D. J.: beschreibt Tod des Onkels PLINIUS D. Ä. bei Vesuvausbruch (zwei Briefe an TACITUS)	47 v. Chr. die Bibliothek von Alexandria verbrennt zum großen Teil

Insbesondere die Vier-Elemente-Lehre in der von ARISTOTELES vertretenen Form (Abb. 6) hat die Wissenschaft z.T. bis weit über das Mittelalter hinaus beeinflusst.

Den Gegensatz zwischen THALES (Urelement Wasser) und ANAXAGORAS (Urelement Feuer) hat v. GOETHE in der Klassischen Walpurgisnacht (Faust II.) als Anspielung auf den Neptunistenstreit seiner Zeit benutzt.

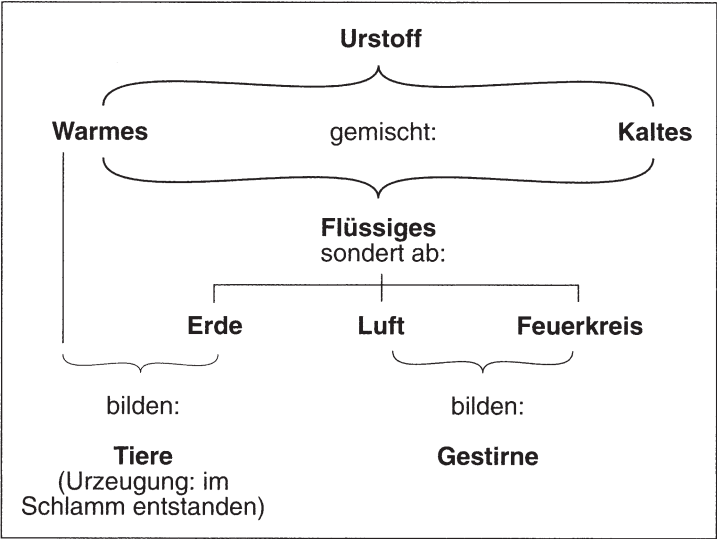


Abb. 5 Die Weltentwicklung nach THALES und ANAXIMANDER.

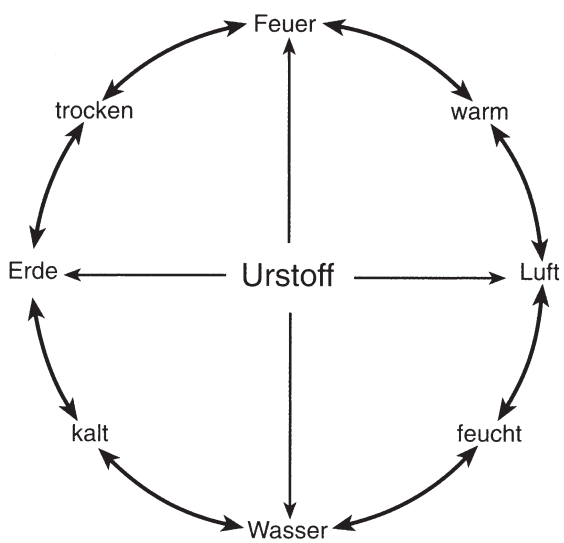


Abb. 6 Die Vier- Elemente-Lehre des ARISTOTELES.

Der Übergang der Wissenschaft der Antike zu der der Araber ist durch folgende historische Daten markiert:

- 230 ORIGENES gründet in Caesarea eine christliche Schule, lehrt aber auch griechisch-römische Wissenschaften, um gegen diese „heidnischen Lehren“ bestehen zu können.
- 313 Kaiser CONSTANTIN D. GR. verkündet Religionsfreiheit, Beginn des Aufstiegs der christlichen Kirche.
- 529 Kaiser JUSTINIAN schließt die „Akademie“ von Athen (wichtigste Institution der griechisch-römischen Wissenschaft)
- 610/650 MOHAMMED, die Kalifen von Bagdad, Heiliger Krieg, dann Übernahme und Weiterentwicklung der griechisch-römischen Wissenschaft durch die Araber.
- 980/1035 ABU ALI AL-HUSAIN IBN ABDALLAH IBN SINA (lat.: AVICENNA) in Buchara der bedeutendste und bekannteste arabische Gelehrte des Mittelalters.

AVICENNA stellte ein Mineralsystem auf, erklärte die Entstehung der Gesteine durch Vereinigung und Zusammenkleben von primären Tonteilchen oder durch Erstarrung von Wasser (Kalkstein aus Wasser!) und sah innere und äußere Ursachen für geologische Erscheinungen. Zu den inneren rechnete er Erdbeben, zu äußeren die Erosionswirkungen von Wind und Wasser. Im 12. Jahrhundert wurden die mineralogisch-geologischen Teile des Werkes von AVICENNA ins Lateinische, d.h. in die Wissenschaftssprache Europas übersetzt. Allerdings glaubte man damals – und bis in die Neuzeit –, dabei ein Werk des ARISTOTELES vor sich zu haben.

Unabhängig von nationalen Kämpfen und den Rivalitäten zwischen den Kaisern und Königen einerseits und den Päpsten andererseits sah man im „Heiligen Römischen Reich deutscher Nation“ des christlichen Mittelalters eine Fortsetzung des (spät-)römischen Reiches mit seinen christlichen Kaisern. Das zeigt sich auch in der Dominanz der lateinischen Sprache in der Kirche und bei hohen weltlichen Verwaltungsakten, sowie in der Übernahme der antiken Sprachen und Wissenschaft durch die von Bischöfen, Kaisern oder Königen gegründeten und von den Päpsten bestätigten Universitäten. Die ersten außerdeutschen und die deutschen Universitäten des 12. bis 15. Jahrhunderts sind folgende:

1119 Bologna, 1200 Paris („Sorbonne“), 1249 Oxford, 1348 Prag (gegr. von KARL IV.), 1386 Heidelberg, 1388 Köln, 1392 Erfurt, 1409 Leipzig, 1419 Rostock, 1456 Greifswald, 1457 Freiburg/Br., 1472 Ingolstadt, 1473 Trier, 1476 Mainz, 1477 Tübingen.

Eine mittelalterliche Universität war gegliedert in

- die Artistenfakultät, wo die „sieben freien Künste“ Arithmetik, Geometrie, Musik, Astronomie, Grammatik, Rhetorik und Dialektik gewissermaßen als Grundstudium gelehrt wurden, und
- die vier Fakultäten Theologie, Jura, Medizin und Philosophie.

Ziel der Lehre und Forschung an den mittelalterlichen Universitäten war die Synthese der beiden Traditionslinien Kirchenlehre und griechisch-römische Wissenschaft. Die Naturwissenschaften fanden in diesem Wissenschaftstyp der Scholastik Berücksichtigung, indem man in der Philosophie die entsprechenden Teile aus dem Werk des ARISTOTELES (aus den arabischen Überlieferungen), SENECAS Lehrbuch der Physik und PLINIUS' „Historia naturalis“ vortrug. Eigene geowissenschaftliche Werke finden wir deshalb bei den Scholastikern kaum. Die berühmtesten Scholastiker waren:

- 1193...1280 ALBERTUS MAGNUS (ALBERT VON BOLLSTÄDT), schrieb u.a. um 1269 während seiner Tätigkeit in Köln ein Buch „De rebus mineralibus et rebus metallicis libri V“ (Fünf Kapitel über Minerale und Bergwerke), liefert darin ein System der Minerale, gliedert diese in Steine, brennbare Stoffe und Salze sowie Erze und erwähnte dabei erstmals das Silber von Freiberg.

- 1210...1292 ROGER BACON, prägte den Begriff „Scientia experimentalis“,
 1225...1274 THOMAS VON AQUINO, Hauptwerk „Summa theologiae“.
 um 1270 PETRUS PEREGRINUS (PIERRE DE MARICOURT), nennt in seiner „Epistula Magne-
 tete“ (um 1270) den Magneteisenstein.
 1410...1464 NICOLAUS VON CUES, befaßte sich mit der Waage und definierte die Dichte
 (spez. Gewicht).

Zukunftsweisend für die Wissenschaft der nächsten Epoche, auch in Deutschland, waren im Mittelalter Existenz und Struktur der Universitäten und das Training wissenschaftlicher Tätigkeit.

2.2 Geologische Arbeiten in der Zeit der Renaissance

Der Untergang des oströmischen Reiches mit der Eroberung Konstantinopels durch die Türken 1453, die Flucht griechischer Gelehrter nach Italien, Mittel- und Westeuropa einerseits und die Entdeckungsreisen um Afrika und nach Amerika andererseits haben um 1500 in Mitteleuropa die Aufmerksamkeit der Wissenschaftler auf antike Originaltexte und überhaupt stärker auf die griechische und lateinische Literatur gelenkt, aber auch eine kritische Haltung zu dieser und den Vergleich eigener Beobachtungen mit den klassischen Texten provoziert. Selbst in der Theologie wurde das „Zurück zu den Quellen“, die „Wiedergeburt“ des Evangeliums, deutlich, wenn man an MARTIN LUTHER und die Reformation denkt.

Der Übergang von der Scholastik zur Renaissancewissenschaft erfolgte jedoch nicht kampflos. Vertreter des Neuen mußten sich gegen die der alten Zeit durchsetzen, so JOHANN REUCHLIN gegen die „Dunkelmänner“ und PETRUS MOSELLANUS, ein Anhänger des ERASMUS VON ROTTERDAM, gegen die Scholastiker der Universität Leipzig. Aber allein schon die Einführung selbständiger naturwissenschaftlicher Vorlesungen an Universitäten war eine Neuerung.

An der Universität Wittenberg wurde 1517 JOHANNES RHAGIUS AESTICAMPIANUS der erste Professor für „Plinianische Naturgeschichte“, und 1544 hielt der Theologieprofessor PAULUS EBER eine Vorlesung über „PLINIUS' HISTORIA NATURALIS“, typisch Renaissancewissenschaft: Naturbeobachtungen in Rückgriff auf die Antike!

Geologische Beobachtungen und Deutungsversuche finden wir bei Männern der Renaissance in verschiedenen Ländern, so von LEONARDO DA VINCI, ALESSANDRO DEGLI ALESSANDRI und HIERONYMUS FRACASTORO in Italien, CONRAD GESNER in der Schweiz, der das erste illustrierte Buch über Versteinerungen schrieb und BERNHARD PALISSY in Frankreich, der 1580 auch die Fischfossilien aus dem Mansfelder Kupferschiefer nennt.

In Deutschland sind zu nennen: ULRICH RÜLEIN VON CALW, geb. 1465/69 in Calw, Studium in Leipzig, dort Professor für Mathematik, Stadtarzt und mehrfach Bürgermeister in Freiberg, Professor der Medizin in Leipzig, 1523 gestorben, gab 1500 „Ein nützlich Bergbüchlein“ heraus, das kein wissenschaftliches Werk, sondern eine in deutsch verfaßte Werbeschrift für den Bergbau ist, darin die ersten, noch etwas primitiven Zeichnungen von Erzgängen und ihren Lagerungsverhältnissen. RÜLEIN definiert in seinem Büchlein erstmals für die Lagerungsverhältnisse der Erzgänge die von den Bergleuten gebrauchten Begriffe „Streichen“ und „Fallen“.

GREGOR REISCH, geb. 1467 in Balingen, Studium in Freiburg, Geistlicher, 1525 in Freiburg gestorben, behandelte 1504 in seiner „Margarita Philosophica“ u.a. Astronomie, Naturphilosophie und Naturlehre, darunter die Erdbeben.

SEBASTIAN MÜNSTER, geb. 1489 in Ingelheim/Rhein, Studium in Heidelberg, Minoritenmönch in Ruffach und Pforzheim, 1514 nochmals Student in Tübingen u.a. bei MELANCHTHON und REUCHLIN, 1524 Professor für Hebräisch, Mathematik und Geographie in Heidelberg, dann in Worms und Basel, zahlreiche Veröffentlichungen und Reisen, 1552 in Basel gestorben, behandelte in seiner 1544 erstmals, dann bis 1657 in 57 Auflagen erschienenen „Cosmographia“, einer Weltbeschreibung, auch Bergbau, Erze und geologische Erscheinungen wie Erdbeben, Vulkane, Vergletscherungen, Thermalquellen u.a. Er liefert erstmals das Bild einer Versteinerung (*Palaeoniscus freieslebeni*, Mansfeld, Abb. 7).

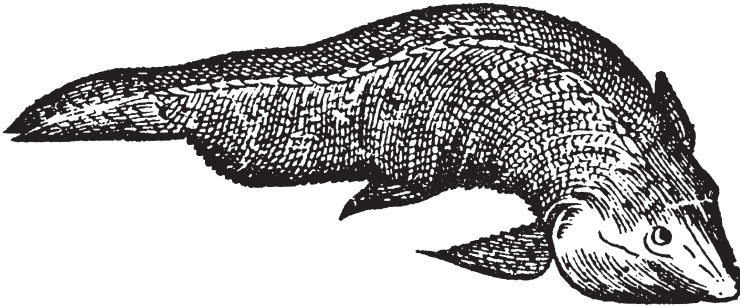


Abb. 7 Die erste Abbildung einer Versteinerung, *Palaeoniscus freieslebeni* aus dem Kupferschiefer von Mansfeld, in SEBASTIAN MÜNSTER'S Cosmography, 1544.

JOHANNES BAUHNUS bildete 1548 in seinem Werk über die Quellen und Gesteine von Bad Boll erstmals Fossilien aus dem Posidonienschiefer des Schwäbischen Jura ab (Abb. 8).

CHRISTOPHORUS ENCELIUS (CHRISTOPH ENTZELT), geb. 1517 in Saalfeld/Thüringen, Studium in Wittenberg, Rektor und Pfarrer in Saalfeld, Wittenberg, Tangermünde und Rathenow, 1558 Oberpfarrer in Osterburg/Altmark, dort 1583 gestorben, gab 1551 ein Buch „De re metallica“ heraus, in dem er Gesteine und Erze, z.B. die Kobalterze der Gegend von Saalfeld, sowie Fossilien beschreibt und abbildet.

GEORGIUS AGRICOLA (GEORG BAUER), geb. 1494 in Glauchau/Sachsen, Studium bei MOSELANUS in Leipzig, 1518 Lehrer und Rektor in Zwickau, 1522/23 Studium der Medizin in Leipzig und Promotion in Italien (vermutlich Bologna), 1524 Lektor im Verlag Asulanus, Venedig, 1527 Stadtarzt in Joachimsthal, 1531 Arzt und mehrmals Bürgermeister in Chemnitz, 1555 in Chemnitz gestorben, im Dom von Zeitz beigesetzt. (Vgl. S. 14!)

JOHANNES KENTMANN, geb. 1518 in Dresden, Studium in Leipzig, Wittenberg und Padua, Promotion in Bologna, 1551 Stadtarzt in Meißen, dann Torgau, dort 1574 gestorben, sammelte 600 sächsische Pflanzen, schuf das erste beschreibende Buch über Fische, beschrieb die erste ornithologische Lokalfauna Mitteleuropas und legte eine große Sammlung von Mineralen und Gesteinen an, deren Katalog der Schweizer Naturforscher CONRAD GESNER 1565 veröffentlichte. Die Sammlung umfaßte 1608 Stücke von 135 Fundorten. KENTMANN schickte seinem Freund GESNER auch einen Bericht über den Basalt von Stolpen/Sachsen, fügte eine Zeichnung der dortigen Basaltsäulen bei (Abb. 9) und GESNER veröffentlichte Text und Zeichnung 1565 im 5. Teil seines Buches über Gesteine und Erze. Noch heute ist die von KENTMANN gezeichnete Säulengruppe im Hof des Schlosses Stolpen am Coselturm zu identifizieren.

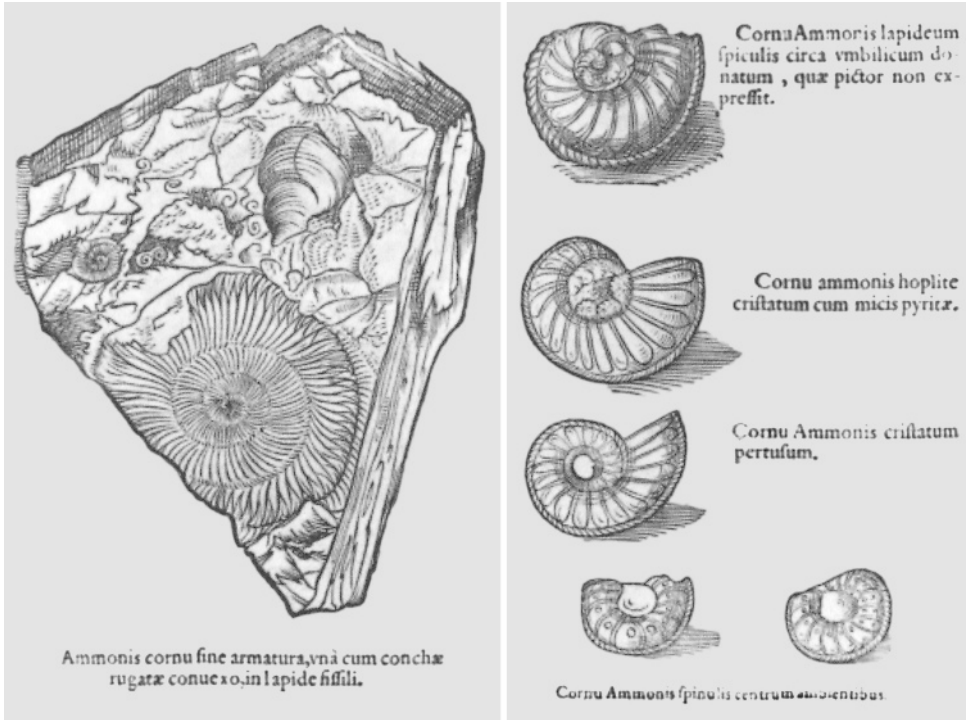


Abb. 8 Ammoniten aus dem Posidonienschiefer des Lias von Bad Boll, abgebildet von JOHANNES BAUHNUS 1548 (aus der Ausgabe von 1612).

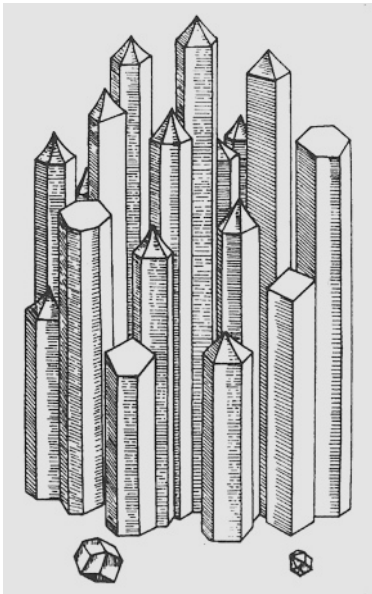


Abb. 9 Basaltsäulen im Hof der Burg Stolpen bei Dresden, gezeichnet von KENTMANN 1565 in einem Brief an CONRAD GESNER, heute noch erhalten.



Abb. 10 GEORGIUS AGRICOLA.

Der Renaissance-Wissenschaftler, der im 16. Jahrhundert die größte Leistung auf geowissenschaftlichem Gebiet erbracht hat, war GEORGIUS AGRICOLA (Abb. 10) Schon AGRICOLAS Weg zur Mineralogie war typisch für einen Renaissance-Wissenschaftler: Die Alten Sprachen kannte er vom Studium und von seiner Schulmeistertätigkeit. Als er in Venedig im Verlag Asulanus die Schriften der antiken Ärzte HIPPOKRATES, GALEN und PAULOS VON AEGINA für die Neuausgabe vorzubereiten hatte, begegneten ihm Namen von Mineralen und dazu medizinische Angaben, die er nicht prüfen konnte, da ihm die Minerale noch fremd waren.

Er ging deshalb 1527 als Stadtarzt in die 1516 gegründete böhmische Bergbaustadt Joachimsthal (heute: Jáchymov, Tschechische Republik), deren damals blühender Bergbau ihm reichlich Einblick in die Welt der Minerale bot. In Joachimsthal faßte er den Plan, das Montanwesen wissenschaftlich zu bearbeiten und die Montanwissenschaft (und damit die erste Technikwissenschaft) in das Wissenschaftssystem seiner Zeit einzuordnen. Demgemäß schrieb er alle seine Werke in der damaligen Wissenschaftssprache Latein und widmete sein Erstlingswerk dem führenden Wissenschaftler seiner Zeit, ERASMUS VON ROTTERDAM. AGRICOLAS direkt oder indirekt den Geowissenschaften und dem Montanwesen zugehörige Werke und ihr Inhalt sind folgende:

- | | |
|---|---|
| 1) 1530: <i>Bermannus sive de re metallica</i> (Bermannus oder ein Gespräch vom Bergbau) | Über den Bergbau und die Minerale von Joachimstal (in Form eines Dreiergesprächs) |
| 2) 1546: <i>De ortu et causis subterraneorum</i> (Die Entstehung der Stoffe im Erdinnern) | Das Wasser und seine Wirkungen, Erdbeben und Vulkanismus, der Wind und seine geologischen Wirkungen, Gänge, Klüfte, Schichtfugen, Bildung und Eigenschaften der Gesteine und Erze |

- | | |
|---|--|
| 3) 1546: De natura eorum, quae effluunt ex terra (Die Natur der aus dem Erdinneren hervorquellenden Stoffe) | Eigenschaften des Wassers und Bestimmungsmethodik, medizinische Wirkungen von „einfachem“ und „gemischtem“ Wasser, Entstehung der Gewässer (Lauf, Bett, Ströme), Luft in der Erde, Ausdünstungen, Vulkanismus, Erdbrände |
| 4) 1546: De natura fossilium (Die Minerale) | Mineraldiagnose, Mineralklassifikation und Beschreibung der Minerale |
| 5) 1546: De veteribus et novis metallis (Erzlagerstätten und Erzbergbau in alter und neuer Zeit) | Aufzählung von Erzlagerstätten nach Metallen und Angaben zur Bergbaugeschichte |
| 6) 1549: De animantibus subterraneis (Die Lebewesen unter Tage) | z.B. Menschen, Kaninchen, Maulwurf, Würmer, Berggeister, Dämonen |
| 7) 1556: (posthum erschienen): De re metallica (Bergbau und Hüttenwesen) | Systematische Klassifikation und Beschreibung des Bergbaus und Hüttenwesens. Einleitend: Die Lagerungsverhältnisse der Erzkörper |

ARGRICOLAS geowissenschaftliche Schriften sind Vorstudien für sein montanwissenschaftliches Hauptwerk „De re metallica“. In den Werken 2 (1546), 3 (1546), 4 (1546) und 6 (1549) behandelt er die Materien, denen der Bergmann gegenübersteht: Das Feste (Gesteine und Minerale), die Flüssigkeiten und das Lebendige. Das Werk über die Flüssigkeiten, 3 (1546), ist eine auf der antiken Vier-Elemente-Lehre basierende Gewässer- und Quellenkunde. Im Werk über die Erzlagerstätten und Bergbaugeschichte, 5 (1546), kommt das Vollständigkeitsstreben zum Ausdruck, das beim Sammeln für eine Wissenschaft erforderlich ist. Sein Hauptwerk „De re metallica“ enthält – wie auch alle späteren Lehrbücher der Bergbaukunde – einen einleitenden Abschnitt über die Lagerungsformen der Bodenschätze.

Die Verdienste ARGRICOLAS für die Entwicklung der Geowissenschaften sind: In der *Mineralogie* hat er ein System der „äußerlichen Kennzeichen“ für die Mineraldiagnose geschaffen, und zwar nach Farbe, Kristallform, Glanz, Durchsichtigkeit, Härte u.a. Merkmalen. Im Mineralsystem hat er gegenüber AVICENNA die Erden (Lockergesteine) selbstständig und die Metalle von ihren Verbindungen getrennt.

In der *Geologie* hat er – allerdings weit entfernt von der späteren Systematik der Geologie und ihren Deutungsmöglichkeiten – zahlreiche Vorgänge der exogenen und endogenen Dynamik beschrieben, wie die Erosion durch das Wasser, Erosion und Sedimentation durch den Wind, Erdbeben und Vulkane. Diese führte er auf Kohlenbrände im Erdinneren zurück, wozu er den „Flözbrand von Planitz“ bei Zwickau (brennende Steinkohlenflöze) aus eigener Anschauung kannte. „Gänge, Klüfte und Gesteinsschichten“ beschreibt er in seinem Werk zur Geologie, 2 (1546), aber auch und mit Zeichnungen versehen im „3. Buch“ von „De re metallica“, 7 (1556). Dabei beschreibt er die verschiedenen Gangmächtigkeiten, Streichen und Fallen, Gangscharungen, Gangkreuze, Nebentrümer, Flöze und Stöcke, sowie das Verhältnis von Ausbiß der Lagerstätten und Geländeform (Abb. 11). Einige der Holzschnitte sind erste Versuche einer raumbildlichen Darstellung.

GEORGIUS ARGRICOLA war ein Universalgelehrter der Renaissance. Neben seinen Werken zu den Geowissenschaften und zum Montanwesen lieferte er eine lateinische Schulgrammatik, Werke zur Metrologie und Ökonomie (Preis der Metalle und die Münzen), zur Medizin (Pestbuch), zur Geschichte (sächsische Fürsten), sowie 1531 eine Stellungnahme zu einem



Abb. 11 Ein Gangausbiß (D–E–C) auf beiden Seiten eines Tales, in G. AGRICOLA, *De re metallica*, 1556.

politischen Hauptproblem seiner Zeit, zur Türkengefahr, eine „Rede von der Notwendigkeit des Krieges gegen die Türken“, die bekanntlich 1529 vor Wien standen. AGRICOLA veröffentlichte nicht nur in lateinischer Sprache, sondern zitierte – typisch für einen Renaissancegelehrten – zahlreiche antike und arabische Schriftsteller, so für die Mineralogie deren hundert, u.a. ARISTOTELES, AVICENNA, DEMOKRIT, EMPEDOKLES, HERODOT, HOMER, PLINIUS D. Ä., SENECA, STRABO und THEOPHRAST, für die geologischen Fragen u.a. dieselben und ANAXAGORAS, ANAXIMANDER, CICERO, HIPPOKRATES, JULIUS FRONTINUS, LIVIUS, METRODOR, OVID, PLINIUS D. Ä., PLINIUS D. J., PLUTARCH, TACITUS, THALES, VERGIL und VITRUV, stets kritisch kommentierend. Darüber hinaus schöpfte AGRICOLA seine Darstellung aber auch aus eigenen Beobachtungen und aus einem umfangreichen Briefwechsel, in dem Freunde ihm Beobachtungen mitteilten. So schenkte der Wittenberger Theologieprofessor PAULUS EBER 1545 bei einem Besuch in Chemnitz AGRICOLA eine Tafel, auf der die Gesteine der Mansfelder Kupferschiefer-Schichtfolge befestigt waren (obwohl ihm die Tafel eigentlich gar nicht gehörte).

AGRICOLAS geowissenschaftliche Bücher erlebten bis 1657 mehrere Auflagen, waren also bis zu dieser Zeit offenbar aktuell.

2.3 Geologische Arbeiten in der Zeit der Aufklärung

Die Wissenschaft der Renaissance ging allmählich in die der Aufklärung über, indem der Bezug auf die Schriften der Antike immer schwächer wurde. Aber noch 1664 berief sich ATHANASIUS KIRCHER auf ARISTOTELES, und 1667 empfahl der in Florenz tätige Däne NIKOLAUS STENSON (genannt STENO), auf die Äußerungen „der Alten“ zu achten.

Doch nun bekommen die eigenen Beobachtungen immer größeres Gewicht, und die Deutungen werden an der Vernunft geprüft.

Von etwa 1650 bis um 1780 gab es drei für die Herausbildung der Geologie wichtige Arbeitsrichtungen:

1. *Beschreibendes Forschen*: Insbesondere Fossilien, aber auch einzelne geologische Sachverhalte, werden beschrieben und nur im Detail – ohne zusammenfassende Weltsicht – gedeutet (*induktives Forschen*). Solche Arbeiten betreffen in der Regel enger begrenzte Gebiete.
2. *Physikotheologie*, oder – auf die Gesteinswelt bezogen besser – *Lithotheologie*: Fossilien und einzelne geologische Sachverhalte werden beschrieben und in das theologische Weltbild der Zeit eingeordnet (in die spezifische Theologie der Aufklärungszeit). Damit erfuhren die geologischen Beobachtungen eine theoretische Begründung und die theoretische Aussage, z.B. die Sintflut, eine Bestätigung.
3. *Spekulativ-theoretische Ideen*: Sie wurden von Wissenschaftlern der Aufklärung entwickelt, die sich vom theologischen Weltbild der Zeit gelöst hatten. Geologische Sachverhalte wurden in diese Ideen womöglich eingeordnet (*deduktives Forschen*).

Diese drei Arbeitsrichtungen liefen in der Zeit von 1650 bis 1780 nebeneinander her. Allerdings dominierte bei den Lithotheologen, ebenso wie bei den vorrangig beschreibenden Forschern, das exakte Registrieren von Beobachtungen, so daß diese beiden Arbeitsrichtungen gewissermaßen gemeinsam den Vertretern spekulativ-theoretischer Vorstellungen gegenüberstanden. Alle drei Arbeitsrichtungen haben aber den Fortschritt der Wissenschaft so gefördert, daß daraus um 1780 die *Wissenschaft Geologie* resultierte. Einige deutsche und maßgebliche ausländische Vertreter der drei Richtungen sind:

Beobachtende Forscher	Lithotheologen	„Theoretiker“
1669 N. STENO: Toskana		1664 A. KIRCHER
1669 F. LACHMUND: Hildesheim		
1675 v. ALBERTI: Mansfeld	1681 TH. BURNET	1681 TH. BURNET
1687 J.D. GEYER: Alzey		1685 (veröff.) R. DESCARTES
1696 J.E. TENTZEL: Gotha	1695 J. WOODWARD	1691 G.W. LEIBNIZ
1704 G.F. MYLIUS: Zechstein Thüringen		1705 (veröff.) R. HOOKE
1706 G.W. LEIBNIZ: Fische u. Pflanzen, Kupferschiefer Mansfeld	1710 D.S. BÜTTNER: Fossilien im Thüringer Becken sind Zeugnisse der Sintflut.	
1719 P. WOLFART: Foss. Niederhessen	1712 J.J. BAIER: Jura- Fossilien Franken	
1720 J.H. SCHÜTTE: Jena		

1727 F.C. LESSER: Nordhausen	1726 J.J. SCHEUCHZER	
1727 B. ERHART: Belemniten Schwaben		
1730 J.J. LERCHE: verschie- dene Schichtfolgen, Halle	1735 F.C. LESSER: „Lithotheologie“, Sintflut	
1740 J.G. BUCHNER: Gesteine Vogtland	1745 T.C. HOPPE: Foss. Zechstein Gera	1716/1748 DE MAILLET
1758 RITTERMANN: Erfurt	1755 G.W. KNORR	1751 L. MORO
1759 J.G. LIEBKNECHT: Hessen	1759 J.G. LIEBKNECHT	
1763 J.W. BAUMER: Thüringen		
1768 J.S. SCHRÖTER: FOSS. Weimar u.a.O.		1771 J.H.G. v. JUSTI
1776 J.S. SCHRÖTER: Foss. Devon Eifel	1774 J.F. ESPER: Höhlen-Foss. Muggen- dorf/Fränk. Schweiz	1749/78 G.L. LECLERC DE BUFFON
1782 J.S. SCHRÖTER: Foss. Jura Ansbach		

Zu den drei Richtungen noch folgende Bemerkungen: Bei den *Beobachtungen* handelt es sich meist um Fossilien. Das waren die auffälligsten Gebilde im Untergrund. These und Gegenthese der Deutungen sind hier:

- Versteinerungen sind Naturspiele oder im Schlamm gewachsen, ohne zu Lebewesen zu werden (also vergleichbar der von ARISTOTELES vermuteten Urzeugung von Lebewesen im Schlamm). Dafür schien zu sprechen, daß Versteinerungen aus Mineralien wie Kalkspat, Eisenspat oder Pyrit bestehen, die andernorts eindeutig anorganischer Entstehung sind. Vertreter dieser Meinung: KIRCHER 1664 (z.T.), LACHMUND 1669, SCHEUCHZER 1702, LANG 1708.
- Versteinerungen sind Reste einstiger Lebewesen.
Vertreter dieser Meinung: KIRCHER 1664 (z.T.), STENO 1669, LEIBNIZ 1691, WOODWARD 1695, TENZEL 1696, LOCHNER 1711 (Fossilien in den Lokalgeschieben von Sternberg/Mecklenburg), VALLISNERI 1721, SCHEUCHZER 1726.

Um 1750 wurde allgemein anerkannt, daß Versteinerungen Reste von Lebewesen sind. Nun erschienen auch zusammenfassende Werke, die eine möglichst vollständige Erfassung aller Fossilien anstrebten und damit die letzte Vorstufe zur *Wissenschaft Paläontologie* darstellen. Solche Werke mit erstklassigen Fossilabbildungen stammen von G.W. KNORR und dem Jenaer Professor der Philosophie, Eloquenz und Dichtkunst JOHANN ERNST EMANUEL WALCH (Abb. 12 und 13) 1755/1775, sowie von dem Thüringer Pfarrer JOHANN SAMUEL SCHRÖTER 1774/1784.

Die regionalgeologischen Beobachtungen im 17./18. Jahrhundert umfassen aber nicht nur Fossilvorkommen, sondern auch Gesteine, Schichtfolgen und Sachverhalte der Dynamischen Geologie. So schloß der Geraer Kaufmann T.C. HOPPE 1751 aus der Lage der Schichten auf beiden Seiten der Täler, daß diese durch Erosion entstanden sind.

Die bedeutendste, auf Beobachtungen basierende und verallgemeinerungsfähige Leistung für die Geologie jener Zeit ist der 1669 in Florenz erschienene „Vorläufer einer Dissertation



Abb. 12 JOHANN ERNST IMMANUEL WALCH.

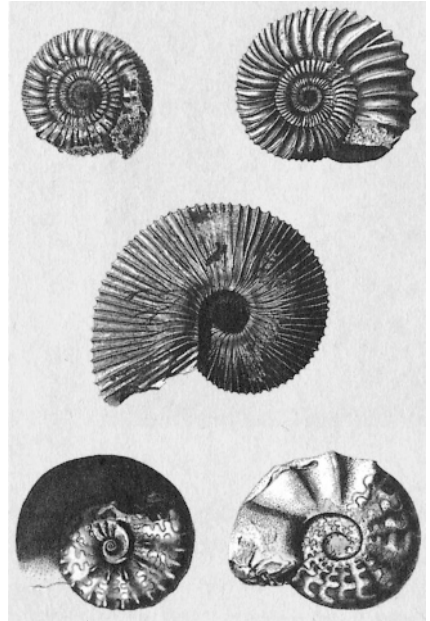


Abb. 13 Beispiel einer Fossiltafel aus KNORR-WALCH: „Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur und Altertümer des Erdbodens“, 1755.

über die in Festgestein natürlicherweise enthaltenen festen Teile“ (Originaltitel: „De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus“) des Dänen NIKOLAUS STENSEN, genannt STENO (Abb. 14). Nach einem Medizinstudium in Kopenhagen und Paris und mehreren Reisen war STENO bis 1672 Leibarzt des Großherzogs FERDINAND II. von Florenz, dann Professor der Anatomie in Kopenhagen und schließlich – 1667 zur katholischen Kirche übergetreten – als apostolischer Generalvikar in Hannover, Münster, Hamburg und Schwerin tätig. Dort starb er, wurde aber in Florenz in der Kathedrale S. Lorenzo beigesetzt.

STENO erkannte bei seinen geologischen Beobachtungen in der Toscana anhand von Verwitterungserscheinungen an im Gestein eingeschlossenen Fossilien (Haifischzähnen), daß diese nicht im Gestein gewachsen sein können und deshalb als Reste von echten Lebewesen zu deuten sind. Salz, Seetiere und Schiffsplanken im Gestein weisen nach seiner Meinung auf Meeressedimente hin, Gräser und Holz in Gestein dagegen auf Süßwassersedimente. Fossilfreie Sedimente – ein solches war nach seiner Meinung auch der Granit – seien vor der Existenz von Lebewesen abgelagert worden. Ein Wechsel im Material der Schichten zeugt von verschiedenen Feststoffen in der sedimentierenden Flüssigkeit, wobei die schweren Teile sich zuerst ablagern. Aus seinen Überlegungen zur Sedimentation folgerte er das „Schichtgesetz“ in der Form folgender Thesen:

1. Jede Schicht kann sich nur auf fester Unterlage bilden.
2. Die untere Schicht mußte also fest sein, ehe sich die darüber liegende Schicht abgelagerte.
3. Eine Schicht muß seitlich durch feste Körper begrenzt sein oder sich über die ganze Erde ausbreiten.



Abb. 14 NIELS STENSEN, gen. NICOLAUS STENO.

4. Während der Ablagerung einer Schicht kann sich darüber kein Gestein, sondern nur Flüssigkeit befinden.

Damit formulierte STENO das *Altersgesetz der Schichten*, das heute noch selbstverständliche Grundlage aller relativen Altersbestimmungen der Sedimente ist: Jede Schicht ist jünger als die Schicht darunter und älter als die Schicht darüber (bei ungestörter oder wenig gestörter Lagerung). Für schräggestellte Schichten nahm STENO Hebungsvorgänge oder lokale Einbrüche an. Indem er aus seinen Beobachtungen eine Erdgeschichte der Toscana ableitete, lieferte er die ersten geologischen Profile einschließlich der Prinzipskizze einer Diskordanz (Abb. 15). STENO war damit der erste, der die Ableitung der Erdgeschichte einer Gegend durch induktive Forschung versuchte. Das in Florenz erschienene Werk des Dänen hätte auch in Deutschland Wirkung zeigen können, denn während seiner Zeit in Hannover war STENO auch mit LEIBNIZ zusammen gekommen und dieser kannte STENOS „PRODROMUS ...“. Aber weder auf die geologischen Überlegungen von LEIBNIZ noch auf die anderer deutscher Wissenschaftler hat der „Prodromus ...“ damals wesentlichen Einfluß gehabt.

Für die *Lithotheologen* ist der Professor am Gymnasium Zürich, JOHANN JACOB SCHEUCHZER, ein typischer Vertreter. Er glaubte, in den (jungtertiären) Ablagerungen des Maarsees bei Öhningen am Bodensee das Skelett eines in der Sintflut umgekommenen Menschen gefunden zu haben (Abb. 16), dessen graphische Darstellung mit dem Vers versehen wurde: „Be-trübtes Beingerüst von einem alten Sünder, erweiche Herz und Sinn der neuen Bosheitskin-der“. Heute ist SCHEUCHZERS Fund als Riesensalamander gedeutet und „*Andrias Scheuchze-ri*“ benannt.

Die Lithotheologen waren größtenteils Pfarrer, beispielsweise D.S. BÜTTNER in Querfurt, F.C. LESSER in Nordhausen (Abb. 17) und J.F. ESPER in Uttenreuth und Wunsiedel. Dabei war aber auch der geographische Faktor, die Nachbarschaft zu attraktiven Fundorten, von Bedeutung. Die naturwissenschaftliche Aktivität von Pfarrern war übrigens nicht auf die Zeit der Physikotheologie beschränkt, sondern war bekanntlich noch im 19. Jahrhundert, der Zeit der sammelnden Detailforschung, beachtlich.

Wie im 18. Jahrhundert die Lithotheologen ihre geologischen Beobachtungen an ihr wichtigstes berufliches Arbeitsmittel, die Bibel, banden, zeigen zwei ihrer Buchtitel: „Litho-theologie, das ist: Natürliche Historie und geistliche Betrachtung derer Steine, also abge-faßt, daß daraus die Allmacht, Weisheit, Güte und Gerechtigkeit des großen Schöpfers ge-

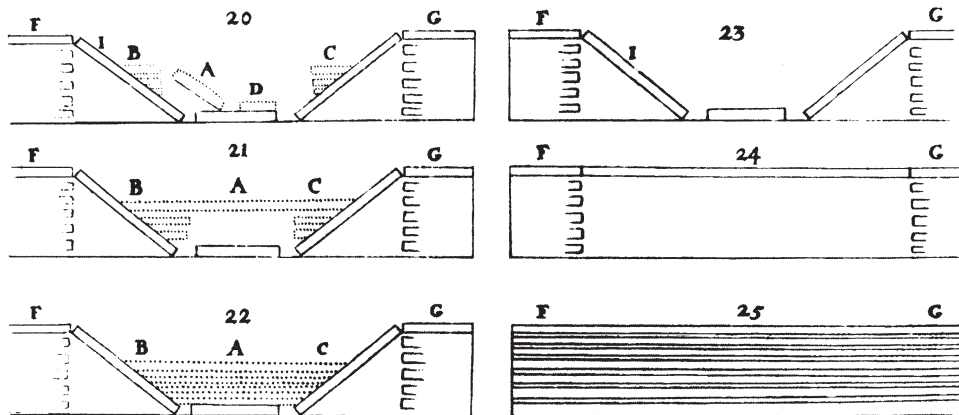


Abb. 15 Eine genetische Profilreihe von N. STENO, den Wechsel von Sedimentation und Verformung zeigend, in chronologischer Folge: 1(25) Sedimentserie, 2 (24) untere Schichten gelöst oder ausgeschwemmt, 3 (23) Einbruch der obersten Schicht, 4 (22) in der Senke neue Sedimentation und diskordante Auflagerung, 5 (21) erneute Höhlenbildung, 6 (22) Verstärkung der jüngeren Schichten.

HOMO DILUVII
LUSTUS
Beim · Bericht /
dies in ein
Gedächtnis erinnernden
Werk.

Es haben wohl kein zweifels-
frei Zeugnis der Veränd-
erung der Natur, die in den
Jahren 1704, 1705, 1706, 1707,
1708, 1709, 1710, 1711, 1712,
1713, 1714, 1715, 1716, 1717,
1718, 1719, 1720, 1721, 1722,
1723, 1724, 1725, 1726, 1727,
1728, 1729, 1730, 1731, 1732,
1733, 1734, 1735, 1736, 1737,
1738, 1739, 1740, 1741, 1742,
1743, 1744, 1745, 1746, 1747,
1748, 1749, 1750, 1751, 1752,
1753, 1754, 1755, 1756, 1757,
1758, 1759, 1760, 1761, 1762,
1763, 1764, 1765, 1766, 1767,
1768, 1769, 1770, 1771, 1772,
1773, 1774, 1775, 1776, 1777,
1778, 1779, 1780, 1781, 1782,
1783, 1784, 1785, 1786, 1787,
1788, 1789, 1790, 1791, 1792,
1793, 1794, 1795, 1796, 1797,
1798, 1799, 1800, 1801, 1802,
1803, 1804, 1805, 1806, 1807,
1808, 1809, 1810, 1811, 1812,
1813, 1814, 1815, 1816, 1817,
1818, 1819, 1820, 1821, 1822,
1823, 1824, 1825, 1826, 1827,
1828, 1829, 1830, 1831, 1832,
1833, 1834, 1835, 1836, 1837,
1838, 1839, 1840, 1841, 1842,
1843, 1844, 1845, 1846, 1847,
1848, 1849, 1850, 1851, 1852,
1853, 1854, 1855, 1856, 1857,
1858, 1859, 1860, 1861, 1862,
1863, 1864, 1865, 1866, 1867,
1868, 1869, 1870, 1871, 1872,
1873, 1874, 1875, 1876, 1877,
1878, 1879, 1880, 1881, 1882,
1883, 1884, 1885, 1886, 1887,
1888, 1889, 1890, 1891, 1892,
1893, 1894, 1895, 1896, 1897,
1898, 1899, 1900, 1901, 1902,
1903, 1904, 1905, 1906, 1907,
1908, 1909, 1910, 1911, 1912,
1913, 1914, 1915, 1916, 1917,
1918, 1919, 1920, 1921, 1922,
1923, 1924, 1925, 1926, 1927,
1928, 1929, 1930, 1931, 1932,
1933, 1934, 1935, 1936, 1937,
1938, 1939, 1940, 1941, 1942,
1943, 1944, 1945, 1946, 1947,
1948, 1949, 1950, 1951, 1952,
1953, 1954, 1955, 1956, 1957,
1958, 1959, 1960, 1961, 1962,
1963, 1964, 1965, 1966, 1967,
1968, 1969, 1970, 1971, 1972,
1973, 1974, 1975, 1976, 1977,
1978, 1979, 1980, 1981, 1982,
1983, 1984, 1985, 1986, 1987,
1988, 1989, 1990, 1991, 1992,
1993, 1994, 1995, 1996, 1997,
1998, 1999, 2000, 2001, 2002,
2003, 2004, 2005, 2006, 2007,
2008, 2009, 2010, 2011, 2012,
2013, 2014, 2015, 2016, 2017,
2018, 2019, 2020, 2021, 2022,
2023, 2024, 2025, 2026, 2027,
2028, 2029, 2030, 2031, 2032,
2033, 2034, 2035, 2036, 2037,
2038, 2039, 2040, 2041, 2042,
2043, 2044, 2045, 2046, 2047,
2048, 2049, 2050, 2051, 2052,
2053, 2054, 2055, 2056, 2057,
2058, 2059, 2060, 2061, 2062,
2063, 2064, 2065, 2066, 2067,
2068, 2069, 2070, 2071, 2072,
2073, 2074, 2075, 2076, 2077,
2078, 2079, 2080, 2081, 2082,
2083, 2084, 2085, 2086, 2087,
2088, 2089, 2090, 2091, 2092,
2093, 2094, 2095, 2096, 2097,
2098, 2099, 2100, 2101, 2102,
2103, 2104, 2105, 2106, 2107,
2108, 2109, 2110, 2111, 2112,
2113, 2114, 2115, 2116, 2117,
2118, 2119, 2120, 2121, 2122,
2123, 2124, 2125, 2126, 2127,
2128, 2129, 2130, 2131, 2132,
2133, 2134, 2135, 2136, 2137,
2138, 2139, 2140, 2141, 2142,
2143, 2144, 2145, 2146, 2147,
2148, 2149, 2150, 2151, 2152,
2153, 2154, 2155, 2156, 2157,
2158, 2159, 2160, 2161, 2162,
2163, 2164, 2165, 2166, 2167,
2168, 2169, 2170, 2171, 2172,
2173, 2174, 2175, 2176, 2177,
2178, 2179, 2180, 2181, 2182,
2183, 2184, 2185, 2186, 2187,
2188, 2189, 2190, 2191, 2192,
2193, 2194, 2195, 2196, 2197,
2198, 2199, 2200, 2201, 2202,
2203, 2204, 2205, 2206, 2207,
2208, 2209, 2210, 2211, 2212,
2213, 2214, 2215, 2216, 2217,
2218, 2219, 2220, 2221, 2222,
2223, 2224, 2225, 2226, 2227,
2228, 2229, 2230, 2231, 2232,
2233, 2234, 2235, 2236, 2237,
2238, 2239, 2240, 2241, 2242,
2243, 2244, 2245, 2246, 2247,
2248, 2249, 2250, 2251, 2252,
2253, 2254, 2255, 2256, 2257,
2258, 2259, 2260, 2261, 2262,
2263, 2264, 2265, 2266, 2267,
2268, 2269, 2270, 2271, 2272,
2273, 2274, 2275, 2276, 2277,
2278, 2279, 2280, 2281, 2282,
2283, 2284, 2285, 2286, 2287,
2288, 2289, 2290, 2291, 2292,
2293, 2294, 2295, 2296, 2297,
2298, 2299, 2300, 2301, 2302,
2303, 2304, 2305, 2306, 2307,
2308, 2309, 2310, 2311, 2312,
2313, 2314, 2315, 2316, 2317,
2318, 2319, 2320, 2321, 2322,
2323, 2324, 2325, 2326, 2327,
2328, 2329, 2330, 2331, 2332,
2333, 2334, 2335, 2336, 2337,
2338, 2339, 2340, 2341, 2342,
2343, 2344, 2345, 2346, 2347,
2348, 2349, 2350, 2351, 2352,
2353, 2354, 2355, 2356, 2357,
2358, 2359, 2360, 2361, 2362,
2363, 2364, 2365, 2366, 2367,
2368, 2369, 2370, 2371, 2372,
2373, 2374, 2375, 2376, 2377,
2378, 2379, 2380, 2381, 2382,
2383, 2384, 2385, 2386, 2387,
2388, 2389, 2390, 2391, 2392,
2393, 2394, 2395, 2396, 2397,
2398, 2399, 2400, 2401, 2402,
2403, 2404, 2405, 2406, 2407,
2408, 2409, 2410, 2411, 2412,
2413, 2414, 2415, 2416, 2417,
2418, 2419, 2420, 2421, 2422,
2423, 2424, 2425, 2426, 2427,
2428, 2429, 2430, 2431, 2432,
2433, 2434, 2435, 2436, 2437,
2438, 2439, 2440, 2441, 2442,
2443, 2444, 2445, 2446, 2447,
2448, 2449, 2450, 2451, 2452,
2453, 2454, 2455, 2456, 2457,
2458, 2459, 2460, 2461, 2462,
2463, 2464, 2465, 2466, 2467,
2468, 2469, 2470, 2471, 2472,
2473, 2474, 2475, 2476, 2477,
2478, 2479, 2480, 2481, 2482,
2483, 2484, 2485, 2486, 2487,
2488, 2489, 2490, 2491, 2492,
2493, 2494, 2495, 2496, 2497,
2498, 2499, 2500, 2501, 2502,
2503, 2504, 2505, 2506, 2507,
2508, 2509, 2510, 2511, 2512,
2513, 2514, 2515, 2516, 2517,
2518, 2519, 2520, 2521, 2522,
2523, 2524, 2525, 2526, 2527,
2528, 2529, 2530, 2531, 2532,
2533, 2534, 2535, 2536, 2537,
2538, 2539, 2540, 2541, 2542,
2543, 2544, 2545, 2546, 2547,
2548, 2549, 2550, 2551, 2552,
2553, 2554, 2555, 2556, 2557,
2558, 2559, 2560, 2561, 2562,
2563, 2564, 2565, 2566, 2567,
2568, 2569, 2570, 2571, 2572,
2573, 2574, 2575, 2576, 2577,
2578, 2579, 2580, 2581, 2582,
2583, 2584, 2585, 2586, 2587,
2588, 2589, 2590, 2591, 2592,
2593, 2594, 2595, 2596, 2597,
2598, 2599, 2600, 2601, 2602,
2603, 2604, 2605, 2606, 2607,
2608, 2609, 2610, 2611, 2612,
2613, 2614, 2615, 2616, 2617,
2618, 2619, 2620, 2621, 2622,
2623, 2624, 2625, 2626, 2627,
2628, 2629, 2630, 2631, 2632,
2633, 2634, 2635, 2636, 2637,
2638, 2639, 2640, 2641, 2642,
2643, 2644, 2645, 2646, 2647,
2648, 2649, 2650, 2651, 2652,
2653, 2654, 2655, 2656, 2657,
2658, 2659, 2660, 2661, 2662,
2663, 2664, 2665, 2666, 2667,
2668, 2669, 2670, 2671, 2672,
2673, 2674, 2675, 2676, 2677,
2678, 2679, 2680, 2681, 2682,
2683, 2684, 2685, 2686, 2687,
2688, 2689, 2690, 2691, 2692,
2693, 2694, 2695, 2696, 2697,
2698, 2699, 2700, 2701, 2702,
2703, 2704, 2705, 2706, 2707,
2708, 2709, 2710, 2711, 2712,
2713, 2714, 2715, 2716, 2717,
2718, 2719, 2720, 2721, 2722,
2723, 2724, 2725, 2726, 2727,
2728, 2729, 2730, 2731, 2732,
2733, 2734, 2735, 2736, 2737,
2738, 2739, 2740, 2741, 2742,
2743, 2744, 2745, 2746, 2747,
2748, 2749, 2750, 2751, 2752,
2753, 2754, 2755, 2756, 2757,
2758, 2759, 2760, 2761, 2762,
2763, 2764, 2765, 2766, 2767,
2768, 2769, 2770, 2771, 2772,
2773, 2774, 2775, 2776, 2777,
2778, 2779, 2780, 2781, 2782,
2783, 2784, 2785, 2786, 2787,
2788, 2789, 2790, 2791, 2792,
2793, 2794, 2795, 2796, 2797,
2798, 2799, 2800, 2801, 2802,
2803, 2804, 2805, 2806, 2807,
2808, 2809, 2810, 2811, 2812,
2813, 2814, 2815, 2816, 2817,
2818, 2819, 2820, 2821, 2822,
2823, 2824, 2825, 2826, 2827,
2828, 2829, 2830, 2831, 2832,
2833, 2834, 2835, 2836, 2837,
2838, 2839, 2840, 2841, 2842,
2843, 2844, 2845, 2846, 2847,
2848, 2849, 2850, 2851, 2852,
2853, 2854, 2855, 2856, 2857,
2858, 2859, 2860, 2861, 2862,
2863, 2864, 2865, 2866, 2867,
2868, 2869, 2870, 2871, 2872,
2873, 2874, 2875, 2876, 2877,
2878, 2879, 2880, 2881, 2882,
2883, 2884, 2885, 2886, 2887,
2888, 2889, 2890, 2891, 2892,
2893, 2894, 2895, 2896, 2897,
2898, 2899, 2900, 2901, 2902,
2903, 2904, 2905, 2906, 2907,
2908, 2909, 2910, 2911, 2912,
2913, 2914, 2915, 2916, 2917,
2918, 2919, 2920, 2921, 2922,
2923, 2924, 2925, 2926, 2927,
2928, 2929, 2930, 2931, 2932,
2933, 2934, 2935, 2936, 2937,
2938, 2939, 2940, 2941, 2942,
2943, 2944, 2945, 2946, 2947,
2948, 2949, 2950, 2951, 2952,
2953, 2954, 2955, 2956, 2957,
2958, 2959, 2960, 2961, 2962,
2963, 2964, 2965, 2966, 2967,
2968, 2969, 2970, 2971, 2972,
2973, 2974, 2975, 2976, 2977,
2978, 2979, 2980, 2981, 2982,
2983, 2984, 2985, 2986, 2987,
2988, 2989, 2990, 2991, 2992,
2993, 2994, 2995, 2996, 2997,
2998, 2999, 3000, 3001, 3002,
3003, 3004, 3005, 3006, 3007,
3008, 3009, 3010, 3011, 3012,
3013, 3014, 3015, 3016, 3017,
3018, 3019, 3020, 3021, 3022,
3023, 3024, 3025, 3026, 3027,
3028, 3029, 3030, 3031, 3032,
3033, 3034, 3035, 3036, 3037,
3038, 3039, 3040, 3041, 3042,
3043, 3044, 3045, 3046, 3047,
3048, 3049, 3050, 3051, 3052,
3053, 3054, 3055, 3056, 3057,
3058, 3059, 3060, 3061, 3062,
3063, 3064, 3065, 3066, 3067,
3068, 3069, 3070, 3071, 3072,
3073, 3074, 3075, 3076, 3077,
3078, 3079, 3080, 3081, 3082,
3083, 3084, 3085, 3086, 3087,
3088, 3089, 3090, 3091, 3092,
3093, 3094, 3095, 3096, 3097,
3098, 3099, 3100, 3101, 3102,
3103, 3104, 3105, 3106, 3107,
3108, 3109, 3110, 3111, 3112,
3113, 3114, 3115, 3116, 3117,
3118, 3119, 3120, 3121, 3122,
3123, 3124, 3125, 3126, 3127,
3128, 3129, 3130, 3131, 3132,
3133, 3134, 3135, 3136, 3137,
3138, 3139, 3140, 3141, 3142,
3143, 3144, 3145, 3146, 3147,
3148, 3149, 3150, 3151, 3152,
3153, 3154, 3155, 3156, 3157,
3158, 3159, 3160, 3161, 3162,
3163, 3164, 3165, 3166, 3167,
3168, 3169, 3170, 3171, 3172,
3173, 3174, 3175, 3176, 3177,
3178, 3179, 3180, 3181, 3182,
3183, 3184, 3185, 3186, 3187,
3188, 3189, 3190, 3191, 3192,
3193, 3194, 3195, 3196, 3197,
3198, 3199, 3200, 3201, 3202,
3203, 3204, 3205, 3206, 3207,
3208, 3209, 3210, 3211, 3212,
3213, 3214, 3215, 3216, 3217,
3218, 3219, 3220, 3221, 3222,
3223, 3224, 3225, 3226, 3227,
3228, 3229, 3230, 3231, 3232,
3233, 3234, 3235, 3236, 3237,
3238, 3239, 3240, 3241, 3242,
3243, 3244, 3245, 3246, 3247,
3248, 3249, 3250, 3251, 3252,
3253, 3254, 3255, 3256, 3257,
3258, 3259, 3260, 3261, 3262,
3263, 3264, 3265, 3266, 3267,
3268, 3269, 3270, 3271, 3272,
3273, 3274, 3275, 3276, 3277,
3278, 3279, 3280, 3281, 3282,
3283, 3284, 3285, 3286, 3287,
3288, 3289, 3290, 3291, 3292,
3293, 3294, 3295, 3296, 3297,
3298, 3299, 3300, 3301, 3302,
3303, 3304, 3305, 3306, 3307,
3308, 3309, 3310, 3311, 3312,
3313, 3314, 3315, 3316, 3317,
3318, 3319, 3320, 3321, 3322,
3323, 3324, 3325, 3326, 3327,
3328, 3329, 3330, 3331, 3332,
3333, 3334, 3335, 3336, 3337,
3338, 3339, 3340, 3341, 3342,
3343, 3344, 3345, 3346, 3347,
3348, 3349, 3350, 3351, 3352,
3353, 3354, 3355, 3356, 3357,
3358, 3359, 3360, 3361, 3362,
3363, 3364, 3365, 3366, 3367,
3368, 3369, 3370, 3371, 3372,
3373, 3374, 3375, 3376, 3377,
3378, 3379, 3380, 3381, 3382,
3383, 3384, 3385, 3386, 3387,
3388, 3389, 3390, 3391, 3392,
3393, 3394, 3395, 3396, 3397,
3398, 3399, 3400, 3401, 3402,
3403, 3404, 3405, 3406, 3407,
3408, 3409, 3410, 3411, 3412,
3413, 3414, 3415, 3416, 3417,
3418, 3419, 3420, 3421, 3422,
3423, 3424, 3425, 3426, 3427,
3428, 3429, 3430, 3431, 3432,
3433, 3434, 3435, 3436, 3437,
3438, 3439, 3440, 3441, 3442,
3443, 3444, 3445, 3446, 3447,
3448, 3449, 3450, 3451, 3452,
3453, 3454, 3455, 3456, 3457,
3458, 3459, 3460, 3461, 3462,
3463, 3464, 3465, 3466, 3467,
3468, 3469, 3470, 3471, 3472,
3473, 3474, 3475, 3476, 3477,
3478, 3479, 3480, 3481, 3482,
3483, 3484, 3485, 3486, 3487,
3488, 3489, 3490, 3491, 3492,
3493, 3494, 3495, 3496, 3497,
3498, 3499, 3500, 3501, 3502,
3503, 3504, 3505, 3506, 3507,
3508, 3509, 3510, 3511, 3512,
3513, 3514, 3515, 3516, 3517,
3518, 3519, 3520, 3521, 3522,
3523, 3524, 3525, 3526, 3527,
3528, 3529, 3530, 3531, 3532,
3533, 3534, 3535, 3536, 3537,
3538, 3539, 3540, 3541, 3542,
3543, 3544, 3545, 3546, 3547,
3548, 3549, 3550, 3551, 3552,
3553, 3554, 3555, 3556, 3557,
3558, 3559, 3560, 3561, 3562,
3563, 3564, 3565, 3566, 3567,
3568, 3569, 3570, 3571, 3572,
3573, 3574, 3575, 3576, 3577,
3578, 3579, 3580, 3581, 3582,
3583, 3584, 3585, 3586, 3587,
3588, 3589, 3590, 3591, 3592,
3593, 3594, 3595, 3596, 3597,
3598, 3599, 3600, 3601, 3602,
3603, 3604, 3605, 3



Abb. 17 Titelblatt von F.C. LESSERS „Lithotheologie“ 1732, 2. Auflage 1751.

zeugt wird ...“ (LESSER 1751). Und: „Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur und der Altertümer des Erdbodens, zum Beweis einer allgemeinen Sündfluth, nach Meinung der berühmtesten Männer aus dem Reich der Steine erwiesen“ (KNORR 1755).

Die „theoretischen“, *spekulativen Werke* zur Geologie des 17./18. Jahrhunderts beginnen mit dem 507 Seiten starken Buch des aus der Rhön stammenden, als Student in Köln und Paderborn weilenden, 1630 nach Würzburg berufenen Professors, dann aber in Italien lebenden Jesuitenpaters ATHANASIOS KIRCHER mit dem Titel „mundus subterraneus“ (Die unterirdische Welt) aus dem Jahre 1664. In Italien hat KIRCHER u.a. Reisen nach Sizilien unternommen und dort das große kalabrische Erdbeben 1683 miterlebt. In dem Buch beschreibt KIRCHER neben Kristallen, Versteinerungen, „Figurensteinen“ und Drachen auch seine Vorstellungen vom Erdinneren. Die Eruptionen der Vulkane und die Quellen, und zwar nicht nur Thermalquellen, veranlaßten ihn, im Innern der Erde Vorratskammern von Lava und Wasser, die „Pyrophyllacien“ und „Hydrophyllacien“ anzunehmen (Abb. 18).

Betrafen KIRCHERS Vorstellungen mehr den Bau, den Zustand des Erdkörpers, so gehen die Entwicklungstheorien des Erdkörpers im 17./18. Jahrhundert von „Chaos“ oder „wirbelnder Urmaterie“ aus, die sich zur Kugel formt, durch Abkühlung erstarrt und rings um ein

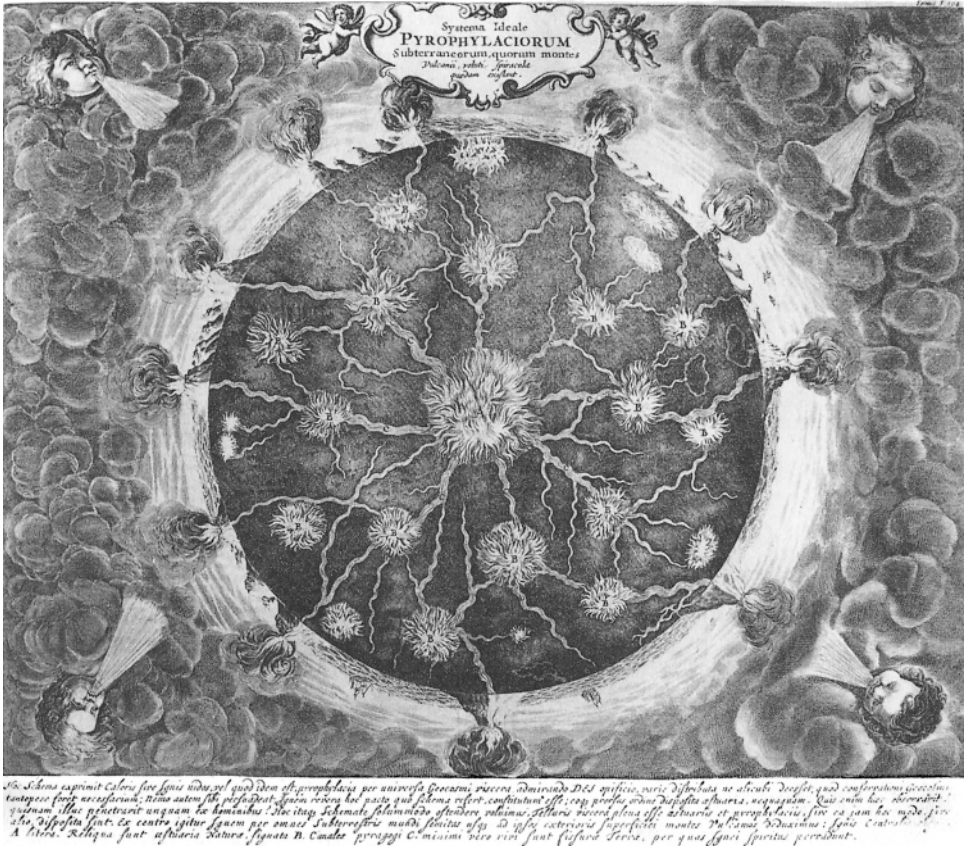


Abb. 18 Die Erde mit Zentralfeuer und „Pyrophyllacien“, die die Vulkane speisen, nach A. KIRCHER 1664.

„Zentralfeuer“ eine Kruste bildet. Auf dieser schlägt sich Wasser nieder, bilden sich Sedimente und ringsum die Lufthülle (BURNET 1681, DESCARTES 1685, LEIBNIZ 1691/1749, v. JUSTI 1771).

Für die Bildung der Festländer, Gebirge und Inseln gibt es damals zwei diametral entgegengesetzte Deutungen:

- Inseln und Festländer steigen aus dem Meere auf, schließen VALLISNERI (1721) und MORO (1751) verallgemeinernd aus der Bildung vulkanischer Inseln im Mittelmeer.
- Gebirge, Festland und Inseln entstehen beim Sinken des Wasserspiegels eines Urozeans, indem zuerst die höchsten Spitzen, dann die tieferen Bereiche des Ozeanbodens trocken fallen. Das Verschwinden des Wassers erklären DESCARTES (veröff. 1685) und LEIBNIZ (1691, veröff. 1693, 1749) mit dem Einbruch von Hohlräumen in der Erdkruste, DE MAILLET (1716, veröff. 1748) aber mit Verdunstung.

DE MAILLET betrachtet alle Gesteine als Sedimente in einem solchen Urozean mit sinkendem Wasserspiegel, weist darauf hin, daß die höchsten Berge als älteste Gesteine natürlicherweise fossilfrei sind, betrachtet die biblisch überlieferte Sintflut als nur lokales Ereignis und erklärt die Vulkane mit unterirdischem Brand von Öl, Fett und Kohle.

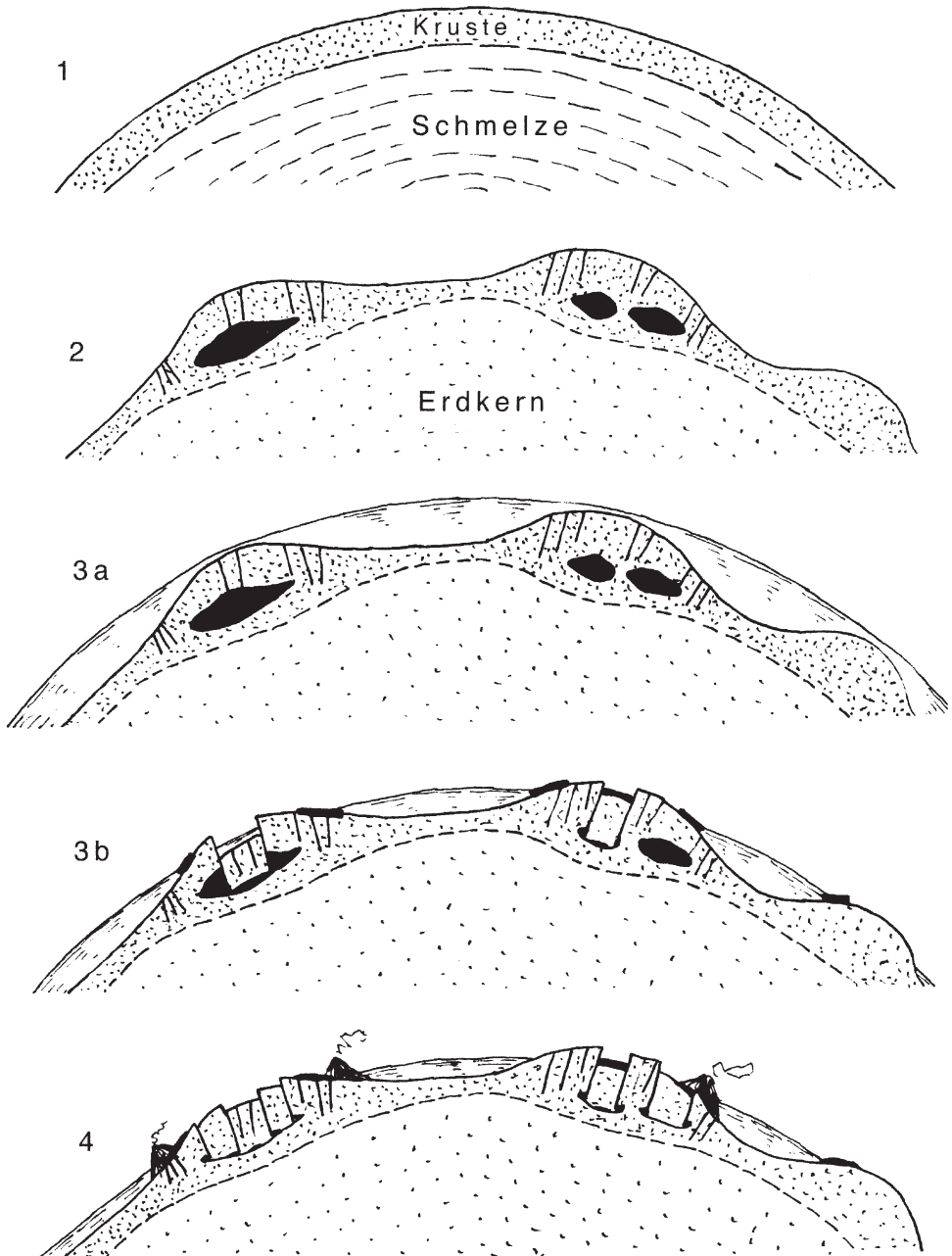


Abb. 19 Schematische genetische Profilreihe zu BUFFONS THEORIE DER ERDGESCHICHTE.

1 erste Erdkruste, 2 Becken, Hauptgebirge, Hohlräume, Erdkern erstarrt, 3 a Wasserhülle, 3 b erste Einbrüche und Steinkohlenflöze, 4 weitere Einbrüche, dadurch weiteres Sinken des Meeresspiegels, 4 Vulkane über Steinkohlenflözen.

Die Theorie vom Urozean mit sinkendem Wasserspiegel finden wir auch in der jüngsten spekulativen Theorie jener Zeit, der von BUFFON. Der „Intendant des Pflanzengartens“ in Paris G.L. LECLERC DE BUFFON entwickelte 1749/1778 folgende „Geschichte der Erde“, die ungefähr 75 000 Jahre gedauert haben soll (Abb. 19):

1. Phase: Zusammenstoß eines Kometen mit der Sonne, Planeten werden herausgeschleudert, sind zuerst schmelzflüssig, nach etwa 3 000 Jahren hat die Erdkugel eine Kruste.
2. Phase: In 35 000 Jahren ist die Erde bis zum Mittelpunkt verfestigt und hat eine Gesteinsrinde. In dieser entstehen durch Gasentwicklung Hohlräume, durch unregelmäßige Zusammenziehung Becken und Hauptgebirge. Die Atmosphäre bildet sich. In Spalten scheiden sich Erze und Minerale aus.
3. Phase: In 15 000 bis 20 000 Jahren schlägt sich Wasser nieder und bedeckt das Land etwa 2 000 Toisen (=3 900 m) hoch. Das heiße Wasser verwandelt die Gesteine in Ton, Schiefer, Mergel und Sand. Im Meer existieren Lebewesen. Durch Einbrüche von Hohlräumen sinkt der Meeresspiegel. Pflanzen auf dem frei werden Festland bilden Steinkohlenflöze.
4. Phase: Etwa 5 000 Jahre lang Anhäufung und Erhitzung brennbarer Substanz führt zu Vulkanismus. Weitere Einbrüche, weiterer Rückgang des Meeres.
5. Phase: Weitere Abkühlung führt zu Klimazonen, macht den Äquatorbereich milder und läßt Flora und Fauna nach Süden wandern.
6. Phase: Durch erneute Einbrüche trennen sich die Kontinente, die jetzige Verteilung von Land und Meer entsteht. Der Mensch erlebt diese Umwälzung als Sintflut.
7. Phase: Herrschaft des Menschen. Sie dauert an, bis die Erde 25 mal kälter ist als jetzt und alles erstarrt.

Es war die letzte spekulative Theorie, in welcher Erdentstehung und Erdgeschichte gekoppelt waren. KANT und LAPLACE formulierten 1755/1796 nur noch Theorien über die *Entstehung* des Planetensystems einschließlich der Erde, überließen aber deren weitere *Geschichte* der sich nun formierenden Geologie. Die Herauslösung aus der Physik im aristotelischen Sinne und die Abgrenzung von der Kosmogenie ist ein wesentliches Merkmal für die Herausbildung der Geologie um 1780.

Die Geologie als Ableitung der Geschichte der Erde aus Beobachtung und Deutung der Gesteine wurde unmittelbar vorbereitet durch das Werk von JOHANN GOTTLÖB LEHMANN und GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL.

Der Sachse JOHANN GOTTLÖB LEHMANN (Abb. 20) hatte in Leipzig und Wittenberg Medizin studiert, war zunächst Arzt in Dresden, dann preußischer Bergrat und ging 1761 an die Akademie der Wissenschaften nach St. Petersburg. In preußischen Diensten veröffentlichte er 1756 seinen „Versuch einer Geschichte der Flözgebirge“ und beschrieb darin aus dem Raum von Ilfeld bei Nordhausen bis Mansfeld die dortige Schichtfolge des Rotliegenden und Zechsteins (Abb. 21). Er betrachtete diese „Flözgebirge“ als Anlagerungen an die älteren höheren Berge, die aus fossilarmen, steil- und schräggestellten Schichten mit Erzgängen bestanden.

Der Thüringer GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL war Arzt in Rudolstadt, beschrieb die dortigen Schichtfolgen und die von Ilfeld und Mansfeld (Abb. 22), fügte dabei dem oberen Teil von LEHMANN'S Profil noch Buntsandstein und Muschelkalk, nach unten Steinkohle und Gesteine des Altpaläozoikums hinzu, die ja gerade die Umgebung von Rudolstadt beherrschen, und definierte die *Formation* als zusammengehörende Folge von Schichten, die einen Zeitabschnitt der Erdgeschichte darstellen. Nach ZITTEL (1899) ist FÜCHSEL'S „...Gedanke, daß eine Serie von Schichten oder Formation zugleich eine bestimmte Periode in der Entwicklung unserer Erde bezeichne, in der Folge von fundamentaler Bedeutung geworden“.

Um die Wissenschaft Geologie zu schaffen, waren nun mit FÜCHSELS Formationsbegriff, also durch weitestgehend induktive Forschung, alle Gesteine zu erfassen und damit eine Periodisierung der Erdgeschichte aufzustellen.

Ein Vergleich mit der jetzigen Schichtfolge in Thüringen zeigt, daß GEORG CHRISTIAN FÜCHSEL die stratigraphische Zuordnung der Schichten schon weitestgehend richtig erfaßt hatte. Nur hat er den Dachschiefer zu hoch eingestuft und die Vulkanite des Rotliegenden (wie dann auch WERNER und seine Schüler) den alten Gesteinen des Grundgebirges zugezählt.



Abb. 20 JOHANN GOTTLOB LEHMANN.

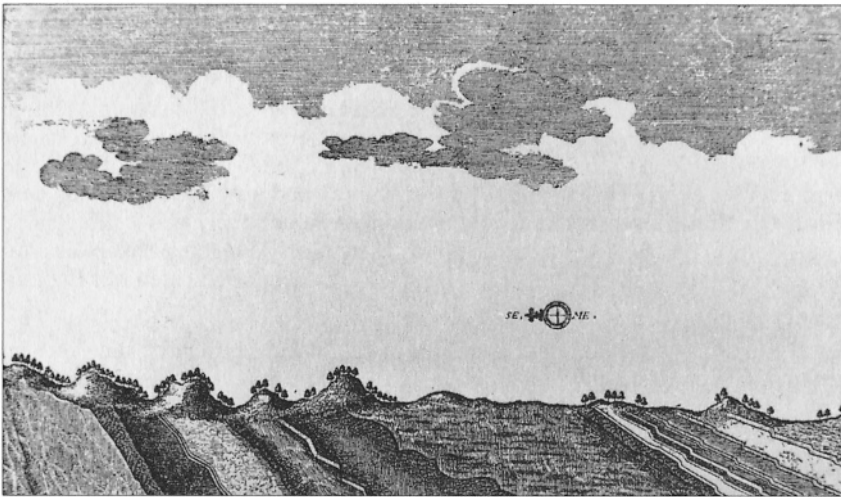


Abb. 21 J.G. LEHMANN'S Profil von der Grauwacke (links) durch Rotliegendes und Zechstein bis zum Buntsandstein (rechts) am Südharzrand bei Nordhausen, 1756.

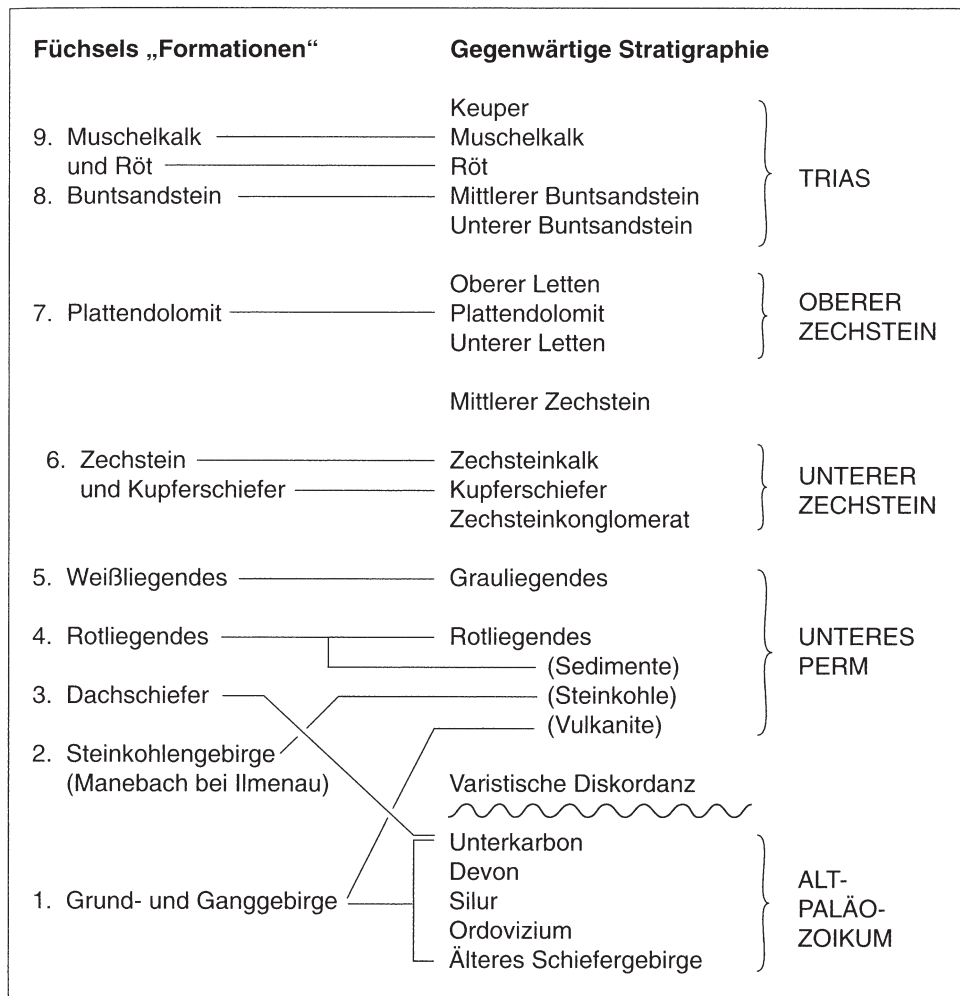


Abb. 22 FÜCHSELS „FORMATIONEN“, verglichen mit der jetzigen Stratigraphie (in dieser der Zechstein im Übertageprofil mit älteren Bezeichnungen).

Geschichte der Geologie in Deutschland

Wagenbreth, O.

1999, VIII, 264 S. 274 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-662-44711-6