

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München

1916. Heft I

Januar- bis März-sitzung

München 1916

Verlag der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften

in Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth)



Die antike Apokatastasis auf ihre astronomischen und geophysischen Grundlagen geprüft.

Von Sigmund Günther.

Vorgelegt in der Sitzung am 3. Juni 1916.

§ I. Die Begriffsbestimmung.

Das griechische Wort, dessen naturwissenschaftliche Deutung uns hier beschäftigen soll, würde ursprünglich soviel als Wiederherstellung bedeuten — Wiederherstellung nämlich eines Zustandes, wie er vor einer bestimmten Zeit obgewaltet hat. An und für sich hat der Begriff also mit den Verhältnissen der Erdoberfläche nichts zu tun, aber es scheint, daß er wesentlich nur in dem Sinne Anwendung fand, der sich auf einen regelmäßigen Wechsel in der Verteilung des festen und flüssigen Elementes auf der Erde zu beziehen hat. Auf diese Bedeutung der „ἀποκατάστασις“ scheint zuerst v. Lasaulx in einer viel zu wenig gewürdigten, noch immer höchst lesenswerten Münchener Akademierede¹⁾ mit Nachdruck hingewiesen zu haben. Leider geben uns die Quellen über die Art der Vorstellungen, welche sich die einzelnen Schriftsteller über das Wesen der restitutio in integrum machen, nur ganz aphoristische und unbestimmte Andeutungen. Doch kann man im allgemeinen sagen, daß die neuere Katastrophen-

¹⁾ E. v. Lasaulx, Die Geologie der Griechen und Römer, ein Beitrag zur Philosophie der Geschichte, München 1851.

lehre, wie sie am schroffsten Cuvier ausgesprochen¹⁾ und die aktualistische Auffassung der Lyellschen Schule²⁾ vielleicht wieder allzu schroff abgelehnt hat, völlig, wenngleich vielfach halb unbewußt, in jenen älteren Gedankenkreisen wurzelt.

In ein einigermaßen helleres Licht treten diese erst bei den Griechen. Wenn der Kirchenvater Origenes, der sich in einem Bruchstücke seiner „Hexapla“, überliefert durch Eusebius, mit diesen Fragen befaßt hat, ihre Entstehung auf die Lehren der Chaldäer, Inder und persischen Feueranbeter zurückführt, ja sogar deren Übertragung nach Europa durch die „sibyllinischen Bücher“ geschehen läßt³⁾, so sind das natürlich nur Phantasmen, in denen vielleicht ein Korn Wahrheit verborgen ist, die jedoch einer ernsten Nachprüfung nicht standhalten können. Die jonischen Naturphilosophen dagegen haben, mögen auch die uns über ihre Hypothesen berichtenden Nachrichten noch so schwankend und unzuverlässig erscheinen, doch zweifellos sehr viel über die Veränderung der Erde in gesetzmäßigen Zeiträumen nachgedacht. Auf diesen letzten Zusatz ist besonderes Gewicht zu legen. Wie in späteren Jahrhunderten, so stehen sich auch hier von Anfang an plutonistische und neptunistische Vermutungen gegenüber, aber die ersteren, die in der Annahme einer „ἐκπόρρωσις“, einer

1) Den theologisch-naturwissenschaftlichen „Konkordisten“ des XVIII. Jahrhunderts schließen sich später an die Naturforscher Sullivan, Deluc, Cuvier (Discours sur les révolutions du Globe, Paris 1812, 1821), deren letzter den extremsten „Katastrophismus“ vertritt (Zöckler, Geschichte der Beziehungen zwischen Theologie und Naturwissenschaft, 2. Abteilung, Gütersloh 1879, S. 501 ff.; Noeggerath, Cuviers Ansichten von der Urwelt, Bonn 1822).

2) Vgl. hiezu die das Wesen der neuen Anschauungen in ihrer Ausbildung schildernde Darstellung Pencks (Sir Charles Lyells Leben, Ausland, 55. Band, S. 629 ff.).

3) Origenis e tomo III commentariorum in Genesim fragmentum ad cap. I, v. 14, Opera omnia, ed. J. P. Migne, 2. Band (12. Band der „Patrologia Graeca“). Daß Origenes, der ja auch sonst keinen strengen orthodoxen Standpunkt behauptet, sogar eine Vielheit der Welterschöpfungen, nicht etwa bloß der Erdumwälzungen lehrt, bezeugt Zöckler (a. a. O., 1. Abteilung, S. 162).

radikalen Vernichtung durch Feuer, gipfeln, konnten schon deshalb keine größere Rolle spielen, weil es schwer hielt, dem Zerstörungsfaktor nun auch wieder die Fähigkeit des Aufbaus, des Neugestaltens zuzuschreiben. Daß Heraclit¹⁾ ein Anwalt des Feuers war, ist leicht zu verstehen, wogegen die in der polemisch-apologetischen Literatur, z. B. bei Celsus und seinem Gegner Minucius Felix, auftretende angebliche Lehre des Pythagoras, Weltverbrennungen und Weltzerstörungen müßten in regelmäßigem Wechsel wiederkehren, sobald die Gestirne „ihre ursprüngliche Ordnung“ wieder erreicht hätten, wohl auch nur heraclitische Ideen einem anderen zuteilt. Wahrscheinlich auf „den dunklen Philosophen“ geht auch die astronomische Einkleidung dieser Katastrophenhypothese selbst zurück, die man bei verschiedenen späteren Autoren — bei Censorinus, Galenus, Pseudo-Plutarch, Stobäus u. a. — vorfindet. Dort ist die Rede von einem Weltjahre, dem eine nicht genau festzustellende Dauer von 10800 oder von 18000 gewöhnlichen Sonnenjahren beigelegt wird²⁾. Die stoische Schule, hauptsächlich vertreten durch Cleanthes und Chrysippus³⁾, brachte ebenfalls die „*εἰμασμένοι χρόνοι*“ mit der Weltverbrennung in Zusammenhang, und diese solle stets dann eintreten, „wenn dieselben Himmelszeichen“ von den Planeten erreicht seien. Dies ist natürlich eine ganz vage Äußerung, die zweifellos auf Mißverstehen dessen, was eigentlich gemeint war, beruht haben wird. Jeder dachte sich unter

¹⁾ Er half sich aus der Verlegenheit durch die ihm eigene Doktrin einer Verwandlungsfähigkeit der Urstoffe, indem er Feuer in Wasser und Erde und umgekehrt übergehen ließ (E. Zeller, Die Philosophie der Griechen, 1. Band, 4. Auflage, Tübingen 1894, S. 626 ff.).

²⁾ v. Lasaulx, a. a. O., S. 22 ff.

³⁾ Ihnen wird in den uns hier angehenden Beziehungen zumal gerecht O. Gilbert (Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums, Leipzig 1907, S. 235): „Findet im Laufe großer Weltperioden eine Auflösung des Kosmos in der *ἐκπύρωσις* statt, so bleibt der Stoff als solcher doch erhalten. . .“ Dazu: v. Arnim, Stoicorum veterum fragmenta, II (Chrysippi fragmenta logica et physica), Leipzig 1903.

dem „annus mundanus“ etwas anderes¹⁾ und suchte eine namhafte Autorität für seine Behauptung anzuführen²⁾. Irgend einen wissenschaftlich greifbaren Sinn mit der Verbrennungsperiode zu verbinden, scheint unmöglich; anders ist es mit jener Periode bestellt, die sich an eine allgemein-tellurische Wasserwirkung hält. Diese ist es deshalb auch allein, die als „ἀποκατάστασις“ im richtigen Sinne zu gelten hat und für die folgenden Erörterungen maßgebend sein soll. Damit stellt sich demzufolge unser Problem in bestimmterer Weise so, wie wir es jetzt formulieren. Die Antike, und ihr folgend auch das Mittelalter, rechnete mit einer Säkularperiode, nach deren Ablauf eine neue Erde durch Einfluß gigantischer Überflutungen sich bilden sollte, und so drängt sich die Doppelfrage auf: Wie hat man sich eine derartige Periodizität und wie hat man sich Ursache und Wesen der Gewässerzunahme gedacht.

§ 2. Die Apokatastasis in ihrer Abhängigkeit vom Sternenhimmel.

Auf den ersten Teil Antwort zu geben ist uns erheblich erleichtert worden durch eine Schrift P. Duhems³⁾, des gelehrten Geschichtschreibers der Physik. Dieselbe bekundet alle die wohlbekanntesten Vorzüge der Arbeitsmethode ihres Verfassers, freilich auch die übliche geringe Rücksichtnahme auf das, was in deutscher Sprache darüber vorliegt und gewiß nicht wenig ist. Die Möglichkeit, daß schon in vorhellenischer

¹⁾ Nach v. Lasaulx (a. a. O., S. 39 ff.) beläuft sich das Weltenjahr bei Aristarchus auf 2484, bei Aretes aus Dyrrhachium auf 5532, bei Dio von Neapolis auf 10884, bei Cicero (nach dem Zeugnis des Tacitus) auf 12954, bei Macrobius auf 15000, bei Cassander von Salamis auf 2600000 und bei dem Byzantiner Nicetas Choniates auf 17503200 gewöhnliche Jahre.

²⁾ So ist auch für Ovid (Metamorph., XV, V. 252 ff.), der übrigens nur Erde und Meer ihre Plätze tauschen läßt, Pythagoras der sich sozusagen von selbst verstehende Kronzeuge.

³⁾ P. Duhem, La précession des équinoxes selon les Astronomes Grecs et Arabes, Loewen 1912 (Extrait de la „Revue des Questions scientifiques“, Januar-April-Juli 1912).

Zeit der Rückgang der Äquinoktialpunkte bekannt gewesen sei¹⁾, wird mit Recht nur gestreift, weil irgendwelche sichere Anhaltspunkte nach dieser Richtung hin nicht gegeben sind. Wir können als zuverlässig nur gelten lassen, daß Hipparch, mit dessen Leistungen uns Ptolemäus einwandfrei bekannt gemacht hat²⁾, die Präzession zuerst qualitativ und quantitativ feststellte, damit den Unterschied zwischen tropischem und siderischem Jahre ermittelte³⁾ und die bis dahin in der Luft schwebende Existenz einer kosmischen Periode rechtfertigte. Die beiden großen hellenischen Astronomen waren von der Gleichförmigkeit der Präzessionsbewegung überzeugt, und wenn man deren Betrag mit Tannery für 100^a gleich 1° 23' 20" setzt⁴⁾, so ergibt sich, daß nach 25920 Jahren

1) Die Ägypter könnten, meinte L. Ideler (Historische Untersuchungen über die astronomischen Beobachtungen der Alten, Berlin 1806, S. 91), recht wohl in dieser Lage gewesen sein. Neuerdings hat man mehr an die Kulturvölker der mesopotamischen Ebene gedacht. So hat auf Grund der ertragreichen Hilprechtschen Grabungen F. Hommel (Beilage zur Allgem. Zeitung, 1907, Nr. 69) die Ansicht ausgesprochen, daß den Babyloniern die Tatsache der konstanten Längenveränderung der Fixsterne nicht unbekannt gewesen sein könne. Unmöglich ist das gewiß nicht, allein überzeugende Beweise stehen doch noch aus. Daß die in Indien allerdings nachweisbaren Kenntnisse tatsächlich aus griechischen Quellen geschöpft waren, ist von Henri Martin (Mémoire sur cette question: La précession des équinoxes-a-t-elle été connue des Égyptiens ou de quelque autre peuple avant Hipparche?, Paris 1869) dargetan worden.

2) Vgl. des Claudius Ptolemäus Handbuch der Astronomie, 2. Band, aus dem Griechischen übersetzt und mit erklärenden Anmerkungen versehen von K. Manitius, Leipzig 1913. Das 2. Kapitel des 7. Buches bringt den „Nachweis, daß die Fixsternsphäre eine in der Richtung der Ekliptikzeichen vor sich gehende Bewegung hat“.

3) Die Einführung einer dritten Definition des zuvor ohne solche allseitig hingenommenen Wortes „Jahr“ vollzog sich (Duhem, a. a. O., S. 14 ff.) bei Theo Smyrnäus, der auf den Zeitabschnitt des anomalistischen Jahres aufmerksam machte und diesen dann freilich wieder ungeheuerlich überschätzte; sehr im Gegensatze zu Ptolemäus, in dessen „Almagest“ Peri- und Apogäum als stabil angenommen werden.

4) P. Tannery, Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne, Mém. de la soc. des sciences phys. et natur. de Bordeaux, (4) 1. Band, S. 265.

jeder der beiden Knoten wieder an seinem anfangs eingenommenen Platze angekommen ist. Diese Periode von rund 26000 Jahren ist die einzige, welcher auch nach den Begriffen jener Zeit die Konstanz zuerkannt werden konnte; es ist für sie der allerdings recht wenig zutreffende Name des großen Platonischen Jahres geprägt worden, und wenn man überhaupt an die Möglichkeit glaubte, daß gewisse tellurische Ereignisse an einen festen astronomischen Zeitraum gebunden seien, so konnte von vornherein mit einigem Rechte nur dieser ernsthaft in Betracht gezogen werden.

Daß Plato selber von einer numerischen Festlegung des von ihm aus ganz anderen Beweggründen in seine Erwägungen hereingezogenen „Jahres“ nichts wußte, erhellt schon aus der Tatsache, daß er zweihundert Jahre vor Hipparch gelebt und sich mit praktischer Astronomie gar nicht beschäftigt hat. Ein gewisser Hang zur Zahlenmystik war ihm ja eigen, ebenso wie seinem jüngeren Zeitgenossen, dem die Verbindung zwischen der Pythagoreischen und Platonischen Schule herstellenden Archytas¹⁾. Die in der „Republik“ genannte „Platonische Zahl“, über deren wahren Charakter die Meinungen weit auseinander gehen, deckt sich jedenfalls nicht mit derjenigen des „Timäus“, die eben den Anstoß zu der als ungeeignet bezeichneten Namenwahl gegeben hat²⁾. Eine exakte Bestimmung verbot sich ja an sich, wenn man mit Archytas, dessen Denkart uns Proclus am treuesten aufbewahrt hat, mehr metaphysisch als physikalisch ganz allgemein von einem „διά-

¹⁾ Was wir von ihm und seiner Geistesarbeit wissen, suchten klarzustellen G. Hartenstein (*De Archytae Tarentini fragmentis philosophicis*, Leipzig 1833) und O. Gruppe (*Über die Fragmente des Archytas*, Berlin 1840).

²⁾ Es sei verwiesen auf eine Bearbeitung des Dialoges, die von einem eifrigen Anhänger jener naturphilosophischen Richtung herrührt, wie sie vor einem Jahrhundert in Deutschland, nicht gerade zum Nutzen der Sache, fast allein herrschend war (K. J. Windischmann, *Platons Timäos, eine echte Urkunde wahrer Physik, aus dem Griechischen übersetzt und erläutert*, Hadamar 1804). Der Übersetzer steht bei der fraglichen Stelle (S. 31 ff.) offenbar ganz im Banne der Platonischen Ideenwelt.

σημα τῆς τοῦ παντός φύσεως“ spricht¹⁾). Auch ist bei diesem Neuplatoniker nicht der Abschluß einer Präzessionswanderung maßgebend, sondern ein Zeitabschnitt (s. o.), der vorüber ist, wenn sich sämtliche Wandelsterne wieder im „Krebs“ zusammenfinden. Über die Art und Weise der chronischen Längenveränderung der Fixsterne scheint das klassische Zeitalter der griechischen Sternkunde — zufrieden, die hochwichtige Tatsache klar erkannt zu haben — nicht in besondere Untersuchungen eingetreten zu sein, aber nachmals begannen sich um so eifriger die Epigonen an die Aufgabe zu machen, den Sachverhalt noch genauer aufzuklären, tatsächlich jedoch zu verschleiern. Und damit konnte dann auch eine neue Periodenjagd anheben.

Vielleicht ist der uns bereits bekannte Patristiker Origenes (185—254 n. Chr.) der erste, der uns von Klügeleien über die Art und Weise der Präzession zu erzählen weiß²⁾; die exakte griechische Wissenschaft hatte von solchen mit um so mehr Recht abgesehen, da ja doch an eine Kausalerklärung einstweilen nicht entfernt zu denken war. Man nahm an, daß jenseits der achten Sphäre, bis zu welcher das Ptolemäische Weltsystem sich erstreckte, noch eine neunte vorhanden sei, und diese sollte das Rückschreiten der Schnittpunkte von Äquator und Ekliptik bewirken. Das Wie? blieb natürlich dahingestellt. Erwähnung findet diese willkürliche Vorstellung auch bei Themistius, Macrobius und dem Plato-Kommentator Theo Alexandrinus³⁾. Am deutlichsten gab ihr Ausdruck ein anderer Scholiast, nämlich Simplicius, der ganz auf dem Boden der von Eudoxus geschaffenen, von Aristoteles nicht eben vervollkommneten Hypothese der homozentrischen Sphären stand und jene neunte Kugelfläche geradezu als Realität ansprach.

¹⁾ Duhem, a. a. O., S. 57.

²⁾ Duhem, a. a. O., S. 23.

³⁾ Duhem, a. a. O., S. 25 ff. Die Macrobius-Stelle (Somnium Scipionis, lib. I, cap. 17) ist beachtenswert, weil dort auf die neunte Sphäre angespielt wird,

In einer gewissen, zunächst nicht näher aufzuhellenden Beziehung zu diesem Versuche, die einfachen Aufstellungen des Hipparch und Ptolemäus abzuändern oder zu ergänzen, stand das weitere Hirngespinnst, die konstante Präzessionsbewegung in einen „*motus accessus et recessus*“ umzuwandeln. Die Knoten sollten sich eine Zeit lang um 8° in der entgegengesetzten Richtung bewegen. Wer „die alten Astrologen“, die „*παλαιοὶ ἀποτελεσματικοί*“ (also Sterndeuter, nicht Astronomen im strengeren Sinne) gewesen sind, die für diese Verschlechterung verantwortlich zu machen wären, ist nicht bekannt; nach Henri Martin¹⁾, dem wir in diesem Punkte gegenüber Duhem Recht geben möchten, wären sie jünger als Hipparch anzusetzen. Von Theo Alexandrinus hat auch der Arabohebräer Meschalla²⁾ die betreffende Nachricht übernommen, denn seine „*auctores, qui faciunt imagines secundum Astronomiam Altasamec*“ sind eben die „älteren Astrologen“ des Vaters der Hypatia.

Das Prinzip der Achtgradperiode ist auch bei den Indern nachweisbar, die jedoch hier, wie auf so manchem anderen Arbeitsfelde, nur als Schüler der späteren Griechen anzusehen sein dürften. Aber wenn sie auch die „Bewegung vor- und rückwärts“ anerkannten, so gelangten sie doch zu anderen Beiträgen für die Amplitude. Diese wird in dem Fundamentalwerke Surya-Siddhanta mit 25° , von Aryabhata mit 48°

¹⁾ H. Martin, a. a. O., II, 2.

²⁾ Einer der wenigen entschiedenen Verfechter der Astrologie im XVI. Jahrhundert, der Nürnberger Professor J. Heller, hat mehrere hierher gehörige Schriften des Mittelalters lateinisch herausgegeben (Doppelmayr, Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, Nürnberg 1730, S. 55), darunter auch: *De elementis et orbibus coelestibus liber antiquus ac eruditus Messahalae laudatissimi inter Arabes astrologi*, Nürnberg 1549. Zumal Kapitel 18 bis 20 kommen hier in Betracht. Näheres erfährt man über ihn bei M. Steinschneider (*Vite di Matematici Arabi trattate da un opera inedita di Bernardino Baldi con note*, Rom 1864, S. 429 ff., S. 452 ff.). Dieses „*Altasamec*“ wird auch von Albertus Magnus (*Liber de causis proprietatum elementorum*, lib. I, tract. II, cap. 3) im Hinblick auf eine Periodizität von 640 Jahren angeführt.

in Rechnung gebracht.¹⁾ Und diese Werte gingen dann auch auf die von ihren indischen Vorbildern in hohem Maße abhängigen Araber über, denn der Umstand, daß spätere Inder wieder zur klassischen Lehre der Griechen zurückkehrten, wie der hervorragende Mathematiker Bhascara Acharya, machte sich gerade in der Blütezeit der arabischen Wissenschaft nicht mehr bemerklich. Auch der hebräische Gelehrte Abraham bar Chija (Savasorda) ist mit der alternierenden Bewegung bekannt und gibt bestimmt an, der Ekliptikpol beschreibe um den Himmelpol einen kleinen Kugelkreis von 8° sphärischem Durchmesser im Verlaufe von 1600 Jahren, so daß auf das Jahr eine Knotenverschiebung von $\frac{1}{100}^{\circ}$ entfiel. Dieser Vorgang hat wenigstens den Vorzug, leicht verständlich zu sein, allein gerade jetzt, in dieser Epoche einer an die berühmtesten Namen der arabischen Kulturwelt geknüpften fortschrittlichen Entwicklung entsteht eine neue Verböserung des Präzessionsbegriffes. Man war zu der Ansicht gekommen, die Schiefe der Ekliptik sei ein Winkel von wechselnder Größe, und diese vermeintliche Erkenntnis, die ja auch erst in einer weit späteren Zeit zu einer tatsächlichen erhoben werden konnte, trieb dazu an, zwei Erscheinungen, die zunächst nichts miteinander zu tun haben, in unheilvoller Weise zu verquicken²⁾. So bildete sich die sogenannte Trepidationslehre heraus,

¹⁾ Die Kenntnis der indischen Anschauungen bürgerte in Europa vorzugsweise ein M. Reinaud (*Mémoire géographique, historique et scientifique sur l'Inde antérieurement au milieu du XI^e siècle de l'ère chrétienne d'après les écrivains arabes, persans et chinois*, Paris 1849, S. 324 ff.). Es ist in erster Linie der Araber Massudi, dessen vielgestaltige „Goldwiesen“ das Material zu den einschlägigen Ausführungen geliefert haben, und nächst dem schöpfte er aus der damals noch unerschlossenen, seitdem durch Sachaus Forschungen in ein helles Licht gerückten Indischen Reisebeschreibung des scharfsichtigen Albiruni (a. a. O., S. 274 ff.).

²⁾ Auch Copernicus glaubte, von seinem Lehrer Domenico Maria in Bologna hiezu angeregt, an eine stärkere und stetige Verminderung der Ekliptikschiefe (Prowe, *Nikolaus Copernicus*, I. Band, 1. Teil, Berlin 1883, S. 244).

die bis in die Neuzeit ihre ungünstige Wirkung geltend machen sollte¹⁾.

Der Meister der arabischen Himmelskunde, Albategnius, lehnte noch die Annahme einer „vor- und rückschreitenden Bewegung der Knotenpunkte“ ab, über deren Ursprung er sich indessen nicht ganz im klaren befand²⁾. Er mußte schon um deswillen ein Gegner des Grundgedankens sein, weil eine un-
stetige Bewegung, wie sie „von den alten Astrologen“ den Knoten beigelegt ward, einem Prinzipte der Araber zuwider lief. Um nun dieses mit der alternierenden Bewegung von verhältnismäßig kurzer Periode zu versöhnen, um aber zugleich der Vermutung zu genügen, daß der Winkel zwischen Äquator und Ekliptik keine konstante Größe sei, verfiel man auf den Ausweg, die Schnittpunkte nicht in einem größten, sondern in einem kleinen Kugelkreise sich bewegen zu lassen. Diese Ausgestaltung der Ptolemäischen Epizykluslehre soll als der erste der ebenfalls sehr bedeutende Tābit ibn Kurrah vollzogen haben³⁾. Der festen ward eine be-

¹⁾ Bereits vor nunmehr bald vierzig Jahren suchte der Schreiber dieser Zeilen die mitunter mißverständene Natur der Trepidationshypothese aufzuhellen (Die Lehre von der Erdrundung und Erdbewegung bei den Arabern, Halle a. S. 1877, S. 76 ff.). Daß in Wirklichkeit nicht Tābit der Urheber dieser Irrlehre sei, ist dort schon betont worden. Der Reformator der Astronomie bekämpfte jene (Günther, Der Wapowski-Brief des Copernicus, Mitteil. d. Copernicus-Vereines für Wissenschaft und Kunst zu Thorn, II, S. 3 ff.).

²⁾ Die ausgezeichnete Notenausgabe, die Nallino vom Hauptwerke des Albategnius besorgt hat, gibt über diese Fragen die genaueste Auskunft (Al Battāni sive Albatēni Opus astronomicum, 1. Teil, Mailand 1903, S. 126 ff.). Während Ptolemäus die Präzessionsbewegung bekanntlich als sehr langsam erkannt hatte, erachtete sie der Araber für eine äußerst schnelle.

³⁾ Das Buch des berühmten, dem IX. Jahrhundert angehörenden Bearbeiters griechischer exakt wissenschaftlicher Texte ist in lateinischer Übertragung vorhanden („Liber de motu octavae sphaerae“). Vgl. vor allem: Wüstenfeld, Geschichte der arabischen Ärzte und Naturforscher, Göttingen 1840, S. 37 ff. Diese inhaltreiche Monographie wird auch von Duhem (a. a. O., S. 91) namhaft gemacht.

wegliche Ekliptik gegenüber gestellt; der Durchmesser des neuen Epizykels sollte $8^{\circ} 37' 26''$ betragen. An und für sich mußte selbstverständlich, wie es die Kinematik des Ptolemäus verlangte¹⁾, die Bewegung auf dem Beikreise gleichförmig sein, aber ihre Projektion auf den festen Kreis mußte dann die größte scheinbare Geschwindigkeit erreichen, wenn der Wider- und Wagepunkt sich zunächst den Durchschnittspunkten von Haupt- und Nebenkreis befanden, und wenn die Knoten um 90° von ersterem abstanden, so wurde die Geschwindigkeit anscheinend ein Minimum. Angeblich sollte das mit Hipparchs und Ptolemäus' Beobachtungen übereinstimmen, was aber natürlich nicht der Fall ist. Die Zeitdauer der Durchlaufung des Epizykels wird mit 4171^a in Rechnung gebracht; wie diese Zahl ermittelt worden sein könnte, erfährt man weder aus dem Originale, noch auch aus den Zusatzbemerkungen²⁾ eines Grosseteste und Campanus von Novara, welche letzterer nach Nallinos Meinung³⁾ das Verdienst beanspruchen konnte, den Traktat von der achten Sphäre uns überliefert zu haben. Freilich hat Duhem recht⁴⁾, wenn er von einem „mysteriösen Charakter“ eben dieser Schrift spricht. Denn eingehenderes Studium hat dazu geführt, den Tābit überhaupt nicht als den richtigen Verfasser anzusehen, sondern als solchen den spanischen Araber Arzachel⁵⁾ gelten zu lassen, der zweifel-

1) Ptolemäus-Manitius, a. a. O., 2. Band, S. 94. „Wir haben uns die Aufgabe gestellt, auch für die fünf Wandelsterne, wie für die Sonne und für den Mond, den Nachweis zu führen, daß ihre scheinbaren Anomalien alle vermöge gleichförmiger Bewegungen auf Kreisen zum Ausdruck gelangen, weil nur diese Bewegungen der Natur der göttlichen Wesen entsprechen. . .“ Den treuen Schülern der Griechen mußte somit eine Diskontinuität der Bewegung geradezu widerwärtig sein.

2) Duhem, a. a. O., S. 94 ff.

3) Vgl. Al Battāni-Nallino, a. a. O., S. XXXVI. Ein bei Houzeau-Lancaster (Bibliographie générale de l'astronomie, I. Band, Brüssel 1878, S. 466) aufgeführter Druck scheint mit dem hier gemeinten nicht verwechselt werden zu dürfen.

4) Duhem, a. a. O., S. 101.

5) Eine umsichtige Charakteristik des Mannes besitzt man von Stein-
schneider (Étude sur Zarkali, Bullettino Boncompagni, 14. Band,

los in der zweiten Hälfte des XI. Jahrhunderts seine Blütezeit hatte.

Tābit lebte somit weit früher als der zuletzt genannte¹⁾, und es muß sonach das in Rede stehende Werk ihm mit Notwendigkeit abgesprochen werden, wenn die dessen Hauptinhalt bildende Theorie geistiges Eigentum Arzachels ist. Ob die sogenannten Tafeln von Toledo auch in erster Linie von ihm gefertigt wurden, steht nicht völlig fest, aber aus gewissen mehr indirekten Anzeichen zieht Duhem den Schluß²⁾, daß jene astronomischen Tabellen und vor allem die als Einleitung dienenden „*Canones*“ durchaus den Inhalt der astronomischen Anschauungen des „Andalusiers“ widerspiegeln. Als Erfinder der Trepidation bezeichnet ihn vorbehaltlos der durch seine antiptolemäische, allerdings aber auch nicht heliozentrische Planetentheorie bekannt gewordene Alpetragius³⁾. Auf dem nämlichen Standpunkte steht Averroes⁴⁾, und nicht minder gilt dies⁵⁾ für Ibn Esra und den bekannten Abūl

S. 171 ff.; 16. Band, S. 493 ff.; 17. Band, S. 765 ff.; 18. Band, S. 343 ff.; 20. Band, S. 1 ff., S. 575 ff.).

¹⁾ Als Vorgänger Tābits nennt den Arzachel Pietro d'Abano in seinem handschriftlich aufbehaltenen „*Lucidator Astronomiae*“ (Duhem, a. a. O., S. 118). Diesen anscheinend damals verbreiteten Irrtum teilt auch noch viel später der in Spanien von gelehrten Juden unterrichtete A. Ricci (*De motu octavae sphaerae*, Paris 1521, fol. 6).

²⁾ Duhem, a. a. O., S. 108 ff. „*Quelque que soit l'histoire exacte de la composition des tables de Tolède, il semble, en tout cas, que ces tables nous présentent un reflet fidèle des doctrines astronomiques professées par Al Zarkali.*“ Selbstverständlich kann auch einer seiner Schüler beteiligt gewesen sein.

³⁾ Eine der „*Planetarum Theoria*“ des Al Bitrodji entnommene Darstellung des auf Exzenter und Epizykeln verzichtenden, wesentlich auf Eudoxus sich stützenden Systemes gibt nach Kalonymos (*Alpetragii Arabis planetarum theoriae physicis rationibus probatae*, Venedig 1539) Baldi-Steinschneider (a. a. O., S. 44 ff.).

⁴⁾ Averrois *Epitome Metaphysicae* (Ausgabe der aristotelischen *Metaphysik*), Venedig 1553, fol. 152.

⁵⁾ Duhem, a. a. O., S. 113 ff.

Hassân, Autor eines berühmten Handbuches der astronomischen Instrumentenkunde¹⁾.

Man wird somit Arzachel mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit als den arabischen Gelehrten hinstellen dürfen, der durch seine Umdeutung der alten, einfachen Auffassung der Präzession eine recht folgenschwere Verwirrung in die spätmittelalterliche Atronomie hineinrug. Denn sogar die Alfonsinischen Tabellen machten, ob auch der klar denkende König noch so entschieden alle Komplikationen verworf und für seine Person an dem gleichförmigen Rückschreiten der Äquinoktialpunkte (1° in 60 Jahren nach Albatagnius) festhielt, in der späteren Redaktion die „Kompromißhypothese“ der Trepidation mit²⁾, um gleichzeitig die Gleichmäßigkeit der Bewegung und eine relativ kurze Periodizität zu retten³⁾. Und angesichts der hohen Bedeutung, welche dem Tafelwerke von der ganzen vorcopernicanischen Folgezeit nicht ohne Grund zuerkannt wurde, konnte es nicht ausbleiben, daß diese Verballhornung⁴⁾ der einfachen Hipparchischen Feststellungen sich durchsetzte und erst im Laufe des XVI. Jahrhunderts nach und nach von der wissenschaftlichen Tagesordnung verschwand.

§ 3. Wesen und Erklärungsversuche der Überflutungen.

Die Verbrennungshypothese ist anscheinend niemals näher in ihre Einzelheiten verfolgt worden, was einerseits wohl mit ihrer sachlichen Unmöglichkeit, andererseits jedoch gewiß mit

¹⁾ *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, par Aboul Hassân Ali de Maroc, traduit par S. J. Sédillot, 1. Band, Paris 1834 bis 1835, S. 150.

²⁾ Vgl. hierzu: A. Wegener, *Die astronomischen Werke Alfons' X.*, Bibliotheca Mathematica. 5. Die Tafelfragmente, S. 171 ff. Das kastilianische Original, S. 174 ff.

³⁾ Duhem, a. a. O., S. 127.

⁴⁾ Die „Indignation“ Delambres (*Histoire de l'astronomie au moyen âge*, Paris 1819, S. 74) gegen die Schwankungshypothese scheint Duhem (a. a. O., S. 99) zu weit zu gehen, allein sie kommt uns, wenn wir ihre nachteilige Beeinflussung der astronomischen Arbeit mehrerer Jahrhunderte uns vergegenwärtigen, eben nicht ungerechtfertigt vor.

der Tatsache zusammenhängt, daß die Alten, gelegentliche Hinweise abgerechnet, den vulkanischen Erscheinungen an sich ziemlich gleichgültig gegenüberstanden¹⁾. Die Erdbeben, die ja doch eigentlich nur bei Seneca eine halb und halb vulkanistische Deutung erfahren haben²⁾, standen weit mehr im Vordergrund des Interesses, und sie werden denn auch gelegentlich mit der wäßrigen Umwälzung der Erdoberfläche in Verbindung zu bringen gesucht³⁾. Im großen und ganzen darf man sagen, daß in erster Linie Beobachtungen es waren, die hier den Weg zeigten, und an sie knüpfte dann auch die Erinnerung an alte Volkssagen an. Hören wir z. B. den besten Kenner antiker Geographie⁴⁾: „Die Aufmerksamkeit auf eingetretene Veränderungen der Erdoberfläche wurde nicht nur durch Beobachtungen in den Anschwemmungsgebieten kleinasiatischer Flüsse und durch die Spuren früheren Seebodens im Binnenlande geweckt, sondern das an merkwürdigen geologischen Vorkommnissen so reiche, von häufigen verheerenden Erdbeben heimgesuchte Kleinasien mußte den alten Physikern Gelegenheit bieten, ihre Forschungen auch auf die Ursachen und Wirkungen der in diesen Erscheinungen wahrnehmbaren Mächte auszudehnen.“ In diesem Lande wurde zuerst (um 500? v. Chr.) Xanthus auf Versteinerungen aufmerksam, und er, wie auch Herodot,

¹⁾ Eine gute Übersicht gewährt eine Dissertation von A. Serbin (Bemerkungen Strabos über den Vulkanismus und Beschreibung der den Griechen bekannten vulkanischen Gebiete, Erlangen 1893). Am besten gekannt war aus ersichtlicher Ursache der Ätna, dem ein gewisser Lucilius nach Teuffel (Geschichte der römischen Literatur, I. Band, Leipzig 1873, S. 669 ff.) das so betitelte Lehrgedicht widmete.

²⁾ Hierzu: Nehring, Die geologischen Anschauungen des Philosophen Seneca, I. Teil, Wolfenbüttel 1873, S. 32. Eine mit der modernen Dreiteilung der seismischen Ursachen teilweise übereinstimmende Interpretation gibt auch Lucretius (De rerum natura, lib. VI, V. 534 ff.) auf der Grundlage der epicureischen Naturphilosophie.

³⁾ Besonders unzweideutig spricht sich Strabo aus (Geographia, lib. I, cap. 149): „τὰ περὶ ποτὲ θάλατταν γενέσθαι.“

⁴⁾ H. Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen, Leipzig 1903, S. 151.

dem in der Oase des Jupiter Ammon ähnliches aufgefallen war, erkannten darin Spuren dereinstiger Meeresbedeckung¹⁾, indem sie so in halb unbewußter Weise einen Grundstein für paläontologische Schlüsse legten, zu denen erst eine sehr viel spätere Zeit wieder den Weg gefunden hat²⁾. Der Geograph und Mathematiker Eratosthenes trat dem Probleme der Erdrevolutionen auch seinerseits näher, soweit wir aus den von Strabo, dem konsequenten Kritiker seines Vorgängers, der Vergessenheit entrissenen Bruchstücken schließen können³⁾. Es wird auf Xanthus und auf den zu großartiger Spekulation hinneigenden Lampsazener Strato⁴⁾ verwiesen, den Begründer der Doktrin von der gewaltsamen Bildung des zwischen Ägäischem und Schwarzem Meere bestehenden Straßensystemes. In seinen Konstruktionen paläogeographischer Natur, durch die an der einen Stelle Meeresrückgang, an einer anderen Meeres-

¹⁾ Im astrognostisch-astrologischen Poem des Manilius liest man (lib. IV, V. 828 ff.):

„Concutitur tellus validis compa- gibus haerens	Nec sese ipse capit. Sic quondam menserat urbes . . .
Subducitque solum pedibus, natat orbis in ipso	In tantum longo mutantur tempore cuncta
Et vomit Oceanus pontum sitiens- que resorbet	Atque iterum in semet redeunt . . .“

Über Manilius verbreitet sich F. Boll (Studien zu Claudius Ptolemäus; ein Beitrag zur Geschichte der griechischen Philosophie und Astrologie, Leipzig 1894, S. 205 ff.). Auch sonst ist neuerdings viel über Manilius gearbeitet worden (Gilbert, a. a. O., S. 653 ff., S. 695 ff.). Eine modern-kritische Ausgabe, der eine holländische Übersetzung voranging, verdankt man J. van Wageningen in Groningen (M. Manilii Astronomica, Leipzig 1915).

²⁾ Die Anfänge der Versteinerungskunde bei v. Zittel (Geschichte der Geologie und Paläontologie, München-Leipzig 1899, S. 15 ff.).

³⁾ H. Berger, Die geographischen Fragmente des Eratosthenes neu gesammelt, geordnet und besprochen, Leipzig 1880, S. 57 ff.

⁴⁾ Die originelle Stellung dieses Mannes in der Geschichte der ältesten Naturwissenschaft kennzeichnete zuerst H. Diels (Über das physikalische System des Straton, Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wissensch., 1893, S. 101 ff.).

transgression ermittelt werden sollte, scheint Eratosthenes etwas kühn vorgegangen zu sein, was ihm Einwürfe Strabos und zuvor schon Hipparchs zuzog¹⁾.

Schon zuvor spielt auch bei den beiden größten Philosophen des Altertums die Kataklysmenlehre eine gewisse Rolle. Platos Erfindung oder Wiederbelebung der Atlantissage, die sich neuerdings so manche sonderbare Neuaufwärmung hat gefallen lassen müssen, gehört offenbar in diesen Gedankenkreis herein. Dem „Timäus“ zufolge sollen die Weisen Ägyptens dem lernbegierigen Solon erzählt haben, der Phaëton-Mythus berge einen Keim von Wahrheit in sich, wenn nämlich durch aus dem Erdinneren hervorquellendes Wasser, ohne alles Zutun von Regengüssen, der ganze Erdraum überschwemmt werde²⁾. Die periodische Wiederkehr des Ereignisses, die (s. o.) für Plato mindestens eine hohe Wahrscheinlichkeit darstellte, war dann von selbst gegeben, denn mit der wässerigen Vernichtung sollte ja die feurige abwechseln. Aristoteles stand ebenfalls auf dem Standpunkte, daß das ganze sublunare Leben und Treiben periodischen Veränderungen unterworfen sei³⁾, und zwar lasse sich für jede Äußerung organischen und anorganischen Lebens ein Zeitalter des Werdens, Reifens und Verfallens unterscheiden⁴⁾. Seine astronomische Umschreibung

1) Daß auch der große Astronom in die geomorphologischen Streitigkeiten eingriff, erfahren wir eben von Strabo selber (a. a. O., lib. I, cap. 57). Ersterer scheint sich durch seine Überzeugung, das Meer müsse allenthalben vom Erdmittelpunkte gleichweit abstehen, zur Gegnerschaft gegen die Durchbruchhypothesen hingeführt gesehen zu haben.

2) Timäus-Windischmann, a. a. O., S. 31 ff., S. 35 ff. Die Insel Atlantis lag angeblich vor den Säulen des Herkules und wurde von der hohen See verschlungen (vgl. Berger, Gesch. d. wissensch. Erdk. d. Gr., S. 567 ff.).

3) Sehr gründlich erörtert die in der Schrift „De generatione et corruptione“ niedergelegten Ansichten O. Gilbert (Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums, Leipzig 1907, S. 436 ff.).

4) Daß Aristoteles sogar die „Deukalion-Flut“ heranzieht (Meteorolog., lib. I, cap. 14), um „den ewigen Kreislauf“ zu erweisen, verdient als eine auffällige Konzession an die Volksvorstellungen angemerkt zu werden.

dieser Entwicklungsstadien läßt die sonstige Klarheit vermissen. Jedenfalls übertrug er diese mehr einem Dogma als einem Lehrsatz gleichende Festsetzung auch auf seinen Schüler Theophrast, der insofern sie bestimmter faßte, als er ein vorher anscheinend nicht beachtetes Flächenprinzip, wie man sich ausdrücken möchte, noch hinzunahm¹⁾. Meer und Festland sollten in ununterbrochener Umsetzung begriffen sein, aber das Arealverhältnis beider sei dabei keiner Veränderung unterworfen.

Als den selbständigsten und mutmaßlich bedeutendsten Vertreter der antiken Physik der Erde hat uns eindringende neuere Forschung den Stoiker Posidonius erkennen lassen²⁾. Seine literarische Hauptleistung, ein Werk „περὶ ὠκεανοῦ“, das jedoch nicht etwa bloß die Meereskunde, sondern darüber hinaus die gesamte physische Geographie abgehandelt haben dürfte, ist leider nicht auf uns gekommen, und wir sind darauf angewiesen, den Umstand zu verwerten, daß alle späteren Schriftsteller, die auf diesem Untersuchungsgebiete tätig waren, reichlich aus der kraftvoll fließenden Quelle geschöpft haben. Das gilt für Strabo, der indessen in vielen Fällen sich auch ohne literarische Anlehnung durch den gesunden Blick des weitgereisten Mannes leiten ließ³⁾, und in noch höherem Maße für Seneca⁴⁾, dem man aber doch kaum streitig machen kann,

¹⁾ Das Fragment „περὶ καθαρῶν κόσμου“ hat Philo gerettet und Diels in seine umfassende Sammlung aufgenommen (Doxographi Graeci, Berlin 1879, S. 486 ff.).

²⁾ Für ihn seien genannt drei Schriften von Schühlein: Studien zu Posidonius Rhodius, Freising 1891; Untersuchungen über des Posidonius Schrift περὶ ὠκεανοῦ, ebenda 1900 und 1901.

³⁾ Die Kataklysmenlehre steht für Strabo, dem allgemeine Spekulation ziemlich ferne lag, nicht im Vordergrund seiner Überlegungen. Wir dürfen zu seiner Charakteristik hinweisen auf eine Abhandlung von H. Fischer: Über einige Gegenstände der physischen Geographie bei Strabon, als Beitrag zur Geschichte der alten Geographie, Wernigerode 1879.

⁴⁾ Die Quellenkritik Senecas hat sich Nehring (a. a. O., 2. Teil, S. 20 ff.) angelegen sein lassen, obwohl er an diesem Orte nur die all-

daß in seinen wertvollen „Naturales Quaestiones“ zu den Lese-
früchten auch Ergebnisse einer geschulten Autopsie hinzutreten.
Im 3. Buche dieser kleinen Enzyklopädie des Naturganzen wird,
nachdem begreiflicherweise auch wieder der Deukalion-Flut
unter Hinweis auf Ovid¹⁾ Erwähnung geschah, dem „großen
Diluvium“, das nach bestimmten Gesetzen umgestaltend auf
die Erde einwirkte, besonderes Augenmerk zugewendet. Diese
Diluvialfluten beruhen nach Seneca²⁾ auf vorübergehenden
Niveauerhöhungen, hier genau geschilderten Grenzüberschrei-
tungen des Weltmeeres. Die Anlässe zu solcher Durchbrechung
des ruhigen Naturgesetzes können verschiedenartig sein, und
der Kataklysmus ist immer nur ein partieller, kein allum-
fassender. Es können die Gestirne, d. h. Sonne und Mond,
mitwirken, daß der Meeresspiegel steigt, und da das Verhältnis
auch der größten Erderhebungen zum Erdhalbmesser ein ganz
minimales ist,³⁾ so ist es wohl möglich, daß auch höhere Berge

gemeinen Resultate seines Nachforschens mitzuteilen in der Lage war.
Entlehnt hat der Römer viel von Aristoteles und dem nur wenig
älteren Strabo, am meisten dagegen von Posidonius. Allein auch
Chrysippus, Epicur, Theophrast sind von ihm benützt worden,
und ebenso kannte er die pseudoaristotelische Schrift „περὶ κόσμου“, über
deren wahren Verfasser die Akten noch nicht geschlossen sind. Man
nahm als solchen längere Zeit den Syrer Apulejus an, allein da dieser
erst im II. nachchristlichen Jahrhundert lebte, kann Seneca nicht als
Leser jenes Traktates in Betracht kommen, mag auch dessen gleich-
namiger „de mundo“ manche Berührungspunkte darbieten. Daß ersterer
der Feder des Posidonius selbst entstamme, wäre gar nicht unmöglich
(Goldbacher, Zur Kritik von Apulejus de mundo, Zeitschr. f. d. öster-
reich. Gymnasien, 1873, S. 670 ff.). S. auch: Bursians Jahresberichte
über die Fortschritte der klassischen Altertumswissenschaft, 1. Band,
S. 197 ff., S. 690 ff. Über die Abhängigkeit Senecas von Posidonius
trachtet Licht zu verbreiten J. Müller (Über die Originalität der Natu-
rales Quaestiones Senecas, Innsbruck 1893).

¹⁾ Ovidius, Metamorph., lib. XV, V. 259 ff.

²⁾ Seneca, Nat. Quaest., lib. III, cap. 27–30. Vorzugsweise ist es
Kapitel 29, das den Schwerpunkt dieser Darlegungen bildet.

³⁾ Diese Äußerung Senecas weicht sehr zu seinem Vorteile ab von
den Übertreibungen, die vielfach betreffs der Berghöhen unliefen. Später
erst wurde der Sachverhalt zahlenmäßig geklärt (Künßberg, Über eine

vom Wasser zugedeckt werden. Weiter wirken mit Regenfällen, Austreten der Flüsse, Einbruch des Meeres in die Landfeste, Erderschütterungen und — nunmehr begegnet uns eine neue, noch zu besprechende Idee — Transmutation der die Erde aufbauenden Grundstoffe. Wir sehen, der römische Rhetor und Philosoph hat sich nicht minder die Umsicht des gewiegten Naturforschers bewahrt.

Durch ihn sind wir auch der Frage näher gerückt worden, wie man sich denn eigentlich die tellurischen Vorgänge gedacht habe. Wenn Seneca davon spricht, daß ein Strom oder das Meer selbst über seine Ufer getreten sei, so mußte gleichwohl zuvor irgend eine Wasservermehrung Platz gegriffen haben. Heftiger Regen oder ein Erdstoß waren auch nur von örtlich begrenzter und zeitlich beschränkter Einwirkung. Es bleiben bei schärferem Zusehen nur zwei Hypothesen als primär und damit bestimmend übrig, nämlich die sogenannte Schwammtheorie¹⁾ und die Lehre von der Umwandlung der Elemente. Und diese beiden sind es auch, auf die unter nicht immer gleich bleibenden Gesichtspunkten zurückgegriffen wurde.

Die erstere ist altgriechischen Ursprunges und erscheint gleichzeitig mit dem ersten Griechen auf dem Plane, der ernsthaft naturwissenschaftliche Aufgaben in Angriff nahm. Die Erde erschien bereits Thales²⁾ als eine Art vollgesogenen Schwammes; der ganze Körper war durchzogen von einem Systeme gröberer und feinerer Adern, Kanäle, Spalten, die mit dem Meere in Verbindung standen, und aus denen gelegentlich das darin enthaltene Wasser durch eine Störung

mathematisch-geographische Stelle bei Theon, Bl. f. d. bayer. Gymnasialwesen, 20. Band, S. 368 ff.).

¹⁾ Die Bezeichnung dürfte vermutlich zuerst vom Verf. in dem hier verwendeten Sinne gebraucht worden sein, und zwar bei verschiedenen Anlässen. Aufgenommen ist sie dann insonderheit von Gilbert worden (a. a. O., S. 400).

²⁾ Das kühne Beginnen des Euthymenes und Hecatäus, zu Thales' Zeit alles Süßwasser oberirdisch vom „Okeanos“ herzuleiten, hat diese Epoche nicht überlebt.

des hydrostatischen Gleichgewichtes ausgepreßt ward. Da demgemäß Quellwasser nur filtrirtes Meerwasser sein konnte, welchem beim Durchfließen jener Röhren die Salzbestandteile verloren gegangen waren, so ist auch der Name Filtriertheorie am Platze. An Thales schloß sich Hippo von Rhegium an¹⁾, bei dem vielleicht auch die ersten Ansätze jener für das ganze Mittelalter typischen Lehrmeinung zu finden sein mögen²⁾, es fielen die Schwerpunkte der Land- und Wassersphäre nicht zusammen, und es vermöge infolge dessen auch das „höher gelegene“ Meer einen Druck auf die internen Wassermassen auszuüben. Auch andere griechische Denker, vor allem Plato³⁾, billigten die Schwammhypothese, und späterhin sind Epicur, Lucretius, Seneca — dieser immerhin nur bedingt — deren Anhänger gewesen. Sie hatte schon ziemlich frühzeitig mit der heute von der ungeheuren Mehrzahl der Sachverständigen angenommenen meteorischen Theorie zu knüpfen, die Grundwasser und Quellen auf in den Erdboden eingedrungenes Regenwasser zurückgeführt wissen will⁴⁾. Sie klingt, selbstredend in einer uns heute oft sonderbar anmutenden Form, in den uns noch erhaltenen literarischen Überresten eines Anaximander, Xenophanes, Anaxagoras, Diogenes Apolloniates an, wurde zwar durch Aristoteles bekämpft, errang sich dagegen den

¹⁾ Gilbert, a. a. O., S. 399 ff. Wenn wir mit Sicherheit auch nur Hippo als Vertreter der Schwamm- oder Filtrationstheorie nachweisen können, so spricht doch alle Wahrscheinlichkeit dafür, daß schon Thales oder seine Schule dieselbe begründet hat.

²⁾ Diese einflußreiche Irrlehre wurde vom Verf. zusammenhängend darzustellen versucht (Ältere und neuere Hypothesen über die chronische Versetzung des Erdschwerpunktes, Halle a. S. 1878). Dort wird, was nach obigem einer gewissen Korrektur bedarf, Herodot als der angeführt, bei dem sich eine erste Vorstellung verwandter Art finde.

³⁾ Berger, a. a. O., S. 285 ff.

⁴⁾ An und für sich trug die ganze Auffassung ein naturphilosophisches Gepräge, aber man kann doch schon in ihr, ohne ihr Zwang anzutun, eine Vorahnung dessen erkennen, was wir den Kreislauf des Wassers nennen.

wenigstens eingeschränkten Beifall des Posidonius¹⁾ und fand nochmals ihren klarsten Ausdruck in dem architektonischen Werke des berühmten Baumeisters Vitruvius²⁾. Dann freilich mußte sie völlig vom Schauplatze abtreten, um erst viel später zur Anerkennung und zur Herrschaft zu gelangen³⁾, während das ganze Mittelalter hindurch ihre Konkurrentin das Feld behauptete⁴⁾. Und gerade in unserem Falle mußte diese

1) Gilbert, a. a. O., S. 427 ff.

2) Vitruvius, De architectura, lib. VIII, cap. 1.

3) S. die Charakteristik der Quellentheorien bei Günther (Handbuch der Geophysik, 2. Band, Stuttgart 1899, S. 792 ff.).

4) Bei Kretschmer (Die physische Erdkunde des Mittelalters, Pencks Geograph. Abhandl., 4. Band, 1. Heft) wird über diese Phase des Beharrens auf einer für klassisch erachteten Lehre nähere Auskunft gegeben. Die früheren und späteren Scholastiker, wie Albertus Magnus, halten unverbrüchlich an ihr fest, und noch um die Wende der Neuzeit sind Claramontius und Lionardo da Vinci ihre Anhänger. Eine gute Probe gibt auch die „Margaritha philosophica“ des Gregor Reysch. Auf die Araber mußte eine so bequeme Erklärungsweise für zahlreiche Naturerscheinungen ganz von selbst übergreifen, wie z. B. folgender bezeichnende Satz aus einem weit verbreiteten Werke beweist (Dieterici, Die Naturanschauung und Naturphilosophie der Araber im X. Jahrhundert, Posen 1864, S. 102): „Die Meere, welche wir als die großen Wasserbehälter auf der Erdoberfläche darstellten, zwischen denen hohe Berge als Dämme stünden, sind miteinander entweder durch Meerengen auf der Erdoberfläche oder durch unterirdische Kanäle oder durch die Wasseradern der Quellen im Inneren der Erde verbunden.“ Von eigenartigem Interesse sind die beiden italienischen Enzyklopädisten des XIII. Säkulums, Brunetto Latini, der Lehrer Dantes, und Ristoro von Arezzo. Ersterer verkündet es als seine Überzeugung, daß auch die auf Bergen entspringenden Quellen vom Meere aus gespeist würden (Li livres du Tresor par Brunetto Latini, publié d'après les manuscrits de la bibliothèque impériale par P. Chabaille, Paris 1863, S. 110). Beim Aretiner ferner lesen wir (La Composizione del Mondo di Ristoro d'Arezzo, testo italiano del 1252 pubblicato da Enrico Narducci, Rom 1859, S. 198):

„E trouiamo correre laqua entro per lo corpo della terra et trouiamola andare sopra la faccia della terra. Et trouiamola sallire a somma de monti et uedemola scendere. Et

Und wir finden, daß das Wasser das ganze Innere des Erdkörpers durchdringt und sich über das Antlitz der Erde erhebt. Und wir bemerken, wie es vom Gipfel der Berge

auf den Zeitgeschmack eine entschiedene Anziehungskraft ausüben. Denn die im Erdinneren verborgenen Hohlräume, die Katavothren („βράθρα“), in welche sich die oberirdischen Flüsse hinabstürzten, und die ihrerseits wieder zum Meere sich öffneten¹⁾, bildeten ja die unsichtbaren Behälter, deren Inhalt nach Ablauf der astronomisch regulierten Zeit hervorbrach und weithin Alles unter Wasser setzte. „Die Erdteile“, so soll sich der mysteriöse Ocellus geäußert haben²⁾, „erleiden gewaltsame Veränderungen, indem das Meer theils seinen Erguß auf einen anderen Ort hin nimmt, theils auch die Erde selbst sich erweitert und auseinander geht infolge von Winden oder Wässern, welche unbemerkt in sie eingedrungen sind.“

So die eine der beiden sich entgegen stehenden Auffassungen. Die andere ist gleichfalls sehr alt, denn die Wandelbarkeit der Urstoffe ist ein Glaube, der schon in der ursprünglichen Stoa hervortritt und von Chrysippus bis zu Posidonius lückenlos verfolgt werden kann³⁾. Strato, der eifrige Physiker, dachte sogar ernsthaft daran, durch Versuche nachzuweisen, daß eine Überführung des einen Elementes in ein anderes möglich sei⁴⁾. Bedeutungsvoll für die Umbildungs-

di questa aqua uedemo fare rij et
di rij fare fiumi.“

entspringt und sehen es emporsteigen. Und solchergestalt sehen wir, wie das Wasser Bäche bildet, und wie aus den Bächen Flüsse entstehen.

Diese Denkweise durchdringt auch die nach Ansicht vieler Dante zuzuschreibende, jedoch nicht zweifellos authentische Schrift „De aqua et terra“ (W. Schmidt, Über Dantes Stellung in der Geschichte der Kosmographie, 1. Teil, Graz 1876). Einen letzten Verteidiger erlebte noch das XVIII. Jahrhundert (H. Kühn, Meditationes de origine fontium et aquae putealis [gekrönte Preisschrift], Bordeaux 1741).

¹⁾ Die Beeinflussung der griechischen Gewässerkunde durch die ausgesprochene Natur des Landes, von dem man die beste Kenntnis besaß, stellten zuerst C. Neumann und J. Partsch ins richtige Licht (Physikalische Geographie von Griechenland, Breslau 1885, S. 254 ff.).

²⁾ v. Lasaulx, a. a. O., S. 30 ff.

³⁾ Gilbert, a. a. O., S. 253 ff.

⁴⁾ Hievon spricht der Alexandriner Hero (Herons von Alexandria Druckwerke und Automatentheater, griechisch und deutsch herausgegeben

hypothese wurde das Auftreten des Aristoteles¹⁾, dem ja doch die Suprematie je länger je weniger verweigert werden konnte. Innerhalb des Erdballes vollzieht sich eine stetige Neubildung des Wassers, jedoch nicht etwa aus Erde, wie zunächst anzunehmen wäre, sondern vielmehr aus der dort eingedrungenen Luft. Diese hätte den kürzesten Weg zu den in die Atmosphäre aufragenden Bergen, und deshalb stammten auch alle großen Flüsse von den Hochgebirgen ab²⁾. Wir haben hier eine neue Schwammtheorie vor uns; „die Berge seien in nächster Verbindung mit der Luft; sie seien gleichsam Schwämme, welche die Luft in ihre Poren aufsaugen, um sie sodann in Wasser umzuwandeln. . . .“ Atmosphärisches Wasser kommt auch hinzu, aber die eingedrungenen Massen hält Aristoteles nicht für genügend, um vom Phänomen der Quellbildung ausreichende Rechenschaft zu geben.

Auch Posidonius dürfte dieser Auffassung zugetan gewesen sein³⁾, denn er verwirft zwar (s. o.) die meteorische Entstehung des Grundwassers nicht, beharrt aber auch bei der Transmutationslehre, wie denn auch die landwirtschaftliche Schriftensammlung einer sehr viel späteren Zeit („Geoponica“) in einem ganz auf den Stoiker zurückgehenden Teile beiden Möglichkeiten ihr Recht angedeihen läßt. Subsidiär wenigstens will auch Seneca die Bildung von Bodenwasser aus anderen Elementen zulassen⁴⁾. Und so verblieb es auch noch im Mittelalter, wo neben der nach dieser Seite hin oben be-

v. W. Schmidt, Leipzig 1899, S. 5). Es handelt sich um die Ablehnung der Lehre vom allgemeinen Vakuum.

1) A. a. O., S. 416 ff.

2) Der geographische Fundamentalirrtum hat, wie man weiß, dazu geführt, in Mittelrußland ein gigantisches Gebirge vorauszusetzen, das erst im XVI. Jahrhundert von der Karte verschwand (Günther, Geschichte der Erdkunde, Leipzig-Wien 1904, S. 98).

3) Auf dieses als „*Δημοκρίτου ἑδρασσολικόν*“ bezeichnete Exzerpt wird von Gilbert (a. a. O., S. 427) mit dem Bemerkten hingewiesen, daß es tatsächlich nicht auf Democritus, sondern eben auf Posidonius zurückgehe.

4) Gilbert, a. a. O., S. 431 ff.

sprochenen Filtriertheorie auch die Elementenverwandlung ihre Rolle spielte¹⁾. Das war man der höchsten Autorität, dem Stagiriten, schuldig.

Hiemit wäre sonach unsere Übersicht über die Möglichkeiten abgeschlossen, welche der antiken Welt zur Verfügung standen, um sich kausal die Transgression terrestrischer Wassermengen verständlich zu machen. Auf zwiefache Weise konnte, sozusagen, die Erde auf die ihr von den Gestirnen vermeintlich auferlegten Verpflichtungen reagieren:

I. Die in den unterirdischen „Hydrophylazien“ aufgespeicherten Wasservorräte fanden dort nicht mehr den notwendigen Raum und traten, weite Flächen überschwemmend, aus ihrem Gefängnisse hervor²⁾;

II. Durch den nie rastenden Umwandlungsprozeß, der sowohl Erde als auch Luft in Wasser verwandelt, war ein Überschuß des letzteren erzeugt worden, und es ergab sich so die gleiche Konsequenz des Kataklysmus, der mithin auch unter dieser Voraussetzung kein universeller, sondern nur ein örtlicher sein konnte.

Zum Schlusse darf nicht unerwähnt bleiben, daß, wie aus einer Andeutung Senecas³⁾ erhellt, der umsichtige Posidonius auch noch eine dritte ursächliche Beziehung gestreift hat, die er vielleicht in seinem verloren gegangenen Werke (s. o.) noch ausgestaltet haben mag, die aber leider von uns nicht weiter verfolgt werden kann. Wir kennen von

¹⁾ Ristoro läßt auch das vierte Element, das Feuer, teilnehmen. Er sagt (a. a. O., S. 233):

„Et quando el fuocho si ingrossa per la virtu delle stelle diventa aire. Et quando laire s'ingrossa diventa acqua.“

„Und wenn das Feuer sich durch die Kraft der Gestirne verdichtet, wird es Luft. Und wenn die Luft sich verdichtet, geht sie in Wasser über.“

²⁾ Es wäre dies in großem Maßstabe der nämliche Effekt, der sich in Karstländern geltend macht, wenn aus den Speilöchern („Ponoren“) das subterrane Wasser austritt, um die „Poljen“ und leeren Seemulden anzufüllen.

³⁾ H. Berger, a. a. O., S. 567 ff.

E. Sueß¹⁾ einen lapidaren Ausspruch: Der Erdball sinkt ein, das Meer folgt nach. Und Ablagerungen bedingen den Austritt. Ist dem so, dann verdient Posidonius in der Geschichte der Tektonik einen Ehrenplatz, und seine Erklärung der Meerestransgression wäre ohne Zweifel die rationellste gewesen — diejenige, die auch von der fortgeschrittenen Wissenschaft unserer Tage in vielen Fällen den Verschiebungen der Grenzlinie zwischen Meer und Festland zu grunde gelegt wird²⁾.

§ 4. Wechselwirkung zwischen Himmel und Erde.

Es bleibt, wie wir sahen, noch eine wichtige Frage übrig: Dachte das Altertum überhaupt daran, eine andere als eine rein äußerliche Beziehung zwischen der astronomischen Periode und der sich in den wiederholten Überflutungen aussprechenden zu konstruieren? Der Gegenwart erscheint das so selbstverständlich, daß man analoge Bestrebungen auch bei der Vergangenheit voraussetzen zu müssen glaubt. Allein das Kausalitätsbedürfnis verschiedener Zeiten ist nicht das nämliche. Die Epizykentheorie des Ptolemäus ist gewiß ein geometrisch-kinematisches Meisterstück, aber selbst Copernicus, der ja bekanntlich einen Teil dieses Rüstzeuges noch beibehielt³⁾, nahm nicht den geringsten Anstoß an der für uns sinnlosen Annahme, ein materieller Körper könne sich auf der Peripherie eines Kreises um einen ideellen Mittelpunkt

¹⁾ E. Sueß, Das Antlitz der Erde, 2. Band, Prag-Wien-Leipzig 1888, S. 677 ff.

²⁾ Aus dem späteren Mittelalter scheint auch eine abweichende Auffassung vorzuliegen, die einer Überprüfung bedürftig wäre. Wir lesen nämlich bei v. Zittel (a. a. O., S. 16), Alessandro Alessandri habe die periodischen Überschwemmungen auf Schwankungen der Umdrehungsachse der Erde zurückführen wollen. Allein wer wußte zwischen 1461 und 1523 etwas von der Rotation der Erdkugel um ihre Achse?

³⁾ Den sehr verbreiteten Irrtum, der Begründer der heliozentrischen Weltanschauung habe endgültig mit Exzentren und Epizykeln aufgeräumt, berichtigt R. Wolf (Geschichte der Astronomie, München 1877, S. 238 ff.).

bewegen. So besteht anscheinend zwischen den beiden Teilen, in welche das Phantom der Apokatastasis zerfällt, zwar ein vollständiger Parallelismus, nicht aber ein ursächlich einigendes Band.

Man könnte zunächst darauf verfallen, dieses fehlende Band in der sogenannten Geographischen Astrologie der Griechen — und der in ihre Fußtapfen tretenden Römer — zu erblicken. Auf deren Bedeutung ist mit vollem Bewußtsein wohl erst von Boll¹⁾ unsere Aufmerksamkeit hingelenkt worden. Er benennt Hipparch, Hephästio, Ptolemäus, Vettius Valens, ferner Manilius (s. o.) und einige Araber, unter denen wieder Abú Mäsâr hervorsticht, als diejenigen Schriftsteller, aus denen man sich über jenen sonderbaren, darum aber von Manchen nicht minder hoch gewerteten Wissenszweig unterrichten könne. Der Endzweck desselben mag etwa so bestimmt werden: Die Länder und die sie bewohnenden Völker stehen unter der Einwirkung gewisser angebbarer Gestirne und Konstellationen. Diese Beeinflussung mußte dann also auch natürliche Gründe haben, und wenn demzufolge Gesetzmäßigkeiten zwischen Himmels- und Erdsphäre obwalteten, so konnten solche auch in dem uns hier allein angehenden Falle ihre Pflicht tun.

Diese Erwartung geht jedoch nicht in Erfüllung. Man staunt, mit wie wenig Geist, das muß offen zugestanden werden, gelehrte und gescheite Männer sich über das, bestünde es wirklich, so folgenschwere Problem hinweg setzen zu können wähten. Es waren größtenteils recht oberflächliche, ja nach unseren Begriffen läppische Vergleiche, die man zwischen den für die Namengebung der Sternbilder maßgebenden Sagen und den Örtlichkeiten auf der Erdoberfläche zog; Vergleiche, die

¹⁾ F. Boll, Die Erforschung der alten Astrologie, Neue Jahrb. f. d. klass. Altertum, Gesch. u. Literatur, I, 21. Band, S. 114. Indessen findet man auch nach dieser Richtung hin manch sehr Verwertbares in früheren Schriften (Uhlmann, Grundzüge der Astronomie und Astrologie der Alten, besonders der Ägypter, Leipzig 1857; Häbler, Astrologie im Altertum, Zwickau 1879, letztere in vielen Hinsichten wertvoll).

sich kaum je aus dem Bereiche des Mythologisch-Trivialen heraushoben. Carneades, an den sich gleichwohl Römer, Neuplatoniker und christliche Schriftsteller mit Vorliebe hielten, war eigentlich kein Freund dieser ganzen Richtung¹⁾. Auf ihn folgte Panätius, der für uns hier eine gewisse Bedeutung insoferne beanspruchen kann, als er ein Anhänger des Dogmas von der Unzerstörbarkeit des Kosmos war²⁾ und folglich auch den astronomischen Einflüssen keine allzu große Tragweite zuerkannte. Es gehören ferner in diese Klasse von Autoren noch Ptolemäus³⁾ und Firmicus Maternus⁴⁾, aber weder bei ihnen, noch bei ihren arabischen Nachtretern⁵⁾ begegnet man einem ernstlichen Versuche, die irdischen und astronomischen Geschehnisse durch mehr als durch bloße Worte zu verknüpfen. Darüber, wie sich im Altertum auch die Denkweise über die unmittelbar meteorologische Betätigung der Gestirne gewandelt hat, gibt Pfeiffer⁶⁾ schätzbare Aufklärungen. Ursprünglich galt lediglich die zeitliche Übereinstimmung; gewisse Erscheinungen am gestirnten Himmel waren die tatsächlichen Vorboten des Eintretens gewisser Lufterscheinungen, aber nach und nach sollte diese Übereinstim-

¹⁾ Boll, Studien zu Claudius Ptolemäus (s. o.), S. 181 ff.

²⁾ Gilbert, a. a. O., S. 236. „Panätius schloß sich der Lehre von der Vergänglichkeit der Welt nicht an“.

³⁾ Ptolemäus, Tetrabiblos, lib. II, cap. 1.

⁴⁾ In Betracht zu ziehen ist das siebente Buch im „Liber Matheos“ dieses Spätromers. Seine Hauptquelle ist Manilius (s. o.), aber sklavisch war er von ihr nicht abhängig. „Firmicus hatte rhetorische Bildung genug, um nicht nur abschreiben zu müssen“, sagt Boll (Sphära; neue griechische Texte und Untersuchungen zur Geschichte der Sternbilder, Leipzig 1903, S. 401).

⁵⁾ Am eingehendsten finden sich alle diese Fragen erörtert bei Abū Māsār (Boll, a. a. O., S. 413 ff.).

⁶⁾ E. Pfeiffer, Studien zum antiken Sternglauben, Leipzig-Berlin 1916. Den Mittelpunkt der Gegensätzlichkeit bildet die Fragestellung: Verursachen („ποιεῖν“) die Vorgänge in der Sternwelt die Witterungsphänomene oder sind sie bloß die sonst unbeteiligten Ankündiger, die zuverlässig anzeigen („ἐπισημαίνειν“), daß dies oder jenes in unserer Luft-hülle sich ereignet?

mung auch eine kausale werden. Vorab die minder kritisch veranlagten Römer¹⁾ stellten sich auf diesen Standpunkt. Auch da warf aber niemand die schwierige Frage des warum? auf.

Wir sehen uns auf diesem Wege hingeleitet zu einem Endergebnis unserer Untersuchung, das wir etwa folgendermaßen zu formulieren berechtigt sind: Die griechische Apokatastasis wurde zugleich auf astronomische und physisch-geographische Perioden begründet, über die man sich klare und in einem bestimmten Sinne auch richtige Anschauungen gebildet hatte; ein zielbewußter Versuch dagegen, diese beiden Erscheinungskomplexe auch als innerlich zusammengehörig zu erkennen und zu erweisen, ist niemals unternommen worden. Die in langer Geistesarbeit gewonnene Einsicht, daß ein solches Bestreben schon deshalb aussichtslos gewesen wäre, weil die vermutete tellurische Periodizität in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, stand der Antike nicht zur Verfügung, und so muß das Unterbleiben des Versuches eben doch als ein grundsätzlicher Mangel der in so mancher anderen Rücksicht wahrlich nicht gering zu schätzenden griechischen Naturwissenschaft anerkannt werden.

¹⁾ Hauptsächlich Vitruvius, Plinius und Columella, der den Aufgang Arcturs als Vorboten von Stürmen stigmatisiert. Der Agronom erinnert auch (v. Lasaulx, a. a. O., S. 39 ff.) an die von den Landleuten gelegentlich behauptete, astronomisch gedeutete Klimaänderung, will sie jedoch nicht gelten lassen. Die Araber freilich (Massudi, Alpetragius) dehnen diesen klimatischen Wechsel so weit aus, daß man sogar mit dem Übergange einer Erdgegend aus dem Zustande der Bewohnbarkeit in den entgegengesetzten zu rechnen hätte (Duhem, a. a. O., S. 66 ff.).

Namen-Index.

- Abraham bar Chija (Savasorda) 91.
 Abûl Hassân 94. 95.
 Abû Mâsâr 108. 109.
 Albategnius (Al Bâtânî) 92. 93. 95.
 Albertus Magnus 90. 103.
 Alessandri 107.
 Albîrûnî 91.
 Alfons X. (von Kastilien) 95.
 Alpetragius (Al Bitrodji) 94.
 Anaxagoras 102.
 Anaximander 102.
 Apulejus 100.
 Archytas 88.
 Aretes von Dyrhachium 86.
 Aristarchus 86.
 Aristoteles 89. 95. 98. 100. 102. 105.
 v. Arnim 85.
 Aryabhatta 90.
 Arzachel (Al Zarkali) 93. 94. 95.
 Averroes 94.
Baldi 90.
 Berger 96. 97. 98. 102. 106.
 Bhascara Acharya 91.
 Boll 97. 108. 109.
 Boncompagni 93.
 Bursian 100.
 Campanus von Novara 93.
 Carneades 109.
 Cassander von Salamis 86.
 Celsus 85.
 Censorinus 85.
 Chabaille 103.
 Chrysippus 85. 100. 104.
 Cicero 86.
 Claramontius 103.
 Cleanthes 85.
 Columella 110.
 Copernicus 91. 92. 107.
 Cuvier 84.
D'Abano (Pietro) 94.
 Dante Alighieri 104.
 Delambre 95.
 Deluc 84.
 Democritus 105.
 Diels 97.
 Dieterici 103.
 Dio von Neapolis 86.
 Diogenes Apolloniates 104.
 Domenico Maria von Novara 91.
 Doppelmayr 90.
 Duhem 86. 87. 89. 90. 92. 93. 94.
 95. 110.
 Epicurus 100. 102.
 Eratosthenes 97. 98.
 Eudoxus 89. 94.
 Eusebius 84.
 Euthymenes 101.
Firnicus Maternus 109.
 Fischer 99.
Galenus 85.
 Gilbert 85. 97. 98. 101. 102. 103.
 104. 105. 109.
 Goldbacher 100.
 Grosseteste 93.
 Gruppe 88.
 Günther 92. 102. 103. 105.
Häbler 108.
 Hartenstein 88.
 Hecatäus 101.
 Heller 90.
 Hephästio 108.
 Heraclitus 85.
 Hero 104.
 Herodotus 96. 102.
 Hilprecht 87.
 Hipparchus 87. 88. 90. 93. 95. 98. 100.
 Hippo von Rhegium 102.
 Hommel 87.
 Houzeau 93.
 Hypatia 90.
 Ideler 87.
Kalonymos 94.
 Kretschmer 103.
 Kühn 104.
 Künßberg 100.

- Lancaster 92.
 v. Lasaulx 83. 85. 86. 104. 110.
 Latini (Brunetto) 103.
 Lionardo da Vinci 103.
 Lucilius 96.
 Lucretius 96. 102.
 Lyell 84.
 Macrobius 86. 89.
 Manilius 97. 108.
 Manitius 87. 93.
 Martin 87. 90.
 Massudi 91. 110.
 Meschalla 90.
 Migne 84.
 Minucius Felix 85.
 Müller 100.
 Nallino 92. 93.
 Narducci 103.
 Nehring 97. 99.
 Neumann 104.
 Nicetas Chioniates 86.
 Nöggerrath 84.
 Ocellus 104.
 Origenes 84. 89.
 Ovidius 86. 100.
 Panätius 109.
 Partsch 104.
 Penck 84. 103.
 Pfeiffer 109.
 Philo 99.
 Plato 88. 89. 98. 102.
 Plinius 110.
 (Pseudo-)Plutarchus 85.
 Posidonius 99. 100. 103. 104. 105. 106.
 Proclus 88.
 Prowe 91.
 Ptolemäus 87. 90. 92. 93. 97. 107.
 108. 109.
 Pythagoras 86. 88.
 Reinaud 91.
 Reysch 103.
 Ricci 94.
 Ristoro von Arezzo 103. 106.
 Sachau 91.
 Schmidt (W., Geograph) 104.
 Schmidt (W., Mathematiker) 105.
 Schühlein 99.
 Scipio 89.
 Sédillot 95.
 Seneca 96. 99. 100. 101. 102. 105.
 106.
 Serbin 97.
 Simplicius 89.
 Solon 98.
 Steinschneider 90. 93. 94.
 Stobäus 88.
 Strabo 96. 97. 98. 99. 100.
 Strato 97. 104.
 Sueß 107.
 Sullivan 84.
 Täbit ben Kurrah 92. 93. 94.
 Tacitus 86.
 Tannery 87.
 Teuffel 97.
 Thales 101. 102.
 Theo Alexandrinus 89. 90. 101.
 Theo Smyrnäus 87.
 Themistius 89.
 Theophrastus 99. 100.
 Timäus 88. 98.
 Uhlemann 108.
 Vettius Valens 108.
 Vitruvius 103. 110.
 van Wageningen 97.
 Wapowski 92.
 Wegener 95.
 Windischmann 88. 98.
 Wolf 107.
 Wüstenfeld 92.
 Xanthus 96. 97.
 Xenophanes 102.
 Zeller 85.
 v. Zittel 97. 107.
 Zöckler 84.