

**Untersuchung der naturwissenschaftlichen Fragmente
des stoischen Philosophen Poseidonios
und ihrer Bedeutung für seine Naturphilosophie**

Von der Philosophischen Fakultät der Universität Hannover
zur Erlangung des Grades einer Doktorin der Philosophie (Dr. phil.)
genehmigte Dissertation

von Christa-Vera Grewe
geboren am 21. Juni 1932 in Hannover

Referent: Prof. Dr. Friedrich Wilhelm Korff

Korreferent: Prof. Dr. Georg Schwedt

Tag der Promotion: 13. Dezember 2005

Abstract

Der Philosoph Poseidonios aus Apameia in Syrien war ein wichtiger Vertreter der stoischen Philosophie und ein früher Naturforscher. Obgleich seine Schriften nur in Fragmenten überliefert sind, konnte eine Beschreibung seines Lebenslaufes, seiner weiten Reisen und seines Wirkens in einer eigenen Schule auf Rhodos gegeben werden. Von seinen naturwissenschaftlichen Fragmenten wurden diejenigen ausgewählt und untersucht, die Poseidonios' Erforschung der Abläufe von Erdbeben und Vulkantätigkeit und des Vorkommens von Erdöl und Asphalt beinhalten sowie seine Aufstellung der Metallvorkommen in Gallien und Spanien mit seiner ausführlichen Beschreibung der spanischen Bergwerke und der in ihnen herrschenden Arbeitsbedingungen. Die Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß Poseidonios als Erklärung für die Ursachen dieser Naturerscheinungen Theorien aufstellte, die im weiteren Verlauf der Antike weder weiterentwickelt noch widerlegt wurden und nach dem Ende der Spätantike verloren gingen.

The philosopher Poseidonios of Apameia in Syria was an important representative of Stoic philosophy and an early natural scientist. Although his writings survive only in fragments, it is possible to give an account of his life, his wide travels, and his activities as founder and teacher of his own philosophical school on Rhodos. From among his natural science fragments this work focuses on those presenting Poseidonios' research on earthquakes and volcanic activity and the occurrence of crude oil and asphalt, as well as his account of metal deposits in Gaul and Spain with his detailed description of Spanish mining and the working conditions prevailing there. The investigation leads to the conclusion that Poseidonios developed theories to explain these phenomena that in the later course of antiquity were neither expanded nor contradicted. Instead, toward the end of late antiquity, these theories were lost.

Schlagworte: Antike. Philosophie. Naturwissenschaft.
Antiquity. Philosophy. Natural.Science.

Inhalt

<i>Einleitung</i>	10
1 Die Persönlichkeit	13
1.1 Sein Leben	13
1.2 Freunde und Schüler	25
1.3 Ansehen und Einfluß	33
1.4 Die Reisen des Poseidonios	37
1.4.1 Vorbemerkungen	37
1.4.2 Reisen in Syrien und Palästina	39
1.4.2.1 Datierung	39
1.4.2.2 Die Reiserouten	41
1.4.3 Reisen nach und in Italien	44
1.4.3.1 Datierung	44
1.4.3.2 Die Reiserouten	46
1.4.4 Die große Reise in den Westen	47
1.4.4.1 Datierung	47
1.4.4.2 Die Reiserouten	49
1.4.5 Reisen nach Ägypten.....	55
1.5 Die Schriften des Poseidonios	56
1.5.1 Allgemeines.....	56
1.5.2 Die Schrift „Über den Ozean“	57
1.5.3 Die Historien	58
1.5.4 Die physikalischen Schriften.....	60
1.5.4.1 Die Naturtheorie	60
1.5.4.2 Über das Leere.....	61
1.5.4.3 Vergleich von Arat und Homer in mathematischen (astronomischen) Fragen.....	61
1.5.4.4 Über die Welt.....	61
1.5.4.5 und 1.5.4.6 Meteorologie und Meteorologische Elementarlehre.....	62
1.5.4.7 Über die Götter	62
1.5.4.8 Über Feste.....	63
1.5.4.9 Über die Weissagung.....	63
1.5.4.10 Über das Schicksal.....	63
1.5.4.11 Über Heroen und Dämonen.....	63
1.5.4.12 Über die Seele.....	64
1.5.4.13 Über Seelen- und Menschenteilung.....	64
1.5.4.14 Eschatologie.....	64
1.5.5 Die Schriften über die Ethik	64
1.5.5.1 Über Gold und Silber.....	64
1.5.5.2 Ethische Theorie	65

1.5.5.3 Über die Affekte	65
1.5.5.4 Über (den Unterschied der) Tugenden.....	65
1.5.5.5 Über Güter und Übel	65
1.5.5.6 Über die Lebensziele	66
1.5.5.7 Über die Pflichten	66
1.5.5.8 (Über das Halten von) Mahnreden zur Philosophie.....	66
1.5.5.9 Über körperliche und seelische Affektionen	66
1.5.5.10 Über den Zorn.....	66
1.5.5.11 Anhang.....	67
1.5.6 Die Schriften über die Logik	67
1.5.6.1 Über die Dialektik.....	67
1.5.6.2 Über die Rhetorik (Redekunst)	68
1.5.6.3 Gegen den Rhetor Hermagoras über die allgemeine Thesis	68
1.5.6.4 Über die Sprachform, eine Einführungsschrift	68
1.5.6.5 Über das Unterscheidungsmerkmal	68
1.5.7 Die technischen Schriften.....	68
1.5.7.1 Gegen Zenon von Sidon	68
1.5.7.2 Geometrische Grundlehre	69
1.5.7.3 Taktik.....	69
1.5.8 Nicht verfaßte Schriften und Briefe.....	69
2 Die Physik (<i>ἡ φυσική</i>) in der Philosophie Platons, Aristoteles' und der Stoiker	71
2.1 Definition der antiken Physik	71
2.2 Die platonische Physik.....	71
2.3 Die aristotelische Physik.....	73
2.3.1 Das naturwissenschaftliche Denken des Aristoteles.....	73
2.3.2 Hyleprinzip und Formprinzip	74
2.3.3 Dynamis und Energeia / Potenz und Akt.....	74
2.3.4 Die vier Ursachen (<i>αἰτίαι</i>)	74
2.3.5 Die Lehre von den Elementen und der Bewegung	75
2.3.6 Die Kosmologie.....	76
2.4 Die Physik der Alten Stoiker.....	77
2.4.1 Das Wirken des Logos	77
2.4.2 Die vier Urqualitäten und die vier Elemente	78
2.4.3 Die Kosmologie.....	78
2.5 Die Physik des Poseidonios.....	79
2.5.1 Poseidonios' Einordnung der Physik in die Philosophie.....	79
2.5.2 Die poseidonische Physik.....	82
3 Das Verhältnis von Philosophie und Fachwissenschaften.....	87
3.1 Die Entstehung der Fachwissenschaften.....	87

3.2 Poseidonios' Einordnung der Fachwissenschaften in die Philosophie	89
4 Seismologie	98
4.2.1 Östlicher Mittelmeerraum.....	101
4.2.2 Zentraler Mittelmeerraum.....	101
4.2.3 Westlicher Mittelmeerraum	102
4.2.4 Tsunamis	102
4.3 Historische Erdbeben in Griechenland und dem östlichen Mittelmeer zwischen 600 und 50 v. Chr.	103
4.4 Poseidonios' Erdbebentheorie	117
4.4.1 Erdbeben als Strafe der Götter	117
4.4.2 Die Vorsokratiker	117
4.4.3 Aristoteles.....	118
4.4.4 Theophrast	123
4.4.5 Straton von Lampsakos	127
4.4.6 Poseidonios.....	127
4.4.7 Nachfolger des Poseidonios	133
5 Vulkanismus	135
5.2 Der Ätna (Aitne)	138
5.2.1 Morphologische Übersicht	138
5.3 Der Vesuv (Vesuvius)	148
5.3.1 Morphologische Übersicht	148
5.3.2 Vesuvausbrüche in der Antike.....	148
5.4 Die Phlegräischen Felder, Phlegrae Campi	154
5.4.1 Morphologische Übersicht	154
5.4.2 Vulkanologische Entwicklung.....	156
5.4.3 Beschreibungen von vulkanischen Phänomenen der Phlegräischen Felder in der antiken Literatur	159
5.5 Die Aeolischen Inseln. Aeoli Insulae (Isole Eolie oder di Lipari)	166
5.5.1 Geographische Lage	166
5.5.2 Strongyle (Stromboli).....	168
5.5.2.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen.....	168
5.5.2.2 Die Berichte antiker Autoren.....	170
5.5.3 Lipara (Lipari)	171
5.5.3.1 Morphologie und vulkanische Entwicklung	171
5.5.3.2 Das antike Lipara	175
5.5.4 Hierä (Vulcano) mit der kleinen Halbinsel Vulcanello	175
5.5.4.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen von Hierä	176
5.5.5 Vulcani (Vulcanello)	178
5.5.5.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen.....	178

5.5.6 Die Fossa I auf Hiera in der Antike.....	180
5.5.7 Die Entstehung der Insel Vulcani (Vulcanello).....	184
5.6 Die Katakekaumene.....	190
5.6.1 Morphologische Übersicht	190
5.6.2 Die Katakekaumene in der Antike.....	191
5.7 Poseidonios' Theorie des Vulkanismus.....	193
5.7.1 Aufbau seiner Theorie	193
5.7.2 Einfluß von Aristoteles und Theophrast auf Poseidonios	198
5.7.3 Überlieferung bei Ioannes Lydos	201
6 Erdöl und Asphalt.....	203
6.1 Nomenklatur.....	203
6.1.2 In der Antike gebräuchliche Bezeichnungen für Erdöl und Asphalt.....	204
6.2 Vorkommen und Gewinnung von Erdöl und Asphalt.....	206
6.2.1 Die gegenwärtigen Erdölvorkommen in der Alten Welt.....	206
6.2.2 Vorkommen von Erdöl und Asphalt in der Antike.....	207
6.2.3 Entstehung von Erdöl	220
6.2.3.1 Moderne Erklärung	220
6.2.4 Poseidonios' Theorie der Entstehung von Asphalt und Erdöl.....	221
6.2.5 Moderne Verfahren zur Gewinnung und Aufarbeitung von Erdöl.....	222
6.2.6 Gewinnung und Reinigung von Erdöl und Asphalt in der Antike	224
6.3 Chemische Zusammensetzung und Eigenschaften von Erdöl.....	233
6.3.1. Die moderne Erdölchemie	233
6.3.2 Wissensstand über die Eigenschaften von Erdöl und Asphalt in der Antike	237
6.4 Verwendung von Naphtha und Asphalt	249
7 Metalle und Bergwerkswesen.....	259
7.1 Vorbemerkung	259
7.2 Gold, χρυσός, aurum.....	259
7.2.1 Eigenschaften	259
7.2.2 Berggold und Seifengold.....	260
7.2.3 Goldvorkommen in Südgallien, in der Provinz Gallia Narbonensis	261
7.2.4 Goldvorkommen auf der iberischen Halbinsel, in den Provinzen Hispania Citerior, Hispania Ulterior, Hispania Tarraconensis und Lusitania	264
7.2.5 Seifengold.....	264
7.2.5.1 Vorkommen	264
7.2.5.2 Gewinnung von Seifengold	267
7.2.6 Berggold	269
7.2.6.1 Vorkommen	269
7.3 Silber, ἄργυρος, argentum.....	270

7.3.1	Eigenschaften	270
7.3.2	Vorkommen.....	270
7.3.2.1	Vorkommen auf der iberischen Halbinsel	271
7.3.2.1.1	Vorkommen im Gebiet an der Ostküste.....	271
7.3.2.1.2	Vorkommen in der Baetica:	272
7.3.2.1.3	Vorkommen in Lusitanien:	273
7.3.2.1.4	Vorkommen in den Pyrenäen.....	273
7.3.2.1.5	Vorkommen im Gebiet nördlich des Iberus (Ebro), im heutigen Katalonien	274
7.3.2.1.6	Vorkommen in Keltiberien	274
7.4	Kupfer, χαλκός, aes, cuprum	274
7.4.1	Eigenschaften	274
7.4.2	Vorkommen.....	275
7.4.2.1	Kupfervorkommen in den spanischen Provinzen	275
7.4.2.1.1	Vorkommen in der Baetica	276
7.4.2.1.2	Vorkommen in den westlichen Gebieten	276
7.4.2.1.3	Vorkommen in den Pyrenäen.....	276
7.5	Blei, μόλυβδος, plumbum nigrum	277
7.5.1	Eigenschaften	277
7.5.2	Vorkommen.....	278
7.5.2.1	Vorkommen auf der iberischen Halbinsel	278
7.6	Zinn, κασσίτερος, plumbum album	279
7.6.1	Eigenschaften	279
7.6.2	Vorkommen.....	280
7.6.2.1	Vorkommen in Galicien und Lusitanien	280
7.7	Zink	282
7.7.1	Eigenschaften	282
7.7.2	Vorkommen.....	283
7.7.2.1	Vorkommen auf der iberischen Halbinsel	284
7.8	Quecksilber, ἄργυρος χυτός, ὑδράργυρος, argentum vivum, hydrargyrum.....	287
7.8.1	Eigenschaften	287
7.8.2	Vorkommen.....	288
7.8.2.1	Vorkommen in Hispania.....	289
7.9	Eisen, σίδηρος, ferrum	290
7.9.1	Eigenschaften	290
7.9.2	Technische Eisensorten	291
7.9.3	Vorkommen.....	291
7.9.3.1	Vorkommen auf der iberischen Halbinsel	294
7.10	Das Bergwerkswesen auf der iberischen Halbinsel.....	297
7.10.1	Die rechtliche Situation im römischen Bergbau.....	301
7.10.2	Prospektion und Schürfarbeit	302

7.10.3 Der Grubenbau	303
7.10.4 Das Werkzeug	304
7.10.5 Die Förderung	304
7.10.6 Beleuchtung und Bewetterung	305
7.10.7 Wasserhaltung	306
7.10.8 Der Bruchbau	310
7.11 Aufarbeitung der Erze.....	311
7.11.1 Zerkleinerung des Gesteins	311
7.11.2 Die Erzwäsche	312
7.11.3 Die Verhüttung der Erze.....	313
7.11.3.1 Gold	313
7.11.3.1.1 Scheidung von Gold und Silber durch Zementation	313
7.11.3.2 Silber und Blei	315
7.11.3.2.1 Die Verhüttung.....	315
7.11.3.2.2 Die Kupellation	316
7.11.3.3 Kupfer.....	318
7.11.3.3.1 Die Verhüttung.....	318
7.11.3.3.2 Die „Bleiarbeit“	320
7.11.3.3.3 Das Raffinieren des Kupfers	321
7.11.3.3.4 Öfen und Tiegel	321
7.11.3.4 Zinn.....	322
7.11.3.5 Eisen	323
7.11.3.5.1 Das Rennfeuer.....	323
7.11.3.5.2 Das Schmieden des Eisens	324
7.11.3.6 Die Ausbeute an Gold, Silber und Kupfer	325
7.11.4 Die Bergarbeiter	328
7.11.4.1 Beurteilung der Sklaverei durch Philosophen	328
7.11.4.2 Die soziale Situation im römischen Bergbau	332
7.11.4.3 Anzahl der Beschäftigten.....	332
7.11.4.4 Arbeitsbedingungen	334
7.11.4.5 Die Aufstände der Bergwerkssklaven in Attika	337
7.11.4.6 Poseidonios' Beurteilung der Aufstände	341
7.11.5 Beurteilung des Besitzes von Gold und Silber	344
Resümee	346
Literaturverzeichnis.....	348

Einleitung

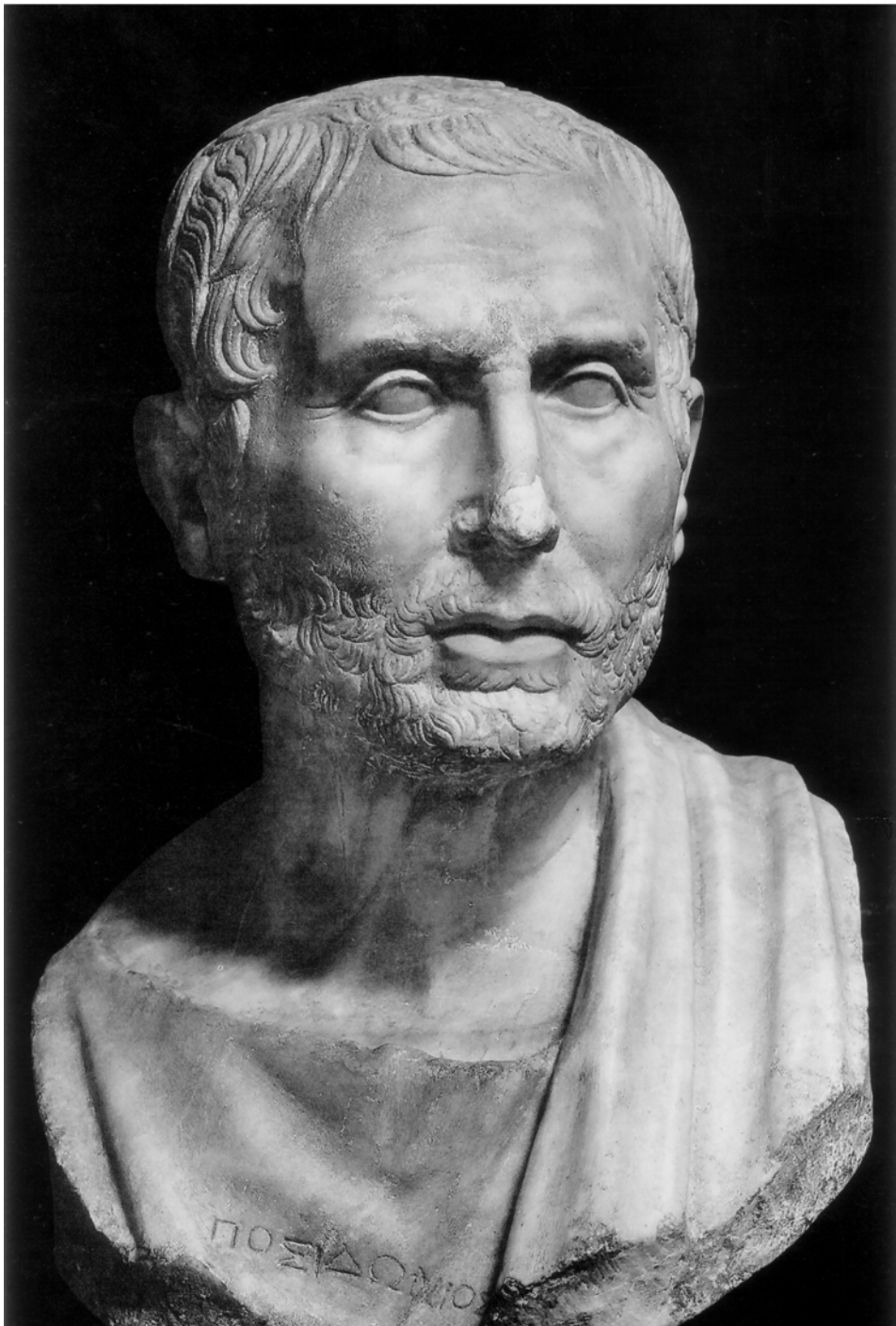
Als eine der faszinierendsten Persönlichkeiten der stoischen Philosophie erweist sich Poseidonios aus Apameia (135–51 v.Chr.), der auf Rhodos lebte und dort eine eigene Schule betrieb. Eine Beschäftigung mit den Schriften dieses Philosophen ließ den Wunsch nach einem intensiveren Studium aufkommen, denn seine Gelehrsamkeit umfaßte alle Wissensgebiete der Philosophie und der Naturkunde. Sein umfangreiches Schrifttum ist im Original verlorengegangen und nur in Fragmenten durch die Schriften anderer antiker Autoren überliefert. In der Fragmenten-Sammlung von Willy Theiler sind diese den einzelnen, mit Titel genannten Schriften zugeordnet. Eine Vielzahl der Fragmente ist in seinen „Historien“ und in seiner Schrift „Über den Ozean“, die eine Naturkunde beinhaltet, zusammengefaßt. Die übrigen Fragmente sind in ethische, physikalische und logische Schriften unterteilt. In dieser Arbeit werden sie mit kurzen Inhaltsangaben aufgeführt. Poseidonios war der einzige antike Philosoph, der ein Geschichtswerk geschrieben hat, und die Ausführungen in seinem Ozeanbuch zeigen, daß er ein hervorragender Forscher war, der als genauer Beobachter die Vorgänge in der Natur wahrnahm und nach Erklärungen suchte.

Poseidonios' physikalisches Weltbild ist durch die stoische Philosophie geprägt, was aufgezeigt werden soll, ebenso sein Verhältnis zu den sich im Hellenismus herausbildenden Fachwissenschaften.

Seine naturkundlichen Kenntnisse hatte er auf weiten Reisen durch die Mittelmeerländer erwerben können, und anhand der geographischen Angaben wird es möglich sein, die Reiserouten zu erfassen. Poseidonios-Fragmente mit naturkundlichem Inhalt liegen in vielen allgemeinen Abhandlungen über die stoische Philosophie und in speziellen Schriften über Poseidonios vor, jedoch ohne irgendeine Bewertung aus naturwissenschaftlicher Sicht. Dies war der Anlaß, eine solche vorzunehmen. Als Schwerpunkte sind Poseidonios' Abhandlungen über die Naturphänomene Erdbeben, Vulkanausbruch und über die Asphalt- und Erdölquellen gewählt worden, und diese sollen durch Aussagen anderer antiker Philosophen und Historiker ergänzt und erweitert werden.

Größtes Interesse bekundete Poseidonios für die Metallvorkommen und das Bergwerkswesen in Südgallien und Spanien. Ausführliche Beschreibungen, die auf Autopsie beruhen, sind überliefert und in moderne Abhandlungen aufgenommen, jedoch nicht nach ihrem naturwissenschaftlichen und technischen Inhalt hinterfragt. Diese Auswertung soll so vorgenommen werden, daß sowohl die Ausführungen anderer antiker Autoren wie auch die Forschungsergebnisse der Archäologie herangezogen werden. Die metallhaltigen Mineralien werden nach Fundorten geordnet, und zum besseren Verständnis werden die chemischen und

physikalischen Eigenschaften der Metalle aufgeführt. Die Gewinnung der Metalle in der Antike ist durch moderne Versuche aufgeklärt worden, und diese Ergebnisse werden vorgestellt. Es soll jedoch nicht nur der naturwissenschaftliche Aspekt herausgestellt werden, sondern auch Poseidonios' Haltung zu den Arbeitsbedingungen der Bergwerkssklaven und zum Besitz der Edelmetalle. Hier erweist er sich der stoischen Ethik verpflichtet.



POSEIDONIOS

Inschriftenbüste. Neapel. Nationalmuseum. H 44 cm

1 Die Persönlichkeit

1.1 Sein Leben

Poseidonios wurde um 135 v. Chr. in der syrischen Stadt Apameia¹ geboren. Während sich das Geburtsjahr nur aus der Datierung seines späteren Studiums bei Panaitios kombinieren läßt, ist der Geburtsort bezeugt durch Strabon: „Poseidonios wirkte zwar als Staatsmann in Rhodos und lehrte dort, war aber ein Apameer aus Syrien.“² und durch Athenaios: „Der Apameer Poseidonios, der jedoch später auf Rhodos Staatsgeschäfte betrieb ...“³

Poseidonios' Herkunft aus Apameia ist auch in dem „Suda“ genannten byzantinischen Lexikon aus dem 10. Jahrhundert überliefert worden:

Poseidonios, Apameer aus Syrien, oder stoischer Philosoph, wurde „Athlet“ genannt, er hatte eine Schule in Rhodos, als Nachfolger und Schüler des Panaitios. Er kam auch nach Rom zur Zeit des Marcus Marcellus; schrieb viel.

Poseidonios, Alexandriner, stoischer Philosoph. Schüler Zenons von Kition, schrieb eine „Geschichte im Anschluß an Polybios“ in 52 Büchern bis zum (? kyrenäischen Krieg und Ptolemaios), und rhetorische Deklamationen, Übungen gegen Demosthenes; ich glaube aber, daß dieses Werk eher dem Sophisten Poseidonios gehört, dem Olbiopoliten.

Poseidonios, Olbiopolit, Sophist und Historiker. „Über den Ozean und das auf ihn Bezügliche“, „Über das sogenannte Tyrische Land“, „Attische Geschichte“ in vier Büchern; „Lybische Geschichte“ in elf Büchern; und andere Werke.

Poseidonios, Eigenname eines Mannes, der über Weissagung aus den Zuckungen schrieb, zum Beispiel: „Wenn das rechte Auge zuckt, bedeutet das folgendes ...“⁴

Apameia hieß ursprünglich Pharnake und wurde dann von den ersten Makedoniern, die sich als Veteranen aus dem Heer Alexanders des Großen hier niedergelassen hatten, Pella genannt.⁵ Seleukos Nikator (358–281 v. Chr.), der Gründer des Seleukidenreiches, gab der Stadt den Namen Apameia nach seiner Gemahlin Apama. Apameia war die Hauptstadt der Satrapie Seleukis, am Orontes (Nahr el Assi)⁶ gelegen, der die mit Mauern befestigte Akropolis fast ganz umfloß, und war von fruchtbarem Weideland umgeben. „So liegt denn die Stadt nicht nur sicher, sondern sie hat auch ein weites und gesegnetes Gebiet, welches der Orontes durchströmt und worin viele Nebenstädte liegen.“¹

Unter Seleukos und seinen Nachfolgern war die Stadt ein Zentrum der Macht. Der Rechnungshof, sehr ausgedehnte Gestüte und die Elefanten des Königs befanden sich hier.

¹ Apameia. RE 1, 2663.

² Strab. 14, 2, 13.

³ Athen. Deipnosoph. VI. 252 E.

⁴ Suda, s. v. IV. 179, 22–180, 8 Adler.

⁵ Strab. 16, 2, 10.

⁶ Die heutigen Namen der Städte, Flüsse und Gebirge sind den antiken Namen in Klammern hinzugefügt worden.

Apameia war zudem eine reiche Großstadt, denn das fruchtbare Umland und die Fabrikation von Leinen, Seide, Glas und Spezereien sowie der Handel sicherten ihr hohe Einnahmen. Nach einer Inschrift² zählte die Stadt mit Einschluß des Gebiets in dem Census des Statthalters Syriens P. Sulpicius Quirinius – derselbe, der im Evangelium des Lukas 2, 1–2 erwähnt wird – 170 000 freie Einwohner, doch nur ein Teil der Einwohnerschaft war hellenisch. Die Mehrzahl der Bevölkerung gehörte orientalischen Stämmen an, auch waren in Apameia wie in anderen syrischen Städten viele Juden ansässig. Hellenisiert war die Oberschicht, und Griechisch war die Sprache der Gebildeten, die auch in der Literatur und im Geschäftsverkehr gebraucht wurde. Die Münzen trugen ausschließlich griechische Aufschriften. Aber die Umgangssprache war das Aramäische, und im Kultus lebte das syrische Volkstum fort. So brachten die Syrer von Apameia ihre Weihegeschenke dem Zeus Belos dar, und dieser Gott war kein anderer als der in Palmyra in aramäischer Sprache verehrte Maloch Belos.³

Auch unter römischer Herrschaft konnte die Stadt ihre Bedeutung wahren. Choroos II. (590–627 n. Chr.), der letzte bedeutende Sassanidenkönig, brannte die Stadt nieder; seitdem spielte sie keine bedeutende Rolle mehr. Endgültig zerstört wurde sie dann durch ein Erdbeben im Jahre 1152 n. Chr. und danach nicht wieder aufgebaut. In den Ruinen des Kastells liegt heute das kleine Dorf Kal'at el Murdîk inmitten einer Felsenwildnis. Das Ruinenfeld mit seiner streng rechteckigen Straßenführung zeugt noch von der Pracht der antiken Stadt.⁴

Von Poseidonios ist ein Bildnis überliefert worden. Diese in Neapel erhaltene Portraitbüste⁵, eine Kopie eines griechischen Originals, zeigt keine semitischen Züge. Die Büste stellt ihn mit wohlgeschnittenem Bart und sorgfältig frisierten Haaren dar und vermittelt eher das Bild eines Staatsmannes als das eines Gelehrten oder Philosophen. Das Original wurde vielleicht von seinem Landsmann Plutarchos von Apameia⁶, der als Bildhauer auf Rhodos wirkte, geschaffen. Dem Äußeren nach war Poseidonios hellenischer Abkunft, wahrscheinlich der Sohn kolonialgriechischer Eltern. Es ist kaum etwas Persönliches von ihm überliefert worden, obgleich er mit Sicherheit in seinen Schriften von sich selbst und seinen Erlebnissen berichtet hat. Über seine Familie weiß man nichts, auch sein Vatername ist

¹ Strab. 16, 2, 10.

² Th. Mommsen (1881). *Ephem. ep.* IV. 537–542.

³ Th. Mommsen. *Römische Geschichte.* V. 452.

⁴ Brockhaus Enzyklopädie Bd. I (1886): Apameia am Orontes. Ausgrabungen brachten Reste öffentlicher Gebäude, u. a. Nymphaion, Paläste, Tempel, Villen und Kirchen zutage. Teile der Säulenhallen aus dem 2. Jh. n. Chr. entlang der über 1,5 km langen Hauptstraße wurden wieder aufgerichtet.

⁵ K. Schefold. *Die Bildnisse der antiken Dichter, Redner und Denker.* Basel 1943. Bild 150 und 151. Schefold setzt das klassizistische Bronzeoriginal in die Jahre 80 bis 70 v. Chr.

⁶ Plutarchos von Apameia. RE 21, 1269.

unbekannt. Die Familie wird der griechischen Oberschicht angehört und über beträchtliche finanzielle Mittel verfügt haben, denn sonst hätte Poseidonios weder in Athen studieren noch seine weiten Reisen unternehmen können. Auch seine spätere Niederlassung auf Rhodos und der Erwerb des Bürgerrechtes setzen einen gewissen Reichtum voraus.

Poseidonios wird eine griechische Erziehung genossen haben, aber er wuchs in einer orientalischen Umwelt auf, und seine starke gefühlsmäßige Religiosität hatte wohl hier ihre Wurzeln. Welche Schulbildung er im einzelnen genossen hat, wer seine Lehrer waren und welche philosophischen Lehren ihm in seiner frühen Jugend vermittelt wurden, ist nicht mehr festzustellen. So bleibt auch die Frage offen, ob er schon Stoiker war, als er zum Studium nach Athen ging, oder ob er sich erst dort der Stoa anschloß.

In seiner Heimat fühlte sich Poseidonios jedenfalls als Grieche und zeigte für die Syrer eine gewisse Verachtung. Später äußerte er sich sehr abfällig über das Leben und Treiben in den syrischen Städten, das von Luxus und Vergnügungssucht der Bewohner geprägt wurde:

Poseidonios spricht im 16. Buch der Historien darüber, wie die Städte in Syrien schwelgten, und er schreibt auch dies: Die Bewohner der Städte nun, da es wegen des Überflusses des Landes keine drückende Mühe um die zum Leben notwendigen Dinge gab, hielten viele Zusammenkünfte ab, bei denen sie ununterbrochen schmausten, wobei sie die Gymnasien als Bäder benutzten und sich mit kostspieligen Ölen und Parfüms salbten. In den Grammataia – denn so nannten sie die öffentlichen Räumlichkeiten für die Gastmähler – hielten sie sich auf, als wären sie ihre Privatwohnungen, und füllten sich den größten Teil des Tages den Bauch mit ihren Weinen und Speisen so, daß sie noch in Mengen heimtragen konnten. Und sie ließen sich von Flötenspiel und dem Geklimper der lauttönenden Lyra unterhalten, so daß die ganzen Städte von solchem Getöse widerhallten.¹

Sicherlich ist Poseidonios' Urteil über die geistige Trägheit der Bewohner der syrischen Städte zu hart. Zwar war Apameia kein kultureller Mittelpunkt, aber die Nachbarstadt Antiochia hatte eine gepflegte Bibliothek und bot gute Studienmöglichkeiten.² Es ist allerdings fraglich, ob Poseidonios jemals davon Gebrauch machte.

In seine Jugendzeit fielen die Unruhen und Kämpfe des untergehenden Seleukidenreiches. Auch diese anhaltenden Wirren, in die Apameia mit hineingezogen wurde, werden zu dem Entschluß beigetragen haben, die Heimat zu verlassen. Poseidonios wählte als Studienort Athen, das noch immer als das Zentrum des Geisteslebens und der Philosophie galt. Poseidonios trat der stoischen Schule bei, die von Panaitios geleitet wurde. Dieser vornehme Rhodier und Freund der Römer zog Schüler aus dem ganzen römischen Reich zu sich. Von seiner Heimatinsel kamen unter anderen Stratokles³, der eine Geschichte der Stoa

¹ Athen. Deipnosoph. XII. 527 E–F; vgl. Th. Mommsen, Röm. Gesch. V 462, und Reinhardt, Poseidonios, S. 32, Anm. 1.

² Cic. Arch. 4. Cicero rühmt die gelehrten und schöngeistigen Studien, die in Antiochia betrieben wurden.

³ Strab. 14, 2, 13 und Index Stoicorum Herculensis col. 17, 1 ff. (1875), hg. v. D. Comparetti. Demnach war Stratokles der Verfasser einer Geschichte der Stoa.

verfaßte, und Hekaton¹, der Panaitios schon nach Rom begleitet hatte. Zu dem Kreis um Panaitios gehörten auch die Athener Mnesarchos² und Dardanos³, ältere Männer, die nach ihm die Leitung der Schule übernahmen.⁴

Panaitios' bedeutendster Schüler war Poseidonios, der wohl zu seinen letzten Hörern gehörte.⁵ Poseidonios beendete seine Studien in Athen, als Panaitios die Leitung der Schule abgab. Dies muß 110 v. Chr. erfolgt sein, denn als der Redner L. Crassus⁶ während der Rückreise von seiner Provinzialquästur, die spätestens in das Jahr 109 v. Chr. fällt, Athen besuchte, hörte er in der stoischen Schule nicht Panaitios, sondern Mnesarchos⁷. Panaitios trat also zu der Zeit schon nicht mehr öffentlich auf. Ob er schon verstorben war, ist nicht genau zu ermitteln. Nach Poseidonios' Zeugnis soll er noch bis in den Anfang des ersten Jahrhunderts v. Chr. gelebt haben.⁸ Poseidonios' Studienzeit kann somit für die zwanziger Jahre des zweiten Jahrhunderts angesetzt werden. Wenn angenommen wird, daß er mit achtzehn Jahren nach Athen kam und fünf Jahre bei Panaitios lernte, kann sein Geburtsjahr auf 135 v. Chr. angesetzt werden.

Als Poseidonios aus der stoischen Schule ausschied, hatte er sich eine umfassende Bildung sowohl in Philosophie wie auch in „naturwissenschaftlichen“ Fächern erworben. Panaitios war überzeugt, die Stoa stehe historisch in engstem Zusammenhang mit der attischen Philosophie und leite sich unmittelbar von Sokrates her, und veranlaßte deshalb seine Schüler, auch die Schriften Platons und der peripatetischen Schule zu studieren und darüber zu diskutieren.⁹ Poseidonios wird seine Kenntnisse von diesen Philosophen bei Panaitios erworben haben. In seinen politischen Anschauungen und in seinem Drang, die Welt kennenlernen zu wollen, wird Poseidonios von der Weltoffenheit des Panaitios und dessen positiver Haltung gegenüber Rom beeinflusst worden sein, aber die philosophischen Ansichten, besonders seine Ethik, können ihn nicht sehr berührt haben,¹⁰ denn in seinen

¹ Hekaton, Schüler des Panaitios, verfaßte eine Schrift über die Pflicht (RE 4, 2180), die von Cicero (off. 3, 63, 89) benutzt wurde.

² Mnesarchos, Stoiker, offenbar etwas älter als Panaitios und Leiter der Schule nach dessen Rücktritt. Ind. Stoic. Herc. Col. 51.53.78;

³ Dardanos, Stoiker und Panaitios' Nachfolger in der Leitung der Schule in Gemeinschaft mit Mnesarchos. Ind. Stoic. Herc. Col. 51.53.78; Dardanos. RE 4, 2180.

⁴ Cic. ac. 1. 69.

⁵ Cic. off. 3, 8; div. 1, 6.

⁶ L. Licinius Crassus, Volkstribun 170 v. Chr. Sichere Datierung durch Cic. Brut. 160; MMR I. 551.

⁷ Cic. de or. 1, 45. Zwischen Quästur und Tribunat mußte mindestens ein amtsfreies Jahr liegen. Somit dürfte Crassus' Besuch in Athen im Jahr 109 v. Chr. stattgefunden haben.

⁸ Cic. off. 3, 8. Max Polenz. Panaitios. RE 18, 3 und Stoa I. S. 193–194, legt die Veröffentlichung von Panaitios' Schrift „Über die Pflichten“ in das Jahr 129 v. Chr. und folgert aus Ciceros Aussage, Panaitios habe danach noch 30 Jahre gelebt und sei zu Beginn des letzten vorchristlichen Jahrhunderts gestorben.

⁹ Ind. Stoic. Herc. Col. 61; vgl. M. Polenz, Stoa und Stoiker, S. 194–195, Stoa I. S. 194–195.

¹⁰ K. Reinhardt. Poseidonios 4: „Seines Lehrers Panaitios Einfluß reicht bei ihm in keine Tiefe; nirgends ist es dessen Welt, was ihn befangen hält, woraus er sie befreit, mit dem er sich in Zustimmung und Abkehr auseinandersetzt wie mit der Welt Chrysipps.“

Schriften setzte sich Poseidonios heftig mit der Ethik des Chrysipp und nicht mit der des Panaitios auseinander.¹

Überhaupt keine Nachrichten liegen darüber vor, wo sich Poseidonios in dem Jahrzehnt vor Antritt seiner großen Reise in den Westen aufhielt. Cicero schreibt:

In solchen Reisen haben die vornehmsten Philosophen ihr Leben zugebracht, Xenokrates, Krantor, Arkesilaos, Lakydes, Aristoteles, Theophrast, Zenon, Kleantes, Chrysippos, Antipater, Karneades, Kleitomachos, Philon, Antiochos, Panaitios, Poseidonios und unzählige andere, die, einmal ausgewandert, niemals mehr nach Hause zurückgekehrt sind.²

Aber diese Behauptung dürfte übertrieben sein. Es ist schlecht denkbar, daß Panaitios niemals wieder seine Heimatinsel besuchte, zumal er das Bürgerrecht von Athen ausgeschlagen und statt dessen das von Rhodos behalten hatte.³ So könnte auch Poseidonios sehr wohl besuchsweise für einige Zeit nach Apameia zurückgekehrt sein. Er könnte sich aber auch direkt von Athen nach Rom begeben haben. Sollte sich Poseidonios schon vor Antritt seiner großen Reise in den Westen für längere Zeit in Rom aufgehalten haben, so hätte er als Schüler des Panaitios ohne Schwierigkeiten Zutritt zu den Kreisen der römischen Aristokratie gehabt.

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts v. Chr. unternahm Poseidonios seine Reise nach Südgallien und Spanien, die ihn bis nach Gades (Cadix) an der Südspitze Spaniens führte und entscheidend zu seiner Tätigkeit als Naturforscher beitrug. Nach seiner Rückkehr aus Spanien wählte er Rhodos zu seinem ständigen Wohnsitz. Über die Gründe, die zu dieser Wahl führten, kann nur spekuliert werden. Gewiß hatte Panaitios sein Interesse auf diese Insel gelenkt, vielleicht war Poseidonios auch mit einer Rhodierin verheiratet und hatte Rhodos schon vor seiner großen Reise besucht. Seine dauernde Niederlassung auf der Insel fand wohl um 90 v. Chr. oder auch einige Jahr früher statt.⁴

Die Insel Rhodos mit der Stadt Rhodos an der Nordspitze ist die größte und südlichste Insel vor der Südwestküste Kleinasiens mit einem bewaldeten Bergland im Inneren und einer breiten Küstenebene, die durch das milde und verhältnismäßig regenreiche Klima eine üppige Vegetation aufweist. Die Stadt Rhodos besaß in der Antike drei künstlich angelegte Häfen, schöne Straßen und prächtige Tempel sowie ein Gymnasium. Der berühmte Koloß, ein 33 Meter hohes Bronzestandbild des Sonnengottes, der als eines der sieben Weltwunder galt, war schon 226 v. Chr. bei einem Erdbeben umgestürzt und wegen eines ungünstigen

¹ Diese Auseinandersetzung ist bei Galenos in der Schrift „De placitis Hippocratis et Platonis“ überliefert worden.

² Cic. Tusc. 5, 107.

³ Ind. Stoic. Herc. Col. 59; vgl. F. Hiller v. Gaertringen. Aufenthaltsrecht und Bürgerrecht. RE 6, 43 f.; M. Polenz. Panaitios. RE 18, 424.

⁴ Genaue Datierung nicht möglich.

Orakelspruches nicht wieder aufgerichtet worden. Poseidonios konnte also dieses Weltwunder schon nicht mehr bestaunen. Rhodos war ein bedeutender Handelsplatz und konnte seine Schifffahrt noch ausbauen, weil es gelang, die Piraterie erfolgreich zu bekämpfen. Durch geschickte Bündnispolitik konnte sich Rhodos stets seine Freiheit bewahren. Seit 188 v. Chr. war es mit Rom verbündet, und auch während der Kaiserzeit blieb Rhodos mit kurzen Unterbrechungen eine freie Insel. Rhodos' Verfassung und die Verwaltung des Staates wurden im Altertum ebenso bewundert wie die Pflege der Kunst und der Kultur.¹

Poseidonios erhielt das Bürgerrecht,² aber eine genaue Datierung der Verleihung ist nicht möglich, sie kann auch schon in die Zeit vor der großen Reise gehören. Poseidonios legte fortan großen Wert darauf, als Rhodier bezeichnet zu werden. Anteilnahme am Staatsgeschehen war für einen Stoiker selbstverständliche Pflicht, und auch Poseidonios bejahte die politische Betätigung eines Philosophen. In die ersten Jahre seines Aufenthaltes auf Rhodos fielen die verstärkte Bedrohung der Schifffahrt durch Piraten und der Krieg gegen Mithridates.³ Dessen Flotte belagerte Rhodos im Herbst 88 v. Chr., wurde aber in einer Seeschlacht geschlagen:

Überhaupt waren die Rhodier in der Seeschlacht, die Zahl der Schiffe ausgenommen, in allem übrigen weit überlegen, in der Kunst der Steuermänner, in der Ordnung der Schiffe, der Erfahrung der Ruderer, der Fähigkeit der Offiziere, der Tapferkeit der Seesoldaten. Bei den Kappadokern aber herrschte Unerfahrenheit, Ungeübtheit und Unordnung, die mit die Ursache bei allen Fehlschlägen war. An Einsatzbereitschaft nämlich blieben sie hinter den Rhodiern nicht zurück, da sie als Aufseher und Zuschauer bei ihren Kämpfen den König hatten und sich bemühten, ihm ihre Ergebenheit vor Augen zu führen. Da sie nur an Zahl der Boote überlegen waren, umschwärmten sie die feindlichen Schiffe, schlossen sie in der Mitte ein und schnitten sie ab.⁴

Poseidonios war vielleicht Augenzeuge dieser Schlacht: Rhodos war ein unerschütterlicher Verbündeter Roms, und Poseidonios unterstützte diese Politik. In seinen Historien wandte er sich gegen Mithridates und dessen griechische Verbündete.⁵ Poseidonios' enge Verbindung mit der römischen Führungsschicht dürfte ein Grund für die Wahl zu einem der fünf Prytanen⁶ zu Beginn des Jahres 87 v. Chr. gewesen sein. Zum anderen zeigt diese Ernennung, daß Poseidonios sicher auch mit Problemen der Kriegsführung vertraut war, denn die Prytanen waren für die Dauer eines halben Jahres für alle Fragen der Verwaltung und

¹ Strab. 14, 2, 5; vgl. F. Hiller v. Gaertringen. Rhodos. RE Suppl. 5, 731 ff.

² Die Wahl zum Pyrtanen setzte die Verleihung des Bürgerrechts voraus.

³ Appianos. Mithridates 92, 416: „Die Seeräuber hatten sich Mithridates für seine Kämpfe gegen die Römer zur Verfügung gestellt.“

⁴ Diod. 37, 28; Beschreibung der Belagerung auch bei Appianos, Mithridates 26, 201–27.

⁵ Vgl. J. Malitz, Kapitel IV. 10: Das Zeitalter des Mithridates, S. 323–359.

⁶ Zur Pyrtanie: G. Busolt. Griechische Staatskunde 1, 505; F. Gschnitzer. Pyrtanien. RE Suppl. 13, 730–769, zu Rhodos: 766–769.

Verteidigung verantwortlich. Bemerkenswert und ungewöhnlich ist diese Wahl eines Neubürgers in das höchste Amt allemal, denn es war üblich, daß sich erst der Sohn eines Neubürgers um dieses Amt bewerben konnte. Bezeugt wird seine Prytanie von Strabon im Zusammenhang mit der asphalthaltigen Erde, die zur Bekämpfung der Reblaus eingesetzt wurde: „Solche Erde sei auch auf Rhodos gefunden worden, als er Prytan gewesen sei ...“¹

Nach Ablauf seiner Prytanie wurde Poseidonios nach Rom geschickt, um mit dem greisen Marius über eine Erneuerung des Bündnisses zwischen Rom und Rhodos zu verhandeln und Vergünstigungen für die geleistete Bündnistreue zu erwirken. Poseidonios war nicht der einzige Gesandte, doch sind die anderen Namen nicht sicher bezeugt. Die Reise, die wegen der ständigen Piratenüberfälle im Mittelmeer äußerst gefährlich war, ist auf die Zeit vom Spätsommer 87 bis zum Frühjahr 86 v. Chr. zu datieren.² Marius, der siebzig Jahre alt war und sein siebtes Konsulat bekleidete, war bereits schwer krank und starb am 17. Januar 86 v. Chr.³ Kurz zuvor fand die Verhandlung mit der rhodischen Gesandtschaft statt. Poseidonios war entsetzt über den Verfall des alten Marius und dessen Angst vor der Rache Sullas. Sein Bericht ist von Plutarch überliefert worden:

Da er mehr als alles die Schlaflosigkeit fürchtete, stürzte er sich in unzeitige und seinem Alter nicht anstehende Zechgelage und alkoholische Exzesse und schaffte sich so, gleichsam als Zuflucht vor den Sorgen, künstlich den Schlaf. Als schließlich ein Bote vom Meer kam und neue Schrecken auf ihn einstürmten, einerseits aus Furcht vor der Zukunft, andererseits wie aus Qual und Überdruß an der Gegenwart, und so nur ein kleiner Anstoß dazukam, da erkrankte er an einer Lungenentzündung, wie Poseidonios der Philosoph erzählt, und er sagt, daß er selbst eingetreten sei und mit dem schon Kranken konferiert habe über das, wofür er als Gesandter geschickt worden war.⁴

Nach seiner Ankunft in Rom mußte Poseidonios sicherlich einige Wochen warten, bevor er bei Marius vorgelassen wurde. Er wird diese Zeit für eigene Studien genutzt und Kontakt zu Senatoren und anderen hochgestellten Persönlichkeiten gesucht und gepflegt haben. Als Schüler des Panaitios fiel ihm der gesellschaftliche Zugang zu diesen Kreisen nicht schwer. Nach Beendigung seiner Mission kehrte er nach Rhodos zurück. Zu der Gesandtschaft, die 82 v. Chr. nach Rom reiste und mit Sulla verhandelte, gehörte er nicht.⁵

Poseidonios führte das Leben eines reichen Bürgers. Vor Panaitios und Poseidonios gab es keinen vermögenden Stoiker. Während für Chrysipp, Hekaton und Apollodor Reichtum

¹ Strab. 7, 58.

² Die Reisesaison dauerte von April bis Oktober. In den Wintermonaten waren Schiffsreisen wegen der Stürme und des Nebels nicht möglich, deshalb mußte Poseidonios spätestens Anfang November in Rom eingetroffen sein.

³ Plut. Marius 46.

⁴ Plut. Marius 45, 6–7.

⁵ Val. Max. Facta et dicta memorabilia 2, 2, 3: Sprecher der rhodischen Gesandtschaft war Apollonios von Molon.

und Gesundheit keine Güter waren, rechnete Poseidonios diese zu den Gütern,¹ und wie Panaitios hielt er die Tugend allein nicht für hinreichend zur Erlangung der Glückseligkeit.

Poseidonios war verheiratet. Für einen Stoiker galten Ehe und Kinderzeugung als staatsbürgerliche Pflicht und Ehebruch als Frevel gegen die menschliche Gemeinschaft.² Über Poseidonios' familiäre Verhältnisse gibt es allerdings nur die Angabe, daß er einen Enkel Iason hatte, den Sohn einer namentlich nicht genannten Tochter mit Menekrates.³ Sollte er einen Sohn gehabt haben, so könnte es der in einer rhodischen Inschrift⁴ genannte Gymnasiarch Poseidonios, Sohn des Poseidonios gewesen sein. Als Sportler wäre er nicht in die Biographie eingegangen. Sein Enkel Iason übernahm nach Poseidonios' Tod die Leitung der Schule. Iason muß zu dieser Zeit ein erwachsener Mann gewesen sein, und das deutet auf eine Eheschließung des Poseidonios vor der Jahrhundertwende hin. Ob seine Ehefrau eine Rhodierin war, bleibt eine Vermutung, bietet jedoch eine Erklärung für die Wahl der Insel als ständigen Wohnort und Poseidonios' enge Bindung an Rhodos.

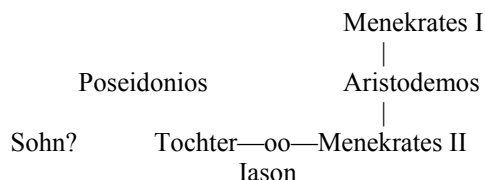
Neben seinem politischen Engagement widmete er sich intensiv der Philosophie. Er verfaßte eine Vielzahl von Schriften⁵ und entfaltete eine rege Lehrtätigkeit, die er wie Panaitios kostenlos ausübte.⁶ Seine gute Vermögenslage erlaubte ihm den Aufbau einer eigenen Schule. Der Lehrplan umfaßte nicht nur stoische Philosophie, sondern auch Fachwissenschaften, wovon das von Cicero beschriebene Uranologium zeugt:

Brächte einer den vor kurzem von unserem Freund Poseidonios angefertigten Himmelsglobus, dessen einzelne Umdrehungen bei der Sonne, dem Mond und den fünf Planeten dieselben Bewegungen darstellen, die sich am Himmel jeden Tag und jede Nacht abspielen, nach Skythien oder nach Britannien, wer würde dann in diesen unkultivierten Gegenden daran zweifeln, daß dieser Globus nach einer genau

¹ Diog. Laert. VII. 102–103 und 128.

² Antipater von Tarsos, Leiter der stoischen Schule in Athen von 150–129 v. Chr., würdigte nachdrücklich die eheliche Gemeinschaft in seiner vielgelesenen Schrift „Über die Seele“ (SVF III. 254); vgl. M. Polenz. *Stoa I.* 180–190 und *Stoa II.* 91, 94–96.

³ Suda, s. v. Ἰάσων, II. 605, 7–11 Adler; Jacoby, Iason von Nysa, RE 9, 780 Nr. 11.



Strabon (14, 1, 48) berichtet, Menekrates I. von Nysa sei ein Schüler des Aristarchos gewesen und er selbst habe als junger Mann dessen Sohn Aristodemus als hochbetagten Greis in Nysa gehört. Es ist ungeklärt, ob Poseidonios' Schwiegersohn mit Menekrates I. wirklich verwandt war; vgl. A. Gehrcke. *Rhein. Mus.* 62 (1907): 120.

⁴ *Inscriptiones Graecae XII.* 1 Nr. 127; F. Hiller v. Gaertringen (Rhodos, RE Suppl. 5, 801) und M. Laffranque (Poseidonios d'Apamée 71) sehen eine Identität zwischen dem genannten Poseidonios und dem Philosophen.

⁵ Übersicht seiner Schriften s. Kapitel 1.5.

⁶ *Ind. Stoic. Herc. col.* 59. Das Jahreseinkommen von Panaitios betrug 5 Talente, er war also ein wohlhabender Mann und konnte es sich leisten, kostenlosen Unterricht zu erteilen.

durchdachten Berechnung hergestellt ist?¹

Neben diesem kostbaren Himmelsglobus, der wohl nach dem Vorbild des Archimedes konstruiert war, besaß Poseidonios wahrscheinlich auch eine naturkundliche Sammlung,² um zum Beispiel Erdarten miteinander vergleichen zu können.

Poseidonios' Ruhm als Philosoph war so groß, daß ihm Hörer von überall zuströmten, auch aus Rom. Junge Männer aus gutem Hause kamen aus allgemeinem Interesse an der Philosophie zu ihm, und vielleicht lockte sie auch die Möglichkeit, über die „Naturwissenschaften“ einiges zu erfahren. Als Schüler im eigentlichen Sinne sind sie wohl nicht anzusehen.³

Im Jahre 77 v. Chr. war Cicero unter seinen Hörern:

Er fuhr nach Kleinasien und Rhodos und studierte bei den asianischen Redelehrern Xenokles von Adramyttion, Dionysios von Magnesia sowie dem Karer Menippos, und in Rhodos bei dem Rhetor Apollonios, dem Sohn des Molon, und dem Philosophen Poseidonios.⁴

Cicero besuchte also gleichzeitig Apollonios von Molon, der als gefeierter Lehrer der Beredsamkeit in Rhodos wirkte und durchaus ein Konkurrent für Poseidonios war. Cicero wollte sich bei ihm in der Redekunst vervollkommen.

Ein besonderes Verhältnis bestand zwischen Poseidonios und Cn. P. Pompeius, der ihn zweimal auf Rhodos besuchte. Diese Besuche des erfolgreichen Feldherrn bei dem berühmten Philosophen müssen beträchtliches Aufsehen erregt haben, weil sie von verschiedenen Schriftstellern der Antike⁵ beschrieben worden sind. Das erstemal kam Pompeius zu Beginn seines Feldzuges gegen Mithridates im Jahre 66 v. Chr. auf die Insel, um Schiffe für seinen Kampf gegen die Piraten zu fordern.⁶ Er wollte dem Unwesen der Piraterie im östlichen Mittelmeer ein für allemal ein Ende bereiten und Mithridates endgültig ausschalten. Bei dieser Gelegenheit suchte Pompeius Poseidonios auf und nahm an einer Vorlesung teil:

Man sagt jedenfalls, daß Pompeius in Rhodos, als er zum Seeräuberkrieg auszog – und sehr bald sollte er auch gegen Mithridates ziehen und gegen die Völker bis zum Kaspischen Meer –, zufällig einer Vorlesung des Poseidonios beigewohnt habe, und er habe beim Weggang gefragt, ob er ihm etwas geböte, und Poseidonios habe gesagt: „Immer der erste sein und ausgezeichnet vor anderen.“⁷

Sollte Pompeius wirklich nur „zufällig“ Poseidonios gehört haben? Dann wäre es die erste persönliche Begegnung der beiden gewesen. Doch könnte Poseidonios den jungen

¹ Cic. nat. 2, 88. Der Himmelsglobus des Archimedes ist von Cicero (De reputatione 1, 21–22) vermutlich nach Poseidonios' Angaben beschrieben worden.

² K. Reinhardt. Poseidonios. RE 22, 567.

³ S. Kapitel 1.2.

⁴ Plut. Cicero 4, 5; Plutarch berichtet, wie Cicero seine Übungsrede in Griechisch hielt, weil Apollonios kein Latein konnte, und von diesem für seinen hervorragenden Stil überschwänglich gelobt wurde.

⁵ Strabon, Plinius, Cicero und Plutarch.

⁶ Florus epitoma de Tito Livio 1, 41 (3, 6), 8.

⁷ Strab. 11, 1, 6.

Pompeius auch schon in Rom kennengelernt haben. In der Vorlesung behandelte Poseidonios das Verhältnis zwischen Philosophie und Rhetorik:

Als Pompeius in Rhodos weilte, hörte er bei allen Sophisten und schenkte einem jeden ein Talent. Poseidonios schrieb sogar die Vorlesung auf, die er vor ihm gehalten hat, gerichtet gegen den Rhetor Hermagoras, in der er eine Gegenposition beim Thema „Über die allgemeine Untersuchung“ bezog.¹

Hermagoras², ein Rhetor des zweiten Jahrhunderts v. Chr., hatte die Thesis, die Behandlung einer allgemeinen Frage, neben der Hypothesis, der Behandlung einer speziellen Frage, im Rhetorikunterricht geübt, und diese Form des Unterrichts war von vielen Lehrern der Redekunst beibehalten worden. Dagegen richtete sich die Kritik der Philosophen, die die Disputation über die Thesis als ihr Vorrecht betrachteten. Letztlich ging es bei diesem Streit um den Vorrang Philosophie vor den anderen Wissenschaften. Anscheinend wurde der Streit in Rhodos recht heftig ausgetragen, und Poseidonios vertrat selbstverständlich den Standpunkt der Philosophen.³ Sollte es sich dabei auch um einen Konkurrenzkampf mit Apollonios von Molon gehandelt haben? Vielleicht hatte dieser ihm Hörer abgeworben. Es ist jedenfalls etwas merkwürdig, daß diese scheinbar so gleichgültige Schulfrage zu einer prinzipiellen Bedeutung gelangte und Poseidonios über dieses Thema vor seinem berühmten Gast redete.

Zum Abschied gab er Pompeius als Geleitwort einen Vers aus der Ilias⁴ mit auf den Weg. Seine Ermahnung könnte so gedeutet werden, daß sich Poseidonios in der Rolle des Erziehers eines großen Feldherrn sah. Als Sieger kehrte Pompeius 62 v. Chr. aus dem Osten zurück. Auf der Rückfahrt nach Rom besuchte er noch einmal Rhodos und machte Poseidonios seine Aufwartung. Pompeius erwies dem Philosophen seine besondere Ehrerbietung, indem er den Likatoren befahl, vor der Haustür des Poseidonios die Rutenbündel zu senken:

Auch vornehme Römer haben sogar Ausländern Anerkennung bewiesen. Als Cn. Pompeius nach Beendigung des Mithridatischen Krieges im Begriff war, das Haus des berühmten Weisheitslehrers Poseidonios zu betreten, untersagte er dem Liktor, der Sitte gemäß an die Türe zu klopfen; so ließ der Mann, vor dem sich der Osten und der Westen geneigt hatten, vor dem Tor der Wissenschaft die Rutenbündel senken.¹

Poseidonios erlitt zu dieser Zeit einen heftigen Gichtanfall und konnte nicht öffentlich auftreten. Trotzdem empfing er Pompeius und hielt ihm einen Vortrag über das Thema „Das Sittliche ist das einzige Gut“:

¹ Plut. Pompeius 42, 5.

² Hermagoras aus Temnos, Suda s. v. Ἑρμαγόρας; Strab. 13, 3, 5; Rademacher. Hermagoras. RE 8, 692–695. Die Schrift „Redekünste“ dieses griechischen Rhetors war die Grundlage des Unterrichts in Rhetorik im republikanischen Rom (Cic. inv. 1, 8).

³ Siehe K. Reinhardt. Poseidonios. S. 212.

⁴ Homer. Ilias VI. 208. Peleus gibt seinem Sohn Achilles diesen Spruch mit auf den Weg, als er nach Troia auszieht.

Mit unserem Poseidonios stand es anders: ihn habe ich selbst öfters gesehen und will erzählen, was Pompeius zu berichten pflegte: er habe, als er bei seiner Rückkehr aus Syrien nach Rhodos kam, Poseidonios hören wollen. Aber als er vernahm, dieser sei schwer krank, weil er heftig an Gliederschmerzen litt, wollte er doch wenigstens den hochberühmten Philosophen besuchen. Er sah ihn also, begrüßte ihn, sprach ihn mit ehrenvollen Worten an und sagte, er bedauere, daß er ihn nicht hören könne. Da erwiderte jener: „Du kannst es, denn ich werde nicht gestatten, daß der Schmerz meines Körpers bewirkt, daß ein so großer Mann vergebens zu mir gekommen ist.“ Und so habe er würdig und ausführlich darüber geredet, daß es kein anderes Gut gebe als die Tugend, und dies auf seinem Bette liegend, und als ihn der Schmerz gleichsam zu brennen anfing, habe er oftmals gesagt: „Du richtest nichts aus, Schmerz. Denn magst du auch lästig sein, so werde ich doch nie zugeben, daß du ein Übel bist.“²

Mit seiner Haltung wollte Poseidonios zeigen, wie ein Stoiker den Schmerz überwinden kann.

Poseidonios litt an schweren Gichtanfällen. Gicht ist eine Stoffwechselkrankheit, die durch Abscheidung von harnsauren Salzen in den Gelenken charakterisiert ist und fast nur Männer befällt, besonders im 4. und 5. Lebensjahrzehnt. Später ist sie oft chronisch. Die Ursache ist eine Nierenfunktionsstörung.³ Nach Aussage des Lucullus, der Poseidonios begegnete, als dieser schwer unter einem Anfall litt, war er an Podagra, der Fußgicht, erkrankt:

Beim Schmerz der Podagra habe ich jenen von allen Stoikern doch bedeutendsten Poseidonios um keinen Deut tapferer erlebt als Nichomachos den Tyrier, meinen Gastfreund.⁴

Bei dieser Form der Gicht wird fast immer nur ein Fuß befallen. Bei den äußerst schmerzhaften Anfällen, die meistens nachts beginnen und im schlimmsten Fall mehrere Tage andauern können, wird das Großzehengelenk hochrot, geschwollen und sehr druckschmerzhaft. Der Kranke hat mäßiges Fieber und ist gehunfähig. Zwischen den Anfällen liegen Phasen völliger Schmerzfreiheit.

Schon in der Antike wußte man, daß nur eine enthaltsame Lebensweise Linderung des Leidens bewirkt. So findet man bei Celsus¹ die Angaben, daß Enthaltung von Alkohol und den Freuden der Liebe (gemeint sind sexuelle Exzesse) sowie Trinkkuren mit Eselsmilch und Aderlässe eine Besserung bringen. Bei einem akuten Anfall empfiehlt Celsus Schwitzen und warme Umschläge oder lauwarmer Wassergüsse und Fußbäder in Seewasser sowie Salben mit Mohnsaft. Nach einem Anfall soll der Kranke sich mäßig bewegen, sorgfältig Diät halten und für gute Verdauung sorgen.

¹ Plin. nat. VII. 112.

² Cic. Tusc. 2, 61.

³ Stichwort „Gicht“ in: Psyhyrembel, Klinisches Wörterbuch, Berlin 1964.

⁴ Cic. Hortensius fr. 50 Grilli; Non. De doctorum indagine 527 M. Die Aussage, die von Lucullus stammt, wird fälschlich Hortensius in den Mund gelegt; vgl. Malitz, Kap. I. S. 22, Anmerkung 146.

Lucullus war 85 v. Chr. im Auftrage Sullas auf Rhodos.² Sollte er zu diesem Zeitpunkt Poseidonios mit einem Gichtanfall erlebt haben, so wäre dieser mit 50 Jahren von diesem Leiden heimgesucht worden. Lucullus spricht sich etwas abfällig über den Philosophen aus. Vielleicht sah er ihn, als er einmal keinen stoischen Gleichmut bei seinen starken Schmerzen bewahrte. Nun erfreute sich Lucullus wegen seiner gerechten Verwaltung der Provinz Asia eines Rufes besonderer Rechtschaffenheit, auch wurden seine Erfolge im Kampf gegen Mithridates anerkannt, aber er war auch ein Freund des guten Lebens und ein Leckermaul.³ Poseidonios wird Lucullus wegen seiner Verdienste geschätzt, aber seine Lebensweise wahrscheinlich mißbilligt haben. Lucullus' Bemerkung wird ein Licht auf Poseidonios' Lebensweise auf Rhodos, die von seiner Krankheit bestimmt wurde. Auch wenn keine Zeugnisse vorliegen, kann man annehmen, daß er nur wenig Wein trinken durfte, mäßig im Essen sein mußte und in seiner Bewegungsfähigkeit häufig eingeschränkt war. Die Tugendlehre der Stoa wird ihm bei der Bewältigung seiner Anfälle geholfen haben, aber seine Aussage⁴, daß auch Gesundheit zur Erlangung der Glückseligkeit notwendig sei, läßt die Vermutung zu, daß es ihm persönlich doch nicht so leichtfiel, immer Haltung zu wahren und mit Gleichmut die Schmerzen zu ertragen.

Trotz seiner Krankheit erreichte Poseidonios ein hohes Alter. Nach einer dem Lukian zugeschriebenen Schrift wurde er 84 Jahre alt: „Poseidonios, aus dem syrischen Apameia, durch Gesetz dann Rhodier, zugleich Philosoph und Historiker, lebte 84 Jahre.“⁵

Eine genaue Datierung des Todesjahres ist schwierig. Cicero zählte Poseidonios nicht mehr zu den Lebenden, als er im Jahre 45 v. Chr. seine „Gespräche in Tusculum“ schrieb.⁶ Nach einer Bemerkung des Athenaios, die aus dem verlorenen Ende des siebten Buches von Strabon stammt, soll dieser den Poseidonios noch persönlich gekannt haben:

Der Schinken gedenkt auch Strabon im dritten Buch der Geographie⁷, ein keineswegs junger Autor. Er selbst sagt nämlich im siebten Buch desselben Werkes, daß er Poseidonios gekannt habe, den stoischen Philosophen, dessen wir öfters

¹ A. Cornelius Celsus, De medica IV. 23. Die von Celsus, einem römischen Enzyklopädisten zur Zeit des Kaisers Tiberius, verfaßte Schrift stellt eine wichtige medizinhistorische Quelle dar, zumal für die beiden vorchristlichen Jahrhunderte, für die sonst kaum Nachrichten zur Verfügung stehen.

² Plut. Lucullus 3, 3.

³ Plut. Lucullus 38 und 39; beschrieben werden das Luxusleben und die ausgedehnten Gastmähler des Lucullus, die dieser nach seinem Rückzug aus dem öffentlichen Leben seinen Freunden zu geben pflegte.

⁴ Diog. Laert. VII. 128.

⁵ Ps.-Lukianos. Makrobioi 20, 223. Das angeführte Zitat hat sich in der dem Lukian zugeschriebenen Schrift über „Langlebige“ erhalten. Es soll aus der verlorenen Schrift des M. Terentius Varro stammen. Varro war einer der wichtigen Vermittler von Poseidonios' Werken und hat ihn wahrscheinlich auch persönlich gekannt. Die angeführte Schrift dürfte auch ein Porträt von Poseidonios mit Epigramm und Kurzbiographie enthalten haben.

⁶ Cic. Tusc. 5, 107. Cicero hat während seiner Amtszeit in Kilikien 51/50 v. Chr. keine Anstalten gemacht, Rhodos zu besuchen. Demnach war Poseidonios schon verstorben, und die Aufzählung berühmter Philosophen, zu denen Cicero auch Poseidonios zählte, umfaßt an dieser Stelle in den „Gesprächen“ auch verstorbene Denker.

⁷ Strab. 3, 4, 11.

gedacht haben, als eines Gefährten Scipios, der Karthago eingenommen hat.¹

Demnach wäre das Todesjahr des Poseidonios in die vierziger Jahre zu legen, denn nur in dieser Zeit hätte Strabon ihn in Rom kennenlernen können.² Strabon erwähnt jedoch in den ersten beiden Büchern seiner Geographie, in denen er sich mit Poseidonios' Ozeanbuch auseinandersetzt, keine Begegnung mit dem Philosophen. Deshalb muß diese Überlieferung durch Athenaios als unsicher gelten, zumal er auch Panaitios und Poseidonios in bezug auf die Bekanntschaft mit Scipio verwechselt.³ Wahrscheinlich ist Poseidonios in den fünfziger Jahren verstorben. Nach der schon angeführten Notiz der Suda kam Poseidonios noch einmal nach Rom,⁴ als M. Marcellus⁵ Konsul war. In diesem Jahr, 51 v. Chr., wurde nach einem Zeugnis von Cicero das rhodisch-römische Bündnis erneuert:

Darauf bog ich mit den Schiffen ... nach Rhodos ab im Vertrauen auf das Bündnis mit ihnen, das unter dem Konsulat des M. Marcellus und Ser. Sulpicius erneuert worden war, und in welchem die Rhodier sich verpflichtet hatten, dieselben als Feinde zu betrachten wie Senat und Volk von Rom.⁶

Poseidonios könnte der Leiter der rhodischen Gesandtschaft gewesen sein, obgleich Cicero, der damals Prokonsul in Kilikien war, Poseidonios' Teilnahme an den Verhandlungen in seinen Schriften nirgends erwähnt.

Wenn die Notiz in der Suda so ausgelegt wird, daß Poseidonios in dem Konsulatsjahr des M. Marcellus verstarb, müßte der Text ergänzt werden, etwa nach dem Vorschlag von Reinhardt: „Er kam nach Rom zur Zeit des Marcus Marcellus, und zur selben Zeit starb er.“⁷

Mit dieser Ergänzung läßt die Notiz die Annahme zu, daß Poseidonios 51 v. Chr. in Rom oder auf der Rückreise verstarb. Sichere Angaben über Datum und Ort seines Todes sind in den spärlichen Überlieferungen nicht zu finden.

1.2 Freunde und Schüler

Nur spärlich sind die Angaben darüber, welche Männer Poseidonios zu seinen Freunden zählte, und nur wenige Namen von Schülern sind überliefert worden.

Schon während seiner Studienzeit in Athen hatte Poseidonios Gelegenheit, Bekanntschaften mit vornehmen Römern zu schließen, denn Panaitios ließ seine Beziehungen

¹ Athen. Deipnosoph. XIV 657 E.

² Strab. 12, 3, 16. Strabon hielt sich ab 44 v. Chr. in Rom auf und wurde dort nach eigener Aussage von Tyrannion unterrichtet.

³ Athen. Deipnosoph. XII. 549 D–E. Verwechslung von Poseidonios mit Panaitios, denn dieser und nicht Poseidonios begleitete Scipio auf seiner Reise nach Alexandria.

⁴ Th. Mommsen. Römische Geschichte III. 583. Mommsen glaubt, Poseidonios habe in Rom Wohnung genommen.

⁵ M. Claudius Marcellus. RE 3, 2760 Nr. 229. Marcellus war 64 v. Chr. Quaestor, 54 Praetor und 51 Consul, ein Freund Catos und entschiedener Gegner Caesars, wurde dennoch von diesem nach dem Freitod Catos begnadigt. 45 v. Chr. wurde Marcellus im Piräus ermordet.

⁶ Cic. fam. 12, 15, 2.

⁷ K. Reinhardt, Poseidonios, RE 22, 564.

zu Rom niemals abreißen, und seine Schule war ein Anziehungspunkt philosophisch interessierter Männer aus der römischen Adelschicht. Viele Römer nahmen deshalb die Gelegenheit wahr, anlässlich einer Reise in den Osten Panaitios aufzusuchen¹. So lernte Poseidonios wahrscheinlich schon in Athen P. Rutilius Rufus², mit dem ihn eine lebenslange Freundschaft verband, kennen. Rutilius Rufus war ein Hörer des Panaitios³. Als Militärtribun hatte er unter Scipio Aemilianus 134–132 v. Chr. am Krieg gegen die Keltiberer in Spanien teilgenommen und sich bei der Eroberung von Numantia ausgezeichnet⁴. 105 v. Chr. war er Konsul und 94 v. Chr. half er als Legat des Q. Mucius Scaevola⁵ diesem bei der Verwaltung der Provinz Asia⁶. Sein Bestreben, die Provinzialen gerecht zu behandeln, trug ihm eine Anklage der Steuerpächter wegen angeblicher Erpressung der Provinzialen ein⁷, und 92 v. Chr. mußte er ins Exil in die Provinz Asia⁸. Rutilius Rufus hatte sich dem Freundeskreis um Scipio angeschlossen und war dadurch mit der stoischen Philosophie in Berührung gekommen, deren ethische Prinzipien er konsequent vertrat⁹. Deshalb versuchte er eine gerechte Behandlung der Einwohner in der Provinz Asia durchzusetzen, ein Vorgehen, das Poseidonios in seinen „Historien“ verherrlichte:

Q. Scaevola gab sich die größte Mühe, durch seine eigene Tugend die üblen Bestrebungen anderer zu berichtigen. Als er nach Asien als Statthalter ausgeschiedt wurde, machte er den edelsten seiner Freunde, P. Rutilius Rufus, zum Berater, beriet sich immer mit ihm zusammen und ordnete und entschied alles in seiner Provinz mit ihm. Und er entschied, die gesamten Ausgaben für sich und seine Begleiter aus eigener Tasche zu bezahlen. Darauf, mit Mäßigung und Schlichtheit und völliger Gerechtigkeit, half er der Provinz aus den früheren Unbilden wieder auf. Denn die früheren Statthalter in Asien hatten mit den Steuerpächtern gemeinsame Sache gemacht, die damals in Rom die öffentlichen Prozesse entschieden, und sie hatten die Provinz mit Ungerechtigkeit erfüllt.¹⁰

Den Ankläger hat Poseidonios sehr negativ beurteilt:

Bei den Römern erinnert man sich, wie Poseidonios im 49. Buch der Historien sagt, daß ein gewisser Apicius alle Welt an Liederlichkeit übertroffen habe. Das ist der Apicius, der an der Verbannung des Rutilius Rufus, der die „Römische Geschichte“ auf Griechisch veröffentlicht hat, schuld war.¹

Poseidonios lobte auch seine mäßige Lebensweise und Selbstzucht, die ihn zur Einhaltung der lex Fannia bewog:

¹ M. Pohlenz. *Stoa I.* S. 193.

² P. Rutilius Rufus. RE II, 1 (Nr. 34), 1269–1280.

³ Cic. Brut. 114.

⁴ Appianos, *Iberica* 88, 382; Cic. *De re publica* 1, 17.

⁵ Cic. Brut. 161 und 229; Cic. *off.* 3, 47.

⁶ Cic. *Att.* 5, 17, 5 und *Val. Max.* 8, 15, 6. Wegen seiner gerechten Verwaltung der Provinz wurde Q. Mucius Scaevola in Rom hoch geehrt.

⁷ Livius, *ep.* 710.

⁸ *Val. Max.* 2, 10, 5.

⁹ Cic. Brut. 85 ff.

¹⁰ *Excerpta de virtute et vita* II. 1 p. 316 f. u. 357–359; Diod. 37, 5, 1–4 (= Theiler F 213).

Mucius Scaevola war der dritte Mann in Rom, der das Gesetz des Fannius beachtete, zusammen mit Aelius Tubero und Rutilius Rufus, der die Geschichte seines Vaterlandes geschrieben hat. Das Gesetz gebot nämlich, daß nicht mehr als drei Personen außerhalb des eigenen Familienkreises bewirtet werden sollten, an Markttagen nicht mehr als fünf; den Markt gab es dreimal im Monat. Es war nicht erlaubt, für mehr als zweieinhalb Drachmen Delikatessen zu kaufen. Das Gesetz erlaubte, jährlich fünfzehn Talente zu verbrauchen für geräuchertes Fleisch sowie für Gemüse und gekochte Hülsenfrüchte. Obwohl man für die festgesetzten Beträge wenig kaufen konnte, weil die Rechtsbrecher und rücksichtslosen Verbraucher die Waren teuer gemacht hatten, führten die Genannten auf rechtliche Weise ein durchaus gepflegtes Leben.²

Rutilius Rufus schrieb im Exil ein Geschichtswerk³ in griechischer Sprache, das Poseidonios anscheinend direkt für seine „Historien“ benutzt hat. In persönlichen Gesprächen konnte sich Poseidonios außerdem über Vorgänge in Rom und Spanien unterrichten. Ciceros Bemerkung: „Eben dazu kommt als glaubhafter Zeuge Poseidonios, der auch in einem Brief schreibt, P. Rutilius Rufus, der Panaitios gehört hatte, pflegte zu sagen ...“⁴ bezieht sich wohl auf die Zeit des freundschaftlichen Umgangs während Rutilius Rufus' Exil.

Zum Scipionenkreis gehörte auch der im Zusammenhang mit der lex Fannia genannte Q. Mucius Scaevola⁵, Schwiegersohn des Laelius, der ein enger Freund des Panaitios war. Mucius Scaevola, Augur und hochangesehener Rechtsgelehrter, war schon früh mit der stoischen Philosophie in Berührung gekommen⁶. 117 v. Chr. bekleidete er das Amt des Konsuls und 120 v. Chr. war er Proprætor der Provinz Asia und kam auf seiner Reise dorthin nach Athen⁷ und Rhodos⁸. Ein Zusammentreffen mit Poseidonios ist sehr fraglich, weil dieser wahrscheinlich zu dieser Zeit noch nicht in Athen studierte. Wohl aber könnte Poseidonios ihn in Rom kennengelernt haben, und vielleicht war es Mucius Scaevola, der ihn in die römische Gesellschaft einführte.

Die Einhaltung der lex Fannia sagt Poseidonios auch dem Stoiker Q. Aelius Tubero⁹ nach, der ebenfalls ein Schüler des Panaitios¹⁰ war. Wegen seiner betont einfachen Lebensweise war seine Bewerbung um die Prætur angeblich erfolglos¹¹. In welcher Beziehung Poseidonios zu ihm stand, ist nicht zu ermitteln. Der von Ps.-Plutarchos¹² überlieferte Brief ist eine Fälschung. Poseidonios konnte während seiner Aufenthalte in Rom

¹ Athen. IV. 168 d–e (= Theiler F 243).

² Athen. VI. 274 c–4 (= Theiler F 81).

³ *Historicarum Romanorum Reliquiae* 187 ff. (Vgl. auch Athen. IV. 168 d–e).

⁴ Cic. off. 3, 10.

⁵ Q. Mucius Scaevola, RE 16/1, 430 Nr. 21.

⁶ Cic. de or. 1, 75.

⁷ Cic. Fin. 1, 9.

⁸ Cic. de or. 1, 75.

⁹ Q. Aelius Tubero: RE 1, 535, Nr. 155.

¹⁰ Cic. off. 3, 63.

¹¹ Cic. Mur. 75 f.

¹² Ps.-Plutarchos, *Pro nobilitate* 18 (Bernardakis. Mor. VII p. 260, 20 ff.; vgl. Theiler. Erläuterungen S. 411).

zu vielen Adelsfamilien Kontakte anknüpfen. Sehr enge Beziehungen verbanden ihn mit dem Hause Marcelli. M. Claudius Marcellus¹, Aedil des Jahres 91 v. Chr., war als junger Mann zusammen mit dem Redner Crassus in Athen². Cicero bezeichnet ihn als Griechenfreund. Sollte Poseidonios ihm in Athen begegnet sein, wäre er noch 109 v. Chr. dort gewesen. Andere Mitglieder des Hauses wie M. Claudius Marcellus³, der sich als Legat in der Schlacht bei Aquae Sextiae ausgezeichnet hatte⁴, wird Poseidonios in Rom getroffen haben. Wegen seines guten Verhältnisses zu den Marcellern wurde Poseidonios noch im hohen Alter mit der rhodischen Gesandtschaft nach Rom geschickt, um das Bündnis zu erneuern, denn ein M. Claudius Marcellus⁵ war im Jahre 51 v. Chr. Konsul. Poseidonios hat die Familiengeschichte der Marceller verfaßt, als Teil seiner „Historien“ oder als Einzelschrift⁶. Fragmente sind in Plutarchs Biographien „Marcellus⁷“ und „Fabius Maximus“⁸ erhalten geblieben. Zu erwähnen ist noch, daß die Marcelli gute Kontakte zu Rhodos unterhielten. Im Heiligtum der Athene in Lindos befand sich ein Standbild des M. Claudius Marcellus⁹, des Eroberers von Syrakus, mit einer Inschrift, die Poseidonios¹⁰ zitiert.

In seinen „Historien“ lobt Poseidonios den sonst ziemlich unbekanntem sizilischen Proprætor L. Sempronius Asellio¹¹:

(1.) L. (Asellio), der Sohn eines Quaestors, wurde als Statthalter nach Sizilien geschickt und übernahm eine zerrüttete Provinz; doch mit seinem ausgezeichneten Betragen half er der Insel wieder auf ...

(4.) Derselbe setzte seinen Ehrgeiz darein, die Rechtsprechung für das allgemeine Wohl auszuüben und verbannte die falschen Anklagen vom Markt, und er sorgte sich besonders darum, den Schwächeren zu helfen. Während nämlich die früheren Statthalter gewohnt waren, den Waisen und den Frauen ohne nahe Angehörige Vormünder zu geben, ernannte sich dieser selbst zum Fürsorger. Aufgrund eigener Überprüfung und Fürsorge entschied er alle strittigen Fälle dieser Art und ließ den Unterdrückten die geziemende Hilfe zukommen. Insgesamt verbrachte er die ganze Zeit seiner Statthalterschaft mit der Wiedergutmachung privater und öffentlicher Ungerechtigkeiten, und er gab der Insel den früher gepriesenen Wohlstand zurück.

Poseidonios wird diesem Mann während seines Aufenthaltes auf Sizilien begegnet sein, und das überschwengliche Lob, das er ihm zollt, läßt auf eine freundschaftliche Beziehung schließen, die über eine bloße Bekanntschaft hinausging.

¹ M. Claudius Marcellus, RE 3, 2760 Nr. 227.

² Cic. de or. 1, 57.

³ M. Claudius Marcellus, RE 3, 2760 Nr. 226.

⁴ Plut. Marius 21, 2; Frontin. Strategemata 2, 4, 6.

⁵ M. Claudius Marcellus, RE 3, 2760 Nr. 229.

⁶ Vgl. Malitz. Kap. IV. 11, S. 361–364.

⁷ Plut. Marcellus 1, 1–3; 9, 4–7; 20, 1–11; 30, 6–9.

⁸ Plut. Fabius Maximus 19, 1–4.

⁹ M. Claudius Marcellus, RE 3, 2738 Nr. 220.

¹⁰ Plut. Marcellus 30, 6–9.

¹¹ Diod. 37, 8.

Schwieriger ist es, Poseidonios' Interesse für die Familie der Iunii Bruti¹ zu erklären. Ein Zusammentreffen mit M. Iunius Brutus², Praetor im Jahre 88 v. Chr., könnte seine Aufmerksamkeit auf diese Familie gelenkt haben. Weitere Angaben fehlen.

Die Zusammenkunft mit dem alten Marius im Winter 87/86 v. Chr. war rein politisch, und ob Poseidonios Sulla begegnet ist, läßt sich nicht feststellen.

Auf Rhodos wird Poseidonios häufig Besucher aus Rom empfangen haben, denn die Insel war Zwischenstation für hochgestellte Römer, die in militärischer oder politischer Mission in den Osten reisten. Namentlich sind nur wenige bekannt, die eine Zusammenkunft mit Poseidonios erwähnen. Überliefert sind eine Begegnung des Lucullus mit dem Philosophen, als dieser einen Gichtanfall erlitt, der zweimalige Besuch des Pompeius und der Aufenthalt Ciceros. Andere Besucher der Insel wie Caesar³, Cato⁴ und Brutus⁵ können zwar ausgemacht werden, aber sie werden nicht im Zusammenhang mit Poseidonios genannt.

Sein berühmtester Gast war ohne Zweifel Cn. Pompeius. Poseidonios sah in ihm den römischen Feldherrn, der berufen war, die Herrschaft Roms über die Welt zu erweitern und zu festigen, diese aber auch so zu gestalten, daß sie für die Besiegten erträglich war. Pompeius' Behandlung der Piraten im Mittelmeer nach ihrer Niederlage⁶ bestätigte Poseidonios' Wertschätzung, und Pompeius' Wirken in Syrien⁷ betrachtete er mit Wohlwollen. Pompeius seinerseits bewunderte den Philosophen, und es war eine außergewöhnliche Geste der Demut, wenn er seinen Liktoern befahl, ihre fasces vor Poseidonios' Haustür zu senken. Diese Form der persönlichen Huldigung war zugleich eine politische Demonstration, die ihren Eindruck auf die Öffentlichkeit nicht verfehlte. Poseidonios sah in Pompeius die Verkörperung römischer Tugenden. Wie Aristoteles Alexander im griechischen Geist erzog und Panaitios den Scipio Aemilianus in griechischer Philosophie unterwies, so wollte Poseidonios erzieherisch auf Pompeius einwirken. Obgleich Pompeius großes Interesse an Gelehrsamkeit und Philosophie hatte, kann man ihn nicht als Schüler des Poseidonios bezeichnen. Er war Feldherr und Politiker und betätigte sich in keiner Weise auf dem Gebiet der Philosophie⁸. Nach einer Bemerkung Strabons¹ soll Poseidonios die Taten des Pompeius in einer Monographie verherrlicht haben. Da sich in der reichhaltigen Überlieferung über Pompeius

¹ Plut. Brutus. 1, 6–8; vgl. Malitz. Kapitel IV. S. 88, Anm. 98, 99, 100.

² M. Iunius Brutus. RE 10, 972 Nr. 51.

³ C. Suetonius, De vita Caesarum. Julius Caesar 4, 1.

⁴ Plut. Cato minus 35.

⁵ Plut. Brutus 3. M. Iunius Brutus, einer der Mörder Caesars, besuchte zusammen mit Cato 58 v. Chr. Rhodos. Einzelheiten vgl. Malitz, Kapitel I. S. 21 ff.

⁶ Strab. 8, 75; 14, 5, 8. Plut. Pompeius 28, 5–7. Pompeius siedelte die kilikischen Piraten und ihre Familien in Kleinasien an und ließ sie nicht töten.

⁷ Bei Justinus (Epitomator der Historiae Philippicae des Pompeius Trogus) 40, 2, 3–5, wird Pompeius' Wirken in Syrien sehr günstig geschildert.

⁸ S. Malitz. Kapitel I. S. 25, Anm. 163.

keine Angaben über eine solche Schrift finden lassen, ist es äußerst ungewiß, ob Poseidonios diese Monographie verfaßt hat².

Cicero dagegen bezeichnet Poseidonios ausdrücklich als seinen Lehrer³ und zählt sich zu seiner familiaris⁴. Für die Abfassung seiner Schrift „De officiis“ ließ er sich Poseidonios' Buch „Über die Pflichten“ kommen und beauftragte überdies Athenodoros Calvus⁵ mit der Abfassung eines Abrisses dieser Schrift:

Ich habe mir sein Buch kommen lassen und außerdem an Athenodoros Calvus geschrieben, er möge mir die Hauptgesichtspunkte zusammenstellen. Darauf warte ich nun; vielleicht erinnerst Du ihn einmal und bittest ihn, es recht bald zu tun. Athenodoros brauchst Du nicht mehr anzutreiben; er hat mir einen recht hübschen Abriß geschickt.⁶

Es hat den Anschein, daß Cicero die Besonderheiten der poseidonischen Philosophie nicht ganz erfaßt hat. Er verwertete zwar in seinen Schriften stoisches Gedankengut, auch die besonderen Auffassungen von Poseidonios, aber er war zu sehr Eklektiker und legte sich nicht auf ein philosophisches System fest. Es ist deshalb etwas übertrieben, wenn man ihn einen Schüler des Poseidonios nennt.

Im Juni des Jahres 60 v. Chr. bat er Poseidonios in einem Brief um eine Darstellung seines Kampfes gegen Catilina während seines Konsulates im Jahre 63 v. Chr. Poseidonios lehnte in höflicher Form ab. Cicero war nicht beleidigt, sondern sah sogar noch ein Kompliment in der Absage:

Jedoch habe ich aus Rhodos von Poseidonios schon eine Antwort. Ich hatte ihm meine Denkschrift zugeschickt, damit er über diese Ereignisse etwas Geschmackvolles schriebe; nun hat ihn deren Lektüre nicht nur nicht zum Schreiben angeregt, sondern ihn vollends eingeschüchtert. Was sagst Du dazu? Ich habe die griechische Welt in Verlegenheit gebracht!⁷

Durch Cicero⁸ sind einige Namen der römischen Hörer überliefert worden: C. Aurelius Cotta⁹, C. Velleius¹⁰ und Q. Lucilius Balbus¹¹. Cotta lebte von 91 bis 82 v. Chr. im griechischen Exil¹², Velleius war ein Freund des Redners Crassus und wird von Cicero¹³ als

¹ Strab. 11, 5–6.

² Reinhardt RE 22, 638, 62 ff. Wilamowitz. Glaube der Hellenen 2, 416, sowie Polenz. Stoa II. 104, nehmen eine Monographie über Pompeius an, während Jacoby. Kommentar (87), 157, 1 ff. eine Verwechslung von Pompeius und Theophanes vermutet. Vgl. Malitz. Kap. III. S. 72–73.

³ Cic. nat. 1, 6.

⁴ Cic. nat. 2, 88; 1, 123.

⁵ Athenodoros Calvus, RE 2, 2045 Nr. 19.

⁶ Cic. Att. 16, 11.

⁷ Cic. Att. 2, 1–2.

⁸ Cic. nat. 1, 123.

⁹ C. Aurelius Cotta. RE 2, 2482–84 Nr. 96.

¹⁰ C. Velleius. RE R 2/8/1, 637 Nr. 1.

¹¹ Q. Lucilius Balbus. RE 13, 1640 Nr. 20.

¹² Cic. Brut. 303.

¹³ Cic. nat. 1, 15. 58 f.

Vertreter der epikureischen Theologie vorgestellt, und L. Balbus, ein älterer Stoiker, soll Partner von Crassus in einem Dialog¹ im Jahre 91 v. Chr. gewesen sein.

Die große Mehrzahl der jungen Hörer aus Rom, die zu Poseidonios kamen, ist namentlich nicht auszumachen. Es ist überhaupt die Frage zu stellen, ob diese Hörer Schüler im eigentlichen Sinne oder nur Teilnehmer an Gesprächskreisen waren. Über den Aufbau von Poseidonios' Schule ist nichts überliefert worden, und deshalb weiß man nicht, ob ein geregelter Vorlesungsbetrieb abgehalten wurde, ob Disputationen stattfanden und ob noch andere Fachkräfte in Spezialfächern wie Mathematik unterrichteten. Mit Ausnahme der einen Vorlesung, die Poseidonios vor Pompeius gehalten hatte, findet sich nirgendwo in der Literatur ein Hinweis über Themen, die Poseidonios in seinen Vorträgen behandelte. Von den wenigen Männern, die namentlich als seine Schüler bezeichnet werden, hat sich keiner besonders hervorgetan. Diogenes Laertius berichtet von einem sonst unbekanntem Phantias:

Panaitios aber und Poseidonios fangen mit der Physik an, wie Phantias, der Freund des Poseidonios, in dem ersten Buch seiner Poseidonischen Abhandlungen bemerkt.²

Vermutlich hat es sich bei diesen Abhandlungen um Vorlesungsmitschriften gehandelt, die nicht erhalten geblieben sind.

Ebenfalls als ein Schüler des Poseidonios wird ein Asklepiodotos³ genannt, der als Naturwissenschaftler bekannt war. Seine Schrift „Quaestionum naturalium causae“ wurde von Seneca für seine „Naturales quaestiones“⁴ benutzt. Der Autor einer erhalten gebliebenen „Taktik“⁵ soll mit diesem Asklepiodotos identisch sein und für seine Schrift eine verlorenegegangene Abhandlung des Poseidonios über Taktik⁶ benutzt haben.

Auch Athenodoros mit dem Beinamen Calvus (der Glatzköpfige), an den sich Cicero⁷ auf der Suche nach Informationen wandte, soll ein Poseidonios-Schüler gewesen sein. Er ist vielleicht mit Athenodoros von Tarsos⁸, dem späteren Hausphilosophen des Kaisers Augustus, identisch. Auf keinen Fall ist er mit Catos Hausphilosophen Athenodoros⁹ gleichzusetzen, der noch zu Lebzeiten seines Herrn verstarb. Athenodoros verfaßte eine Epitome des poseidonischen Werkes „Über den Ozean“¹⁰, eine Schrift über die

¹ Cic. de or. 3, 78.

² Diog. Laert. VII. 41.

³ Asklepiodotos. RE 2, 1637–41.

⁴ Sen. nat. 2, 26, 6; 30, 1; 5, 15, 1; 6, 17, 3; 22, 2.

⁵ Codex Laur. LV. 4 F. Poseidonische Züge weist die Schrift nicht auf.

⁶ Ailianos. Tacticus 1, 2. Ailianos verfaßte Ende des 1. Jh. n. Chr. ein Lehrbuch der Taktik, dem ältere Taktiken, u. a. von Polybios, zugrunde liegen. Ebenso schrieb Arrianos eine Taktik, in der Poseidonios erwähnt wird (De tactica 1, 1–2). Bei beiden Schriften ist nicht zu beweisen, daß eine poseidonische „Taktik“ benutzt wurde. Vgl. Theiler, Erläuterungen S. 410.

⁷ Athenodoros Calvus, RE 2, 2045 Nr. 19; Cic. Att. 16, 11.

⁸ Athenodoros von Tarsos, RE Suppl. V 47–55.

⁹ Strab. 14, 5, 14.

¹⁰ Strab. 1, 1, 9; 1, 3, 12. FGr.Hist. 746 F a und b. Es werden hauptsächlich die Gezeiten besprochen.

Kategorienlehre¹ des Aristoteles und eine Abhandlung über Ethik². Als eigenständiger Philosoph ist er nicht hervorgetreten.

In Verbindung mit Poseidonios wird auch der Arzt Athenaios von Attaleia gebracht:

Athenaios von Attaleia, der zuerst die bekannte Lehre vom Pneuma in die Medizin einführte, ist anständigerweise in Verbindung mit der Ursache von körperlichem Unwohlsein zu nennen, gleichsam in Fortführung der Lehre der Stoiker. (Er pflegte nämlich Umgang mit Poseidonios), ...³

Athenaios war der Begründer der pneumatischen Ärzteschule⁴. Er lehrte, daß das Pneuma den ganzen Körper durchdringt. Veränderungen des Pneumas führen zur Erkrankung, und die völlige Unterdrückung des Pneumas ist gleichbedeutend mit dem Tod. Seine Therapie war vor allem auf eine vernünftige Diät ausgerichtet. Athenaios besaß umfassende Kenntnisse der verschiedensten Philosophen, wurde jedoch entscheidend von der stoischen Philosophie geprägt, die ihm wahrscheinlich durch Poseidonios vermittelt wurde. Es ist jedoch auch möglich, daß Athenaios seinerseits Poseidonios ärztlich betreute und versuchte, mit Diätvorschriften dessen Gichtleiden zu lindern.

Geminos⁵, ein Stoiker aus dem letzten Jahrhundert v. Chr., der sich als Mathematiker und Astronom betätigte, war wohl kein direkter Schüler des Poseidonios mehr, besuchte aber seine Schule auf Rhodos. Seine Epitome der poseidonischen „Meteorologica“ ist im Original verlorengegangen. Ihre heutige Form wurde von Simplicios überliefert.⁶

Nach dieser Überlieferung hat Geminos die poseidonische Schrift kommentiert und aus seinem Kommentar einen Auszug veröffentlicht, was durch eine Aussage des Priscianus Lydus⁷ gestützt wird.

In Rom wurden die Schriften des Poseidonios besonders eifrig durch M. Terentius Varro⁸ verbreitet. Varro begleitete als Legat⁹ Pompeius auf seinem Kriegszug gegen die Piraten. Ein Aufenthalt auf Rhodos ist zwar nicht bezeugt, ist aber auch nicht unwahrscheinlich. Vielleicht war Varro Zeuge der Begegnungen zwischen Poseidonios und Pompeius und hat diese als erster geschildert.

Nach Poseidonios' Tod wurde die Schule von seinem Enkel Iason weitergeführt. Iason verfaßte eine Philosophiegeschichte und schrieb Biographien sowie einen Bericht über

¹ Die Kritik an der Kategorienlehre wurde von Cornutus weitergeführt. Vgl. Deppe, De L. Annaeo Cornuto, Leipzig 1906, 18 ff. 76 ff.

² Sen. De tranquillitate animi 3, 1–8. Seneca geht ausführlich auf ein Unterproblem in der Pflichtenlehre ein.

³ Gal. De causis contentivis 2, 1 ed. Kalbfleisch p. 8, 3.

⁴ Vgl. Max Wellmann. Die pneumatische Schule. PhU 14, Berlin 1895. Fridolf Kudlien. Poseidonios und die Ärzteschule der Pneumatiker. Hermes 90 (1962): 420 f.

⁵ Geminos. RE 7, 1026–1050.

⁶ Simpl. In Aristotelis physica 291, 21.

⁷ Priscianus Lydus. Solutiones ad Chosroem Prooemium.

⁸ M. Terentius Varro. RE Suppl. VI. 1172 ff.

⁹ Varro. rust. 2 pr. 6.

Rhodos. Von seinen Schriften ist keine erhalten geblieben, es sind nur noch Titel erfaßbar. Auch über sein Leben ist nichts bekannt, und in den späteren Doxographien wird er kaum erwähnt¹. Die Schule verlor unter seiner Leitung schnell an Bedeutung und löste sich wahrscheinlich noch vor Ende des letzten Jahrhunderts v. Chr. auf.

1.3 Ansehen und Einfluß

Zu seinen Lebzeiten genoß Poseidonios ein hohes Ansehen und große Verehrung. Der beste Beweis hierfür ist die Ehrerbietung, die Pompeius ihm erwies. Seine politische Begabung, sein Universalwissen und sein Wirken als Philosoph beeindruckten seine Freunde und Hörer, besonders jene, die aus Rom zu ihm kamen. So nannte ihn Cicero² „nobilissimus philosophus“. Poseidonios war vermutlich auch ein guter Redner, und er war ein exzellenter Schriftsteller. Doch es ist nicht zu übersehen, daß die Schule auf Rhodos nur von seiner faszinierenden Persönlichkeit geprägt wurde. Nach seinem Tod verlor sie an Glanz und Anziehungskraft und konnte sich nicht mehr lange behaupten.

Innerhalb der Stoa war Poseidonios ein Außenseiter. Gerade seine Universalität war für viele Stoiker etwas durchaus Unstoisches. So rühmte ihn Strabon, der ebenfalls Stoiker war, zwar als „gründlichen Forscher und Philosophen³“ und als den „gelehrtesten unter allen Philosophen unserer Zeit⁴“, aber er tadelte sein beharrliches Fragen nach den Ursachen der Naturerscheinungen⁵:

Soviel auch gegen Poseidonios. Denn vieles wird noch bei den Auseinandersetzungen des einzelnen eine geeignete Prüfung erfahren, soweit es die Geographie angeht; was aber die naturkundlichen Dinge angeht, so muß man diese anderwärts untersuchen, oder man muß gar nicht darüber nachdenken. Denn bei ihm ist viel Erforschen der Ursachen und Aristotelisieren, was die unsrigen wegen der Verborgenheit der Ursachen vermeiden.

Mit seiner Auffassung der stoischen Ethik konnte sich Poseidonios nicht durchsetzen. Für Poseidonios war das Sittliche das wahre Gut⁶, aber er erachtete für das Erlangen der Glückseligkeit auch den Genuß der naturgemäßen Dinge, leibliche Gesundheit und eine gewisse Gunst der äußeren Lage für notwendig⁷. Damit gab er die Autarkie der Tugend, den Grundpfeiler der stoischen Ethik, preis. Diese poseidonische Erweiterung des

¹ Vgl. Reinhardt. RE 22, 814, 51–52.

² Cic. Tusc. 2, 61.

³ Strab. 2, 3, 5.

⁴ Strab. 16, 2, 10.

⁵ Strab. 2, 38.

⁶ Cic. Tusc. 2, 61.

⁷ Diog. Laert. VII. 128.

Tugendbegriffes wurde von seinen Schulgenossen abgelehnt. Auch seine Affektenlehre¹ fand keine Anerkennung. Er interpretierte die Affekte nicht als alleinige Fehlurteile des Logos, wie Chrysipp² formuliert hatte, sondern als ein Hervorgehen aus dem Widerstreit zweier Kräfte, in dem sich ein selbständiges irrationales Triebleben gegen das Gebot des Logos durchsetzt. Obgleich Poseidonios mit seiner Auffassung eine gute Erklärung sowohl für das Wirken wie für das Aufhören der Affekte bot, konnte er sich gegen die intellektualistische Auslegung Chrysipps nicht durchsetzen³. Dessen Lehre blieb bestimmend, man begnügte sich mit einigen Korrekturen, wie Cicero⁴ ausführt.

Während in Athen die stoische Schule zum Ende des letzten Jahrhunderts v. Chr. an Bedeutung verlor, erlebte die Stoa in Rom eine Blütezeit. Kenntnisse der stoischen Philosophie gehörten zur allgemeinen Bildung, und die Stoa entwickelte sich seit der augustäischen Zeit zu einem Schulfach. Im Vordergrund standen ethische Fragen. Gelesen wurden die Schriften Chrysipps⁵ und seiner getreuen Nachfolger Antipater⁶ und Archedemos⁷, während die Schriften des Panaitios und Poseidonios bewußt gemieden wurden. Diese beiden Philosophen galten zwar nicht als Häretiker, aber Auseinandersetzungen mit ihren Auffassungen wurden vermieden, um ein einheitliches Bild der Stoa aufrechtzuerhalten⁸.

Eine nachhaltige Wirkung übte Poseidonios auf Seneca aus, der ihn oft in seinen Schriften⁹ zitiert. Seinem Universalismus vermochte Seneca nicht zu folgen, auch widersprach er ihm in vielen Auslegungen, die Poseidonios den stoischen Begriffen gegeben hatte, aber seiner Genialität zollte er uneingeschränkte Anerkennung. Seneca stellte Poseidonios neben Chrysipp und forderte dazu auf, ihre Lehren zu beherzigen¹⁰:

Lebe mit Chrysipp, mit Poseidonios! Sie werden dir überliefern die Kenntnis von menschlichen und göttlichen Dingen, sie werden dich anweisen, tätig zu sein und nicht nur klug zu reden sowie zur Unterhaltung von Zuhörern mit Worten um dich zu werfen, sondern die Seele abzuhärten und gegen Drohung zu ermutigen. Einen einzigen Hafen nämlich gibt es in diesem von Fluten und Stürmen bewegten Leben: was da kommen wird, geringzuachten, zuversichtlich zu stehen und gerüstet die Geschosse des Schicksals frontal hinzunehmen, ohne sich zu verbergen und auszuweichen.

¹ Die poseidonische Affektenlehre ist von Galenos in seiner Schrift „De placitis Hippocratis et Platonis“ überliefert worden; siehe Theiler. Texte S. 323–342, Fragmente 405–422.

² Chrysipp. Definition der Affekte: Stoicorum veterum fragmenta (SVF), ed. H. v. Arnim, III. 391 ff.

³ Gal. De placitis Hippocratis et Platonis 362, 5–13.

⁴ Cic. Tusc. 3, 25, 52–55, 61 ff.; 4, 53.

⁵ Chrysipp. SVF II u. III.

⁶ Antipater. SVF III. 244–258.

⁷ Archedemos. RE 2, 439 Nr. 5.

⁸ Vgl. Pohlenz. Stoa I. S. 290–292.

⁹ Sen. Epistulae morales; nat.; De ira.

¹⁰ Sen. Epistulae 104, 21–23.

Bei der Abfassung seiner naturwissenschaftlichen Schriften¹ waren Poseidonios' Erkenntnisse für Seneca wegweisend. Er benutzte Poseidonios' naturphilosophische Abhandlungen als Quellen bei seinen Fragestellungen. Bei anderen Stoikern läßt sich zwar der Einfluß von Poseidonios noch nachweisen, doch wird er namentlich nicht mehr erwähnt. So vermeidet Musonios² in seinen Lehrvorträgen, Poseidonios zu zitieren, auch wenn er gegen ihn polemisiert, und Epiktet³ nennt weder seinen noch Panaitios' Namen, während er viele andere Stoiker aufzählt.

Poseidonios war der einzige Philosoph, der ein großes Geschichtswerk⁴ schrieb. In der nachfolgenden Generation wurde es noch viel gelesen, aber mit Beginn der Kaiserzeit muß seine Verbreitung zurückgegangen sein, denn bereits im 1. Jahrhundert n. Chr. wurde es nicht in die Liste der „lesenswerten“ Geschichtswerke⁵ aufgenommen. Poseidonios' Geschichtsbücher wurden von Diodoros⁶, Strabon⁷ und später von Athenaios⁸ ausgewertet, aber im allgemeinen scheint der Leserkreis nicht sehr groß gewesen zu sein. Zu den letzten direkten Benutzern gehörte wohl Porphyrios⁹, danach geriet das Geschichtswerk in Vergessenheit und ging im Original verloren.

Ganz anders verhielt es sich mit der von Poseidonios vertretenen Physik. Hier fand er Anerkennung, und seine Schriften wurden reichlich benutzt, wie die große Zahl der Autoren¹⁰, die seine Aussagen fragmentarisch überliefert haben, zeigt. Bestes Beispiel ist das astronomische Traktat des Kleomedes „De motu circulari corporum caelestium¹¹“. Bei Kleomedes finden sich auch noch Spuren der Auffassung von Poseidonios, daß der Philosophie der Vorrang vor den Fachwissenschaften gebührt¹². Diese Auffassung wird von Seneca¹³ noch geteilt, andere, zum Beispiel Strabon¹⁴, Diogenes Laertius¹⁵ und Simplicios¹ berichten davon. Nicht zu übersehen ist, daß die Fachwissenschaften sich im Verlauf der

¹ Seneca schrieb außer den *Naturales quaestiones*, in denen Poseidonios erwähnt wird, noch die Schriften: *De lapidum natura*; *De piscium natura*; *De motu terrarum*; *De forma mundi*, die verlorengegangen sind, so daß nicht festzustellen ist, ob Poseidonios hierin verwandt wurde.

² C. M. Rufus Musonius. *Fragmente* ed. D. Hense. Leipzig: Teubner, 1894.

³ Epikt. *Encheiridion*; *Dissertationes ab Arriano*.

⁴ Rekonstruktion der Historien des Poseidonios durch J. Malitz.

⁵ Dion. Hal. *comp.* 4, 30; Quint. *inst.* 10, 1, 75. Beide erwähnen bei der Aufzählung von Historikern Poseidonios nicht. Vgl. Malitz. Kap. II. S. 34, Anm. 3.

⁶ Diodoros aus Agyrion (Sizilien), *Bibliotheca* in 40 Büchern.

⁷ Strab. *Geographica*.

⁸ Athen. *Deipnosoph.*

⁹ Eusebius Hieronymus. *Commentarii in Daniele*. Praefatio 622 A–B (25, col. 516 Migne); *Corpus Christianorum LXXV A 775*). Porphyrios hat nach dieser Angabe die Anfangspartien der „Historien“ für seine richtige Datierung des Danielbuches benutzt. Vgl. Theiler, *Erläuterungen* S. 5.

¹⁰ Theiler. *Texte* S. 186–321, *Fragmente* 254–401.

¹¹ Kleomedes. *RE* 11, 679–694.

¹² Kleomedes. *De motu circulari* 2, 7, 126.

¹³ Sen. *Epistulae morales* 88, 24 ff.

¹⁴ Strab. 2, 5, 2.

¹⁵ Diog. Laert. 7, 132 ff.

Kaiserzeit verselbständigten und zu eigenen, von der Philosophie unabhängigen Lehrgebieten wurden. Bereits die mathematischen Schriften des Archimedes² und des Euklid³ enthielten keine philosophischen Gedanken, Vitruvius⁴ verfaßte eine technische Schrift, in der allerdings Poseidonios lobend erwähnt wird⁵. Nach der Zeitenwende waren, um nur einige zu nennen, Heron⁶ von Alexandria und Frontinus⁷ mit technischen Schriften hervorgetreten, und Klaudios Ptolemaios⁸, dessen astronomische und geographische Werke das Weltbild bis zum Ausgang des Mittelalters bestimmten, war kein Philosoph. Die Stoa konzentrierte sich in der letzten Zeit ihrer Wirksamkeit auf ethische Fragen⁹. Ihr Ziel war es, den Menschen bei der Bewältigung des eigenen Lebens mit seinen Schwierigkeiten und Anfechtungen zu helfen, und bei diesem Bestreben wurde Poseidonios ausgeklammert und geriet in Vergessenheit.

Als die Stoa während der Regierungszeit des Kaisers Marc Aurel¹⁰ in den Jahren 161 bis 180 n. Chr. noch einmal große Mode wurde, weil sich der Kaiser zur stoischen Philosophie bekannte, wurde Poseidonios in der stoischen Schule nicht mehr genannt. Galenos¹¹ aus Pergamon, der Leibarzt des Kaisers, beschäftigte sich noch einmal intensiv mit der poseidonischen Ethik¹². Aus seinen Worten klingt Bewunderung, wenn er die Haltung der Stoiker seiner Zeit tadelt:

Die Aussage der Stoiker tadelte auch der von allen verständigste Poseidonios, welcher unter ihnen des größten Lobes wert ist, in diesen Dingen aber von den anderen Stoikern nicht gelobt wird. Jene nämlich überzeugten zwar, daß sie lieber ihr Vaterland als ihre Meinung preisgäben, Poseidonios aber, daß er lieber die Anschauungen der Stoiker als die Wahrheit preisgäbe.¹³

Galenos behauptet auch, daß diese Vertreter der Stoa nichts Besseres vorzubringen hätten:

Es sind nämlich in unserer Zeit nicht wenige gewesen, denen ich begegnet bin; keinen von ihnen habe ich glaubwürdig etwas zu den von Poseidonios vorgelegten Aporien sagen hören.¹⁴

¹ Simpl. In Aristotelis physica 291, 21 bis 292, 31.

² Archimedes: De planorum equilibriis; De quadratura parabolae; De sphaera et cylindro; De spiralibus; De conoidibus et sphaeroidibus; Dimensio circuli; Arenarius.

³ Euklid. Stöcheia.

⁴ Vitruvius. De architectura libri decem. (Hierzu und zu den weiteren Anm. zur Technik vgl. J. G. Landels. Die Technik in der antiken Welt).

⁵ Vitruvius. 8, 3, 26 f.

⁶ Heron von Alexandria. Pneumatica; Automatopoietike; Mechanica; Catoptrica; Dioptra; Definitionen; Stereometrica.

⁷ Frontin. RE 10, 591 Nr. 243. De aquis.

⁸ Klaudios Ptolemaios. Almagest, Phaseis, Geographia.

⁹ Pohlenz. Stoa I. S. 290 ff.

¹⁰ Marcus Aurelius. Selbstbetrachtungen. Reinhardt, RE 22, 567: „Am reinsten verwirklicht wurde sein [gemeint ist Poseidonios] politisches Ideal durch Marc Aurel, obwohl dieser kaum ein Buch von ihm gelesen hat.“

¹¹ Galenos von Pergamon. RE 7, 578–591.

¹² S. Theiler. Erläuterungen S. 350.

¹³ Gal. De sequela, Scripta minora vol. II. pp. 77, 17–78, 2.

¹⁴ Gal. De placitis Hippocratis et Platonis 376, 8–13.

Trotz seiner Bewunderung und Hochachtung, die er Poseidonios zollte, und trotz seiner Bemühungen um eine Aufwertung dieses Philosophen, gelang Galenos eine Wiederbelebung der stoischen Ethik, wie sie Poseidonios vertrat, nicht. Zwar wurden ethische Schriften des Poseidonios im 3. Jahrhundert in Ägypten noch gelesen, wie Eintragungen auf zwei Papyri¹ bezeugen, aber mit dem Verfall der Stoa geriet Poseidonios endgültig in Vergessenheit. Macrobius², Augustinus³ und Boethius⁴ erwähnen noch seinen Namen, wobei offenbleiben muß, ob sie Originalschriften von ihm gelesen haben, aber mit dem Untergang des römischen Reiches verschwanden auch die Werke des Poseidonios, und nur Bruchstücke sind in Büchern anderer antiker Schriftsteller überliefert worden.

1.4 Die Reisen des Poseidonios

1.4.1 Vorbemerkungen

Poseidonios war ein weitgereister Mann, und seine Reisen führten ihn in fast alle Länder der Mittelmeerregion.

Es gibt Philosophen, die zugleich Forschungsreisende gewesen wären. Der Denker scheint das Reisen und der Reisende das Denken für Zeitraub zu halten. Aristoteles ist nicht mit nach Indien gezogen. Poseidonios hätte es wahrscheinlich getan.⁵

Poseidonios war bestrebt, Landschaften, Lebensgewohnheiten der Bewohner, Landwirtschaft, Bergwerkswesen und industrielle Einrichtungen zu erkunden. Ebenso interessiert war er an Geographie und Geologie einer Gegend, an meteorologischen Erscheinungen und an Naturkatastrophen wie Erdbeben und Vulkanismus. Seine Forschungen dienten nicht nur dem Erwerb neuer Erkenntnisse, sondern auch dem Aufdecken von Irrtümern seiner Vorgänger und deren Richtigstellung. Die Ergebnisse seiner Erkundungen hatte Poseidonios in seinen naturkundlichen Schriften und in seinem Geschichtswerk niedergelegt. Eine Rekonstruktion der Reiserouten und Datierungen ist nur sehr bedingt möglich. Am besten kann die weite Reise in den Westen, die ihn nach Südgallien und nach Spanien bis Cadiz führte, rekonstruiert werden. Für diese Reise liegen die meisten Selbstzeugnisse vor. Seine syrische Heimat und Palästina bis zum Toten Meer⁶ waren ihm vertraut. Reisen weiter nach Osten sind ungewiß. Wenn seine Aussagen über die Erdölquellen

¹ Theonis Epistula ad Heraclidem. Papyri della R. Università di Milano I. ed. A. Vogliano, Mailand 1937, S. 19, 17. Papyrus Memphis 155, fr. 1, 8.

² Macr. somn. 1, 15, 7.

³ Augustinus. De civitate Dei 5, 5.

⁴ Boeth. De diis et praesensionibus 20, 77, 395 (Kommentar zu Cic. Topica 77).

⁵ K. Reinhardt. Poseidonios, München 1921, S. 3.

⁶ Strab. 16, 2, 42.

bei Babylon¹ auf eigener Anschauung beruhen, dann war Poseidonios bis dorthin gelangt. Genauere Kenntnisse über Gebiete jenseits des Euphrats besaß er nicht. Um Pompeius² auf seinem Feldzug in den Osten zu begleiten, war er schon zu alt und zu krank.

Ob Poseidonios Libyen und Ägypten besuchte, ist anhand der Fragmente³ nicht einwandfrei nachzuweisen. Reisen nach Ägypten sind jedoch nicht auszuschließen, denn Alexandria war von Rhodos zu Schiff in vier Tagen⁴ zu erreichen und Rhodos unterhielt rege Handelsbeziehungen mit Ägypten. Die adriatische Ostküste war ihm zumindest teilweise bekannt. Überliefert ist sein Besuch in Apollonia mit seinem berühmten Nymphaion.⁵ Mit Sicherheit bereiste er nicht die nördlichen Länder. In seinen Vorstellungen von Skythien, dem Kaspischen Meer und dem nördlichen Ozean bleibt Poseidonios weit hinter den Entdeckungen seiner Zeit zurück.⁶ Mehrmals und für längere Zeit hielt er sich in Italien und auf Sizilien auf. Seine Beschreibungen einzelner Landstriche, seiner Bewohner und politischer Ereignisse, zum Beispiel der Sklavenaufstände⁷ auf Sizilien, zeugen von genauen Erkundigungen, die er bei einem flüchtigen Besuch nicht hätte machen können.

Poseidonios' Reisetätigkeit läßt einige Rückschlüsse auf seinen Charakter und seine äußeren Lebensumstände zu. Es ist anzunehmen, daß er Athen verließ, nachdem im Jahr 110 v. Chr. Panaitios seine Lehrtätigkeit beendet und die Leitung der stoischen Schule abgegeben hatte. Poseidonios war damals 25 Jahre alt und hatte eine philosophische Ausbildung genossen. Ob er sich danach direkt nach Italien begab oder zunächst Syrien und Palästina bereiste, ist nicht zu ermitteln. Als er um 100 v. Chr. zu seiner Reise nach Südgallien und Spanien aufbrach, war er ein Mann in mittleren Jahren. Seine Reisen unternahm er als Privatmann und Forschungsreisender. Allerdings konnte er sicherlich durch seine Beziehungen zum römischen Adel die Hilfe römischer Offiziere und Magistratspersonen in Anspruch nehmen. Seine Fahrten zur See erforderten einigen Wagemut, denn das östliche Mittelmeer wurde jahrzehntelang von Piraten⁸ terrorisiert. Auch Rhodos⁹ war nicht mehr in der Lage, der Piraten Herr zu werden. Als Pompeius¹⁰ diesem Unwesen ein Ende setzte und die Reisenden nicht mehr von Seeräubern, sondern nur noch von ungünstigen Winden und Unwettern bedroht wurden, war Poseidonios für weite Reisen zu alt und von Gicht geplagt. Vielleicht war sein Gichtleiden der Preis, den er für seine Forschungsergebnisse bezahlen mußte. In

¹ Strab. 16, 1, 15.

² Strab. 11, 1, 6.

³ Strab. 17, 3, 10; 7, 15.

⁴ Diod. 3, 34, 7.

⁵ Strab. 7, 5, 8.

⁶ Strab. 11, 1, 6.

⁷ Diod. 34, 2, 1–38; 36, 1; 36, 2, 1; 36, 3, 1–2; 36, 4, 4; 36, 5, 1.

⁸ J. Malitz. Die Historien des Poseidonios. Kapitel IV. 3: Sklaven und Piraten.

⁹ Florus. Epitoma de Tito Livio 1, 41 (3, 6).

¹⁰ Liv. Periochae 99.

jüngeren Jahren muß er über eine stabile Gesundheit und gute Kondition verfügt haben, sonst hätte er die Strapazen nicht durchhalten können.

Poseidonios muß auch über erhebliche Geldmittel verfügt haben. Reisen in der Antike¹ waren nicht ungewöhnlich, erforderten aber Zeit und Geld. Schiffsreisen waren bequemer als die Fahrten zu Lande. Aber Schiffe, die ausschließlich dem Personenverkehr dienten, gab es in der Antike nicht. Der Reisende begab sich in der Regel auf ein Frachtschiff und fuhr von Hafen zu Hafen bis an seinen Bestimmungsort, wobei oft häufiges Wechseln des Schiffes nötig war. Den Passagieren standen keine Kabinen zur Verfügung, sie mußten sich an Deck aufhalten und für ihre Verpflegung selbst aufkommen. Reisen zu Lande waren im allgemeinen sicherer und weniger vom Wetter abhängig, dafür aber wesentlich zeitraubender. Obgleich die *viae publicae*² gut instand gehalten wurden, war das Fahren in einem Reisewagen sehr unbequem und erforderte noch zusätzliche Begleiter zur Versorgung der Zugtiere.

Da Poseidonios sehr weite Reisen unternahm, steht zu vermuten, daß er Dienerschaft mitnahm. Nur selten wird er gezwungen gewesen sein, Gasthäuser aufzusuchen. Meistens werden ihn wohlhabende Freunde aufgenommen haben. Die großen Landsitze waren auf Gäste eingerichtet. Allerdings mußte sich der Gast für eine freundliche Aufnahme mit Geschenken revanchieren, die er zusätzlich mit sich führen mußte. Bei seinen Besuchen der Keltenstämme in Südgalien³ wird Poseidonios besonders wertvolle Geschenke überreicht haben, um diese freundlich zu stimmen, denn viele Bewohner dieser Gegend waren den Römern und damit auch anderen Fremden oft feindlich gesinnt. Es zeugt von seinem Mut, daß er es wagte, als Privatperson die keltischen Bewohner aufzusuchen, denn es ist nicht gut vorstellbar, daß er von römischen Legionären beschützt wurde.

Es stellt sich noch die Frage, ob Poseidonios sich auch als Kaufmann betätigte und mit Handel zumindest auf seinen Reisen Geld verdiente. Zu beantworten ist diese Frage nicht, weil keinerlei Hinweise auf irgendeine kaufmännische Tätigkeit vorliegen.

1.4.2 Reisen in Syrien und Palästina

1.4.2.1 Datierung

Es ist unmöglich, genaue Zeitangaben für Reisen in diesen Gebieten zu machen. Anhand der politischen Lage können nur Vermutungen geäußert werden. Syrien war während der

¹ W. Kroll. *Schiffahrt*. RE 2, 2, 408–419; L. Casson. *Reisen in der Alten Welt*. München 1976; *Die Seefahrer der Antike*, München 1979.

² G. Radke. *Viae publicae Romanae*. RE Suppl. XIII. 1418–1686.

³ Malitz. Kapitel IV. 4: Gallien und die Gallier.

gesamten Diadochenzeit ein Zankapfel zwischen den Seleukiden und den Ptolemäern. Mit dem achtzehnjährigen Demetrios II. war ein junger und unerfahrener König auf den Thron gelangt. Deshalb war es Diototos Tryphon, einem königlichen Beamten, ein Leichtes, einen Aufstand zu entfachen, weite Teile Syriens zu erobern und sich zum König ausrufen zu lassen. Demetrios zog trotz erheblicher Einschränkung seiner Machtposition gegen die Parther und geriet nach einer verlorenen Schlacht 139 v. Chr. in Gefangenschaft, worauf sein Bruder Antiochos VII. Sidetes (138–129 v. Chr.; benannt nach dem Ort Side, wo er erzogen wurde) die Herrschaft übernahm. Diesem gelang es, den Usurpator Tryphon zu besiegen, worauf dieser 138 v. Chr. in Apamaia Selbstmord verübte. Antiochos VII. starb in einer Schlacht gegen die Parther 129 v. Chr. Unter seinem Nachfolger Antiochos VIII. Grypos (nach seiner Habichtsnase; 125–96 v. Chr.) waren die Zustände in Syrien verhältnismäßig stabil, obgleich er ab 115 v. Chr. von seinem Halbbruder Antiochos IX. bekriegt wurde. Die syrischen Großstädte, wozu auch Poseidonios' Heimatstadt Apameia gehörte, erfreuten sich weitgehender Selbständigkeit. Nach seinem Tod wurde unter seinen Nachfolgern weiter um die Vormachtstellung gekämpft, bis Tigranes von Armenien (König von Armenien 95 bis etwa 55 v. Chr.) 83 v. Chr. Syrien eroberte und seinem Reich einverleibte. Während der achtzehnjährigen Herrschaft des Tigranes erlebte das Land eine Friedenszeit. Im Jahre 65 v. Chr. mußte er sich Pompeius unterwerfen.

Judäa stand in dieser Zeit unter der Herrschaft der Makkabäer. Ioannes Hyrkanos (135–104 v. Chr.) befreite das jüdische Reich von jeder Fremdherrschaft und vergrößerte es um Samaria, Idumaea und Teile des Ostjordanlandes. Unter Alexandros Iannaios (103–76 v. Chr.) wurde das Reich nochmals vergrößert und erstreckte sich nun von Gaza im Süden bis zum See Genezareth im Norden und reichte im Osten über das Ostjordanal und das Tote Meer hinaus. Nach seinem Tod schwächten bürgerkriegsähnliche Wirren das Reich so, daß es 63 v. Chr. von Pompeius erobert und der römischen Oberhoheit unterstellt werden konnte. Das Königtum der Makkabäer fand damit sein Ende.

Aus diesem kurzen geschichtlichen Abriß läßt sich entnehmen, daß Reisen in Syrien und Palästina für Poseidonios möglich waren. Der Zeitraum kann auf die beiden letzten Jahrzehnte vor der Jahrhundertwende eingeengt werden, denn nach seiner Rückkehr von der Reise nach Südgallien und Spanien verfaßte Poseidonios sein Ozeanwerk, bevor er sich um 90 v. Chr. auf Rhodos niederließ, und in diesem Werk hatte er auch seine Forschungsergebnisse über Vorkommen und Eigenschaften von Asphalt und Erdöl, die er bei seinen Erkundungen der Quellen, besonders im Toten Meer, gesammelt hatte, niedergelegt. Reisen im Nahen Osten nach 100 v. Chr. sind deshalb sehr unwahrscheinlich. Gar nicht zu ermitteln ist, ob er das Land vor oder nach seinem Studienaufenthalt in Athen erkundete. Vor

seinem Weggang nach Athen wäre er reichlich jung für Forschungsreisen gewesen, doch wäre jede Festlegung seines Alters reine Spekulation.

1.4.2.2 Die Reiserouten

Poseidonios' Geschichte des Seleukidenreiches und des jüdischen Staates war eine Landeskunde vorausgestellt. Teile derselben sind erhalten geblieben und im 16. Buch von Strabons *Geographica* überliefert, so daß trotz des fragmentarischen Zustandes eine Rekonstruktion seiner Reisen in diesem Gebiet möglich ist. Hinweise auf Poseidonios gibt die bei Strabon¹ erwähnte Einteilung Syriens unter der Herrschaft der Seleukiden in die fünf Satrapien Kommagene, Seleukis, Koile-Syria, Phoinike und Judaia, die in der augustäischen Zeit, als Strabon seine *Geographica* verfaßte, aufgehoben war. Bezeugt ist Poseidonios' Behandlung der politischen Gliederung seiner Heimat durch eine Bemerkung über die Seleukis:

Die Seleukis ist der beste von den genannten Teilen Syriens; sie wird „Tetrapolis“ genannt und ist es auch entsprechend den dort liegenden vier bedeutenden Städten; es gibt zwar noch mehr, aber die größten sind vier, Antiocheia [Antakya] bei Daphne [Lorbeerhain, jetzt Bêt el Mâ], Seleukeia in Pieria [Ruinen bei Kapse], Apameia [Kala'at el Medîk] und Laodikeia [Ladikia], die auch Schwesterstädte genannt wurden wegen ihrer Eintracht, sämtlich Gründungen des Seleukos Nikator ... Entsprechend der „Tetrapolis“ war die Seleukis auch in vier Satrapien aufgeteilt, wie Poseidonios sagt, und in genauso viele auch Koile-Syrien ...²

Eine schöne Beschreibung von Poseidonios' Heimatstadt Apameia ist bei Strabon³ überliefert, die zwar Poseidonios nicht namentlich erwähnt, aber sich doch wohl auf ihn zurückführen läßt, denn sie kann nur von einem zeitgenössischen Kenner der Verhältnisse stammen. Selbstverständlich kannte Poseidonios die anderen Städte in der Seleukis, das geht aus seinen Darstellungen des Wohllebens dieser reichen Städte hervor, aber auch aus den Bemerkungen über die Gewinnung der Weinbergerde bei Seleukeia in Pieria⁴ und aus der Beschreibung des kurzen Verlaufs des Orontes (Nahr el Assi) zwischen Apameia und Antiocheia:

In der Nähe der Stadt strömt der Fluß Orontes. Dieser hat seine Quellen in Koile-Syrien, verbirgt sich dann unter der Erde und läßt darauf seinen Strom wieder hervorbrechen, fließt durch das Gebiet von Apameia nach Antiocheia zu und strömt, nachdem er dieser Stadt ganz nahe gekommen, zum Meere bei Seleukeia hinab.⁵

Verkehrstechnisch war das Gebiet bis Ägypten gut erschlossen. Von Antiocheia verlief die Küstenstraße nach Süden bis Pelusion an der ägyptischen Grenze. Von Apameia führte

¹ Strab. 16, 2, 2; 16, 2, 3; 16, 2, 4–15; 16, 2, 16–20; 16, 2, 21–23; 16, 2, 16–20.

² Strab. 16, 2, 4. „Entsprechend der „Tetrapolis“ (οἰκῶς τῇ τετραπόλει) ist vielleicht ein Überlieferungsfehler, der Strabon zuzuschreiben ist, da es schwerfällt, die vier relativ nahe beieinander liegenden Städte zu Hauptstädten einer vierfach geteilten Seleukis zu machen; vgl. Jones, *Cities of the Eastern Roman Provinces*, 241 und 450, Anm. 21.

³ Strab. 16, 2, 10.

⁴ Strab. 7, 5, 8.

⁵ Strab. 16, 2, 7; Zuschreibung bei Theiler, F 55.

eine Straße nach Süden am Orontes entlang durch die Marsyas-Ebene (El-Beka-Ebene) zwischen Libanon und Antilibanon bis zum See Genezareth, von dort durch das Jordantal zum Toten Meer und an der Ostküste des Toten Meeres entlang bis Petra. Die kürzeste Verbindung nach Osten war die Straße von Tyros nach Dura-Europos (Qalat es Salihya) am westlichen Ufer des mittleren Euphrat. Diese Verbindung war der letzte Abschnitt der Seidenstraße. Dura-Europos war die bedeutendste Euphratstation an der Hauptstraße, der sogenannten „Königsstraße“, die von Edessa (Orfa) in Mesopotamien nahe der Quelle des Balissos (Belîch) parallel zum Euphrat nach Babylon führte. Eine andere Straße verband Gaza mit Petra, und von dort führten Karawanenwege durch die arabische Wüste nach Babylon und an den persischen Golf. Diese Wege waren allerdings nicht sicher, denn sie wurden von arabischen Stämmen bedroht. Die Kaufleute zahlten deshalb eine Mautgebühr, um ihre Karawanen zu sichern.

Es liegen einige Nachrichten von Poseidonios über Städte und Plätze an der Mittelmeerküste vor, aus denen geschlossen werden kann, daß er die Küstenstraße benutzte. So erzählt Poseidonios von einem toten Drachen, der angeblich auf der Makras-Ebene (Guniye) in Koile-Syrien gefunden worden war:

Von der Ebene Koile-Syriens wird die erste, die am Meer beginnt, Makras oder Makra-Ebene genannt. Hier, erzählt Poseidonios, habe man den toten Drachen gesehen, mit einer Länge von beinahe einem Plethron, und von einer Dicke, daß Reiter, die auf beiden Seiten aufgestellt waren, sich nicht sehen konnten. Der Rachen sei so groß gewesen, daß ein Berittener hineingepaßt habe, und eine Schuppe der Hornhaut sei so groß wie ein Schild gewesen.¹

Makras war eine Ebene an der Küste nördlich von Tripolis, wo der Eleutheros (Nahr-el Kebir) in das Mittelmeer mündete. Bei diesem Drachen, von dem Poseidonios nur vom Hörensagen wußte, handelte es sich vermutlich um einen toten Wal. Wale verirrteten sich manchmal an die Mittelmeerküste.² Der reichlich merkwürdige Bericht bei Strabon deutet darauf hin, daß Poseidonios seinen Weg durch die Ebene nach Süden genommen hat.

Nächste Station war Sidon. Poseidonios berichtet von einem Erdbeben in dieser Region.³ Über Sidon sagt er:

Die Sidonier sind der Überlieferung nach sehr kunstfertig und stellen schöne Dinge her, wie auch der Dichter bezeugt. Dazu sind sie wissenschaftlich interessiert an Astronomie und Arithmetik, was von ihrer Beschäftigung mit der Rechenkunst und der Schifffahrt bei Nacht herrührt, denn beides gehört zum Geschäft eines Kaufmanns und eines Schiffseigners ...

Gegenwärtig aber kommt eine große Zahl von Talenten in allen Zweigen der

¹ Strab. 15, 2, 17.

² Der Bericht erinnert an die Geschichte im Alten Testament: Der Prophet Jonas wird von einem Walfisch verschlungen und nach drei Tagen wieder ausgespien (Jonas 2, 1–11). – M Aemilius Scaurus soll sich ein Seeungeheuer aus Joppe (Jaffa) besorgt haben, um damit als Aedil bekannt zu werden (Plin. nat. 9, 11).

³ Strab. 1, 3, 16.

Wissenschaft aus diesen Städten. Wenn man Poseidonios glauben soll, ist auch die Lehre von den Atomen die alte Erfindung eines Sidoniers, des Mochos¹, der vor dem Troischen Krieg gelebt habe.²

Sidon war berühmt für seine Glasfabrikation. Nach Plinius³ soll die Glasbläserkunst hier erfunden worden sein. Für Poseidonios war jedoch die Beschäftigung mit den Wissenschaften von größerem Interesse, schließlich kamen die stoischen Philosophen Boethos⁴ und Zenon⁵, Schüler des Diogenes von Babylon, aus dieser Stadt.

Über Tyros liegen keine Nachrichten vor. Die Stadt verdankte ihren Reichtum der Metallverarbeitung, der Purpurfabrikation und dem Handel über das Mittelmeer, von Poseidonios ist jedoch nur die Beschreibung eines Erdbebens und seiner Folgen überliefert.⁶

Über die Geschichte der Juden liegen einige Fragmente vor. Bei Strabon⁷ werden die Grenzen des Judenstaates angegeben und die verschiedenen Stämme aufgezählt, jedoch fehlt eine Beschreibung von Jerusalem. Überliefert ist eine ausführliche und sehr lebendige Darstellung des Toten Meeres, des Asphalt-Sees, dessen Asphalt-Vorkommen und -Gewinnung Poseidonios besonders interessierte.⁸ Hier konnte er das Phänomen der aufsprudelnden Erdsäfte genau studieren. Das Tote Meer und seine Umgebung waren der südlichste Punkt seiner Reise. Bis Arabien ist er nicht gekommen. Der bei Diodor überlieferte Exkurs zur Landeskunde Arabiens⁹ kann zwar Poseidonios zugeschrieben werden, beruht aber nicht auf Autopsie, sondern auf Mitteilungen in der Literatur. Auf einen Besuch Jerichos im Jordangraben deutet folgende Beschreibung hin:

Jericho ist eine ringsum von einem Gebirge umschlossene Ebene, die sich theaterartig an sie anlehnt. Hier ist der Palmenwald, wo es auch andere schöne und fruchttragende Bäume untermischt gibt, in größter Menge aber Palmen. Der Palmenwald ist etwa hundert Stadien lang, überall bewässert und voller Siedlungen; es gibt dort auch ein königliches Schloß und den Balsamgarten. Der Balsam ist ein strauchartiges Gewächs, ähnlich dem Kytisos und dem Terpentibaum, und wohlriechend. Man ritzt die Rinde ein und fängt den einer schleimigen Milch ähnlichen Saft in Gefäßen auf, der sich dann, in kleine Muscheln gegossen, verfestigt. Er heilt wunderbar Kopfschmerzen, auch beginnende Erkältungen und Augenschwäche. Daher ist er recht teuer und auch deshalb, weil er nur hier wächst. Daneben gibt es nur in diesem Palmenwald die Nußdattel, abgesehen von der babylonischen und der, die aus noch weiter östlichen Gebieten stammt. Der Gewinn aus diesen Pflanzen ist also groß; und das Holz des Balsams benutzt man als

¹ FGrHist 784 F 6.

² Strab. 16, 2, 24.

³ Plin. nat. 36, 190–99.

⁴ SVF III. p. 265–267.

⁵ SVF I. 38 u. 39; nicht zu verwechseln mit Zenon von Kition, dem Begründer der Stoa.

⁶ Strab. 16, 2, 26 u. Athen. VIII. p. 333 b–d.

⁷ Strab. 16, 2, 34.

⁸ Strab. 16, 2, 42–43.

⁹ Diod. 2, 49, 1–53.

Würzstoff.¹

Der poseidonische Abschnitt Strabons über die Landeskunde Palästinas endet folgendermaßen:

Auch in der Landschaft Gadaris findet sich ein schädliches Sumpfwasser. Wenn das Vieh davon trinkt, verliert es Haar, Hufe und Hörner. Bei dem sogenannten Taricheai bietet der See treffliche Möglichkeiten zum Einsalzen von Fischen, und es wachsen dort den Apfelbäumen ähnliche fruchttragende Bäume. Die Ägypter brauchen den Asphalt zum Einbalsamieren ihrer Toten.²

Diese Stelle bei Strabon enthält Ungereimtheiten. Die Landschaft Gadaris mit der kleinen Stadt Gadara lag nördlich von Jericho und war von dort aus leicht zu erreichen. Ein Ort namens Taricheai oder Magdala lag an der Westseite des Sees Genezareth bei der heutigen israelischen Siedlung Migdal, wo in größerem Maße die Fische aus dem See eingesalzen wurden. Taricheai hießen aber auch die Orte in Ägypten, wo die einbalsamierten Toten aufbewahrt wurden. So nennt Herodot³ den Friedhof von Pelusion am Nildelta „Taricheai von Pelusion“. Somit bekommt der letzte Satz seinen Sinn, denn die Ägypter gebrauchten Asphalt zum Mumifizieren.

Wenn man annimmt, daß Poseidonios die Ortschaften Gadara und Taricheai aufgesucht hat, dann hätte er eine Rundreise durch Syrien und Palästina absolviert. Offen bleibt, ob Poseidonios die Erdölquellen am Euphrat besuchte. Nach dem Straßennetz zu urteilen, war die Möglichkeit einer solchen Reise vorhanden, und bei seinem Eifer, das Phänomen der aufsprudelnden Erdsäfte zu studieren, ist die Wahrscheinlichkeit einer Autopsie gegeben.

1.4.3 Reisen nach und in Italien

1.4.3.1 Datierung

Poseidonios hat Italien mehrmals aufgesucht. Man kann annehmen, daß er in den letzten Jahren des 2. Jahrhunderts v. Chr. zum ersten Mal nach Rom reiste. Er geriet in eine Zeit des Umbruchs. Rom hatte schwere Erschütterungen zu ertragen gehabt. 106 v. Chr. war das römische Heer von den Kimbern und Teutonen bei Arausio (Orange) vernichtend geschlagen worden. Damit bestand für die nächsten Jahre eine akute Gefahr für den Norden Italiens. Die Teutonen hatten sich in Südgallien festgesetzt, die Kimbern waren nach Spanien

¹ Dieser Balsam stammt von der Burseracee *Comiphora opobalsamum*; schon Hieronymos von Kardia hat ihn beschrieben. Das Produkt der Balsamstaude war ein Monopolerzeugnis dieser Gegend. – *Kytisos*, *Medicago arborea* L., Schneckenklee, eine 1 Meter hohe strauchartige Kleeart, die als Futtermittel sehr geschätzt wurde. – Terpentibaum, *Pistacia terebinthus* L. Das Holz dieses Baumes ist zäh, dicht und dauerhaft, und dabei von einer schönen, dem Ebenholz ähnlichen schwarzen Farbe.

² Strab. 16, 2, 45. – Sumpfwasser in Gadaris: s. Kapitel Erdöl und Asphalt. – ἡ Ταριχέα: das Einbalsamieren, Einsalzen, Pökeln.

³ Hdt. II. 15.

weitergezogen. Für Poseidonios bedeutete das, eine Reise nach Gallien und Spanien war vorerst nicht durchzuführen. Seine große Reise in den Westen konnte er erst antreten, als die Gefahr gebannt war. 102 v. Chr. vernichtete Gaius Marius die Teutonen bei Aquae-Sextiae (Aix-en-Provence) und ein Jahr später die Kimbern bei Vercellae (Vercelli).

In den Jahren 136–132 und 102 v. Chr. gab es schwere Sklavenaufstände auf Sizilien, die ihre Brisanz dadurch erhielten, daß der Staat nicht gegen die Versklavung der Provinzeinwohner vorgegangen war. Der zweite Sklavenaufstand machte ein Umherreisen auf der Insel für Poseidonios vor seiner Reise nach Gallien und Spanien unmöglich. Er kann sich deshalb erst nach seiner Rückkehr in den neunziger Jahren auf Sizilien aufgehalten haben.

In Rom wurde Poseidonios Zeuge der Zwistigkeiten zwischen Gaius Marius und der Adelpartei. Gaius Marius¹, ein homo novus und durch adelige Protektion emporgekommen, hatte durch eine radikale Heeresreform ein schlagkräftiges Berufsheer geschaffen, indem er Proletarier als Soldaten heranzog, mit dem er sowohl den Krieg gegen Jugurtha in Numidien (Nordafrika) siegreich beendete und diesen 105 v. Chr. als Gefangenen durch Rom führte als auch die Germanenstämme vernichtend schlug. Marius, Konsul im Jahre 107 v. Chr., wurde in den Jahren 104 bis 100 v. Chr. ohne Unterbrechung zum Konsul gewählt. Trotzdem war es ihm unmöglich, zu einer Verständigung mit der Aristokratie zu kommen, was seine Gründe in den nun auftretenden Problemen durch das Berufsheer hatte, denn die Soldaten, die kein Eigentum besaßen, mußten versorgt werden, was nur durch eine Landreform möglich war. Poseidonios war zwar nicht persönlich von den Streitigkeiten betroffen, aber er nahm eine ablehnende Haltung gegenüber Marius ein, denn seine Freunde gehörten der Adelschicht an. Vor seiner Abreise in den Westen könnte er noch Marius' sechstes Konsulat und Saturnius' Tribunat im Jahre 100 v. Chr. miterlebt haben² und Zeuge von der Verbannung des Metellus Numidicus gewesen sein, der im Kampf gegen die lex agraria des Saturnius unterlegen war und ins Exil nach Rhodos ging.

Nach seiner Rückkehr nach Rom, wahrscheinlich 97 oder 96 v. Chr., waren die Auseinandersetzungen zwischen dem Senat und den Rittern immer noch nicht beigelegt. Poseidonios war tief beeindruckt von der tadellosen Gesinnung des Quintus Scaevola und des Lucius Licinius Crassus, die diese während ihres Konsulats 95 v. Chr. bewiesen.³ Scaevola ging anschließend als Statthalter nach Asien und zog sich dort den Zorn der Steuerpächter zu. Diese rächten sich dafür, indem sie seinen Legaten Publius Rutilius Rufus, einen Freund des Scaevola und wie er ein Mann von untadeligem Ruf, vor das Rittergericht stellten.⁴ Es war ein

¹ Gaius Marius. RE Suppl. VI. 1363 ff.

² Diod. 36, 12.

³ Diod. 37, 5.

⁴ Athen. p.168 D–E.

Fall flagranter Rechtsbeugung! Rufus ging ins Exil nach Asien. Poseidonios war mit ihm befreundet und blieb auch ständig mit ihm in Verbindung.

Während des Bundesgenossenkrieges weilte Poseidonios nicht mehr in Italien. Er verließ Rom und nahm seinen Wohnsitz auf Rhodos.

Im Winter 87/86 v. Chr. kam Poseidonios als Mitglied einer rhodischen Delegation zu Verhandlungen mit Marius, dem es gelungen war, zum siebten Male das Konsulat zu erlangen, nach Rom.¹ Wie lange Poseidonios sich diesmal in Italien aufhielt, ist nicht auszumachen. Es ist aber denkbar, daß er einige Monate blieb und die Zeit zu Reisen durch das Land ausnutzte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Poseidonios ungefähr ein Jahrzehnt, unterbrochen von einer mehrjährigen Reise nach Gallien und Spanien, in Italien weilte und durch Umherreisen sich persönlich ein Bild von der Beschaffenheit des Landes verschaffte.

1.4.3.2 Die Reiserouten

Ende des zweiten Jahrhunderts v. Chr. war die italienische Halbinsel mit einer Reihe von erstklassigen Hauptverkehrsstraßen, den *viae publicae*, ausgestattet, die sie in ihrer gesamten Länge durchzogen. Ausgangspunkt dieser Straßen war Rom. Mit der Eroberung von Gebieten außerhalb Italiens galt es, auch dort solche Straßen zu bauen, wobei man sich oft schon vorhandener Wege und Pfade bediente und diese auf den römischen Stand brachte.

Der kürzeste Weg nach Osten war die *via Appia*, die von Rom nach Brundisium (Brindisi) verlief. Gegenüber lagen jenseits der Adria die Stadt Dyrrhachion (Durazzo), der beste Hafen für die Überfahrt nach Brundisium und Endpunkt der *via Egnatia*, die quer durch Makedonien nach Thessalonike (Thessaloniki) an der Küste der Ägäis verlief, wo sie auf Straßen traf, die zu den griechischen Stadtstraßen führten. Etwas weiter südlich von Dyrrhachion lag Apollonia, auch von dort war eine Überfahrt nach Brundisium möglich. Es ist erwiesen, daß Poseidonios Apollonia und das berühmte Nymphaion besuchte, und somit wird er zu mindest einmal diesen Weg nach Rom genommen haben. Ob er zu Schiff oder auf dem Landweg nach Apollonia reiste, kann nicht ermittelt werden. Der Landweg wäre sehr viel sicherer als der Seeweg gewesen, da zu dieser Zeit der Schiffsverkehr in der Ägäis durch Piraten ständig bedroht war.

Die *via Appia* verlief quer durch Süditalien über Tarentum (Tarent), Venusia (Venosa), Beneventum (Benevento) nach Capua, einem Verkehrsknotenpunkt, von wo die *via Appia* nach Westen abbog und an der Küste entlanglief. Direkte Verbindung von Capua nach Rom

¹ Plut. Marius 45, 6–7.

war die via Latina. Von Capua führten Straßen nach Puteoli (Pozzuoli) und Neapolis (Neapel) und nach Süden bis Rhegium (Reggio di Calabria), von wo ein Übersetzen nach Sizilien möglich war. Erkundungsfahrten in Kampanien boten also für Poseidonios keine Schwierigkeiten, und daß er davon Gebrauch machte, davon zeugen seine Beschreibungen des Vesuvs. Es bestand auch die Möglichkeit, von Brundisium per Schiff an der Küste entlang durch die Meerenge zwischen Sizilien und dem Festland an die Westküste zu gelangen und bis Ostia zu fahren. Welche Wege Poseidonios wählte, kann nicht gesagt werden. Seine Beschreibung der Vulkantätigkeit auf den Äolischen Inseln läßt den Schluß zu, daß er auch zu Schiff unterwegs war. Zu fragen ist auch, wie Poseidonios an die Mündung des Timavus zwischen Aquileia (Aquileia) und Tergeste (Triest) gelangte, auf der via Flaminia bis Fanum Fortunae (Fano) an der nördlichen Adriaküste und von dort mit dem Schiff nach Aquileia oder Tergeste? Es kann nur gesagt werden, daß er mit hoher Wahrscheinlichkeit das Flußsystem des Timavus und das Karstgebiet persönlich erkundet hat.

Die rhodische Delegation, der Poseidonios angehörte, wird in Puteoli gelandet sein, denn die großen Schiffe aus Übersee fuhren damals diesen Hafen an. Ostia, der Hafen von Rom, war noch nicht ausgebaut. Wie die Weiterfahrt nach Rom vonstatten ging, ist unbekannt.

Auf Sizilien war ein gutes Straßennetz ausgebaut, so daß Poseidonios keine Probleme Schwierigkeiten gehabt haben dürfte, als er die Insel erforschte.

1.4.4 Die große Reise in den Westen

1.4.4.1 Datierung

Diese Reise ist am besten dokumentiert und läßt sich einigermaßen exakt rekonstruieren. Angetreten wurde sie um 100 v. Chr., als die Kriegsgefahr durch die Kimbern und Teutonen gebannt war. Die Schlacht lag schon einige Jahre zurück, denn die Gefallenen waren schon verwest, als Poseidonios in Massalia (Marseille) ankam. Dazu schreibt Plutarch:

Über die Gabe an Marius und die Zahl der Gefallenen gehen die Historiker freilich nicht einig. Doch haben, den Berichten zufolge, die Bewohner von Massalia mit den Gebeinen der Toten ihre Weingärten eingehegt, und die Erde wurde durch die verwesenden Leichen und die winterlichen Regengüsse so fett und bis tief hinunter mit Fäulnisstoffen gesättigt, daß aus ihr Ernten von nie erhörter Fülle heranreifen.¹

Massalia war damals ein selbständiger, sehr wohlhabender Stadtstaat mit großem Landbesitz. Das Herrschaftsgebiet umfaßte den größeren Teil der Mittelmeerküste östlich des Rhodanus (Rhone) bis Nikaia (Nizza) sowie das untere Rhônegebiet bis Avennio (Avignon). Massalia war auch ein griechisches Bildungszentrum, das jungen Römern gute Studienmöglichkeiten bot.

¹ Plut. Marius 21, 6–8. Der Bericht wird Poseidonios zugeschrieben: F 203 Theiler.

Das übrige Gebiet um Aquae-Sextiae und westlich der Rhône bis Tolosa (Toulouse) und nördlich bis in die heutige Auvergne war von den Römern unterworfen worden und 118 v. Chr. als Provinz Gallia Narbonensis mit der ersten Bürgerkolonie Narbo (Narbonne) eingerichtet. Die Römer drangen 158 v. Chr. in das Gebiet ein. Die erfolgreiche Befriedung gelang den Konsuln Q. Fabius Maximus und Cn. Domitius Ahenobarbus mit der Gründung der Provinz in den Jahren 125–118 v. Chr. Die vielen in Südgallien ansässigen Keltensämme waren nun zwar den Römern botmäßig und mußten Tribute zahlen, aber sie konnten noch lange ihre Eigenständigkeit bewahren. Bis in die augustäische Zeit behielten sie ihre Gauverfassung, ihre Sprache, Sitten und Gebräuche und ihre Rechtssprechung bei. Poseidonios konnte somit auf seinen Reisen in ihre Wohngebiete die Lebensart der Kelten festhalten und in seinen Schriften darstellen¹. Er betrat mit diesen Schilderungen Neuland, denn die Römer und auch die Massalieten wußten so gut wie gar nichts von der Lebensweise der Kelten. Poseidonios fand Aufnahme im Hause des Charmoleon, einem reichen Massalieten, der in Ligurien Land besaß: „Poseidonios sagt, daß ihm in Ligurien sein Gastfreund Charmoleon, ein Massaliete, erzählte, daß er Männer gleichermaßen wie Frauen zum Umgraben gedungen habe.“² Poseidonios begleitete ihn auf einer Inspektionsreise nach Ligurien.

Seine Weiterreise nach Spanien war ohne Gefahren zu bewerkstelligen. Die Römer hatten im zweiten Punischen Krieg 218–201 v. Chr. die karthagischen Besitzungen in Spanien erobert und als die Provinzen Hispania Citerior und Hispania Ulterior in ihren Herrschaftsbereich eingegliedert. Mit der Eroberung waren auch die ertragreichen Silber- und Kupferbergwerke, für die sich Poseidonios besonders interessierte, in den Besitz der Römer gelangt. Hispania Citerior umfaßte den Küstenstreifen am Mittelmeer von Carthago Nova (Cartagena) bis zu den Pyrenäen, das Tal des Iberus (Ebro) und auch das Hochland Keltiberien (Meseta). Das südliche Spanien mit der Landschaft Baetica (Andalusien) und der Küstenstreifen bis Carthago Nova gehörten zur Provinz Hispania Ulterior. Als Poseidonios das Land bereiste, war der Anas (Guadiana) die Westgrenze zu Lusitania, dem heutigen Portugal, das noch heftig umkämpft und erst unter Augustus 27 v. Chr. römische Provinz wurde. Die spanischen Provinzen waren schon stark romanisiert und völlig gefahrlos zu bereisen. Die Einwohner hatten schnell die lateinische Sprache und römische Gewohnheiten angenommen. Römische Kolonien wie Corduba (Cordoba), Hispalis (Sevilla) und Valentia (Valencia) hatten sich zu blühenden Städten entwickelt, eroberte Städte wie Gades und Carthago Nova waren prächtig ausgebaut worden.

¹ Siehe Malitz. Kapitel „Gallien und die Gallier“.

² Strab. 3, 4, 17.

Beim Antritt der Reise hatte Poseidonios Vorkenntnisse aus der Literatur erwerben können. Die geographische Abhandlung des Artemidoros von Ephesus, die um 100 v. Chr. veröffentlicht und von Poseidonios mehrmals kritisiert wurde, gibt außerdem einen Hinweis auf das Datum der Spanienreise, nämlich nach 100 v. Chr. Bestätigt wird dieses Datum durch Mitteilungen der Einwohner von Gades (Cadiz), dem südlichsten Punkt seiner Reise. Sie berichteten ihm von einem Seefahrer namens Eudoxos von Kyzikos.¹ Dieser soll in dem Jahrzehnt von 110 bis 100 v. Chr. vom Arabischen Meerbusen, dem Roten Meer, südwärts gesegelt sein, Afrika umfahren haben und in Gades gelandet sein. Auch wenn dies nur ein schöner Roman gewesen sein sollte, gibt er doch Anhaltspunkte, wann Poseidonios in Gades war. Nach eigenem Bekunden hielt er sich dort einen Monat auf, um den Vorgang von Ebbe und Flut zu erforschen und die Ursache für dieses Phänomen zu finden. Weitere Fahrten in das Landesinnere dienten unter anderem zur Erkundung der Gewinnung und Aufarbeitung von Metallen.

Poseidonios verfaßte auch eine Geschichte Spaniens in einer Fortsetzung der schon vorliegenden Schrift des Polybios². Einen Hinweis auf den Aufenthalt in Spanien gibt noch die Erwähnung des Publius Licinius Crassus, der 97–94 v. Chr. Statthalter von Hispania Ulterior war und in Corduba residierte. Poseidonios soll ihn aufgesucht und von ihm Einzelheiten über die Kassiteriden, die Zinninseln vor der galicischen Küste in den Buchten der heutigen Städte Arosa, Pontevedra und Vigo, erfahren haben³.

Aus den hier angeführten Daten kann geschlossen werden, daß Poseidonios kurz nach der Jahrhundertwende zu dieser Reise aufbrach, drei bis vier Jahre unterwegs war und dann nach Rom zurückkehrte.

1.4.4.2 Die Reiserouten

Die erste Station seiner Reise war Massalia, das durch regen Schiffsverkehr mit Rom verbunden war. Die Stadt lag etwa 38 Kilometer östlich des Rhonedeltas auf einer vorspringenden Halbinsel nördlich des windgeschützten Hafens Lakydon (Vieux port). Die Römer hatten sofort nach Einrichtung der Provinz mit dem Ausbau der keltischen Verbindungswege zu Fernstraßen nach römischem Standard begonnen. Massalia mußte ihren Beitrag zum Ausbau dieser Straßen auf ihrem Territorium leisten. Die Stadt war durch die via Voconi direkt mit Aquae-Sextiae verbunden, von dort verlief die Straße ostwärts über das Forum Voconi (Fréjus) bis Nikaia (Nizza). Nach Ligurien mußte die Fahrt auf schlechten

¹ Strab. 2, 3, 5.

² Siehe Malitz, Kapitel 2, „Spanien und die spanischen Kriege“.

³ Strab. 3, 5, 11.

Wegen fortgesetzt werden. Nachweislich führte seine Reise nach Ligurien über Aquae-Sextiae, er hatte also Gelegenheit, das Schlachtfeld zu besichtigen. Über Ligurien sagt er:

Die Ligurer bewohnen ein rauhes und ganz karges Land, und auf Grund ihrer Mühsal und der dauernden harten Arbeit führen sie ein angestregtes und unglückliches Leben. Da das Land von Bäumen dicht bewachsen ist, sind die einen von ihnen den ganzen Tag mit Holzhacken beschäftigt; die anderen bearbeiten die Erde und müssen dabei meistens Steine brechen, da der Boden außergewöhnlich rauh ist. Keinen einzigen Brocken Erde bewegen sie mit ihren Werkzeugen, der nicht voller Steine ist.¹

Aquae-Sextiae war auch der Endpunkt der via Domitia, die nach Westen führte, zunächst bis Arelate (Arles), wo die Rhone mit Fähren überquert wurden, dann über Nemausus (Nîmes) nach Narbo (Narbonne). Das Hinterland von Narbo war bis Tolosa (Toulouse) zugänglich. Die Stadt lag an der Garumna (Garonne), die voll schiffbar war, zudem war Tolosa durch einen alten Keltenweg mit Narbo verbunden. Vermutlich hat Poseidonios diesen Teil Südgallici selbst kennengelernt:

Tolosa ist an der schmalsten Stelle der den Ozean vom Meer bei Narbo trennenden Landenge gebaut, von der Poseidonios sagt, daß sie weniger als dreitausend Stadien [554,9 km] breit sei.²

Fünf Mündungsarme der Rhone durchzogen das Delta, sie boten aber wegen der ständig wechselnden Wassermengen keine sicheren Wasserwege. Östlich des Hauptarmes lag das „Steinfeld“, die Crau d'Arles, das Poseidonios aufsuchte und seine Entstehung erkundete³ Eine direkte Verbindung von Arelate zum Mittelmeer war der von Marius erbaute Kanal, die Fossa Mariana, der zwischen dem Hauptarm und dem Steinfeld verlief, wodurch Arelate direkt vom Meer mit Booten angefahren werden konnte. Poseidonios erwähnt den Kanal⁴. Die Durchquerung von Südgallici von Ost nach West war zwar ohne Schwierigkeiten zu bewältigen, aber die Wohngebiete der einzelnen Stämme waren oft nur auf den unbefestigten Feldwegen zu erreichen. Wie genau Poseidonios die Provinz erkundete, zeigen folgende Angaben über die Lage des Landes und seine Beobachtungen zur physikalischen Geographie:

Da wir über den Namen der Gallier gesprochen haben, müssen wir auch über das Land sprechen. Gallien wird bewohnt von vielen Stämmen unterschiedlicher Größe. Die größten von ihnen sind beinahe 200.000 Mann stark, die kleinsten 50.000, und einer von ihnen steht seit alter Zeit mit den Römern in einem Verhältnis der Verwandtschaft und Freundschaft, die sich bis in unsere Tage erhalten hat.⁵ Das Land liegt größtenteils im Norden und ist deshalb außerordentlich kalt. Zur Winterzeit fällt an den bedeckten Tagen viel Schnee anstelle des Regens, und an klaren Tagen ist alles voll Eis und schlimmem Frost, durch den die Flüsse zufrieren und überbrückt werden mit Hilfe ihres eigenen Wassers. Nicht nur ein paar zufällige Wanderer

¹ Diod. 5, 39, 1–2.

² Strab. 4, 1, 14.

³ Strab. 4, 1, 7.

⁴ Strab. 4, 1, 8; Plut. Marius 15, 2–4.

⁵ Gemeint sind die Haeduer; Strab. 4, 3, 2.

überqueren das Eis, sondern auch riesige Heere mit allem Troß und vollbeladenen Wagen fahren sicher darüber hinweg. Viele große Flüsse strömen durch Gallien und zerteilen das ebene Land mit allen möglichen Windungen; die einen kommen aus tiefen Seen, die anderen haben ihre Quellen und Zuflüsse aus den Bergen. Die einen münden in den Ozean, die anderen ins Mittelmeer. Der größte von denen, die ins Mittelmeer fließen, ist die Rhône, die ihre Quelle in den Alpen hat und sich in fünf Mündungen ins Meer ergießt ... Es gibt noch viele andere schiffbare Flüsse im Keltenland, über die hier zu schreiben wohl zu weit führte. Fast alle Flüsse frieren im Winter zu und überbrücken so ihren Strom, und weil das Eis die darüber Hinweggehenden wegen seiner natürlichen Glätte ausrutschen läßt, streut man Spreu darauf und hat so einen sicheren Übergang. Es gibt etwas Eigentümliches und Bemerkenswertes im größten Teil Galliens, das zu verschweigen ich nicht für richtig halte. Von Nordwesten und von Norden pflegen so starke und heftige Winde zu wehen, daß sie in der Lage sind, handgroße Steine vom Boden wegzureißen und eine regelrechte Wolke von Kieselsteinen. Überhaupt rauschen sie heftig daher und entreißen Männern die Waffen und die Kleider, und die Reiter werfen sie von den Pferden ab.¹

Die Weiterfahrt nach Spanien bis Carthago Nova war auf dem Landweg möglich. Am Summo Pyrenaeo (Col Perthus) traf die via Domitia auf die alte Handelsstraße. Der Paß war 20 Kilometer vom Meer entfernt und mit einer Höhe von 290 Metern der niedrigste in den Pyrenäen. Die Straße führte an der Ostküste entlang über Barcino (Barcelona), Tarraco (Tarragona), Valentia (Valencia) bis Carthago Nova und war bereits ausgebaut und vermessen worden. Wesentlich bequemer war es, sich der Küstenschifffahrt zu bedienen, allerdings war die Ostküste arm an Häfen. Nur Carthago Nova besaß einen wirklichen Hafen im heutigen Sinne, im übrigen war man auf die Flußmündungen oder die Strandseen angewiesen. Welche Beförderung Poseidonios wählte, ist unbekannt. Sein Aufenthalt in Carthago Nova ist bezeugt durch die Beschreibung eines eigenartigen Baumes:

Poseidonios erzählt, bei Carthago Nova gebe es einen Baum, der aus seinen Dornen Bast absondert, aus dem man sehr schöne Gewebe anfertige.²

Er wird auch die in der Nähe liegenden Silberbergwerke besucht haben, die schon Polybios beschrieben hatte³.

Ob Poseidonios einen Abstecher auf das keltiberische Hochland, die Meseta, unternahm, ist zweifelhaft. Die Bewohner, die Keltiberer, waren nach jahrzehntelangem Ringen mit den Römern besiegt worden.⁴ Das Gebiet wurde der Provinz Hispania Citerior einverleibt. Doch noch lange machten einzelne Aufstände und Räuberbanden das Hochland unsicher, so daß Fremde das Gebiet lieber mieden. Zudem war das Hochland unwirtlich: magere Vegetation,

¹ Diod. 5, 25, 1–31, 1.

² Strab. 3, 5, 10. Dabei handelt es sich um die Zwergpalme, *Chamaerops humilis*. Adolf Schulten. Iberische Landeskunde. S. 529.

³ Polyb. 34, 9, 8; Strab. 3, 2, 10.

⁴ 133 v. Chr. wurde ihre Hauptstadt Numantia durch Scipio Aemilianus eingenommen und völlig zerstört. Die meisten Einwohner wählten den Freitod. Poseidonios hat in seinen Historien den verzweifelten

extremes Klima mit kurzem, sehr heißem Sommer und langem, sehr kaltem Winter, Mangel an Regen und viel Wind. Für Poseidonios bestand kein Grund, dorthin zu reisen.

Ab Carthago Nova verließ die Straße die Küste und verlief in einem Bogen bis Acci (Guadix el viejo in der Provinz Granada), und von dort nach Südosten bis Urçi, wo wieder die Ostküste erreicht wurde, und weiter um den Felsen von Kalpe (Gibraltar) herum bis Gades. Es ist unwahrscheinlich, daß Poseidonios sich die Mühsal einer Fahrt auf dieser Straße zugemutet hat, zumal sie erst Jahrzehnte später unter Augustus ausgebaut wurde. Der Seeweg entlang der Küste war bequemer und sicherlich auch zeitsparender. In den Bergen hinter Abdera (Adra) lag ein Heiligtum der Athene, das auch Poseidonios erwähnt, vielleicht auch besucht hat:

Nach der Stadt Sexi [Almunecar]¹ kommt Abdera [Adra], auch sie eine Gründung der Phönizier. Jenseits dieser Stadt im Gebirge zeigt man Odysseia [nicht zu identifizieren] und darin das Heiligtum der Athene, wie Poseidonios gesagt hat und auch Artemidor und Asklepiades von Myrleia.²

Die Fahrt führte weiter südwärts durch die Straße von Gibraltar. Diese Meerenge wurde von dem Felsen Kalpe (Gibraltar) an der spanischen Küste und dem Berg Abilyx (Dschebel Musa) an der gegenüberliegenden nordafrikanischen Küste gebildet, und diese Erhebungen sollten die berühmten „Säulen des Herakles“ sein. Die Feststellung der genauen Position der Säulen beschäftigte auch Poseidonios:

Einige aber nahmen an, die Säulen seien Kalpe und Abilyx, der gegenüberliegende Berg Libyens, von dem Eratosthenes sagt, er liege in Metagonion, wo ein nomadisches Volk lebt. Andere hielten zwei den Bergen benachbarte Inseln für die Säulen, von denen die eine Hera-Insel heißt. Artemidor erwähnt zwar die Hera-Insel und das Heiligtum der Göttin, meint aber, es gäbe keine zweite Insel, und er erwähnt auch den Berg Abilyx und den Stamm von Metagonion nicht ... Sowohl Dikaiarch als auch Eratosthenes und Polybios und die meisten griechischen Autoren lokalisieren die Säulen an der Meerenge. Die Iberer und die Libyer dagegen sagen, die Säulen seien in Gades, da es nichts in der Meerenge gebe, was Säulen ähnlich sei. Andere identifizieren die Säulen mit den bronzenen Säulen von 8 Ellen [3,7 m] Länge im Tempel des Herakles, auf dem die Kosten für die Errichtung des Tempels verzeichnet sind; die Leute, die nach Vollendung ihrer Fahrt dorthin gekommen seien und dem Herakles geopfert hätten, hätten für die Verbreitung der Ansicht gesorgt, daß dies das Ende der Erde und des Meeres sei. Diese Erklärung hält auch Poseidonios für die glaubwürdigste.³

Poseidonios identifizierte also die bronzenen Säulen im Herakles-Tempel, auf denen in phönizischer Sprache die Baukosten genannt waren, mit den Säulen des Herakles. Der Herakles-Tempel war die Attraktion von Gades. Das Heiligtum befand sich auf der heutigen

Abwehrkampf der Keltiberer ergreifend geschildert. Ein Gewährsmann für die Berichterstattung war sein Freund Rutilius Rufus, der als Militärtribun an dem Feldzug teilgenommen hatte.

¹ Sexi lag zwischen Abdera und Malaga, also weiter südlich, und war berühmt für seine Fischkonserven.

² Strab. 3, 4, 3.

³ Strab. 3, 5, 5.

Insel Sancti Petri, die damals mit der Stadt vereint war. Dort wurden Reste im Meer um die Insel und am Strand entdeckt. Der Aufenthalt in Gades diente Poseidonios der Erforschung von Ursache und Wirkung der Gezeiten, wozu er sich nach eigenen Angaben 30 Tage lang in der Stadt aufgehalten habe.¹ Es ist auch anzunehmen, daß er nach Gades zurückkehrte, um von dort die Heimreise nach Italien anzutreten, nachdem er im Landesinneren die Bergwerksdistrikte aufgesucht hatte.

Poseidonios reiste in das Landesinnere zu Schiff auf dem Baetis (Guadalquivir), der Lebensader der Baetica (Andalusien), und konnte so auch die Schönheit des Landes und die Fruchtbarkeit bewundern. Der Verlauf des Flusses war derselbe wie heute, er hatte allerdings im 6. Jahrhundert v. Chr. vier Mündungsarme, später nur noch zwei². Heute hat er nur noch einen Mündungsarm, jedoch sind die anderen noch erkennbar. Die Quellen des Baetis liegen nach Strabon im Gebirge über Castulo (Ruinen bei Linares). Diese richtige Nachricht dürfte poseidonisch sein, denn sie korrigiert Polybios, der annahm, der Fluß komme wie der Anas (Guadiana) aus Keltiberien:

Nicht weit von Castulo liegt auch der Berg, aus welchem der Baetis hervorquellen soll und welchen man der in ihm befindlichen Silbergruben wegen den Silberberg nennt. Polybios aber sagt, sowohl dieser als der Anas, obgleich sie fast 900 Stadien [166,5 km] voneinander entfernt wären, strömten aus Keltiberien.³

Durch das Eindringen der Flut in den Fluß führte der Baetis soviel Wasser, daß die Schifffahrt bis weit flußaufwärts möglich war. Große Seeschiffe konnten bis Hispalis (Sevilla, Entfernung von der Mündung 500 Stadien = 92,5 km), kleinere bis Ilipa (Alcala del Rio, Entfernung von der Mündung 700 Stadien = 139 km) fahren. Bis Corduba (Cordoba, Entfernung vom Meer 1200 Stadien = 222 km) war noch eine Auffahrt mit Flußschiffen möglich. Poseidonios' Aufenthalt in Ilipa ist bezeugt:

Um die Zeit des Neumondes jenes Monats habe er in Ilipa eine große Abweichung beim Anschwellen des Baetis im Verhältnis zu früher beobachten können, als der Baetis die Ufer nicht einmal zur Hälfte bespült hätte. Damals sei das Wasser über die Ufer getreten, so daß die Soldaten an Ort und Stelle ihr Wasser geschöpft hätten. Ilipa ist vom Meer etwa 700 Stadien entfernt.⁴

Unter der Annahme eines Treffens von Poseidonios mit dem Statthalter Publius Crassus in Corduba kann die Reiseroute in das Landesinnere wie folgt festgelegt werden: Poseidonios benutzte die Flußschifffahrt den Baetis aufwärts bis Corduba und erkundete von hier aus die nordöstlich von Corduba liegenden Silberbergwerke bei Castulo. Nordwestlich von Corduba lagen in den Mons Mariorum (Sierra Morena) ergiebige Kupferminen, die Poseidonios

¹ Strab. 3, 1, 5; 3, 5, 7–9.

² Strab. 3, 1, 9; 3, 2, 11; Avien. Or. M. 288 ff.

³ Strab. 3, 2, 11.

⁴ Strab. 3, 5, 9.

aufsuchen konnte. Am Oberlauf des Iberus oder Luxia (Rio Tinto) lagen ebenfalls reiche Kupferminen. Die breite, seenartige Mündung dieses Flusses war Poseidonios bekannt:

Eine unbekannte und merkwürdige Eigenart des Flusses Iberus ist folgende, sagt Poseidonios: er trete zuweilen ganz unabhängig von Regen und Schnee über die Ufer, wenn die Nordwinde stärker würden. Der Grund dafür sei der See, durch den der Iberus fließe – denn das Wasser des Sees würde zusammen mit dem Wasser des Flusses von den Winden herausgetrieben.¹

Der Iberus war in der Antike bis Ilipula (Niebla) schiffbar, heute nur noch 20 Kilometer bis S. Juan del Porto. Hat Poseidonios die Kupferminen am Iberus aufgesucht? Diese Frage ist nicht zu beantworten. Für seine Forschung war dies nicht nötig. Das Wichtigste über die Kupfergewinnung konnte er in den Bergwerken bei Corduba erfahren.

Die Rückreise sollte ihn direkt nach Italien bringen, war aber mit Schwierigkeiten verbunden:

Etwas Eigenartiges habe er auf seiner Rückfahrt von Iberien beobachtet: die Südwinde wehten in jenem Meer bis zum sardinischen Meerbusen als Etesien. Deshalb sei er auch nur mit Mühe in drei Monaten nach Italien gekommen, abgetrieben im Meer um die Gymnesischen Inseln [Balearen] und um Sardinien und die gegenüberliegenden Gebiete Libyens.²

Poseidonios' Angaben sind verwirrend, denn er bezeichnet die aus Süden wehenden Winde als „Etesien“. Etesien sind die kühlen, kräftigen Winde aus Nord bis Nordost im östlichen Mittelmeer und im Schwarzen Meer, die mit Regelmäßigkeit jährlich Mitte Juli zur Zeit des Sirius-Aufganges mit beachtlicher Stetigkeit und ungefähr vierzig tägiger Dauer einsetzen. Die Windverhältnisse im westlichen Mittelmeer sind komplexer und veränderlich. Auch hier wehen Sommerwinde, und zwar von Nordwest, die über den nördlichen Teil streichen und die die Griechen ebenfalls „Etesien“ nannten. Dazu kamen die starken Winde, die das ganze Jahr in Spanien von den Randgebieten über das Hochland und vom Hochland über die tiefer liegenden Küsten wehen, und die sich im östlichen Mittelmeer, besonders im südlichen Teil, als Winde in östlicher Richtung bemerkbar machen.³ Kräftige Südostwinde kommen aus Nordafrika, jedoch nicht in gleichbleibender Stärke über einen längeren Zeitraum.

Die Route, die das Schiff nahm, auf dem Poseidonios fuhr, verlief zunächst an der afrikanischen Küste entlang, wo Poseidonios die Affen beobachten konnte:

[Maurusia (Marokko)] bringt auch eine Menge Affen hervor, über die Poseidonios gesagt hat, daß er auf seiner Fahrt von Gades nach Italien an die Lybische Küste getrieben worden sei und in Meeresnähe ein Gehölz voll dieser Tiere gesehen habe, die einen in den Bäumen, die anderen auf der Erde. Einige hielten ihre Jungen und

¹ Strab. 3, 5, 9.

² Strab. 3, 2, 5.

³ Adolf Schulten. Iberische Landeskunde. S. 420.

gaben ihnen die Brust.¹

Dann wurde das Schiff nach Nordosten Richtung Balearen abgetrieben. Die Südwinde müssen sich zu Stürmen gesteigert haben. Poseidonios gibt in seinen Historien eine Beschreibung der Inseln:

Auf der größeren der Gymnesischen Inseln sind zwei Städte, Palma [Palma] und Pollentia [Pollenza], von denen die eine im Osten liegt, Pollentia, und die andere im Westen ... Beide Inseln sind fruchtbar und besitzen gute Häfen, obwohl sie felsig sind an den Hafeneinfahrten, so daß die ankommenden Schiffe gut aufpassen müssen.²

Es ist gut möglich, daß das Schiff dort vor Anker gegangen ist und Poseidonios selbst bei einem Landgang die Inseln erkundet hat. Die Weiterfahrt muß um die Nordspitze Sardinien erfolgt sein. Normalerweise wäre das Schiff mit Abstand zur nordafrikanischen Küste direkt ostwärts nach Sardinien gesegelt, hätte die Südspitze umfahren und wäre durch das Tyrrhenische Meer nach Ostia gesegelt. Die Route von Ostia nach Gades war bei gutem Wetter in sieben Tagen zu bewältigen³, in umgekehrter Richtung dauerte die Fahrt länger, da streckenweise gegen den Wind gesegelt werden mußte. Poseidonios war jedoch extrem lange unterwegs. Erst nach drei Monaten konnte er wieder italienischen Boden betreten.

1.4.5 Reisen nach Ägypten

Von Rhodos aus war Alexandria in wenigen Tagen zu Schiff erreichbar, und es ist nicht ausgeschlossen, daß Poseidonios eine Studienreise dorthin unternommen hat. Offenbar kannte er sich in der Geographie Ägyptens und der angrenzenden Gebiete gut aus, doch konnte er seine Kenntnisse der reichhaltigen Literatur entnehmen. Aus den Fragmenten läßt sich kaum etwas erschließen. Überliefert ist eine Aussage über die Ursache der Nilschwelle:

Daß aber die Anschwellungen aus Regengüssen entstehen, brauchte man nicht zu untersuchen und bedurfte keiner solchen Zeugen, wie sie Poseidonios anführt. Denn er sagt, Kallisthenes erkläre die Sommerregengüsse für die Ursache derselben, was er von Aristoteles entlehne, so wie dieser vom Thasier Thrasyalkes, der ein alter Naturforscher war, und dieser wieder von einem anderen, dieser aber von Homer, welcher den Nil den Zeusentsprossen nennt.¹

Diese doxographischen Ausführungen sind kein Beweis für einen Aufenthalt am Nil, Poseidonios hätte sie sich ohne Schwierigkeiten anlesen können. Sollte allerdings der in dem folgenden Fragment genannte „Poseidonios“ mit dem Apameier identisch sein, dann hätte Poseidonios eine Begegnung mit dem Arzt Zopyros in Alexandria gehabt. So bekundet der Arzt Apollonios:

¹ Strab. 17, 3, 4.

² Strab. 3, 5, 1.

³ Plin. nat. 19, 4.

... betreffs der Methoden des Einrenkens; einige Gliedmaßen habe ich selbst eingerenkt, bei anderen habe ich es beobachtet, als ich bei Zopyros in Alexandria war. Daß Zopyros in Fällen von Brüchen und in der Chirurgie der ausgerenkten Gliedmaßen so behandelte, daß er meistens dem Hippokrates nachfolgte, könnte uns Poseidonios, der Zeit mit diesem Arzt verbracht hat, bezeugen.²

Apollonios war ein empirischer Arzt aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. und stand offensichtlich mit dem Arzt Zopyros, tätig um 100 v. Chr. in Alexandria, in Verbindung. Dieser war ein empirischer Arzt und berühmter Pharmakologe. Für Poseidonios wäre er ein Beispiel für einen Fachwissenschaftler ohne Beziehung zur Philosophie gewesen. Poseidonios wollte die Fachwissenschaften in die Philosophie einbeziehen, am Museion in Alexandria wurde jedoch schon die Loslösung der Fachwissenschaften aus der Philosophie vollzogen. Diese Entwicklung hätte Poseidonios in Alexandria beobachten können. Auch wenn berechnete Zweifel an der Identität des genannten Poseidonios mit dem Philosophen Poseidonios bestehen, kann die Möglichkeit einer Begegnung mit diesem berühmten Arzt in Erwägung gezogen werden.

1.5 Die Schriften des Poseidonios

1.5.1 Allgemeines

Von dem reichen Schrifttum des Poseidonios sind 25 Buchtitel bekannt,³ aber kein Text ist vollständig erhalten geblieben. Ein anschauliches, wenn auch bruchstückhaftes Bild seiner Werke ist nur durch Zusammenfügen der Fragmente, die in den Schriften antiker Autoren überliefert sind, anhand genannter Titel oder ihrer inhaltlichen Zugehörigkeit zu bekommen. Neben der sehr veralteten Sammlung von Janus Bake „*Posidonii Rhodii reliquiae doctrinae*“⁴ sind Fragmente in der Sammlung „*Die Fragmente der griechischen Historiker*“ von F. Jacoby⁵ zu finden. Neuere Sammlungen der Poseidonios-Fragmente liegen vor bei L. Edelstein/I. G. Kidd „*Posidonius. The Fragments*“⁶ und bei W. Theiler „*Poseidonios. Die Fragmente*“⁷. Jacoby folgend, werden bei Edelstein/Kidd zuerst die mit Buchtiteln bekannten Texte, danach die Texte ohne Titel angeführt, wobei durch Überschriften entsprechend dem Inhalt der

¹ Strab. 17, 1, 5.

² Apollonios von Kition. *De articulis* (Über die Gelenke), p. 1. 16–19 (Schöne); p. 12, 1–6 (Kollesch-Kudlien).

³ Aufzählung s. K. Reinhardt. Poseidonios von Apameia. RE 22, 558 ff. Nr. 3.

⁴ Janus Bake. *Posidonii Rhodii reliquiae doctrinae*. Lugduni Batavorum 1810.

⁵ F. Jacoby. *Die Fragmente der griechischen Historiker*. Berlin/Leiden 1923–1958.

⁶ L. Edelstein/J. G. Kidd. *Posidonius*. I. *The Fragments*. Cambridge 1972. II. *The Commentary*. (i) *Testimonia and Fragments 1–149*. (ii) *Fragments 150–293*. Cambridge 1988.

⁷ Willy Theiler. *Poseidonios. Die Fragmente*. I. *Texte*. II. *Erläuterungen*. Berlin/New York 1982.

Fragmente die Übersicht sehr erleichtert wird. Bei Theiler ist die Zusammenstellung so vorgenommen worden, daß den nach Buchtiteln angeführten Fragmenten die titellosen entsprechend ihrer inhaltlichen Zugehörigkeit zugeordnet sind. Dadurch ist eine zwar lückenhafte, aber recht eindrucksvolle Rekonstruktion der Schriften erreicht worden. Bei der in dieser Arbeit vorgelegten Übersicht der Schriften ist die Fragmenten-Sammlung von Theiler zugrunde gelegt worden.

1.5.2 Die Schrift „Über den Ozean“

Περὶ ὠκεανοῦ καὶ τῶν κατ' αὐτόν (Über den Ozean und seine Anwohner), so lautet der Titel¹ des frühen Hauptwerkes, das Poseidonios nach seiner Reise in den Westen des römischen Reiches zu schreiben begann und wahrscheinlich schon vor seiner Gesandtschaftsreise nach Rom 87/86 v. Chr. abgeschlossen hatte. Den Titel entlehnte er Pytheas² von Massalia, der um 325 v. Chr. die iberische Halbinsel umfahren und ein Periplus (Küstenumschiffung) unter dem oben genannten Titel verfaßt hatte. Poseidonios verarbeitete in diesem naturkundlichen Werk seine Beobachtungen, Erfahrungen und Erkenntnisse, die er auf seinen Reisen gewonnen hatte. Es ist sehr zu bedauern, daß diese Schrift nicht erhalten geblieben ist, da sie ein lückenloses Bild der Naturwissenschaften im Hellenismus geben würde. Die überlieferten Fragmente stehen fast alle in der Γεωγραφικά (Geographie) des Strabon³, die nahezu vollständig überliefert ist. Strabon verfaßte ein Werk über Geographie in 17 Büchern. Als Quellen benutzte er Eratosthenes, Hipparchos, Polybios, Apollodoros, Demetrios von Skepsis, Ephoros und eben Poseidonios. Trotz vieler Mängel darf seine „Geographica“ als reichste Quelle der antiken Geographie gelten. Strabon hat Poseidonios' Schrift „Über den Ozean“ direkt eingesehen und auch den Titel⁴ genannt, aber er gibt keine Buchzahlen an, wodurch das Maß seiner Verwertung und Verkürzungen nicht genau zu erkennen ist. Folgt man bei der Reihung der Fragmente hypothetisch Strabons „Periegesis“⁵, so ergibt sich eine recht eindrucksvolle Rekonstruktion des poseidonischen Werkes. Die Bücher 1 und 2 der Geographica enthalten den allgemeinen Vorbau, der bei Poseidonios

¹ Der Zusatz καὶ τῶν κατ' αὐτόν läßt auch andere Übersetzungen zu: „und die angrenzenden Gebiete“ oder „was damit zusammenhängt“ oder „und seine Probleme“.

² Pytheas von Massalia, fr. 9a. H. J. Mette. Pytheas segelte bis zur Bretagne, über den Kanal nach England und weiter nach Norden. Er soll bis zur Elbmündung gekommen sein. Seine Erkundungen legte er in dem genannten, leider verlorenen Periplus (Küstenumschiffung) nieder, den Poseidonios noch studieren konnte. S.: Adolf Schulten. Iberische Landeskunde. Baden-Baden 1974. S. 62–65.

³ E. Honigmann. Strabon von Amaseia. RE 4, 76–155. Strabon (64 v. Chr. bis ca. 23 n. Chr.) verfaßte ein Geschichtswerk in 19 Büchern, von dem nur wenige Fragmente erhalten geblieben sind, und die „Geographica“. Der Zeitpunkt der Veröffentlichung ist umstritten, vielleicht schon 7 v. Chr. oder erst zu seinem Lebensende. Seine Reisen führten ihn nach Griechenland, Ägypten und Unteritalien. Oberitalien, Gallien und Spanien kannte er wahrscheinlich nicht.

⁴ Strab. 2, 2, 1.

⁵ Periegesis = Erdbeschreibung.

ähnlich gewesen sein dürfte, und auch Strabons Route, die vom Westen des römischen Reiches nach Osten bis nach Indien führt, wie sie in den Büchern 3–17 beschrieben ist, dürfte Poseidonios' Route entsprechen.

Plinius nennt Poseidonios und sein Werk im Index zum 5. Buch seiner *Naturalis historia* mit einem anderen Titel:

Ex autoribus (Quellen)

Externis (Fremde Autoren)

Posidonio qui περίπλων aut περιήγησιν (Poseidonios, der einen Periplus oder eine Periegesis verfaßte)¹

Bei Plinius liegt Poseidonios durch Varro vermittelt vor, der mit Sicherheit die Schriften des Poseidonios gelesen hatte. Ob Plinius die Originalschriften bekannt waren, kann nicht gesagt werden. Manche geographischen und naturwissenschaftlichen Angaben in seiner Naturkunde dürften aus Poseidonios' Spezialschriften stammen.

1.5.3 Die Historien

Poseidonios ist der einzige Philosoph der Antike, der ein umfassendes Geschichtswerk verfaßt hat. Der Titel seiner Universalgeschichte lautet: 'Ιστορία ἡ μετα Πολύβιον ἐν βιβλίας ν'β' (Geschichte nach Polybios in 52 Büchern). Das Gesamtwerk ist verloren, und die überlieferten Texte sind vorwiegend in der Βιβλιοθήκη (Bibliothek) genannten Universalgeschichte des Diodoros² und in dem Werk Δειπνοσοφισταί (Gelehrtenmahl) des Athenaios³ zu finden, und diese Fragmente kommen hauptsächlich für eine Rekonstruktion in Frage. Diodoros aus Agyrion auf Sizilien, ein Zeitgenosse Caesars, schrieb eine Universalgeschichte, die eine Zusammenstellung von für bedeutsam gehaltenen Teilen aus Werken bekannter Autoren für die Zeit von der Entstehung der Welt bis zum Endpunkt seines

¹ Plin. n.h. I. 5.

² Diod. Bibliotheca: 1, 1, 3; 5, 40; 32, 9c, 10, 11, 12; 5, 33–38; 33, 1, 1–4; 33, 1, 5; 33, 2; 33, 3; 33, 4, 1–4; 33, 4a; 33, 5, 1–3; 33, 5, 4–6; 33, 5a; 33, 6; 33, 6a; 33, 7, 1–3; 33, 7, 4–7; 33, 8; 33, 9; 33, 10–11; 33, 12–13; 33, 14, 1–5; 33, 15, 1–2; 33, 16, 1–2; 33, 17, 1–3; 33, 18; 33, 19; 33, 20; 33, 21; 33, 21a; 33, 22; 33, 23; 33, 28; 33, 28a; 33, 28b; 33, 24–26; 33, 27; 34/35, 1; 1, 94, 1–2; 34/35, 2, 1–18 Mitte; 34/35, 2, 25–31; 34/35, 2, 32–33; 34/35, 2, 34–36, 38, 37, 24b, 39–42; 34/35, 2, 43; 34/35, 2, 44–48; 34/35, 3; 34/35, 4, 1–2; 34/35, 5; 34/35, 6–7; 34/35, 8–9; 34/35, 10; 34/35, 11; 34/35, 2, 18 Mitte–19; 34/35, 2, 20–24; 34/35, 12; 34/35, 14; 34/35, 15; 34/35, 16; 34/35, 17, 1–2; 34/35, 18–19; 34/35, 20; 34/35, 21; 34/35, 22; 4, 19 Ende, 4, 20, 1–3; 5, 39; 34/35, 23; 34/35, 24–27; 34/35, 28; 34/35, 28a, 29, 30; 5, 25–32; 34/35, 30a, b, c; 34/35, 31; 34/35, 32; 34/35, 32a; 34/35, 33; 34/35, 34; 34/35, 35; 34/35, 36; 34/35, 38; 34/35, 39; 34/35, 39a; 34/35, 37; 36, 1–2; 36, 2a; 36, 3–6; 36, 11; 36, 12; 36, 7–8; 36, 9, 1–2; 36, 13; 36, 14; 36, 10; 36, 15; 36, 16; 37, 2, 1; 37, 3, 1–5; 37, 3, 6; 37, 4; 37, 5, 6; 37, 5a; 37, 7–8; 37, 2, 2–3; 37, 9; 37, 10, 1–2; 37, 10, 3; 37, 11; 37, 12; 37, 13; 37, 2, 4–7; 37, 14; 37, 15; 37, 16; 37, 17; 37, 18; 37, 19, 1–2; 37, 19, 3–5; 37, 20; 37, 21; 37, 22; 37, 23; 37, 24; 37, 2, 8; 37, 2, 8; 37, 25; 37, 2, 9–10; 37, 2, 11; 37, 2, 12; 37, 29, 1; 37, 2, 13–14; 37, 26–27, 1; 37, 27, 2; 37, 28. (Diodor und Athenaios werden in der Reihenfolge der Fragmenten-Sammlung bei Theiler unter B: Historien aufgeführt; Fragm. 82–253).

³ Athen. Deipnosoph.: VI. 274a–e. 275a; IV. 153cd; IV. 176bc; XIV. 649d; VI. 252e; IX. 401a; VIII. 333b–c; IV. 152f–153a; I. 28d; II. 45f–46; VI. 273ab; XII. 549de; XII. 542b; VI. 263 cd; XII. 540bc; IV. 153ab; X. 439de; XII. 527ef; V. 210ef; XI. 466bc; XIII. 594de; IV. 151e–152f; IV. 154–c; VI. 246cd; IX. 369cd; XV. 692cd; XII. 540ab; V. 210e; IV. 153e; VI. 272ef; VI. 246d; IV. 153bc; XI. 494f–495; XII. 550ab; IV. 168de; V. 211d–215b; VI. 266ef.

Geschichtswerkes im Jahre 59 v. Chr. darstellt. Die Auswahl und die Kürzungen der ihm vorliegenden Schriften wurden von Diodor nach eigenem Gutdünken vorgenommen. Athenaios aus Naukratis verfaßte im frühen 3. Jahrhundert n. Chr. sein Werk „Die gelehrten Feinschmecker“ nach den klassischen Vorbildern der Symposienliteratur. Die Teilnehmer eines Festmahles bestreiten eine gelehrte Unterhaltung mit unterschiedlicher Beteiligung, und diese Männer sind teils historische Persönlichkeiten, teils fiktive Personen. Sein Werk hat Athenaios aus vielen und oft recht entlegenen Autoren exzerpiert. Zu den am meisten zitierten hellenistischen Autoren gehört Poseidonios mit insgesamt 33 Zitaten. Bei Strabon¹ werden die Historien nirgends zitiert und eine direkte Benutzung läßt sich nicht beweisen, jedoch ist die Zuweisung einiger Fragmente an die Historien durch parallele Überlieferung bei Diodor und Athenaios möglich. Den Titel Ἱστορία zitiert Athenaios mehrmals. Einige Fragmente sind noch durch Plutarch² in seinen Biographien überliefert.

Poseidonios wollte Polybios' Universalgeschichte³ fortsetzen, die den Zeitraum vom Ende der 139. Olympiade nach dem Tod Ptolemaios III. im Jahre 221 v. Chr. bis zur Zerstörung Karthagos im dritten Punischen Krieg im Jahre 146 v. Chr. und den fast gleichzeitig erfolgten Tod Ptolemaios IV. umfaßt. Das poseidonische Werk beginnt mit dem Tod dieses Herrschers und endet mit dem Tod des Marius und der Einnahme Athens durch Sulla im Jahre 86 v. Chr. Die Niederschrift dürfte sich bis mindestens 75 v. Chr., vielleicht aber auch bis zum Ende seines Lebens erstreckt haben, und die Veröffentlichung eines Gesamtwerkes ist weniger wahrscheinlich als die Annahme, daß das Geschichtswerk bei seinem Tod nicht vollendet gewesen ist.

Leser und Benutzer der Historien sind wohl alle Universalhistoriker der ersten Generation nach Poseidonios gewesen. Als erster Benutzer ist Timagenes⁴ aus Alexandria zu nennen, der als Kriegsgefangener des Gabinus im Jahre 55 v. Chr. nach Rom kam und dort eine rege schriftstellerische Tätigkeit entfaltete. Ein getreuer Ausschreiber der Historien war Nikolaos⁵ von Damaskus, jedoch sind alle diese Schriften nur in kleinen Fragmenten überliefert. Daß Livius⁶, der Polybios' Werk kannte und bei seinen Arbeiten heranzog, die Historien gelesen hat, steht außer Frage. Auch Pompeius Trogus⁷ benutzte Poseidonios bei der Niederschrift seiner Universalgeschichte. Außer ganz kurzen Zusammenfassungen des Inhaltes der

¹ Strab. 3, 4, 13; 7, 3, 4–5; 4, 1, 13; 7, 4, 3.

² Plut. Marcellus 1; 20; 9, 7; 30, 6–9. Marius 1; 11, 2–14; 15, 1–5; 17, 1–5; 19, 1–20, 3; 21, 6–8; 45, 3–7. 10–12. Fabius Maximus 19, 1–4. Maxime cum princip viris philosopho esse disserendum 777a. Reg. et imp. apophth. 200^e–201; 184e. Brutus 1.

³ Polyb. Historiae; in 40 Büchern.

⁴ Timagenes. De regibus. FGrH 88.

⁵ Nikolaos von Damaskus. Historiae; in 144 Büchern. FGrH 90.

⁶ Liv. 38, 17, 9–13.

⁷ Pompeius Trogus. Historiae Philippicae.

einzelnen Bücher und einem Exzerpt aus späterer Zeit ist von dieser Schrift nichts erhalten geblieben. In der Kaiserzeit verloren die Historien an Bedeutung. Plutarch war wohl noch ein Leser der Historien, denn seine Marius-Biographie ist stark von Poseidonios beeinflusst. Auch Athenaios hat das Werk vermutlich noch vollständig vorgelegen. Zu den letzten direkten Benutzern der Historien gehörte Porphyrios¹, jedoch sind die Angaben, die sich auf Poseidonios zurückführen lassen, so stark verkürzt, daß sie für eine Rekonstruktion der Historien nur von geringem Wert sind. Im Verlauf der Kaiserzeit verlor Poseidonios' Geschichtswerk immer mehr an Bedeutung, denn der literarische Geschmack hatte sich verändert. Es ist bemerkenswert, daß schon im ersten Jahrhundert n. Chr. die Historien nicht in den Kanon der „lesenswerten“ Geschichtswerke aufgenommen sind. Bei Dionysios² und Quintilian wird Poseidonios in der Aufzählung hellenistischer Historiker nicht genannt. Mit dem Ende der Antike ging auch Poseidonios' Geschichtswerk verloren, und nur mit den überlieferten Fragmenten kann eine unvollständige Wiederherstellung vorgenommen werden, die zumindest einen Eindruck von der Großartigkeit dieses Werkes vermittelt.

1.5.4 Die physikalischen Schriften

Poseidonios' physikalische Schriften decken den ganzen Bereich der stoischen Naturphilosophie ab. Vier Schriften, elf davon mit einem Titel, sind bekannt und für Poseidonios bezeugt.

1.5.4.1 Die Naturtheorie

Ohne Zweifel war die Schrift *Φυσικὸς λόγος* (Naturtheorie) in mindestens acht Büchern Poseidonios' ausführlichstes Werk über die stoische Physik. Der Titel und die der einzelnen Bücher sind bei Diogenes Laertius³ im 7. Buch zitiert:

- Über das Weltganze
- Über die Elemente
- Über die Vorhersage
- Über die Leere
- Über die Bewegung des Kosmos
- Über die Sonne
- Über den Mond
- Über Meteorologisches: Schnee und Erdbeben

¹ Porphyrios in: Eusebius Hieronymus. *Commentarii in Daniele*. Praefatio 622 A–B (25, col. 516 Migne).

² Dion. Hal. comp. 4, 30 M. Fabius Quintilianus 10, 1, 75.

³ Diog. Laert.: 7, 132 f.; 7, 143; 7, 134c; 7, 149; 7, 140; 7, 144; 7, 145; 7, 153; 7, 154; 7, 144; 7, 146; 10, 3 f.

Zu den einzelnen Büchern können überlieferte Fragmente in Beziehung gesetzt werden, wenn auch nicht immer mit Sicherheit. Die „Naturtheorie“ war die Vorlage für Kleomedes’ Schrift¹ „Über die Bewegung der Himmelskörper“, so daß größere zusammenhängende Teile in dieser Schrift als poseidonisch angesehen werden können. Die „Naturtheorie“² beginnt mit Poseidonios’ Auffassungen über das Verhältnis der Philosophie zu den Fachwissenschaften und endet mit Abhandlungen über Meteorologie und den Aufbau des Kosmos. Es ist anzunehmen, daß diese Schrift ein Lehrbuch darstellte, in dem in gedrängter Form der Inhalt einzelner Monographien zusammengefaßt war.

1.5.4.2 Über das Leere

Von der Schrift *Περὶ κενοῦ* (Über das Leere)³ ist nur ein Satz überliefert, in dem sich Poseidonios gegen die stoische Auffassung von der unendlichen Leere außerhalb des Kosmos ausspricht.

1.5.4.3 Vergleich von Arat und Homer in mathematischen (astronomischen) Fragen

In dem Traktat *Σύγκρισις Ἀράτου καὶ Ὁμήρου περὶ τῶν μαθηματικῶν* [Vergleich von Arat und Homer in mathematischen (astronomischen) Fragen]⁴ hat sich Poseidonios mit der „Phainomena“ des Eudoxos auseinandergesetzt und diese mit Homer verglichen. Nur diese Angabe ist überliefert, weitere Ausführungen fehlen.

1.5.4.4 Über die Welt

In dieser Schrift *Περὶ κόσμου* (Über die Welt)⁵ wird die Beschaffenheit des Kosmos abgehandelt. Poseidonios vertritt die altstoische Lehre vom Weltenbrand und der Endlichkeit der Welt. Die Schrift wurde insbesondere von Stobaios⁶ und Nemesios⁷ rezipiert. Auch Philon⁸ verwertete in seiner Schrift „Über die Ewigkeit der Welt“ poseidonisches Gedankengut, ohne ihn beim Namen zu nennen, so daß nur auf Grund der Argumente auf

¹ Kleomedes. *De motu circulari corporum caelestium*: 116, 28–118, 6; 228, 1–5; 2, 7–4, 4; 6, 11–25; 8, 15–10, 7; 10, 15–12, 5; 16, 25–20, 14; 28, 18–30, 15; 32, 9–15; 52, 3–20; 56, 27–60, 25; 62, 3–22; 68, 6–70, 22; 82, 27–86, 13; 90, 20–94, 24; 102, 9–104, 20; 110, 10–112, 6; 120, 7–168, 10; 176, 25–190, 16; 194, 3–11; 222, 28–224, 28; 226, 9–14. (Die Fragmente werden in der Reihenfolge der Sammlung bei Theiler angeführt.)

² Fragmente in 1.5.4.1 bei folgenden Autoren: Aetios. *Placita* II. 25. 5; 26. I.; 27. I. *Dox. Gr.* 356–357; III. I. 8, *Dox. Gr.* 366, 1–3. Achilles Tattius. *Introductio in Aratum (Aratea)* 39, 6–10; 127, 14–20; 41, 13–42, 7. Areios Didymos. *Epitome* 20, 458, 8–11; 27, 462, 13–463, 4; 18, 457, 14–16; 26, 461, 13–462, 3; 32, 466, 18–21. Athen. VII 279 de. *Digesten* 41, 3,30 pr. Macrobius. *somn.* 1, 20, 8–10; 1, 15, 3–7. Philo. *De aeternitate mundi* 79. Plin. *N.h.* II. 85. Plut. *praec.coniug* 142e. *De facie* 929d, 932c. Sen. *Epistulae* 102, 6. *Simpl.* In *Aristotelis: categoriae* 214, 24–215, 7, *de caelo* 699, 14–700, 8.

³ Aët. 338a 18 f.

⁴ *Aratea* 149, 11–150, 11; 16b 24 Martin; 143, 12–15; 15, 2 Martin.

⁵ *Diog. Laert.* 7, 142 f.; 1, 7, 3–6; 1, 10, 2. 6 f. *S. Emp.* 9, 28.

⁶ *Stob. I.* 468, 7–470, 11: *Excerptum hermeticum* XXVI. S. 85 Nock/Fest.

⁷ Nemesios. *De natura hominis* c. 1 S. 38–43 (eingerückt b c. 2, 121 f.); 43–45; 48–52; 55; 58–66 *Mattaei*.

⁸ Anhang: *Philon. De aeternitate mundi* 117–150.

Poseidonios geschlossen werden kann. In welchem Umfang Philon Poseidonios benutzte, muß offen bleiben.

1.5.4.5 und 1.5.4.6 Meteorologie und Meteorologische Elementarlehre

In den Schriften *Περὶ μετεώρων* (Meteorologie)¹ und in dem Auszug *Μετεωρολογικὴ στοιχείωσις* (Meteorologische Elementarlehre)² des Poseidonios werden nicht nur atmosphärische und astronomische Themen behandelt, sondern auch die Gezeiten, Erdbeben und vulkanische Erscheinungen mit einbezogen. Viele dieser Themen hat Poseidonios auch in seinem Ozeanbuch behandelt. Seine „Meteorologie“ ist in größeren Fragmenten bei Priscianus Lydus³ und in Senecas⁴ „Naturwissenschaftlichen Untersuchungen“ zu finden. Der „Meteorologischen Elementarlehre“ werden Fragmente bei Arrianos⁵ und Teile der pseudoaristotelischen Schrift⁶ „Über die Welt“ zugeordnet. Es ist eine ungeklärte Streitfrage, wieweit diese poseidonisch sind.

1.5.4.7 Über die Götter

In der Schrift *Περὶ θεῶν* (Über die Götter)⁷ hat Poseidonios seine Auffassungen über den Glauben niedergelegt. Eine recht ausführliche Darstellung findet sich in Ciceros⁸ Werk „Über das Wesen der Götter“, allerdings in einer einseitig römisch-intellektuellen, jeder Mystik abholden Weise. Poseidonios bekennt sich zum Glauben an die allgegenwärtige Gottheit und zur Notwendigkeit der Gottesverehrung. Die Religion gehört zum geistigen Urbesitz der Menschheit, und die Philosophie hat die Aufgabe, die mit der Zeit aufgetretenen Verfälschungen der Religion aufzuheben und die reine Erkenntnis, wie sie in der Urzeit gegeben war, wieder zum Leben zu erwecken. Eine Theorie über die angeborene Gottesvorstellung findet sich bei Dion von Prusa⁹.

¹ Diog. Laert. 7, 135; 7, 144. Aetios 382b 3–383b 34. Alexandros von Aphrodisias. *Meteorologica* 142, 21–143, 14 Hayduck. (Kommentar zu Aristot. *meteor.* 3, 3, 372b 12 ff.). Aratea 502, 11–27; 429, 5; 456, 8–19; 509, 21 Martin.

² Diog. Laert. 7, 18; 7, 152 f. Ioannes Lydos. *De ostentis* 108, 3–109, 10.

³ Priscianus Lydus. *Solutiones ad Chosroem IV.* pp. 69, 19–74, 6.

⁴ Sen. nat. 4b, 3, 1–6; 6, 21, 1; 6, 21, 2; 6, 24, 6; 7, 20, 2–21, 2; 1, 3, 14; 1, 4, 1; 1, 5, 10 f.; 13 f.; 2, 26, 4 f.; 2, 54; 5, 15, 1; 6, 17, 3; 6, 22, 1–23, 1; 2, 26, 6; 2, 30, 1; 2, 1, 1–11, 2; 6, 16; 3, 2.

⁵ Arrianos. *Physica* 190, 17–192, 12; 187, 9f; 188, 8–189, 5; 187, 4–188, 7; 189, 6–190, 15.

⁶ Ps.-Aristoteles. *De mundo* 394a 4–b 6; 394b 7–395a 10; 395a 11–28; 395a 28–b 3; 395b 3–17; 395b 30–396a 16; 395b 18–30; 396a 17–32.

⁷ Diog. Laert. 7, 148; 7, 138; 7, 139. Lydos. *De mensibus* 122, 17. Aetios 302b 22. *Commenta Bernensia* zu Lucan 9, 578. Areios Did. 39, 471, 11–15. S. Emp. 7, 127–134; 9, 78–87. Epikt. 1, 14, 1–10. Plut. ser. 559a–f.

⁸ Cic. nat. 1, 122–124; 2, 19; 2, 23–28. 30b–32a; 2, 39b–44; 2, 33–36; 2, 49b–56; 2, 81–88; 2, 93 f.; 2, 95–97; 2, 115b–133a; 2, 133b–153.

⁹ Dion von Prusa. *Rede* 12, 27–37.

1.5.4.8 Über Feste

Bei Strabon¹ ist in die Beschreibung der ätolischen und der mythischen Kureten ein großer Exkurs über das Feiern der Götterfeste eingefügt. Bei der Vorlage zu diesem offenbar stark gekürzten Strabon-Text könnte es sich dem Inhalt nach um eine sonst unbekannte Schrift mit dem Titel Περὶ ἑορτῶν (Über Feste) handeln. Dafür spricht die Aussage von Strabon, das Glücklichein werde durch Freude, Festefeiern, Philosophieren und Musik erreicht, und diese Argumente könnten von Poseidonios sein, obgleich sein Name in dem Exkurs fehlt.

1.5.4.9 Über die Weissagung

Wie die alten Stoiker war auch Poseidonios von der Richtigkeit der Mantik, also der Weissagung, überzeugt, während sein Lehrer Panaitios jeder Form der Weissagung sehr kritisch gegenüberstand. Poseidonios hat über die Mantik sowohl in einem Kapitel seiner „Naturtheorie“ als auch in der gesonderten Schrift Περὶ μαντικῆς (Über die Weissagung) geschrieben. Cicero² hat diese Monographie in einer gleichnamigen Schrift ausführlich behandelt, und dadurch sind Poseidonios' Ansichten über die Mantik überliefert.

1.5.4.10 Über das Schicksal

Schwieriger ist es, die Schrift Περὶ ἑμπαρμένης (Über das Schicksal)³ einzuordnen, da nur bei Augustinus⁴ und Cicero⁵ in kurzen Abschnitten darüber berichtet wird. Demnach hat Poseidonios die Astrologie als wichtig für die Welterklärung erachtet, auch hier im Gegensatz zu Panaitios, der die Astrologie strikt ablehnte.

1.5.4.11 Über Heroen und Dämonen

Von der Schrift Περὶ ἡρώων καὶ δαιμόνων (Über Heroen und Dämonen)⁶ sind der Titel und die Aussage, daß das Wesen der Dämonen aus der feurigen Äthersubstanz herrühre und aus dieser abgeteilt sei, erhalten. Epiktet⁷ äußert sich zwar im Sinne Poseidonios', nennt ihn aber nicht namentlich.

¹ Strab. 10, 3, 9–10.

² Cic. div. 1, 6; 1, 64; 1, 87b–96; 1, 109–116; 1, 117f; 119 Ende; 120; 121 Ende; 1, 125b–128; 1, 129–131; 2, 29, 33–35; 2, 46 f.; 1, 13.

³ Erwähnt bei: Diog. Laert. 7, 149. Aetios 324b 11. Lydos mens. 133, 23.

⁴ Augustinus. De civitate Dei 5, 2 (I 192, 11–193, 23 Dombart), 5, 5 (195, 24–28; 197, 15–25).

⁵ Cic. fát. 5–9. Boethius. De diis et praesensionibus ex commento in Ciceronis topica 77. (Cic. opera V 2, 395 Orelli/Baiter).

⁶ Macr. Sat. 1, 23, 7.

⁷ Epikt. 1, 14, 11–14.

1.5.4.12 Über die Seele

In seiner Schrift mit dem Titel *Περὶ ψυχῆς* (Über die Seele)¹, der als gesichert gilt, hat Poseidonios seine Auffassung über das Seelenleben der Menschen und über seinen Glauben an die Unsterblichkeit der Seele niedergelegt. Außer einigen sehr kurzen Fragmenten, die kaum etwas über den Inhalt der Schrift aussagen, existieren noch zwei Fragmente bei Plutarch² und Galenos³.

1.5.4.13 Über Seelen- und Menschenteilung

Περὶ διαίρεσεως ψυχῆς καὶ ἀνθρώπου (Über Seelen- und Menschenteilung). Eine Schrift dieser Art scheint existiert zu haben, wie aus einer mit Fehlern behafteten Überlieferung bei Tertullian⁴ und einer Textstelle bei Plutarch⁵ hervorgeht. Der genaue Titel ist unbekannt.

1.5.4.14 Eschatologie

Περὶ τῶν μετὰ τὸν θάνατον (Eschatologie). Eine genaue Definition einer solchen Schrift ist nicht möglich, und ein Titel ist nicht überliefert. Neben zwei ganz kurzen Fragmenten⁶ werden ein Abschnitt aus Maximus Tyrius⁷ und einer aus Ciceros⁸ „Gespräche in Tusculum“ dieser Schrift zugeschrieben.

1.5.5 Die Schriften über die Ethik

1.5.5.1 Über Gold und Silber

Zu den ethischen Schriften kann ein Essay *Περὶ χρυσοῦ καὶ ἀργύρου* (Über Gold und Silber)⁹ gerechnet werden, in dem der richtige und nützliche Gebrauch der Edelmetalle dargelegt wird. Der Essay ist besonders interessant in Hinblick auf die Gewinnung und Verarbeitung der Edelmetalle, die in dem Ozeanwerk und den Historien beschrieben werden. Poseidonios lehnte Reichtum an Edelmetall nicht unbedingt ab, wenn dieser in rechter Weise genutzt wird.

¹ Scholia in Homerum. Ad Iliadem 12, 386 (T). Eust. Commentari ad Homeri Iliadem 12, 386. Diog. Laert. 7, 157. Macr. somn. 1, 14, 19. Theon von Smyrna. Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium 103, 16–104, 1 Hiller. Hermias Alexandrinus. In Platonis Phaedrum Scholia 102, 10–15 Couvreur. Etymologium Magnum s. v. S. Emp. Adv. Mathem. 7, 93.

² Plut. De animae procreatione in Timaios 1023b–d.

³ Gal. De placitis Hippocratis et Platonis 625, 4–627, 4.

⁴ Tert. De anima 14 S. 318, 19–319, 13.

⁵ Plut. De facie 943ab; 944e–945d.

⁶ Aratea 41, 1–5. S. Emp. 9, 71–74.

⁷ Maximus Tyrius. Dialectica 106, 4–108, 11.

⁸ Cic. Tusc. 1, 42, 47.

⁹ Athen. VI. 233a–234c.

1.5.5.2 Ethische Theorie

Die Schrift Ἠθικὸς λόγος (Ethische Theorie), bei Diogenes Laertius¹ erwähnt, könnte eine Einteilung der Ethik in die Lehre vom Triebe, vom Guten und Bösen, von Leidenschaften, Handlungen und Pflichten, von der Tugend und dem Endziel beinhalten und somit der Einteilung der Bücher in der „Naturtheorie“ entsprechen haben. Da das Fragment so kurz ist, kann über den Inhalt der Schrift nichts weiter gesagt werden.

1.5.5.3 Über die Affekte

Περὶ (τῶν) παθῶν (Über die Affekte) ist dank Galenos² die bestbekannte poseidonische Schrift über die Ethik. In seiner Schrift „Über die Lehren des Hippokrates und Platon“, in der sich sehr ausführliche Poseidonios-Fragmente in beachtenswerter Länge befinden, versucht Galenos zu beweisen, daß Platon und Hippokrates mit der Annahme von den drei auf Gehirn, Herz und Leber verteilten Seelenteilen im Recht sind, und steht damit im Gegensatz zu Chrysipp, der das Leitvermögen der Seele nur im Herzen sieht. Galenos zieht Poseidonios heran, der vom monistischen Seelenmodell des Chrysipp abweicht und drei Teile der Seele annimmt, die von einer einheitlichen Substanz im Herzen ausgehen.

1.5.5.4 Über (den Unterschied der) Tugenden

Aus der Schrift Περὶ ἁρετῶν (διαφορᾶς) [Über (den Unterschied der) Tugenden] ist nur ein einziges Fragment bei Galenos³ überliefert, das eine Auseinandersetzung von Poseidonios mit der Tugendlehre des Chrysipp enthält. Das vollständige Werk war eine selbständige Schrift, stand im engen Zusammenhang mit der Schrift „Über die Affekte“ und umfaßte wahrscheinlich mehrere Bücher.

1.5.5.5 Über Güter und Übel

Das erste Buch in den „Affekten“ trug den Titel Περὶ ἁγαθῶν καὶ κακῶν (Über Güter und Übel), und auch in der Schrift „Ethische Theorie“ wird dieses Thema abgehandelt. Wie es scheint, hat aber auch eine Einzelschrift⁴ mit diesem Titel existiert. Reichtum und Gesundheit werden zu den Gütern gezählt und nicht als Übel erachtet, jedoch ist das Fragment so kurz, daß Poseidonios' eigene Meinung über die Güter nicht in Erfahrung zu bringen ist.

¹ Diog. Laert. 7, 91; 7, 84.

² Gal. De placitis Hippocratis et Platonis 448, 3–11; 444, 11–446, 13; 348, 5–350, 13; 362, 5–13; 369, 7–376, 13; 391, 3–403, 12; 405, 5–406, 1; 406, 16–407, 7; 408, 4–411, 5; 432, 5–15; 436, 7–14; 437, 1–444, 11; 448, 11–456, 14; 457, 1–457, 13; 458, 6–459, 8; 459, 15–460, 4; 461, 2–6; 462, 14–463, 6; 476, 2–6; 487, 3–10; 584, 4–10; 653, 14; 654, 6; 662, 3–8.

³ Gal. Quod animi fac. corporis temp. seq. 74, 21–79, 24.

⁴ Diog. Laert. 7, 103; 7, 127. Epiphanius. De fide 9, 46.

1.5.5.6 Über die Lebensziele

In der Schrift *Περὶ τελῶν* (Über die Lebensziele)¹ wird das mit der Natur im Einklang stehende Leben, das auch ein tugendhaftes sein soll, als erstrebenswertes Endziel bezeichnet. Poseidonios macht sich hier, soweit die drei Fragmente diese Interpretation zulassen, die Argumentation der stoischen Ethik zu eigen.

1.5.5.7 Über die Pflichten

Wie sein Lehrer Panaitios hatte auch Poseidonios eine Schrift *Περὶ καθήκοντων* (Über die Pflichten) verfaßt. Das Werk wurde neben dem von Panaitios von Cicero² bei der Abfassung seiner Pflichtenlehre benutzt, und zu diesem Zweck hatte sich Cicero von Athenodorus Calvus ein Exzerpt mit den wichtigsten Hauptstücken zum Pflichtenproblem anfertigen lassen. Wie es scheint, bestand ein Gegensatz zwischen Panaitios und Poseidonios hinsichtlich des Widerstreites im Verhältnis von Nutzen und Sittlichkeit, doch werden die Lösungen dieses Problems nicht so klar erkenntlich, da die Originale in beiden Fällen nicht einzusehen sind.

1.5.5.8 (Über das Halten von) Mahnreden zur Philosophie

Das Werk in drei Büchern hatte den Doppeltitel *Περὶ τοῦ προτρέπεσθαι – Προτρεπτικοί* [(Über das Halten von) Mahnreden zur Philosophie], wie auch das über die Tugenden (s. 1.5.5.4). Es ist nicht viel mehr als der Titel³ überliefert. Chrysipp hatte ein Werk mit dem gleichen Titel hinterlassen, gegen das Poseidonios wahrscheinlich polemisierte.

1.5.5.9 Über körperliche und seelische Affektionen

Über dieses Werk mit dem Titel *Περὶ σωματικῶν καὶ ψυχικῶν παθῶν* (Über körperliche und seelische Affektionen) weiß man nicht, ob es überhaupt von Poseidonios stammt oder eine echte Schrift von Plutarch⁴ ist. Obgleich in dem Traktat die Affekte und Affektionen abgehandelt werden, gehört er wahrscheinlich nicht zu der poseidonischen Schrift „Über die Affekte“. Diese ist sehr stark pädagogisch ausgerichtet, während der Traktat von einem psychologischen Charakter geprägt ist.

1.5.5.10 Über den Zorn

Die Schrift *Περὶ ὀργῆς* (Über den Zorn) ist von Seneca¹ recht frei in seinem Werk „Über den Zorn“ verwendet worden. Die Poseidonios-Schrift war ein selbständiges Werk und nicht ein Teil der „Affekte“. Es wird eine Unterscheidung des eigentlichen Zorns von einer

¹ Diog. Laert. 7, 85–87. Clemens von Alexandria. Strom. 2, 129, 1–5.

² Cic. off. 3, 7–10; 1, 159; 3, 21; 3, 32. Att. 16, 11, 4; 16, 14, 4.

³ Diog. Laert. 7, 91; 7, 129.

⁴ Plut. Liber aegr. c 6; c 9.

unwillkürlichen Vorform vorgenommen. Zu den Vorformen werden Erscheinungen wie Erschauern durch kaltes Wasser, Empfindlichkeit gegen bestimmte Berührungen, Erröten, Schwindelgefühl, Erbleichen, Tränenausbruch und Harndrang gezählt. Diese Erscheinungen werden bei Seneca drastisch vorgeführt.

1.5.5.11 Anhang

Poseidonisches Gedankengut findet sich in vielen Schriften von Seneca und Plutarch und auch noch bei Marc Aurel, ohne daß es möglich ist, eine Zuweisung zu bestimmten Schriften von Poseidonios vorzunehmen.

Seneca² zitiert Poseidonios an vielen Stellen in seinen ethischen Briefen, und die Themen reichen von der Betrachtung der Lebenszeit, des Glücks und Instinktes, der Trunkenheit, des Reichtums, der Künste, der Kultur, der Seelenteilung und der Eschatologie bis zur Dogmatik in der Philosophie und den Grundregeln des Lebens.

Abschnitte aus Plutarchs³ Schrift „Über die Tugendhaftigkeit“ sind schon lange für Poseidonios in Anspruch genommen worden. Plutarch folgt den Ausführungen eines unbekanntem Jungperipatetikers, der seine Schullehre durch Poseidonios verbessert hat.

Bei Marc Aurel⁴, der wahrscheinlich kein Werk von Poseidonios im Original gelesen hat, enthalten viele Aphorismen poseidonische Termini, jedoch ist der poseidonische Wortlaut wegen der starken Komprimierung nicht gesichert. Deshalb ist eine Einfügung dieser Aphorismen in Poseidonios' Schriften sehr gewagt.

1.5.6 Die Schriften über die Logik

Nur sehr wenig ist über Poseidonios' Schriften über die Logik überliefert, und die erhaltenen Fragmente sind so dürftig, daß nicht zu erkennen ist, in welchem Umfang Poseidonios die stoische Logik, die bei Chrysipp einen so breiten Raum einnimmt, bearbeitet und vertreten hat.

1.5.6.1 Über die Dialektik

In der Schrift *περὶ διαλεκτικῆς* (Über die Dialektik)⁵ definiert Poseidonios die Dialektik als die Wissenschaft vom Wahren und Falschen und dem, was keines von beiden ist. Zu dieser Schrift gehört wahrscheinlich auch eine Abhandlung von Galenos⁶ über die nach Axiomkraft schließenden Syllogismen.

¹ Sen. De ira 2, 1, 3–2, 4, 2; 2, 19–21.

² Sen. Ep. mor. 78, 28; 113, 28; 121, 1, 5–Ende; 83, 9–16; 87, 30–41; 88, 21–28; 90, 1–16; 20–41; 44–46; 92, 8–10; 93, 38; 95, 45–67.

³ Plut. Virt. mor. 441d–442c; 447a–448b; 449f–451c.

⁴ Marcus Aurelius. Ad se ipsum.

⁵ Diog. Laert. 7, 62.

⁶ Gal. Institutio logica 18, 1. 5–8. Kalbfl.

1.5.6.2 Über die Rhetorik (Redekunst)

Von der Schrift *περὶ ῥητορικῆς (τέχνη ῥητορική)* [Über die Rhetorik (Redekunst)]¹ sind nur der Titel und ein sehr kurzes Fragment, das kaum etwas aussagt, überliefert.

1.5.6.3 Gegen den Rhetor Hermagoras über die allgemeine Thesis

Poseidonios hielt Pompeius einen Vortrag über die Thesis, die Behandlung einer allgemeinen Frage, die der längst verstorbene Hermagoras neben der speziellen Frage, der Hypothesis, im Rhetorikunterricht geübt hatte.

Der Titel *Πρὸς Ἑρμαγόραν τὸν ῥήτορα περὶ τῆς καθόλου ζητήσεως* (Gegen den Rhetor Hermagoras über die allgemeine Thesis) ist von Plutarch² überliefert. Der genaue Inhalt der Abhandlung ist nicht bekannt. Poseidonios fordert die Thesis für die Philosophie zurück. Cicero³ verteidigt dagegen das Recht des Redners auf philosophische Themen.

1.5.6.4 Über die Sprachform, eine Einführungsschrift

Von der Schrift *περὶ λέξεως εἰσαγωγή* (Über die Sprachform, eine Einführungsschrift) ist nur die Aussage⁴ überliefert worden, daß nur die Dichtkunst in ihrer metrischen oder rhythmischen Form der sprachlichen Darstellung über der Prosa steht.

1.5.6.5 Über das Unterscheidungsmerkmal

Aus der Schrift *περὶ κριτηρίου* (Über das Unterscheidungsmerkmal)⁵, in der der richtige Verstand als Kriterium der Wahrheit angenommen wird, hat Sextos Empirikos⁶ Grundgedanken der poseidonischen Erkenntnistheorie entnommen. Aus dem bei ihm angeführten Satz „Poseidonios sagt, den Timaios des Platon interpretierend, ...“ wurde verschiedentlich geschlossen, Poseidonios habe einen Timaios-Kommentar geschrieben. Diese Annahme kann durch diese eine Bemerkung nicht bewiesen werden.⁷

1.5.7 Die technischen Schriften

1.5.7.1 Gegen Zenon von Sidon

Der Titel *Πρὸς Ζήνωνα τὸν Σιδώνιον* (Gegen Zenon von Sidon) ist fraglich. Wie Proklos⁸ angibt, hat Poseidonios sowohl eine Streitschrift gegen Zenon als auch ein Lehrbuch der Geometrie geschrieben. Der Titel könnte analog seiner Streitschrift gegen Hermagoras

¹ Quint. inst. 3, 6, 37.

² Plut. Pompeius 42, 10.

³ Cic. De Oratore 1, 56 f.

⁴ Diog. Laert. 7, 60. Tzetzes Exegese in Iliad. P. 19, 1. Hermann (1812).

⁵ Diog. Laert. 7, 54.

⁶ S. Emp. 7, 29 f.; 7, 116–119.

⁷ Diskussion bei Theiler. Erläuterungen zu F 460–462. S. 402–404.

⁸ Prokl. in Euclidis elementa 199, 3–200, 6; 214, 15–218, 12.

vielleicht ergänzt werden durch den Zusatz: περὶ τῶν γεωμετρικῶν ἀρχῶν (über die geometrischen Prinzipien). Während Proklos die Anti-Zenon-Schrift vielleicht noch kannte, dürften die Stellen aus dem Lehrbuch wohl über den Poseidoniosanhänger Geminus zu Proklos gelangt sein. Proklos' Ausführungen sind wiederum in dem erhaltenen Lehrbuch des Euklid überliefert.

1.5.7.2 Geometrische Grundlehre

Der Titel Γεωμετρικὴ στοιχείωσις (Geometrische Grundlehre) ist nicht festzulegen. Die poseidonischen Definitionen sind von Proklos¹ aufgenommen und in Euklids Lehrbuch zu finden.

1.5.7.3 Taktik

Eine poseidonische Schrift mit dem Titel Τέχνη τακτική (Taktik) ist schon merkwürdig. Sie diente als Vorlage für den Poseidoniosschüler Asklepiodotos², die dann von Ailianos³ und Arrianos⁴ benutzt wurde. Unter Taktik wurde in der Antike im weitesten Sinn alles verstanden, was mit der Durchführung von militärischen Aufgaben zusammenhing, im engeren Sinn die eigentliche Unterrichtung der Gefechtstaktik. Wenn Poseidonios ein solches Werk wirklich verfaßt hat, muß er als Politiker auch die Gefechtsbereitschaft von Rhodos im Auge gehabt haben.

1.5.8 Nicht verfaßte Schriften und Briefe

Als Cicero⁵ sich im Jahr 60 v. Chr. an Poseidonios wandte und eine Bearbeitung seiner Denkschrift über sein Konsulat 63 v. Chr. erbat, erhielt er eine höfliche Absage:

Ich hatte ihm meine Denkschrift zugeschickt, damit er über diese Ereignisse etwas schriebe; nun hat ihn deren Lektüre nicht nur nicht zum Schreiben angeregt, sondern ihn vollends eingeschüchtert. Was sagst du dazu? Ich habe die griechische Welt in Verlegenheit gebracht.

Über den Grund der Absage können nur Vermutungen angestellt werden. Poseidonios könnte mit Arbeit überlastet gewesen sein. Aber auch seine Gichtanfalle könnten ihn an der Übernahme einer solchen Arbeit gehindert haben. Cicero stellt die Absage so dar, als wenn sie ein Kompliment für ihn sei. Wie er sie wirklich aufgenommen hat, läßt sich aus seinem Brief nicht ablesen.

¹ Prokl. in Euclidis elementa 77, 7–81, 4; 143, 5–144, 5; 169, 10–171, 4; 176, 5.

² Asklepiodotos. *Tactica*.

³ Ailianos. *Tactica* 1, 2.

⁴ Arr. takt. 1, 1.

⁵ Cic. Att. 2, 1, 2.

Ungeklärt ist, ob Poseidonios eine Monographie über das Leben und die Taten von Pompeius geschrieben hat. Eine solche Preisschrift wird von Strabon¹ erwähnt, fehlt aber in Ciceros Aufzählung der Monographien, die er in einem Brief an Luceius² vornimmt.

Aus einer sicherlich vorhanden gewesenen Briefsammlung ist nichts überliefert. Poseidonios wechselte Briefe mit Freunden und anderen Persönlichkeiten, wie die Anfrage Ciceros zeigt. Es wird noch ein Brief an P. Rutilius Rufus³ erwähnt; der Brief an Tubero⁴ ist jedoch eine Fälschung.

¹ Strab. 11, 1, 6.

² Cic. fam. 5, 12.

³ Cic. off. 3, 10.

⁴ Ps.-Plutarch. Pro nobilitate 18 (Bernadakis. Mor. 7, 260, 20 ff.).

2 Die Physik (ἡ φυσική) in der Philosophie Platons, Aristoteles' und der Stoiker

2.1 Definition der antiken Physik

Die moderne Physik ist die Wissenschaft von dem Verhalten, zum Beispiel von Kräften, Bewegungsformen und Eigenschaften der unbelebten Materie. Die Physik sucht die vielfältigen Erscheinungen auf wenige Grundgesetze und Naturbausteine zurückzuführen. Durch Definition werden die einzelnen physikalischen Begriffe, zum Beispiel Masse, Kraft, Dichte, erfaßt und grundsätzlich nur die quantitativen Zusammenhänge durch Experimente mit exakten, vom Beobachter unabhängigen Meßmethoden erforscht. Die Erklärung und Zusammenfassung der Ergebnisse und die Aufstellung von Hypothesen geschieht mit Hilfe mathematischer Formeln, die auch das Zurückführen der zahlreichen physikalischen Gesetze auf einige wenige, in der gesamten Physik gültige Gesetzmäßigkeiten erlauben. Die klassische Physik, das heißt Physik vor 1900, umfaßt Mechanik, Akustik, Wärmelehre, Optik, Elektrizität und Magnetismus. Im 20. Jahrhundert kamen Relativitätstheorie, Quantentheorie, Atomphysik und Kernphysik hinzu.

In der Antike beinhaltete die Physik, ἡ φυσική, alle Erscheinungen der Natur, war also wesentlich weiter gefaßt als die moderne Physik. Zur antiken Physik gehörten außer Mechanik, Akustik, Optik und Magnetismus auch Astronomie, Medizin, Biologie, Mineralogie, Ethnologie und Geographie. Eine besondere Stellung nahm die Mathematik ein. Der Aufbau der Welt, das Werden und Vergehen der Dinge, die im Kosmos wirkenden Kräfte, die Prinzipien, nach denen die Vorgänge in der Natur ablaufen, die Ursachen, die zu den Veränderungen führen, waren die Fragen, die sich den Physikern in der Antike stellten. Die Fachdisziplinen waren nicht eigenständig, sondern in die Philosophie eingebunden. Naturphilosophie und Naturwissenschaften bildeten bis tief in die klassische Zeit hinein eine unzertrennliche Einheit, die sich erst im Hellenismus aufzuspalten begann.

In Platon und Aristoteles erlebte die ganzheitliche, umfassende Betrachtung der Natur eine Hochblüte, die über einzelne Aristotelesschüler und vor allem über die stoische Philosophie bis tief in die Spätantike und das Mittelalter hinein eine Ausstrahlungskraft ausübte.

2.2 Die platonische Physik

Platon hat in seiner Schrift „Timaios“ ein umfassendes Konzept des Universums entworfen, wobei es sich keineswegs um ein naturwissenschaftliches Werk handelt, sondern um eine

naturphilosophische Version von den letzten Dingen. Die Formulierungen werden dem Pythagoreer Timaios in den Mund gelegt. Bei Platon ist der Kosmos eine sinnhaft und zweckmäßig geordnete, beseelte Einheit, die von einer geistigen Instanz, dem $\nu\omicron\upsilon\varsigma$, gestaltet und durchwaltet ist. Er kann nicht im Zufallsprinzip der Atomisten seinen Ursprung haben, sondern muß das Werk eines Schöpfers sein. Dieser Demiurg hat die Welt aus den vier Elementen Feuer, Wasser, Luft und Erde geschaffen¹ und ihr die vollendetste Form, die Kugelgestalt, gegeben. Platon zeichnet ein astronomisches Weltbild mit sieben konzentrisch um die Erde sich drehenden Sphären des Mondes, der Sonne und der fünf damals bekannten Planeten, deren Bahn schräg ist gegenüber einer achten, ruhenden Sphäre der Fixsterne. Mit „schräg“ ist zweifellos die Schiefe der Ekliptik gemeint. Der Lauf dieser Gestirne ist verantwortlich für den Ablauf der Zeit, der Tage und Jahre. Ein Jahr ist vollendet, wenn alle Sphären wieder an ihren Ausgangspunkt zurückgekehrt sind.²

Nach der Beschreibung des kosmischen Aufbaus wendet sich Platon den Lebewesen zu, die die Erde bevölkern, und teilt sie in vier Gattungen ein: die himmlischen Götter, die Vögel, die Wassertiere und die Landtiere.³ In der nun folgenden Anthropologie⁴ werden physiologische Erklärungen über Aufbau und Funktionieren des menschlichen Körpers dargelegt. Platons Erklärungen sind aus heutiger Sicht reichlich absurd. Sie haben wohl letztlich nur den Zweck, die in allem liegende Sinnhaftigkeit zu veranschaulichen.

Eingefügt in diese vom „Geist“ geprägte Kosmologie ist eine Theorie der Materie, die nur der unabdingbaren Gesetzmäßigkeit der Natur gehorcht. Platon entwirft eine aus mathematischen Elementen aufgebaute Atomlehre⁵, die er der materialistischen Atomlehre des Demokrit⁶, dessen Name nicht genannt wird, entgegensetzt. Er geht von zwei rechtwinkligen Grunddreiecken aus, dem rechtwinklig-gleichschenkligen und dem halbierten gleichseitigen, und bildet aus ihnen nach rein mathematischen Überlegungen die vier regelmäßigen stereometrischen, die sogenannten platonischen Körper. Aus dem gleichseitigen Dreieck werden aus je vier Flächen das Tetraeder, aus je acht Flächen das Oktaeder und aus je zwanzig Flächen das Ikosaeder gebildet. Das rechtwinklig-gleichschenklige Dreieck wird zum Quadrat verdoppelt und aus vier Quadraten der Kubus geformt. Diese vier mathematischen Körper werden den vier Elementen zugeordnet: das Feuer dem Tetraeder, die Luft dem Oktaeder, das Wasser dem Ikosaeder, die Erde dem Kubus. Ähnlich wie Demokrits Atome sind auch die platonischen Körper so klein, daß man sie

¹ Plat. Tim. 32 b ff.

² Plat. Tim. 39 b.

³ Plat. Tim. 39 c.

⁴ Plat. Tim. 41 d–47 e und 68 e–92 c.

⁵ Plat. Tim. 48 a–68 d.

⁶ Demokritos von Abdera (ca. 460–380 v. Chr.). FVS 68.

nicht sehen kann. Auf Grund der Zahlenverhältnisse lassen sich die Urkörper mit Ausnahme der Erde, die aus dem rechtwinklig-gleichschenkligen Dreieck geschaffen ist, ineinander umwandeln: Aus einem Wasserteil (20 Flächen) können ein Feuerkörper (4 Flächen) und zwei Luftkörper (2 x 8 Flächen) entstehen. Zwei Feuerkörper (2 x 4 Flächen) verbinden sich zu einem Luftkörper (8 Flächen). Das Ganze erscheint heute als naive Spekulation. Platon ging es aber offenbar darum, dieser streng wissenschaftlichen, nach der absoluten Gesetzmäßigkeiten forschenden Betrachtungsweise ihren Platz innerhalb des nach dem Prinzip der Sinnhaftigkeit und des Geistes aufgebauten Kosmos anzuweisen. Für Platon sind diese zahlenmäßig erfaßbaren Gesetzmäßigkeiten eine „Mitursache“, deren sich Gott, in welchem die letzte „Ursache“ ruht, bei seiner Schöpfung bedient habe.¹

2.3 Die aristotelische Physik

2.3.1 Das naturwissenschaftliche Denken des Aristoteles

Das naturphilosophische Denken des Aristoteles unterscheidet sich grundsätzlich von dem Platons darin, daß er von den Dingen der Sinneswelt ausgeht, während für Platon einzig die Welt der Ideen existiert und die Dinge der Sinnenwelt lediglich Abbilder sind. In Aristoteles' Naturphilosophie wird nicht in deskriptiver Weise ein abgerundetes Bild der Natur vorgelegt. Aristoteles setzt sich vielmehr problemorientiert mit anderen Lehrmeinungen auseinander: mit Platons Vorstellung von den allein existierenden Ideen, mit Demokrits Auffassung des Unendlichen (τὸ ἄπειρον), des leeren Raumes (τὸ κενόν) und des Zufallsprinzips (ἡ ἀνάγκη), schließlich mit der eleatischen Aporie², daß nichts Seiendes aus dem Nichtseienden entstehen könne und somit letztlich Veränderungen unmöglich seien. Aristoteles' naturphilosophisches Konzept ist deshalb nicht einheitlich, sondern weist in den Schriften je nach Problemstellung Schwerpunktverlagerungen und Differenzen auf.

Aristoteles' naturwissenschaftliches Denken unterscheidet sich wesentlich von jedem modernen naturwissenschaftlichen Denken durch die absolute Vorrangstellung apriorischer Grundsätze, die sowohl auf scharfsinniger Logik wie auf kühner Spekulation beruhen. Erfahrungen und Beobachtungen werden den übergeordneten Prinzipien unterstellt, und diese sollen dadurch gestützt werden, benötigen aber keiner Überprüfung.

¹ Plat. Tim. 46 c.

² Parmenides von Elea (5. Jahrhundert v. Chr.). FVS 28.

2.3.2 Hyleprinzip und Formprinzip¹

Zu den wesentlichen Ausgangspunkten (ἀρχαί / principia) seiner Naturphilosophie gehört die Vorstellung, daß allen seienden Dingen (οὐσία ein Grundsubstrat (πρώτη ὕλη / prima materia) zugrunde liegt (ὑπόκειται). Die Hyle ist qualitätslos, enthält alle Möglichkeiten, aber keine Form. Sie ist nur denkbar und gewinnt erst durch das Hinzutreten des Formprinzips Gestalt und Eigenschaften und wird so zu einer wahrnehmbaren Essenz. Hyle und Form können nicht für sich allein, getrennt von der Materie, existieren, womit die platonische Ideenlehre abgelehnt wird.

2.3.3 Dynamis und Energeia / Potenz und Akt²

Die vielfältigen Prozesse des Werdens und der Veränderung erklärt Aristoteles mit dem Hinzutreten von Dynamis (δύναμις / potentia) und Energeia (ἐνεργεία / actus). Ein bestimmter Zustand in einer Ousia (οὐσία) kann aktuell verwirklicht oder potentiell vorhanden sein. Bei stofflichen Veränderungen der toten Materie oder bei organischen Vorgängen, zum Beispiel in der Embryologie, können anscheinend neu entstandene Erscheinungsformen dadurch erklärt werden, daß sie vorher potentiell vorhanden waren. Jedes Wesen trägt die Tendenz in sich, sich zu verwirklichen und zu der von der Natur gesetzten Bestimmung (τέλος), zu einem Ziel zu gelangen.

2.3.4 Die vier Ursachen (αἰτίαι)³

In allen Werdeprozessen erkennt Aristoteles vier wirkende Ursachen: Materie (ἐξ οὗ ὕλη / causa materialis), Form (εἶδος / causa formans), Moment, das die Veränderungen bewirkt (ὄθεν ἢ ἀρχὴ τῆς μεταβολῆς / causa efficiens), Zweckursache (τέλος / τὸ ὅθεν ἐνεκα / τὸ πρὸς τί / causa finalis). Die Entstehung einer Statue kann demnach so erklärt werden: Aus einem Stoff (causa materialis) wird nach einem bestimmten Entwurf (causa formans) von einem Künstler (causa efficiens) zur Ehre eines Gottes (causa finalis) ein Standbild geschaffen. Bezeichnend ist, daß dem Aristoteles der moderne, streng nach Ursache und Wirkung fragende Kausalbegriff fremd ist. Bei allen Vorgängen in der Natur wird nicht nur rückwärtsgerichtet nach der Erklärung „weshalb“ gesucht, sondern auch nach der auf ein Ziel gerichteten Zweckursache „wozu“ gefragt. Aristoteles Naturbetrachtung ist teleologisch ausgerichtet.

¹ Demokrit. Siehe 6. Anmerkung zu 2.2.

² Aristot. phys. 1, 8; metaph. 11, 5.

³ Aristot. phys. 2, 3 f.

2.3.5 Die Lehre von den Elementen und der Bewegung¹

Aus der vorsokratischen Tradition hat Aristoteles den Begriff der vier Elemente (στοιχεῖα) übernommen. Diese Elemente haben sich aus der Hyle durch Verbinden mit den vier apriorisch vorausgesetzten Grundqualitäten kalt, warm, feucht und trocken gebildet:

Erde: kalt-trocken; Wasser: kalt-feucht; Luft: warm-feucht; Feuer: warm-trocken.

Diese Elemente sind nur verschiedene Formen der Hyle und können deshalb auseinander entstehen und sich ineinander verwandeln. Vier Arten von Veränderungsprozessen werden unterschieden:

Veränderung der Grundsubstanz; Qualitative und quantitative Veränderung; Ortsveränderung.

Zusammengesetzte Stoffe sind eine Mischung (μίξις) aus den vier Grundelementen mit quantitativ unterschiedlichen Anteilen.

In der klassischen Mechanik, einem Teilgebiet der modernen Physik, ist die Bewegung die Veränderung des Ortes eines Körpers im Raum. Aristoteles gebraucht diesen Begriff wesentlich umfassender, indem er grundsätzlich jede Veränderung als Bewegung bezeichnet und drei Arten von Bewegung formuliert:

Qualitative Bewegung

Quantitative Bewegung

Örtliche Bewegung

Das Werden und Vergehen sind ebenso mit Bewegung verbunden wie die Regungen der Seele. Diese Bewegungen sind Beispiele der qualitativen und der quantitativen Bewegung. Bei den Ortsveränderungen unterscheidet Aristoteles zwischen der linearen Bewegung und der Kreisbewegung. Eine natürliche Bewegung nach oben oder nach unten haben die vier Elemente. Feuer und Luft haben die Tendenz, nach oben zu streben, denn sie sind leichte, gewichtslose Körper. Wasser und Erde streben nach unten, denn sie sind schwer. Dementsprechend haben die Elemente auch natürliche Orte: zu oberst befindet sich das Feuer, darunter die Luft, das Wasser sammelt sich in der Mitte und unter diesem befindet sich die Erde.

Aristoteles hat die Gesetzmäßigkeiten des freien Falls und des Wurfes untersucht und verfiel der Auffassung, daß für die Wurfbewegung zur Erhaltung des Impulses ein Medium notwendig und somit eine Bewegung im Vakuum ausgeschlossen sei. Er argumentiert hier gegen die von den Atomisten vorgebrachte Behauptung, daß ein Vakuum existiere. Um die Absurdität einer Vakuumvorstellung zu beweisen, hat Aristoteles wider Willen den Trägheitssatz richtig formuliert, indem er sagt, daß bei Annahme eines Vakuums niemand

¹ Aristot. Elemente: cael. 3; gen. corr. 2; meteor. 4. Bewegung: cael. 1; phys. 3–6; metaph. 11, 7.

einen Grund angeben könne, weshalb ein in Bewegung gesetzter Gegenstand zum Stillstand kommen solle; er würde sich endlos bewegen, solange nicht eine stärkere Kraft auf ihn einwirke.¹ Den Zusammenhang von Bewegung und Zeit hat Aristoteles richtig erkannt, denn er bezeichnet die Zeit als „Maßzahl der Bewegung“. Dagegen wird die Fallbewegung falsch definiert, denn Aristoteles setzt die Fallgeschwindigkeit proportional zum Gewicht eines Körpers. Dieses Gesetz wurde erst von Galilei² widerlegt.

Im Gegensatz zu den linearen Bewegungen aller irdischen Körper steht die Kreisbewegung der Himmelskörper, die von einer anderen Beschaffenheit sind. Aristoteles postuliert hier die Existenz einer unvergänglichen, göttlichen Wesenheit, die für seine Kosmologie entscheidend ist.

Es entspricht Aristoteles' Bestrebungen, bei allen Naturvorgängen bis zu den letzten grundlegenden Prinzipien zu gelangen, wenn er auch die Bewegung auf eine letzte Ursache zurückführen will. Er sagt, daß alle Bewegungen auf eine ewige, immer gleichbleibende Bewegung zurückgehen, die sich in einer Kreisbewegung der Himmelssphäre zeigt. Diese wiederum trägt das Prinzip der Bewegung in sich, das selber nur unkörperlich und unbewegt sein kann: das erste unbewegte Bewegende, das letztlich göttlichen Charakter hat.

2.3.6 Die Kosmologie³

Aristoteles hat ein Weltbild geschaffen, das über mehr als ein Jahrtausend die weltanschaulichen Vorstellungen des Abendlandes prägte und erst in der Renaissance und der Aufklärung langsam zerbrach.

Das Weltall ist nicht unbegrenzt und nicht leer, sondern von Äther erfüllt. Es wird von der ewig unveränderlichen Fixsternsphäre umschlossen, die kugelförmig sein muß. Die Fixsterne sind fest auf ihr angebracht und kreisen mit ihr in stetiger Kreisbewegung um die kugelförmige Erde, die sich unverrückbar und unbeweglich im Zentrum des Weltalls befindet. Unterhalb der Fixsternsphäre verlaufen die Umlaufbahnen der Planeten, wozu auch die Sonne und der Mond gehören. Aristoteles geht nur im allgemeinen auf die Planetenbahnen ein und stellt fest, daß die Umlaufzeiten der Planeten in genauer Entsprechung zu ihren Abständen stehen.

In der sublunaren Zone unterhalb des Mondes, der der Erde am nächsten steht, gelten alle Gesetze des Werdens und Vergehens, der vier Elemente, ihres beständigen gegenseitigen Austausches und ihrer zugeordneten natürlichen Bewegungen.

¹ Der Trägheitssatz in der Form, die ihm I. Newton 1687 gegeben hat, lautet: Ein Körper verharrt in dem Zustand der Ruhe oder der geradlinig gleichförmigen Bewegung, solange von außen keine Kraft auf ihn einwirkt.

² Galileo Galilei. Discorsi (1668). 1. Tag.

³ Aristot. cael.

2.4 Die Physik der Alten Stoiker

2.4.1 Das Wirken des Logos

Die stoische Physik wurde von Zenon¹, Kleanthes² und Chrysipp³ begründet. Sie umfaßt alle Bereiche der toten und lebenden Natur des irdischen und überirdischen Raumes und schließt somit Kosmologie und Theologie mit ein. Für die Stoiker ist der Kosmos ein einziger Organismus und wird von einer geistigen Kraft, dem Logos (ὁ λόγος), durchdrungen und gelenkt, die sowohl als den Dingen immanent wie auch als übergeordnete, planende Instanz gedacht wird.⁴ In der Atomlehre des Demokrit wird der Kosmos rein monistisch-materialistisch erklärt. Auch die Stoiker sind strenge Monisten, aber für sie vereinigen sich im einheitlichen Sein Materie, Kraft und Geist. Der Kosmos wird von der Physis zusammengehalten, und diese ist das sich aus sich selbst Bewegende.⁵ Die Physis ist der Logos, zum Sein ebenso notwendig wie Materie. Dieser Physisbegriff führt zur wahren Gotteserkenntnis. Die höchste Vernunft ist Gott.⁶

Zwei Prinzipien bestimmen den Kosmos, das Tätige und das Leidende.⁷ Das Leidende wird mit der eigenschaftslosen Materie gleichgesetzt, das Tätige mit dem in ihr wirkenden Logos. Alles, was wirkt und leidet, muß körperlich sein. Körperlich sind auch die Seele und die Gottheit, die Stimme und der Zorn, ja sogar der Spaziergang, der müde macht. Unkörperlich sind die Inhalte der Gedanken und Worte, Allgemeinbegriffe und Gattungsnamen, der Raum, die Leere und die Zeit. Der Begriff „Körper“ ist bei Zenon nicht nur Materie. Zwar braucht der Körper Materie, aber zum wirklichen Sein bedarf er auch der Qualität.⁸

¹ Zenon von Kition (334–263 v. Chr.) gründete um 300 v. Chr. die stoische Schule in Athen. Er unterrichtete in der Stoa Poikile, einer öffentlichen Halle, die der neuen Philosophenschule ihren Namen gab. Fragmente: SVF (Stoicorum veterum fragmenta) I. 1–332.

² Kleanthes von Assos (331–232 v. Chr.) folgte Zenon nach dessen Tod in der Schulleitung. Er hob besonders den Wert des Weltlogos hervor, den er in Form eines Hymnos an Zeus verherrlichte. Fragmente: SVF I. 463–619.

³ Chrysippos von Soloi (281–208 v. Chr.) war Nachfolger von Kleanthes und ist Begründer der stoischen Orthodoxie. Mit großer dialektischer Schärfe gelang es ihm, dieses Lehrgebäude gegen die Akademie, namentlich gegen Carneades, zu verteidigen. Fragmente: SVF II. 1–1216.

⁴ SVF I. 110 = S. Emp. Adv. math. IX. 107.

⁵ SVF I. 163; II. 1022 und 1132 = Diog. Laert. VII. 148.

⁶ SVF I. 102; II. 580 = Diog. Laert. VII. 135 f.

⁷ SVF I. 85 und 493; II. 299 = Diog. Laert. VII. 134.

⁸ SVF II. 634 = Diog. Laert. VII. 138.

2.4.2 Die vier Urqualitäten und die vier Elemente

Von Aristoteles übernehmen die Stoiker die vier Urqualitäten Warm, Kalt, Trocken und Feucht und die vier Elemente Feuer, Luft, Wasser und Erde,¹ von Heraklit, daß das Feuer das Urelement und der Träger des Logos ist². Demnach existiert am Anfang die Natur als Feuer an sich selbst. Das Feuer geht durch Verdichtung in Luft und weiter in Wasser über. Die festeren Bestandteile des Wassers bilden als Bodensatz die Erde, die feineren verdunsten zu Luft und weiterhin zu Feuer. Aus dem wechselseitigen Übergang und aus der Mischung der vier Elemente entsteht die Vielheit der Einzeldinge.

Während Zenon und Kleanthes die Gottheit als das schöpferische Feuer³ bestimmen, wird es bei Chrysipp das Pneuma (πνεῦμα, Hauch)⁴ – was für die spätere Stoa bestimmend wird –, das in verschiedener Abstufung die ganze Welt durchzieht und das qualitative Sein bestimmt, wobei wichtig ist, daß das Pneuma immer mit einem Substrat verbunden ist. Die Einheit des Makro- und Mikrokosmos wird durch den Tonos (τόνος, Spannkraft) zusammengehalten.

Das Pneuma durchzieht die ganze Welt. Die anorganischen Gebilde, zum Beispiel Steine und Holz, haben ein Pneuma primitivster Form. In den Pflanzen ist das Pneuma schon entwickelter, und in den Tieren mit ihrer sinnlichen Wahrnehmung ist es noch weiter entwickelt. Tiere sind reine Instinktwesen, nur der Mensch erreicht die höchste Stufe des Seins im Logos, der den Menschen mit der Gottheit verbindet.

2.4.3 Die Kosmologie⁵

Im wesentlichen haben die Stoiker das Bild vom Aufbau des Kosmos von Aristoteles übernommen. Im Mittelpunkt des Weltalls befindet sich die kugelförmige Erde, die durch Zusammenballung der dichtesten und schwersten Stoffteile gebildet worden ist. Durch gleichmäßigen Druck von allen Seiten wird der Erdkörper an seiner Stelle gehalten. Um diesen Körper legt sich eine Wasserhülle, weiter die Luftschicht der Atmosphäre, schließlich die Feuerregion, zu äußerst umschlossen von dem aus reinstem Feuer bestehenden Himmelsgewölbe, das sich kreisförmig von Osten nach Westen bewegt. An ihm sind die Fixsterne befestigt. Unterhalb der äußersten Kugelschale bewegen sich die sieben Planeten in besonderen Sphären in verschiedener Entfernung von der Erde. Auch die Gestirne sind kugelförmig und feurig, und dieses Feuer nährt sich von den Ausdünstungen, die von der

¹ SVF II. 299 = Diog. Laert. VII. 134.

² SVF II. 413 = Stob. Eclog. I. 129, 1.

³ SVF I. 146 = Epiphanius. Adv. haeres. III. 2, 9 (DDG p. 592, 21); Augustinus contra Acad. III. 17, 38; SVF I 537 = Stob. Eclog. I. 1, 12.

⁴ Diog. Laert. VII. 138.

⁵ Zenon: SVF I. 97–122; Kleanthes: SVF I. 505–514; Chrysipp: SVF II. 528–707.

Erde, namentlich von den Wasserflächen aufsteigen. Außerhalb des Kosmos ist nur leerer Raum.

Ein besonderer Aspekt der stoischen Physik ist die Lehre von der Ekpyrosis (ἑκπύρωσις). Es ist die Vorstellung, daß in periodischem Wechsel das dem Kosmos innewohnende Feuer überhandnimmt und in einem Weltenbrand den Kosmos vernichtet. Aus der Vielheit wird wieder eine Einheit hergestellt und zugleich eine Katharsis, eine Reinigung des Kosmos bewirkt. Danach erfolgt eine Wiedererneuerung der Welt. Diese besteht also nicht ewig, sondern wird nach dem ewigen göttlichen Gesetz in Perioden vernichtet und wieder erschaffen. In dieser Lehre spiegelt sich die typisch griechische Auffassung von einem zyklischen Zeitverständnis.

2.4.4 Die Theologie¹

Die Theologie ist ein Teil der Physik, denn der Logos, der aus der Materie den Kosmos erschafft, ist gleichbedeutend mit der Gottheit. Das Schicksal (ἑμαρμένη) des Menschen wird von Gott geleitet, und was auf Grund des Schicksals geschieht, ist von der Vorsehung (πρόνοια) gewollt. Die Allmacht der Vorsehung gibt dem einzelnen Menschen nur wenig Spielraum zur eigenen Entscheidung. Dennoch kann er sich zu den Tugenden bekennen und sein Schicksal annehmen. Der Logos ist Führer und Norm im menschlichen Leben. Hier überschneiden sich die Ethik und die Physik in der stoischen Philosophie.

2.5 Die Physik des Poseidonios

2.5.1 Poseidonios' Einordnung der Physik in die Philosophie

Poseidonios befaßte sich intensiv mit den verschiedensten Erscheinungen der Natur aus allen Bereichen. Ohne von der stoischen Grundvorstellung abzuweichen, daß der ganze Kosmos ein einheitliches, geistesdurchwaltetes Ganzes bildet, ging er mit unermüdlichem Forscherdrang, ähnlich wie Aristoteles, den Einzelproblemen nach. Von Strabon ist Poseidonios sogar vorgeworfen worden, daß er Aristoteles nacheifere. Strabon sagt, er „aristotelisier“:

So viel auch gegen Poseidonios. Denn vieles in seinen Vorstellungen wird noch, jedes einzeln für sich, eine passende Beurteilung erfahren, soweit es nämlich in Beziehung zur Geographie steht. Aber soweit eine Beziehung zum mehr Physikalischen besteht, muß es anderswo untersucht oder gar nicht bedacht werden. Denn bei ihm ist viel, was zur Beweisführung der Ursachen gehört, und viel Aristotelisieren, was die Unsrigen [gemeint ist die stoische Schule] wegen der Verborgenheit der Ursachen vermeiden.²

¹ Cic. nat. II. II.

² Strab. 2, 3, 8.

Die Stoiker unterteilen die Philosophie in Physik, Logik und Ethik, und diese Bereiche werden mit den Teilen eines Lebewesens, eines Eis und eines Ackers verglichen. Bei Diogenes Laertius wird gesagt:

[Die Stoiker] unterscheiden in der Darstellung der Philosophie drei Teile: erstens Physik, zweitens Ethik, drittens Logik. Diese Teilung nahm zuerst Zenon von Kition vor in seinem Buch über den Vortrag, sodann Chrysipp in dem ersten Buch seiner Schrift über den Vortrag sowie in dem ersten Buch über Physik ...

Sie verglichen die Philosophie einem lebenden Wesen, wobei die Logik den Knochen und Sehnen entspricht, die Ethik den fleischigen Teilen, die Physik der Seele. Oder auch einem Ei, wobei die Logik das Äußere (die Schale) ist, die Ethik das darauf Folgende (das Eiweiß), die Physik das Innerste (der Dotter). Oder auch einem fruchtbaren Acker. Da entspreche denn der Umzäunung die Logik, der Frucht die Ethik, der Erde oder dem Baum die Physik. Oder einer wohl ummauerten und vernunftgemäß verwalteten Stadt. Und kein Teil sei von dem anderen getrennt – wie manche von ihnen behaupten – vielmehr stünden sie alle in engster Verbindung.

Andere geben der Logik die erste Stelle, die zweite der Physik, die dritte der Ethik. Zu ihnen gehören Zenon und auch Chrysipp ...

Panaitios aber und auch Poseidonios fangen mit der Physik an, wie Phantias, der Freund des Poseidonios, in dem ersten Buch seiner poseidonischen Abhandlungen bemerkt.¹

Die Reihenfolge ist nicht genau festgelegt. Poseidonios setzt ebenso wie sein Lehrer Panaitios die Physik an die erste Stelle. Allen Stoikern ist gemeinsam, daß sie Physik, Ethik und Logik nicht als abgetrennte Bereiche, sondern als Teile eines Ganzen, nämlich der Philosophie, auffassen, so wie ein Lebewesen aus Sehnen, Knochen, Fleisch und Seele besteht, Schale, Eiweiß und Dotter ein Ei bilden und ein Acker innerhalb der Umzäunung die Erde, den Baum und die Früchte trägt.

Der Vergleich mit einem Garten und einem Ei wird auch bei Sextos Empeirikos gebraucht, aber mit einer anderen Zuordnung:

Deswegen vergleichen [die Stoiker] nicht unglaubwürdig die Philosophie mit einem fruchtereichen Obstgarten, die Physik mit der Höhe der Bäume, die Ethik mit der Fülle der Früchte und die Logik mit der Stärke der Mauern. Andere sagen, sie sei ein Ei. Die Ethik nämlich gleiche dem Eigelb, von dem die anderen sagen, es sei das Küken, die Physik dem Eiweiß, das bekanntlich die Nahrung für das Eigelb ist, und die Logik der äußeren Schale. Da aber die Teile der Philosophie voneinander untrennbar sind, Bäume aber als etwas anderes angesehen werden als Früchte und die Mauern von den Bäumen getrennt sind, zog es Poseidonios vor, die Philosophie mit einem Lebewesen zu vergleichen, die Physik mit Blut und Fleisch, die Logik mit Knochen und Sehnen und die Ethik mit der Seele.¹

Die Kraft der Natur bewirkt das Wachstum der Bäume, und die Naturerscheinungen werden durch die Physik erfaßt. Die Fülle der Früchte läßt sich mit der Ethik vergleichen, die das sittliche Verhalten der Menschen regelt, während die Logik, die das Denkvermögen des Menschen bestimmt, der Stärke der schützenden Mauern gleicht. In einem Ei entwickelt sich

¹ Diog. Laert. VII. 39–41.

aus dem Eigelb das Küken, das sich von dem Eiweiß ernährt. So wird der Eidotter mit der Ethik, das Eiweiß mit der Physik verglichen, während die Schale, die das Ei umgibt und ihm Halt gibt, mit der Logik verglichen wird. Bäume und Früchte sind aber getrennte Gegenstände in einem Garten, deshalb will Poseidonios die Bereiche der Philosophie mit den Gliedern eines Lebewesens vergleichen, denn Fleisch und Blut werden von der Natur am Leben gehalten und können deshalb mit der Physik verglichen werden, die Logik vermittelt die Erkenntnis und gleicht den Knochen und Sehnen, die das Gerüst eines Lebewesens bilden, und die Ethik ist in der Seele angelegt, denn durch die Seele werden die Handlungen bestimmt. In einem lebendigen Körper kann kein Teil für sich existieren. Sie bilden ein Ganzes. Nach Auffassung von Poseidonios sind die Bereiche Physik, Logik und Ethik untrennbar miteinander verwoben und bedingen einander. Zu beachten ist, daß immer nur von einem Lebewesen, nicht von einem Menschen gesprochen wird. Eine Seele in sehr beschränktem Maße wird auch den Tieren zuerkannt, denn sie sind zu einer sinnlichen Wahrnehmung fähig. Im Menschen erweitert sich das Vermögen der Seele zur Bestimmung der sittlichen Werte und der Gesinnung, was in diesem kurzen Abschnitt bei Sextos Empirikos über Poseidonios nicht weiter ausgeführt wird. Wie sehr Poseidonios die Ethik in seine naturwissenschaftlichen Untersuchungen mit einbezieht, zeigen seine Betrachtungen über die Auswirkungen des Besitzes von Edelmetallen auf die moralische Haltung der Menschen.²

Betrachtet man die Sammlung der überlieferten Fragmente, so fällt auf, daß die Anzahl der Fragmente physikalischen Inhaltes überwiegt. Hierbei ist zum einen zu beachten, daß die Theologie zur Physik gerechnet wurde, so daß sich Poseidonios' Abhandlungen über die Götter, den Volksglauben und über die Mantik, die er als Anhänger der Mantik ausführlich behandelt hat, in der Physik finden; zum anderen muß erwogen werden, daß die Überlieferung nur bruchstückhaft ist, so daß der Umfang der Schriften in den einzelnen Bereichen nicht mehr zu ermitteln ist. Die wenigen Fragmente, die sich mit der Logik befassen,³ geben keinen Hinweis darauf, ob Poseidonios eine ausführliche Schrift über die Logik verfaßt hat. Allerdings ist anzunehmen, daß er nicht viel Neues auf diesem Gebiet gebracht hat. Dasselbe gilt für die Ethik, die nur gefiltert hauptsächlich von Cicero, Seneca und Galenos⁴ überliefert worden ist und kein klares Bild von seinem Gedankengut gibt.

Nach Poseidonios verliert die Physik in der Stoa immer mehr an Bedeutung. Seneca verfaßte zwar um 62 n. Chr. die Schrift „Naturales quaestiones“, aber die Bedeutung liegt

¹ S. Emp. Adv. math. VII. 17–19.

² Athen. VI. 233 a–234 c.

³ Fragmente 454–462 (Sammlung Theiler).

⁴ Fragmente 402–453 (Sammlung Theiler).

nicht in den Erklärungen der Naturphänomene, für die Seneca gängige Anschauungen verschiedenster Provenienz heranzieht, sondern in der befreienden Wirkung, welche die Naturbetrachtung auf den Menschen ausübt. Seneca beschreibt eine Vielzahl von Naturerscheinungen und zieht die Erklärungsversuche älterer und jüngerer Vorgänger heran. Doch ein Fortschritt in der stoischen Physik läßt sich nicht mehr feststellen.

In der Kaiserzeit wurde die Ethik zum beherrschenden Teil der stoischen Philosophie. Sie gab den Römern die richtige Lebensweise vor und verhalf ihnen zu einem tugendhaften und damit auch glücklichen Leben.

2.5.2 Die poseidonische Physik

In seiner Physik legt Poseidonios ein System¹ vor, das im wesentlichen von der Philosophie des Zenon und Kleantes bestimmt wird. Überlegungen des Chrysipp werden nur teilweise weitergeführt, teilweise scharf kritisiert.

Wie Zenon unterscheidet Poseidonios ein aktives und ein passives Prinzip. Das aktive Prinzip ist der Logos, gleichbedeutend mit Gott. Das passive Prinzip ist die qualitätslose Substanz, die dem Stoff, das heißt der aristotelischen *ὕλη*, gleichzusetzen ist. Poseidonios betont, daß die Substanz des Alls, die *οὐσία*, keine ihr eigentümliche Gestalt und Qualität besitzt, wohl aber in der Wirklichkeit sich in einer bestimmten Gestalt und Qualität darstellt. Die Substanz der Welt ändert sich quantitativ nicht, sie kann sich nur qualitativ verändern. Bei einem Teilindividuum bleibt die Qualität von der Geburt bis zum Tod trotz des Wachsens und der Abnahme gleich.

Poseidonios sagt, daß es vier Arten von Zerstörung und Entstehung gibt, die aus dem, was ist, in das hinein, was ist, erzeugt werden. Das Werden aus dem, was nicht ist, in das hinein, was nicht ist, so wie es früher gesagt wurde, bestreitet er, weil es in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Denn die Umwandlungen, die in dem Ganzen sich ereignen, sind die Trennung, die Veränderung, die Vermischung und die Auflösung des Weltalls, wie man sagt. Die drei Vorgänge, deren Beschaffenheit genannt worden ist, ereignen sich auch mit der Substanz. Dementsprechend geschehen die [Vorgänge] des Werdens. Die Substanz jedoch vermehrt sich nicht, noch nimmt sie ab durch Hinzufügen oder Wegnehmen, aber sie verändert sich bloß, ganz so wie es auf Zahlen und Maße zutrifft. Nur bei den Teilindividuen geschehen Zunahme und Abnahme. Deshalb bleibt auch die einzelne Qualität von dem Werden bis zum Vergehen, wie es hinsichtlich der Tiere, Pflanzen und anderer Dinge angenommen wird. Er sagt, daß die Beschaffenheit der Individuen aus zwei geeigneten Teilchen besteht, teils etwas, das hinsichtlich der Substanz, teils etwas, das hinsichtlich der Beschaffenheit vorhanden ist. Dies, wie oft gesagt wird, gestattet das Wachsen und Abnehmen. Die Substanz und das individuell Beschaffene, das aus dieser besteht, sind nicht dasselbe, nicht jedoch anders, sondern das Individuum hat Anteil an der

¹ Vgl. Ludwig Edelstein. The philosophical system of Posidonius. American Journal of Philosophy 57 (1936): 286–325.

Substanz und nimmt denselben Raum ein.¹

Die Welt besteht aus Himmel und Erde, und sie ist kugelförmig. Außerhalb der Welt befindet sich das Leere, innerhalb der Welt gibt es nichts Leeres, sie ist eine organische Einheit:

Die Welt ist eine und begrenzt, der Gestalt nach kugelförmig, denn für die Bewegung ist dies die geeignetste Form. Von außen aber sei sie rings umgeben von dem unendlichen Leeren, welches unkörperlich sei. Unkörperlich aber sei, was von Körpern eingenommen werden könne, ohne doch davon eingenommen zu sein. In der Welt aber gebe es nichts Leeres, vielmehr bilde sie eine in sich fest zusammenhängende Einheit, das folge mit Notwendigkeit aus der innigen Eintracht und Übereinstimmung zwischen den himmlischen und irdischen Erscheinungen.²

Poseidonios vertritt das geozentrische Weltsystem. In dieser Welt lagern sich die vier Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer schalenförmig umeinander. Die Erde steht im Mittelpunkt. Das Feuer bildet den Himmel und damit die Peripherie der Welt. Durchmischung und Verteilung der Elemente bewirken die Naturvorgänge, indem sie sowohl Wärme wie auch Feuchtigkeit spenden. Die Zusammenfassung des Diskurses lautet insgesamt folgendermaßen:

Das, was sich an seinem eigenen Platz bewegt, bewegt sich in der Atmosphäre. Das, was sich in der Atmosphäre bewegt, bewegt sich gleichmäßig. Man sagt aber, daß der Raum die Grenze des Umfassenden ist. Er umfaßt alles, was sich bewegt, nicht einfach, sondern oberhalb und unterhalb, das Äußerste und das Zentrum. Denn der sich im Kreis bewegende Körper selbst wird nicht von dem Äußersten oder dem Zentrum umfaßt, sondern ist allein das sich oberhalb und unterhalb Bewegende. Dieses wird nicht vergeblich hinzugefügt, so glaube ich, sondern zeigt an, daß das Darüberliegende das sich oben Bewegende umfaßt, das Darunterliegende das sich darunter Bewegende, genauso wie sich das Feuer über der Luft befindet. Denn das, was die Dinge umfaßt, ist dem Äußersten oder dem Zentrum näher. Die Atmosphäre, so sagt man, ist der Ort, wo irgendeine Gestalt dessen, was sich bewegt, entsteht. Die sich bewegenden Dinge erklären sich als die Dinge, die der Reihe nach angeordnet sind. Denn wenn der obere Raum sich für die leichten Dinge, die entstehen, gestaltet, wann immer sie in dem oberen Raum entstehen, dann ist dies für die schweren Dinge der untere Raum. Für das Feuer ist die Form oben in dem Äußersten, da in dieser Form das Vollkommene enthalten ist, über der Luft befindet sich das Feuer, so daß bis zu jenem der Aufstieg möglich ist. Dagegen ist für die Erde das Zentrum die Form und für das Wasser die darunterliegende Erde, weil das Wasser in der Erde entsteht. Die Form der Erde nimmt das Schwere in sich auf und verhält sich in Ruhe. Betreffs der Form ist [das Feuer] die Spitze in der gestalteten Reihenfolge. Für die Erde ist es das Zentrum, da jene dort gestaltet wird. Denn als das leichteste befindet sich das Feuer über der Luft, als das schwerste die Erde unter dem Wasser.

Eine andere Art und Weise ist dafür das Spezielle und Stoffliche der Einteilung der vier Elemente und darüber eine Aussage zu machen, was gleichwie das Schwere und das Kalte des Stoffes ist, sowie das Leichte und Warme der Form, das, was Aristoteles in seiner Schrift „Über das Werden und Vergehen“ sagt und Theophrast in seiner Schrift „Über das Werden der Elemente“, und das der Stoiker Poseidonios,

¹ Areios Didymos. Epitome, Fr. 27 = Stob. Eclog. I. 20, 7.

² Diog. Laert. VII. 140. Poseidonios im 15. Buch der Physik.

der es von ihnen übernimmt, überall gebraucht.¹

Die einzelnen Teile dieser Welt stehen in Wechselwirkung, in συμπάθεια, zueinander. Der Begriff „Sympathie“ ist für Poseidonios mehrfach belegt und wird von ihm zur Erklärung vieler Vorgänge in der Natur benutzt. Diese Sympathie bewirkt, daß sich die Gestirne von der aus den Meeren, Flüssen und Seen aufsteigenden Feuchtigkeit ernähren und ihrerseits der Erde das Licht und die Wärme spenden. Die Gestirne sind reines Feuer und bewegen sich um die Erde:

Von den Sternen bewege sich das ganze Himmelgewölbe im Kreise herum, die Planeten haben dagegen ihre besonderen Bewegungen. Die Sonne beschreibe in ihrer Bewegung eine schrägliegende Bahn durch den Tierkreis und ähnlich der Mond eine gewundene Bahn. Die Sonne ist reines Feuer, sie ist größer als die Erde und kugelförmig, entsprechend dem Weltall. Feuer ist sie, weil von ihr alles ausgeht, was das Feuer schafft. Sie ist aber größer als die Erde, weil nicht nur diese ganz von ihr erleuchtet wird, sondern auch der gesamte Himmel. Und der Umstand, daß die Erde einen kegelförmigen Schatten gibt, zeigt, daß die Sonne größer ist als sie. Überall sieht man sie wegen ihrer Größe. Der Mond hat mehr Erdartiges an sich, da er ja der Erde auch näher ist. Diese Feuerkörper hätten ebenso wie die anderen Sterne ihre besondere Nahrungsquellen; die Sonne nähre sich aus dem großen Meere, aus dessen feuchten Dünsten sie sich entzünde; der Mond aus trinkbarem Wasser, weil er mit Luft vermischt und der Erde nahe sei, die anderen Gestirne von der Erde.²

Die Welt ist vergänglich, sie ist einem ewigen Kreislauf unterworfen und löst sich in Perioden in Feuer auf. Die Leere außerhalb des Kosmos ist begrenzt, aber so ausgedehnt, daß sie die sich auflösende Welt bei der Ekpyrosis aufnehmen kann:

Poseidonios sagt, daß das, was außerhalb des Kosmos ist, nicht unbegrenzt ist, aber hinreichend [ausgedehnt] für die Auflösung [der Welt].³

Hierin folgt Poseidonios den alten Stoikern und wendet sich gegen seinen Lehrer Panaitios:

Die Teile der Welt sind vergänglich wie auch das Ganze. Die Teile der Welt sind vergänglich, denn sie verwandeln sich gegenseitig ineinander; also ist auch die Welt vergänglich ...

Es entstehe aber die Welt, wenn sich die Substanz aus dem Feuer vermittelt der Luft in Feuchtigkeit verwandle und dann die verdichtete Masse zu Erde werde, der weniger fest gegliederte Teil sich in die Luft hinaufziehe und so noch mehr verfeinert das Feuer erzeuge; dann entstünden durch Mischung aus diesen Pflanzen, Tiere und die anderen Arten von Dingen. Über Entstehen und Vergehen der Welt sprechen Zenon, Chrysipp, Poseidonios, Kleantes und Antipater. Panaitios aber behauptet die Unvergänglichkeit der Welt.¹

Die Erde ist in ihrer Größe nur ein Punkt im All, aber ihr Stoff kann sich bei Umwandlung in Feuchtigkeit, weiter in Luft und schließlich in Feuer ins Unermeßliche ausdehnen, und wenn der Stoff sich zurückverwandelt, wieder das Volumen der Erde einnehmen:

¹ Simpl. In Aristoteles de caelo IV. 3, 310 b 1, p 699, 14–700, 8.

² Diog. Laert. VII. 144–145. Poseidonios im 6. und 16. Buch der Physik und im 7. Buch der Meteorologie.

³ Stob. Eclog. I. 48, 4 b.

Man darf nun nicht darüber stutzen, daß, wenn die Erde punktförmig klein gegen die Größe der Welt ist, sie doch für den Himmel und die in ihm enthaltenen Sterne die Nahrung entsendet, obwohl diese doch so riesengroß bezüglich ihrer Menge und ihrer Größe sind. An Rauminhalt ist zwar die Erde sehr klein, als Kraftquelle aber sehr groß, so daß sie nahezu den größten Teil der Kraft des Universums bildet. Wenn wir uns etwa denken, daß die Erde sich in Rauch und Luft auflöst, so würde sie weit mehr als den Raum der Welt einnehmen, und zwar nicht nur, wenn sie sich in Rauch oder Luft oder Feuer auflöste, nein, auch wenn sie sich in Staub auflöste. Man kann ja sehen, daß auch die Produkte von Holz sich ins Ungemessene ausdehnen, und daß sich der verbrennende Weihrauch und etliche andere Körper in Dunst auflösen. Und wenn wir den Himmel und die Luft mitsamt den Sternen auf die Dichte des Erdkörpers zusammendrücken, so würden sie einen kleineren Raum einnehmen als die Erde. Daher ist zwar die Erde ihrer Raumausdehnung nach nur punktförmig klein gegenüber der Welt, aber eine Quelle unermesslicher Kräfte und imstande, fast ins Unendliche hinein zu wirken, daher auch keineswegs unfähig, dem Himmel und dem, was in ihm ist, Nahrung zu spenden.²

Es besteht also ein ständiger Kreislauf von Auflösung der Welt in Feuer, also in Energie, und Schaffung der Materie aus ebendieser Energie.

Die Welt ist ein lebendiger Organismus, beseelt, vernünftig und verständig. Durchdrungen und gestaltet wird dieser Organismus von der Weltseele, die als materialiter feuerartiges Pneuma das aktive Prinzip ist. Sie ist der Logos und damit Gott:

Himmel ist der äußerste Umschwung, in dem alles, was göttlich ist, seinen Sitz hat. Die Welt also werde geleitet und geordnet nach Maßgabe der Vernunft und der Vorsehung, indem die Vernunft jeden Teil derselben durchdringt, so wie es bei uns mit der Seele der Fall ist; doch trifft das für manches in höherem, für manches in geringerem Maße zu. Manches nämlich durchdringt sie als wirkendes Vermögen (ἐξίς), wie die Knochen und die Sehnen, manches als eigentliche Vernunft, wie den obersten leitenden Teil.³

In der alten Stoa sind Gott und damit die Vorsehung, Natur und Heimarmene als Ursachenkette identisch. Poseidonios nimmt eine Differenzierung vor und stellt folgende Reihenfolge auf: Zeus, Natur und Heimarmene: „Poseidonios bestimmt die Heimarmene als das Dritte nach Zeus, denn das Erste sei Zeus, das zweite die Natur, das Dritte die Heimarmene.“⁴ Er versucht auch, mit dieser Differenzierung das Wesen und die Begründung der Mantik von Gott, von der Natur und von der Heimarmene her zu erfassen:

Darum bin ich der Meinung, man müsse – wie Poseidonios das tut – zuerst von Gott, über ihn wurde allerdings schon ausreichend gesprochen, dann vom Schicksal, schließlich von der Natur das Wesen der Wahrsagung insgesamt und auch ihre wissenschaftliche Erklärung herleiten.⁵

¹ Diog. Laert. VII. 142. Poseidonios im 1. Buch über die Welt.

² Kleomedes. De motu circulari corporum caelestium 110, 10–112, 1. Die Ausführungen bei Kleomedes werden Poseidonios zugeschrieben. Fr. 289 Theiler.

³ Diog. Laert. VII. 138–139. Poseidonios im 13. Buch über die Götter.

⁴ Aetios. Placita I. 28, 5 = Stob. Eclog. I. 5, 15.

⁵ Cic. div. I. 125.

Poseidonios stellt sich mit seiner Meinung, daß die Mantik eine begründete Wissenschaft sei, gegen seinen Lehrer Panaitios:

Auch die Wahrsagekunst halten sie in ihrem ganzen Umfang für wohlbegründet, sofern es auch eine Vorsehung gebe. Sie erklären sie für eine Kunst auf Grund gewisser Erfolge, wie Zenon sagt und Chrysipp und Athenodor und Poseidonios, während Panaitios sie für unbegründet hält.¹

Er versucht auch, eine wissenschaftliche Begründung der Astrologie zu erstellen:

(2) Cicero sagt, der hochberühmte Arzt Hippokrates erwähne in einer seiner Schriften, er habe, als einmal zwei Brüder zugleich erkrankten und ihre Krankheit zur selben Zeit sich verschlimmerte und besserte, vermutet, es werde sich um Zwillinge handeln. Von ihnen pflegte der Stoiker Poseidonios, der ganz der Astrologie ergeben war, zu behaupten, es komme daher, weil sie unter derselben Konstellation geboren und ebenfalls unter derselben empfangen seien. So schob der philosophische Astrologe das, was der Arzt auf die gleiche körperliche Beschaffenheit zurückführte, auf den Einfluß und die Stellung der Gestirne, wie sie zur Zeit der Empfängnis und der Geburt gewesen war. Hier ist nun die ärztliche Vermutung um vieles annehmbarer und ohne weiteres glaubhafter.

(5) Wie? Genügen nicht schon die beiden, deren Krankheit mit ihrer gleichzeitigen Verschlimmerung und Besserung den Hippokrates, der sie ärztlich untersuchte, auf die Vermutung brachte, sie seien Zwillinge, zur Widerlegung derer, die den Gestirnen zurechnen wollen, was doch auf die ähnliche Körperbeschaffenheit zurückzuführen ist? Denn warum wurden sie in gleicher Weise und zur selben Zeit krank, und nicht der eine früher, der andere später, wie sie doch geboren waren, da sie nicht beide zugleich geboren werden konnten ... Was soll das heißen, daß zwei, die zur selben Zeit, in demselben Augenblick bei demselben Stand der Gestirne empfangen sind, ein verschiedenes Geschick haben, das sie zu verschiedenen Stunden geboren werden läßt, während zwei im selben Zeitmoment, bei einem und demselben Stand der Gestirne von zwei Mütter geborene Kinder keine verschiedenen Schicksale haben können, die mit Notwendigkeit ihr Leben und Sterben verschieden gestalten würden? ... Deswegen gab, um zuletzt auch das noch anzuführen, Poseidonios, zugleich großer Astrologe und Philosoph, über jene gleichzeitig erkrankten Zwillinge den Bescheid, dies sei dadurch zu erklären, daß sie zur selben Zeit geboren und empfangen wären. Denn ohne Frage zog er die Empfängnis darum heran, daß man ihm nicht den Einwand machte, sie hätten doch gewiß nicht zu genau der gleichen Zeit geboren werden können, während immerhin feststand, daß sie zu gleicher Zeit empfangen waren. So brauchte er ihre gleichartige und gleichzeitige Erkrankung nicht, wie es am nächsten lag, mit der gleichen Körperbeschaffenheit, sondern konnte diese mit dem Einfluß der Gestirne verknüpfen.²

Die menschliche Seele ist für Poseidonios eine Abspaltung von der göttlichen Weltseele, und wie diese die Welt durchdringt, so durchdringt die menschliche Seele den ganzen Körper und hält ihn zusammen:

Poseidonios sagt, die Epikureer wüßten nicht, daß nicht die Körper die Seelen, sondern die Seelen die Körper zusammenhalten, so wie der Leim sowohl sich selbst wie das, was außerhalb ist, beherrscht.³

¹ Diog. Laert. VII. 149. Poseidonios im 2. Buch über das Schicksal.

² August. De civitate dei V. 2 et 5. Augustinus lehnt die Astrologie als heidnisch strikt ab.

³ Achilleus Tatios. Introductione in Aratum 13.

Die Seele ist auch mit einem Dämon wesensgleich, denn die Dämonen sind Abspaltungen der ätherischen Substanz des Himmelsraumes und damit Abspaltungen des Göttlichen. Zum Beweis führt Poseidonios an, daß auch die Seele ein feuerartiges Pneuma ist und somit einen Dämon in sich trägt. Es ist die Tragik des Menschen, daß er nicht seinem Dämon folgt, sondern sich zu schlechten Taten hinreißen läßt:

Denn Ursache aller Affekte, und das heißt Ursache unserer inneren Unausgeglichenheit und unseres unglücklichen Lebens ist, daß der Mensch nicht dem Dämon in seiner Brust folgt, der verwandt und wesensgleich dem die ganze Welt Durchwaltenden ist, sondern dem Schlechten und Tierartigen zuneigend sich hinreißen läßt.¹

Mit dem Tode des Menschen vergeht sein Leib, die Seele jedoch überdauert die Auflösung. Kleantes sagt, die Seelen leben fort bis zum Weltenbrand, Chrysipp läßt nur die Seelen der Weisen weiterleben:

Die Seele aber ist zu sinnlicher Wahrnehmung angelegt; sie ist der uns angeborene Geisteshauch; daher sei sie auch Körper und dauere nach dem Tode fort; doch sei sie vergänglich, wogegen die Weltseele, deren Teile die Seelen der lebenden Einzelwesen sind, unvergänglich ist. Kleantes behauptet das Fortdauern aller Seelen bis zum Weltenbrand, Chrysipp läßt nur die Seelen der Weisen bis dahin leben.²

Wie sich Poseidonios das Weiterexistieren der Seele nach dem Tode vorstellt, ist nicht überliefert, vermutlich kehrt sie zu der göttlichen Substanz zurück, von der sie eine Abspaltung ist.

3 Das Verhältnis von Philosophie und Fachwissenschaften

3.1 Die Entstehung der Fachwissenschaften

Aus der ganzheitlichen Naturbetrachtung, um die sich seit jeher die Philosophie bemühte und die auch ihr Anliegen blieb, lösten sich ab der Mitte des 5. Jahrhunderts v. Chr. allmählich die Fachwissenschaften heraus und verselbständigten sich. Damit öffnete sich eine Kluft zwischen Naturphilosophie und Naturwissenschaft, die bis dahin eine unzertrennliche Einheit bildeten. Die von Aristoteles verfaßten zoologischen Schriften, zum Beispiel „Historia animalium“, die botanischen Schriften des Theophrast, zum Beispiel „Historia plantarum“, können als Lehrbücher der Biologie angesehen werden. Die Schrift „De lapidibus“ des Theophrast ist ein Lehrbuch der Mineralogie. Dennoch stehen diese Werke nicht isoliert von der peripatetischen Philosophie da, denn zur Erklärung der Ursachen wird die Philosophie herangezogen. Dies änderte sich sehr schnell mit Beginn des Hellenismus. Jetzt vollzog sich

¹ Gal. De placitis Hippocratis et Platonis V. 448, 11–456, 14.

² Diog. Laert. VII. 157.

die Loslösung der Einzelwissenschaften von der Philosophie, und es setzte eine Spezialisierung ein, die zwar zum Fortschritt in Naturwissenschaften und Technik führte, aber auch die Gefahr in sich barg, daß der Blick für das Ganze verlorenging.

Frühzeitig hatte sich schon die Medizin im 5. Jahrhundert aus der Umklammerung der Philosophie zu lösen begonnen und sich als selbständige Wissenschaft etabliert. Ein Zeugnis dafür ist die Abhandlung „De vetere medicina“¹ vom Ende des 5. Jahrhunderts v. Chr., in der eine Loslösung von aller philosophischen Spekulation und eine eigenständige, pragmatische Medizinwissenschaft gefordert wird. In der Tat weist das umfangreiche medizinische Schrifttum der Antike – erwähnt werden soll das Corpus Hippocraticum mit über 70 Abhandlungen² – im höchsten Maße Fachwissen auf, das von philosophischem Gedankengut so gut wie nichts mehr enthält.

Besonders intensiv vollzog sich die Bildung von Fachwissenschaften in Alexandria. Hier gründete Ptolemaios I.³ eine Bildungs- und Forschungsstätte, das Museion, das vergleichbar mit einer modernen Universität war, und eine Bibliothek. Die Mitglieder des Museion, Philologen, Mediziner, Mathematiker und Naturwissenschaftler, wurden vom König ernannt, erhielten ein festes Gehalt, genossen Steuerfreiheit und waren von öffentlichen Leistungen befreit. Ihre Stellung entsprach durchaus der eines heutigen Universitätsprofessors, und ihr Interesse galt weitgehend den einzelnen Fakten und kausalen Zusammenhängen ihres Faches, ohne daß philosophische Betrachtungen zu Erklärungen herangezogen wurden.

Der Mathematiker Theaitetos⁴, der unter anderem die Konstruktion der fünf regelmäßigen Polyeder schuf, war fest in die platonische Akademie eingebunden. Platon gründete im Timaios seine Lehre von der Umwandlung der Elemente auf die Geometrie des Theaitetos. Euklid⁵ dagegen, der zwar in der platonischen Akademie seine Ausbildung genoß, wirkte und lehrte in Alexandria, ohne eine Bindung an eine philosophische Schule. Andere bekannte Gelehrte in Alexandria waren der Geograph Eratosthenes⁶, die Astronomen Konon⁷,

¹ De vetere medicina. Corpus Hippocraticum. Hg. E. Littré. Bd. I. Hg. von I. L. Heiberg. CMG 1, 1. Berlin 1927.

² Corpus Hippocraticum. Hg. E. Littré. 10 Bde. Paris 1839–1861. Deutsche Gesamtübersetzung: R. Kapferer u. G. Sticker. 5 Bde. Stuttgart 1933 ff.

³ Ptolemaios I. Soter (367 –283 v. Chr.) gewann nach dem Tod Alexanders d. Gr. die Herrschaft über Ägypten

⁴ Theaitetos (414–369 v. Chr.).

⁵ Euklid lebte und wirkte um 300 v. Chr. in Alexandria. Detaillierte biographische Angaben fehlen. Pappos 7 p. 678, 10 H.

⁶ Eratosthenes von Kyrene (276–262 v. Chr.) war Philologe, Bibliothekar und Geograph. Seine Geographie ist bei Strabon im 1. und 2. Buch überliefert; siehe A. Berger. Die geographischen Fragmente des Eratosthenes. Leipzig 1880.

⁷ Konon von Samos wirkte um 250 v. Chr. Probus erwähnt in seinem Kommentar zu Vergil „Bucolia“ 3, 40 sieben Bücher von Konons Schrift „De astrologia“.

Hipparchos¹ und Doritheos², der Ingenieur Ktesibios³, der Geometer Apollonios⁴, die Mediziner Herophilos⁵, Erasistratos⁶ und Zopyros⁷. Sie alle waren Fachwissenschaftler. Der Spezialist hatte den Universalgelehrten abgelöst.

Der berühmteste Schüler des Museion war ohne Zweifel Archimedes⁸, der in Syrakus lebte und wirkte. Er widmete sich der abstrakten Mathematik und der praktischen Mechanik und war der Begründer der Hydrostatik. Die von ihm konstruierten Maschinen und Apparate galten als ein Wunder der Technik. Von philosophischen Betrachtungen findet sich in seinen Abhandlungen jedoch keine Spur.

In die Kaiserzeit fällt das Wirken zweier bedeutender Wissenschaftler in Alexandria. Es sind dies der Ingenieur Heron⁹ und der Mathematiker, Astronom, Astrologe und Geograph Klaudios Ptolemaios¹⁰. Heron gab Anleitungen zum Bau von Katapulten und Automaten, Wasseruhren, Pumpen, Zahnrädern, Hebeln und Flaschenzügen und untersuchte Lichtreflexe an Spiegelflächen. Ptolemaios befaßte sich mit Geographie und Optik, entwarf eine Weltkarte und schuf das geozentrische, später nach ihm benannte „ptolemäische“ Weltbild, das für anderthalb Jahrtausende das Weltbild prägen sollte.

3.2 Poseidonios' Einordnung der Fachwissenschaften in die Philosophie

Entgegen dem Zeitgeist war es das Bestreben von Poseidonios, eine Einheit von Fachwissenschaften und Philosophie zu schaffen, denn nur die Philosophie kann die Frage nach den Ursachen der Naturerscheinungen beantworten. Poseidonios' Forschungsergebnisse in den einzelnen Disziplinen wie Astronomie, Meteorologie, Geographie, Ethnologie, Geologie und Vulkanismus, um nur einige zu nennen, bieten Erklärungen der empirischen

¹ Hipparchos von Nikaia wirkte zwischen 161 und 127 v. Chr. beschrieb den Fixsternhimmel und stellte einen Sternenkatalog auf. Seine Arbeiten wurden von Ptolemaios benutzt.

² Doritheos war Schüler des Konon und wirkte um 230 v. Chr.

³ Ktesibios wirkte wahrscheinlich unter Ptolemaios II. Philadelphos (285–246 v. Chr.), seine genauen Lebensdaten sind unbekannt. Er konstruierte unter anderem eine hydromechanische Uhr, eine Feuerspritze und eine Wasserorgel. Seine Erfindungen sind bei Vitruv „De architectura“ überliefert.

⁴ Apollonios von Perge lehrte in Alexandria unter Ptolemaios III. Euergetes (284–221 v. Chr.). Er erforschte die Kegelschnitte in einer streng euklidischen Darstellungsform.

⁵ Herophilos aus Chalkedon wirkte um 290 v. Chr. Er kam aus der hippokratischen Schule, betätigte sich als Anatom und Pharmakologe und bediente sich ohne Scheu neuer, fremdartiger Medikamente.

⁶ Erasistratos aus Iulis auf Keos wirkte um 250 v. Chr. Er betätigte sich in der Pathologie und Physiologie.

⁷ Zopyros aus Alexandria wirkte dort um 100 v. Chr. Er war ein berühmter Chirurg und Pharmakologe.

⁸ Archimedes wurde um 287 v. Chr. in Syrakus geboren und kehrte nach einem Studienaufenthalt in Alexandria in seine Vaterstadt zurück. 212 v. Chr. wurde er nach Einnahme der Stadt durch die Römer von einem römischen Legionär erschlagen.

⁹ Die ungefähre Lebenszeit von Heron kann in das 1. Jahrhundert n. Chr. gelegt werden, denn in seiner Schrift „Dioptra“ 3, 302, 3 wird eine Mondfinsternis vorhergesagt, die tatsächlich am 13. März 62 n. Chr. stattfand.

¹⁰ Klaudios Ptolemaios wirkte im 2. Jahrhundert n. Chr. in Alexandria. Sein astronomisches Hauptwerk „Almagest“ wurde vor 147 n. Chr. vollendet. Genaue Lebensdaten sind nicht bekannt, doch scheint er bis unter Marcus Aurelius, der 180 n. Chr. starb, gelebt zu haben.

Gegebenheiten in den Naturabläufen an, doch erst die Philosophie als Wissenschaft von der Physis dringt zu den Urprinzipien des Seins vor und erschließt somit im Streben nach Weisheit das Verständnis für die Einzelphänomene, für ihr Sein und ihre Bestimmung.

Die Weisheit ist die Voraussetzung für das richtige Erkennen, wie Aristoteles sagt:

Daß also die Weisheit eine Wissenschaft von gewissen Prinzipien und Ursachen ist, das ist hieraus klar. Da wir nun diese Wissenschaft suchen, müssen wir danach fragen, von welcherlei Ursachen und Prinzipien die Wissenschaft handelt, welche Weisheit ist. Nimmt man nun die gewöhnlichen Annahmen, welche wir über den Weisen haben, so dürfte vielleicht die Sache daraus eher deutlich werden. Wir nehmen erstens an, daß der Weise, soviel möglich, alles erkenne, ohne dabei Wissen vom Einzelnen zu besitzen; ferner, daß der, welcher das Schwierige und für den Menschen nicht leicht Erkennbare zu erkennen vermag, weise sei (denn Sinneswahrnehmung ist allen gemeinsam und darum leicht und nichts Weises); ferner, daß in jeder Wissenschaft der Genauere und die Ursachen zu lehren Fähigere der Weisere sei; und daß unter den Wissenschaften die, welche um ihrer selbst und um des Wissens willen gesucht wird, eher Weisheit sei als die um anderweitiger Ergebnisse willen gesuchte, und ebenso die mehr gebietende im Vergleich mit der dienenden; denn der Weise müsse nicht Anordnungen entgegennehmen, sondern geben. Und nicht er müsse einem anderen, sondern ihm der weniger Weise gehorchen. Dies sind im ganzen die Annahmen, die wir über die Weisheit und den Weisen haben. Hierunter muß das Merkmal, alles zu erkennen, dem zukommen, der am meisten die Wissenschaft vom Allgemeinen hat; denn dieser weiß gewissermaßen alles Untergeordnete. Auch ist gerade dies für die Menschen am schwersten zu erkennen: das am meisten Allgemeine; denn es liegt am entferntesten von den Sinneswahrnehmungen. Am genauesten aber sind unter den Wissenschaften die, welche sich am meisten auf das Erste beziehen; denn auf eine geringere Zahl von Prinzipien bezogene Wissenschaften sind genauer als diejenigen, bei denen noch bestimmende Zusätze hinzukommen; zum Beispiel ist die Arithmetik genauer als die Geometrie. Aber auch zu lehren fähiger ist die auf die Ursachen theoretisch gerichtete Wissenschaft; denn es lehren diejenigen besser, die zu jedem die Ursache angeben. Wissen aber und Erkennen um ihrer selbst willen kommen am meisten der Wissenschaft des im höchsten Sinne Erkennbaren zu. Denn wer das Erkennen um seiner selbst willen wählt, der wird die höchste Wissenschaft am meisten wählen, dies ist aber die Wissenschaft des im höchsten Sinne Erkennbaren, im höchsten Sinne erkennbar aber sind das Erste und die Ursachen; denn durch diese und aus diesen wird das übrige erkannt, nicht aber sie aus dem Untergeordneten.¹

Aristoteles' Aussage, daß die Weisheit das Erkennen der Dinge ermöglicht, wird von nachfolgenden Philosophen aufgenommen, wie Sextos Empeirikos sagt. Sie wird jedoch von ihm widerlegt:

Die Erörterung über die Götter gilt bei den dogmatisch Philosophierenden für ganz besonders dringlich. Daher sagen sie, die Philosophie sei die Hingabe an die Weisheit, und die Weisheit die Wissenschaft von göttlichen und menschlichen Dingen.

Wenn wir deshalb aufzeigen, daß die Untersuchung über die Götter aporematisch ist, haben wir eigentlich begründet, daß die Weisheit weder die Wissenschaft von göttlichen und menschlichen Dingen ist noch die Philosophie die Hingabe an die

¹ Aristot. metaph. 1, 982a–982b.

Weisheit.¹

Sextos bezeichnet Aristoteles, Demokrit, Epikur und die Stoiker als dogmatische Philosophen und sagt über die Stoiker:

Einige jüngere Stoiker sagen, die ersten, erdgeborenen Menschen hätten sich vor den jetzigen durch Klugheit sehr ausgezeichnet, wie man aus dem Vergleich der älteren mit uns lernen kann, und jene Helden hätten sich mit der Schärfe des Verstandes als gewissermaßen überzähligem Sinnesorgan auf die göttliche Natur gerichtet und gewisse Kräfte von den Göttern wahrgenommen.²

Diese Aussage bezieht sich nur auf den Götterglauben, nicht auf andere Teile der Physik, bedeutet also eine Einschränkung, obgleich die Theologie zur Physik gehört. Ein genauer Hinweis auf Poseidonios fehlt, allerdings könnte Sextos ihn zu den jüngeren Stoikern gezählt haben.

Über Weisheit und Philosophie hat sich auch Seneca geäußert:

Zunächst werde ich daher, wenn es dir richtig scheint, formulieren, welcher Unterschied zwischen Weisheit und Philosophie besteht. Weisheit ist das vollkommene Gut der menschlichen Seele; Philosophie ist die Liebe zur Weisheit und das Streben danach: diese zeigt, wohin jene gelangt ist. Woher der Begriff Philosophie stammt, ist klar; allein schon durch den Namen bekennt sie, was sie liebt. Die Weisheit haben manche wie folgt bestimmt: sie bezeichnen sie als das Wissen von den göttlichen und menschlichen Dingen; manche hingegen so: Weisheit besteht darin, zu kennen göttliche und menschliche Dinge und deren Ursachen ... Nicht nämlich kann dasselbe sein, was erstrebt wird und was strebt. Wie ein großer Unterschied zwischen Habsucht und Geld besteht, da jene begehrt, dieses begehrt wird, so zwischen Philosophie und Weisheit. Weisheit ist nämlich ihr Ergebnis und Lohn; jene ist auf dem Wege, diese ist das Ziel. Weisheit ist das, was die Griechen σοφία nennen. Dieses Wort benutzen auch die Römer, wie sie jetzt auch das Wort Philosophie gebrauchen.³

Seneca nennt keine Namen, sondern spricht nur von „manche“, die die Weisheit als das Wissen von göttlichen und menschlichen Dingen definieren. Seine Erweiterung „und deren Ursachen“ wird Poseidonios zugeschrieben.⁴ Das ist nicht abwegig, denn Poseidonios äußert sich ganz deutlich in einer Abhandlung über Astronomie über das Erkenntnisvermögen der Philosophen, die, weil sie im Besitz der Weisheit sind, die Ursachen der physikalischen Erscheinungen erkennen können:

Alexandros macht sich die Mühe, davon zu berichten, was Geminus in einem Kommentar zu der Epitome der Meteorologie des Poseidonios, die zurückgeht auf Aristoteles, darlegt. Dieser lautet so:

Aufgabe der wissenschaftlichen Betrachtung durch die Physik ist die Untersuchung des Wesens des Himmels und der Sterne und der Kraft und der Beschaffenheit des Entstehens und Vergehens, und beim Zeus, sie kann Erklärungen über ihre Größe, Gestalt und Ordnung erbringen. Die Astronomie dagegen versucht gar nicht, darüber

¹ S. Emp. Adv. math. IX. 13 = Adv. dogm. III. 13.

² S. Emp. Adv. math. IX. 28 = Adv. dogm. III. 28.

³ Sen. Epist. mor. 89, 4–7.

⁴ Pohlenz. Stoa I. S. 214.

etwas zu sagen, sondern sie zeigt die Ordnung der himmlischen Erscheinungen auf, nachdem sie erklärt hat, daß der Himmel in Wirklichkeit ein Kosmos ist; sie spricht über Gestalten und Größen und Abstände von Erde, Sonne und Mond und über die Ekliptik und Verbindung der Sterne und über die Beschaffenheit und den Umfang bei ihren Bewegungen. Da sie deshalb zu tun hat mit der Wissenschaft von der Größe, dem Alter und der Beschaffenheit der Gestalt, bedurfte sie natürlich dafür Arithmetik und Geometrie, und darüber, worüber allein sie Rechenschaft zu geben verspricht, ist sie fähig, mit Hilfe von Arithmetik und Geometrie Beweise zu bringen. Bei vielen Gelegenheiten nun wird der Astronom und der Physiker verkünden, daß er in der Hauptsache dasselbe beweist, zum Beispiel daß die Sonne groß ist, daß die Erde kugelförmig ist, nicht indes werden sie dieselben Methoden anwenden. Der eine wird ein jedes von seinem Sein oder seiner Kraft oder der These, daß es sich so besser verhält, oder von der Entstehung und Wandlung erklären, der andere von den Folgen der Gestalten und Größen und von der Größe der Bewegung und der ihr entsprechenden Zeit. Der Physiker wird bei vielen Gelegenheiten die Ursachen sehen, indem er auf die schöpferische Kraft schaut, der Astronom dagegen erweist sich, wenn er in seinen Erklärungen von den äußeren Folgen ausgeht, als nicht geeigneter Beobachter der Ursachen, zum Beispiel wenn er der Erde und den Sternen Kugelförmigkeit zuweist, bisweilen aber nicht einmal die Ursache zu begreifen begehrt, wie wenn er über die Ekliptik spricht. Ein andermal aber findet er auf Grund einer Hypothese gewisse Betrachtungsweisen, indem er angibt, welche vorhanden sein müssen, damit die Phänomene erhalten bleiben. Zum Beispiel: Weswegen bewegen sich erkennbar Sonne, Mond und Sterne ungleichmäßig? Weil, wenn wir als Hypothese annehmen, daß ihre Kreise exzentrisch sind oder die Sterne sich epizyklisch bewegen, die Erscheinung ihrer Anomalie erklärt wird. Es wird für uns notwendig sein zu untersuchen, auf welche Art und Weise sich diese Erscheinungen vollenden, so daß die Beschäftigung mit den umherschweifenden Sternen der Lehre von den Ursachen hinsichtlich des angenommenen Verlaufs gleicht. Deswegen ist auch ein gewisser Herakleides Pontikos aufgetreten und hat behauptet, daß auch wenn sich die Erde irgendwie bewegt, die Sonne aber irgendwie in Ruhestellung verharrt, die sichtbare Anomalie der Sonne erklärt werden kann. Denn es ist für einen Astronomen nicht möglich, völlig zu erkennen, was in der Natur ruhig und wie beschaffen das Bewegte ist, sondern er stellt Hypothesen auf, daß das eine unbewegt ist und das andere sich bewegt, und prüft, mit welchen Hypothesen die Himmelserscheinungen übereinstimmen. Er muß aber die Prinzipien von dem Physiker übernehmen, daß die Bewegungen der Sterne einfach, gleichmäßig und geordnet sind, durch die er beweisen will, daß der Reigentanz aller Gestirne enzyklisch ist, sei es, daß sie sich auf parallelen Bahnen begegnen, sei es, daß sie sich auf schrägen Kreisen bewegen.

So nun stellt auch Geminos, bzw. Poseidonios bei Geminos, den Unterschied zwischen der Lehre von der Natur und der Lehre von den Sternen dar, indem er von Aristoteles ausgeht.¹

Poseidonios stellt hier ganz klar die verschiedenen Positionen des Physikers und des Astronomen heraus. Der Physiker erforscht Stoff, Kraft, Form, Werden und Vergehen der Himmelskörper, der Astronom beschränkt sich auf die Zahlen und Maße, die ihm Arithmetik und Geometrie vorgeben. Zwar treffen sich beide in der Bestimmung der Ordnung der Sternbahnen, jedoch ist ihre Betrachtungsweise verschieden. Der Physiker richtet seinen Blick auf die bestimmende Kraft, der Astronom auf den geometrischen Raum.

In einem anderen Brief nennt Seneca Poseidonios namentlich im Zusammenhang mit den Künsten:

Vier Arten von Künsten gibt es, sagt Poseidonios: es gibt gewöhnliche und schmutzige, es gibt kurzweilige, es gibt kindliche, es gibt eines freien Mannes würdige. Gewöhnlich sind die der Handwerker, die in Handarbeit bestehen und mit der Beschaffung des Lebensunterhalts befaßt sind; bei ihnen gibt es keine Vortäuschung von Würde, keine Sittlichkeit. Kurzweilige sind die, die den Genuß von Augen und Ohren zu dienen bemüht sind. Ihnen magst du zurechnen die Mechaniker, die sich von selbst erhebende Bühnenmaschinen ausdenken und schweigend in die Höhe wachsende Plattformen und andere Überraschungseffekte, wobei Dinge auseinandertreten, die zusammenhängen, oder Dinge, die in die Höhe ragten, allmählich in sich zusammensanken. Dadurch werden unkundiger Menschen Augen beeindruckt, wenn sie alle plötzlichen Vorgänge bestaunen, weil sie die Ursachen nicht kennen. Kindlich sind – und sie besitzen etwas den freien Ähnliches – die Wissensgebiete, die die Griechen enzyklisch – allgemeinbildend –, die Unsrigen aber freiheitlich nennen. Allein aber die freiheitlichen, nein, um es zutreffender zu sagen, die freien Künste sind es, denen die sittliche Vollkommenheit Gegenstand ihrer Sorge ist.²

Die erste Kunst ist die manuelle Arbeit der Handwerker, die mit einem Werturteil bedacht wird. Diese Aussage ist nicht Poseidonios, sondern Seneca zuzuschreiben. Die zweite Kunst dient der Unterhaltung, und die Beschreibung der Bühnenmaschinerie ist ebenfalls von Seneca hinzugefügt. Diese Kunst soll die Sinne erfreuen, und die Zuschauer sollen beeindruckt werden, wie die Bühnentechnik funktioniert, erfahren sie nicht. Ob hier überhaupt eine Aussage von Poseidonios vorliegt, ist fraglich. Die dritte Kunst umfaßt die Erziehung und den allgemeinen Unterricht, der immer auch die Mathematik beinhaltet. Die vierte Kunst wird nicht genau definiert. Ob hiermit die Fachwissenschaften wie Geometrie, Arithmetik, Astronomie, Medizin usw. gemeint sind³ oder ob es sich um eine nochmalige Betonung der Verantwortung für den richtigen Umgang mit den freien Künsten handelt, die nicht nur gelehrt, sondern auch ausgeübt werden sollen,⁴ ist ebenso eine Streitfrage wie die Frage, welchen Anteil Poseidonios an Senecas Ausführungen hat.

Im Folgenden legt Seneca den Unterschied zwischen dem Philosophen und dem Mathematiker dar:

Der Philosoph nämlich erforscht und kennt die Ursachen der Naturerscheinungen; deren Zahlen und Maße verfolgt und berechnet der Mathematiker. In welchem Prinzip Bestand haben die Himmelskörper, weiß der Philosoph; ihren Lauf, ihre Rückkehr und mancherlei Beobachtungen, bei denen sie untergehen und aufgehen und bisweilen den Anschein von Stillstand bieten, obwohl Himmelskörper nicht stehenbleiben können, beurteilt der Mathematiker. Welche Ursache in einem Spiegel Bilder hervorruft, weiß der Philosoph; das kann die [Kunst?] der Mathematiker sagen, welchen Abstand ein Körper haben muß vom Abbild und welche Form eines

¹ Simpl. In Aristotelis physica 291, 21–292, 31 Diels.

² Sen. Ep. mor. 88, 21–23.

³ Reinhardt. Poseidonios, S. 50.

⁴ Kidd. Kommentar zu Poseidonios. Fragment 90.

Spiegels welche Abbilder gibt. Daß die Sonne groß ist, wird der Philosoph beweisen, wie groß sie ist, der Mathematiker, der durch eine Art von Anwendung und Übung zu seinem Ergebnis kommt. Doch um das Ergebnis zu erhalten, muß er bestimmte Grundlagen gewinnen. Nicht aber ist eine Wissenschaft eigenständig, die entlehnte Grundlagen hat. Die Philosophie verlangt nichts von anderer Seite, sie errichtet ihr Werk von Grund auf; die Mathematik ist sozusagen die Pächterin, sie baut auf fremdem Boden, und sie empfängt ihre Grundlagen, durch deren Leistung sie zu weiteren Erkenntnissen kommt. Wenn sie von sich aus zur Erkenntnis käme, wenn sie des Alls Wesen begreifen könnte, würde ich sagen, trüge sie viel zu unserer geistigen Entwicklung bei, die durch die Beschäftigung mit den Himmelserscheinungen gefördert wird und etwas von dem Erhabenen annimmt.¹

Dieser Text läßt sich so sehr mit dem oben angeführten Geminus-Kommentar zu der Epitome der Meteorologie des Poseidonios vergleichen, daß feststeht, Seneca hat Poseidonios als Quelle benutzt. Hier wie dort wird herausgehoben, daß nur der Philosophie die Ursachen erkennen kann, der Fachwissenschaftler kann nur die äußeren Erscheinungen beschreiben. Die Mathematik ist nur Pächterin auf fremdem Boden. Das bedeutet, sie eine Hilfswissenschaft, die der Philosophie untergeordnet ist und ihr zu Diensten sein muß.

Sehr viel weniger präzise formuliert Strabon in dem Proömion seiner *Geographica* den Unterschied zwischen einem Philosophen und einem Geographen:

Zu der Beschäftigung des Philosophen gehört unseres Erachtens, wenn irgendeine andere Wissenschaft, namentlich auch die Erdbeschreibung, die zu betrachten wir uns jetzt vorgenommen haben. Daß wir aber nicht falsch urteilen, ist aus vielen Gründen klar. Denn diejenigen, welche sich zuerst mit ihr zu befassen den Mut hatten, waren, was auch Eratosthenes sagt, Männer wie Homer, Anaximander der Milesier und Hekataios, der Landsmann desselben, ferner Demokritos, Eudoxos, Dikaiarchos, Ephoros und viele andere, sodann nach diesen Eratosthenes, Polybios und Poseidonios, sämtlich Philosophen; und vielseitige Gelehrsamkeit, durch welche allein dieses Ziel zu erreichen möglich ist, ist keines anderen Sache als eines Mannes, der die göttlichen und menschlichen Dinge erforscht, deren Wissenschaft man eben Weltweisheit nennt. Ebenso aber bezeichnet auch ihr Nutzen, der ein vielfacher ist, teils in Bezug auf die Staatsgeschäfte und die Unternehmungen eines Herrschers, teils hinsichtlich der Himmelserscheinungen, der Tiere auf der Erde und im Meere, der Pflanzen und Früchte und alles übrigen, was in jedem Volke zu schauen ist, denselben Mann, der über die Kunst des Lebens und die Glückseligkeit nachdenkt.²

Von den hier aufgeführten Personen waren nur Anaximander, Demokritos und Poseidonios Philosophen, die anderen waren Fachgelehrte. Hekataios³ und Eratosthenes waren Geographen und auch Dikaiarchos⁴ wird als Theoretiker in den Kerngebieten der Philosophie nicht kenntlich, obgleich er ein Schüler des Aristoteles war. Sein Hauptarbeitsgebiet war die Geographie ohne Bezug zur Philosophie. Eudoxos⁵ war Astronom,

¹ Sen. Ep. mor. 88, 26–28.

² Strab. 1, 1, 1.

³ Hekataios von Milet (um 550 v. Chr.) ist der erste faßbare Autor einer geographischen Schrift.

⁴ Dikaiarchos aus Messene, seine Lebensdaten sind unbekannt.

⁵ Eudoxos von Knidos (ca. 391–338 v. Chr.).

Mathematiker, Arzt und Gesetzgeber und wirkte in Athen. Seine größte Bedeutung lag in der Mathematik, er konnte unter anderem das delische Problem der Würfelverdoppelung lösen. Ephoros¹ und Polybios² waren Historiker. Strabon sagt nicht deutlich, ob er nur einigen oder allen aufgeführten Personen eine vielseitige Gelehrsamkeit zuspricht. Für Strabon ist Homer der Begründer der wissenschaftlichen Geographie, und in der Tat enthalten seine Dichtungen eine Vielzahl von geographischen Angaben. Ihn als ersten Geographen zu bezeichnen, dürfte wohl etwas übertrieben sein.

Auch von Strabon wird betont, daß Mathematik, besonders die Geometrie, und Astronomie die Grundlagen der Geographie sind:

Am meisten jedoch scheint, wie schon gesagt, ein solches Unternehmen der Geometrie und Astronomie zu bedürfen; und es bedarf deren auch in der Tat. Denn Gestalten, Breitenstriche, Größen und anderes dem Verwandtes kann ohne ein solches Verfahren niemand richtig erfassen. Aber so wie das, was sich auf die Ausmessung der ganzen Erde bezieht, in anderen Werken gezeigt wird, hier aber vorausgesetzt und dem dort Gezeigten Glauben geschenkt werden muß, so muß man auch voraussetzen, daß die Welt kugelähnlich, kugelähnlich aber auch die Oberfläche der Erde sei, vorher aber noch, daß die Körper nach der Mitte hinstreben. Da nun dieses der sinnlichen Wahrnehmung und den allgemeinen Vernunftbegriffen so naheliegt, so wollen wir nur wenig davon kurz andeuten. Zum Beispiel, daß die Erde kugelähnlich sei, erkennt man mittelbar aus dem Streben nach dem Mittelpunkte und daraus, daß jeder Körper sich nach seinem Schwerpunkt neigt, unmittelbar aber aus den Erscheinungen auf dem Meere und am Himmel. Denn sowohl die sinnliche Wahrnehmung als der gemeine Menschenverstand kann dies bezeugen.³

Für den Staatsmann wie für den Strategen ist die Geographie von besonderem Nutzen. Geographische Kenntnisse sind für sie unerlässlich, denn der Staatsmann kann nur erfolgreich einen Landstrich beherrschen, wenn er die geographischen Gegebenheiten und damit die Existenzmöglichkeiten der Bevölkerung kennt, und ein Stratege kann sein Heer nur zum Sieg führen, wenn er weiß, wie das Gebiet, das er erobern will, beschaffen ist. Strabon sagt:

Hier aber müssen wir einiges als bekannt annehmen, und zwar alles, was dem Staatsmann und dem Strategen von Nutzen ist. Denn er darf nicht so unbekannt sein mit den Dingen am Himmel und der Lage der Erde, daß er, wenn er an Orte kommt, wo einige Himmelserscheinungen von den gewöhnlichen abweichen, erschrecke, aber auch nicht so genau unterrichtet, daß er die überall zugleich erfolgenden Auf- und Untergänge und Mittelstände oder die Polhöhen und die Punkte über dem Scheitel, und was sonst dergleichen bei der Veränderung der Gesichts- und Polarkreise sowohl dem Scheine als der Wirklichkeit nach verschieden vorkommt, alles wissen müßte. Um einiges vielmehr darf er sich gar nicht kümmern, es sei denn einer philosophischen Betrachtung wegen; anderes aber muß er glauben, auch wenn er das Warum nicht einsieht. Denn die Frage nach der Ursache geziemt nur dem allein, der Philosophie betreibt, während dazu dem Staatsmann nicht ausreichend

¹ Ephoros aus Kyme, lebte im 4. Jahrhundert v. Chr. Zuverlässige biographische Angaben fehlen.

² Polybios (ca. 200–120 v. Chr.), befreundet mit Scipio Aemilianus, schrieb eine Universalgeschichte, die zum großen Teil erhalten geblieben ist.

³ Strab. 1, 1, 20.

Muße zuteil wird oder nicht immer.¹

Für Strategen und Staatsmänner genügt also ein Basiswissen. Das Warum soll sie nicht bekümmern, denn das ist Sache der Philosophen.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Für Strabon ist die Grundlage der Geographie die Geometrie, in Besonderheit die Erdmessung, die Grundlage der Erdmessung die Astronomie, die Grundlage der Astronomie die Physik. Die Physik ist ohne Grundlage, nur von sich selbst abhängig als eine Tugend, ein Vermögen des menschlichen Geistes. Geographie ist wie Geometrie und Astronomie letztendlich nur eine Fachwissenschaft im Dienste der Philosophie. Es ist derselbe Gedankengang wie in dem Geminus-Kommentar zu der Epitome der poseidonischen Meteorologie, jedoch mit dem Unterschied zu Strabon, daß Poseidonios und seine Schrift namentlich genannt werden. Da Strabon für seine Geographica die poseidonische Schrift „Über den Ozean“ auswertete, steht zu vermuten, daß Strabon seinem Proömion das des Poseidonios zugrunde gelegt hat. Der Strabon-Text und der Geminus-Kommentar würden dann zwei verschiedenen Vorreden von Poseidonios' Schriften entstammen, sich aber aufeinander beziehen.² Wichtig ist die Folgerung, die man daraus ziehen kann: Für Poseidonios sind die Fachwissenschaften nur Hilfsdisziplinen der Philosophie.

Poseidonios' Bestreben, die Fachwissenschaften wieder in die Philosophie einzubinden, war erfolglos. Die Verselbständigung der Fachwissenschaften war nicht aufzuhalten. Um so bemerkenswerter ist es, daß Galenos in einer Abhandlung fordert, „daß der vorzügliche Arzt Philosoph sein muß“ – ὅτι ὁ ἀριστος ἰατρός καὶ φιλόσοφος. Er schreibt:

Folglich muß der vorzügliche Arzt der sein, der die Wege der Wahrheit und der Geradheit vorzieht. Auch er muß vorher so weit geübt sein in der Wissenschaft der Logik, daß er weiß, wie viele Krankheiten es insgesamt gibt nach ihren Spezies und Genera, und wie er einer jeden von ihnen den Hinweis auf das Heilmittel entnehmen muß. Und mittels eben dieser Wissenschaft wird er die Natur des Körpers selbst erkennen ...

Was fehlt dann dem Arzt noch von dem, was ihm obliegt, im Hinblick darauf, daß er Philosoph sein soll, wenn er sich den Hippokrates zum Muster nimmt und hinsichtlich des Könnens seiner Methode gleichzukommen sucht? Denn da er ja, um die Natur des Körpers und die Arten der Krankheiten und den durch sie gegebenen Hinweis auf das jeweilige Heilmittel kennenzulernen, sich selbst zur Pflicht gemacht hat, sich in der Wissenschaft der Logik auszubilden, und, um die Anstrengung der Bequemlichkeit vorzuziehen, Geringschätzung des Geldes und Genügsamkeit zu Grundlagen des Studiums dieser Dinge zu machen: so steht dem nichts im Wege, daß er alle Teile der Philosophie so weit in sich aufnehmen wird, daß ihm auch zufallen wird der logische Teil von ihr und der physikalische Teil und der ethische Teil. Man braucht also nicht zu befürchten, daß er, wenn er das Geld geringschätzt und genügsam lebt, eine Tat begeht, die im Gegensatz zur Gerechtigkeit steht. Es ist ja

¹ Strab. 1, 1, 21.

² Reinhardt. Poseidonios. S. 43–49.

doch so, daß die Menschen alles, was sie an Unrecht tun, nur deswegen wagen, weil sie irregeführt sind durch die Wertschätzung des Geldes und verblendet durch das, was ihnen angenehm ist.

Wenn also das Bedürfnis der Ärzte nach der Philosophie notwendig ist, zunächst bei ihrem Studium der Medizin und dann später in der Praxis, so ist klar, daß, wer Arzt ist, unbedingt auch Philosoph ist. Ich glaube nämlich nicht, daß man dafür irgendeinen Beweis antreten muß, daß die Ärzte, um ihre Wissenschaft gemäß den erforderlichen Maßstäben anzuwenden, der Philosophie bedürfen ...

Wir müssen zunächst die Philosophie anwenden, wenn wir die Lehre des Hippokrates in Wahrheit annehmen wollen. Wenn wir dies tun, so wird uns nichts hindern, dem Hippokrates ebenbürtig zu werden – sogar vortrefflicher als er, wenn wir all das von ihm lernen, was er in seinen Büchern in gehöriger Weise dargestellt hat, und für uns herausfinden, was uns zu leisten übrig bleibt.¹

Galenos Forderung, ein Arzt müsse sich auch in Philosophie bilden, geht dahin, daß der Arzt, wenn er in der Logik bewandert ist, Erkrankungen schnell und richtig erkennen und die möglichen Heilmethoden effektiv anwenden kann. Die Ethik soll ihn davor bewahren, nur den Verdienst, den er mit seiner Behandlung des Kranken zu erwarten hat, in Betracht zu ziehen. Für Galenos ist die Philosophie ein Mittel zur Erziehung des Mediziners, damit dieser sich sowohl als Wissenschaftler wie als moralisch einwandfreier Mensch dem Wohle der Kranken widmet. Darin liegt der große Unterschied zu Poseidonios, der eine Fachwissenschaft wie die Medizin in die Philosophie einfügen wollte, um die Ursachen, in diesem Fall Ursachen der Erkrankungen, zu erforschen. So ist festzuhalten, daß auch Galenos nicht mehr den Erwerb der Weisheit als das höchste Ziel postuliert, sondern die Philosophie als ein Mittel zum Zweck betrachtet.

¹ Claudios Galenos. Opera omnia. Bd. I. S. 53–63. Hg. C. G. Kühn. Leipzig 1821–1833. – Die Abhandlung des Galenos darüber, daß der vorzügliche Arzt Philosoph sein muß, in der Übersetzung des Hunain ibn Ishac. Arabisch-deutsch, übersetzt von Peter Bachmann. Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen aus dem Jahre 1965. Philologisch-historische Klasse. Göttingen 1965.

4 Seismologie

4.1 Entstehung von Erdbeben¹

Große Erdbeben waren für die Menschen, die diesen ausgesetzt waren, immer eine Katastrophe, und das eigentlich Erschreckende war für sie nicht nur die Heftigkeit der Stöße, wodurch in Sekundenschnelle ihre vertraute Umgebung meistens völlig zerstört wurde, sondern vor allem das Unvorhersagbare dieses Ereignisses, das ihre völlige Hilflosigkeit offenbarte.

Die äußerste Schale der Erde, die Lithosphäre, besteht aus mehreren großen, recht stabilen Platten, die bis in eine Tiefe von 80 km reichen und sich im Zustand einer relativen Bewegung in vorwiegend horizontaler Richtung befinden. Diese Bewegung wird ermöglicht, weil darunter eine weichere Schicht liegt. An den Plattenrändern kommt es zur Übertragung starker deformierender Kräfte, je nachdem diese kollidieren, sich parallel verschieben oder voneinander entfernen. Sie bewirken physikalische und auch chemische Veränderungen im Gestein. In den Randzonen der Platten kommt es zu Deformationen durch Subduktion und zur Gebirgsbildung beim Zusammenstoß, beim Empортаuchen tiefer liegenden Materials und beim Auseinanderdriften zweier oder mehrerer Lithosphärenplatten. Es kommt zu Brüchen, wenn die Spannungen so groß werden, daß die Festigkeitsgrenze der Gesteinsmassen in der Erdkruste und im oberen Erdmantel überschritten wird. Die Spannungsenergie wandelt sich in Deformationsenergie, die auf die Umgebung einwirkt. Das Material im Erdbebenherd bricht und verformt sich. Die Brüche erfolgen sehr plötzlich und lösen die sogenannten tektonischen Erdbeben aus, die 90 % aller Beben ausmachen und sehr starke Erschütterungen auslösen.

Eine andere Erdbebenart sind die Einsturzbeben, die durch Einstürze der Decken in Gebieten mit unterirdischen Hohlräumen und in Bergwerken entstehen und durchaus zu bemerkbaren Erschütterungen führen. Durch plötzliche Entladung vor Ort aufgebaute Spannung kann es in Bergwerken, also in künstlichen Hohlräumen, zum sogenannten Bergschlag kommen, wodurch explosionsartig große Felsmassen weggeschleudert werden. Erdfälle, Setzungserscheinungen oder Spaltenbildungen sind häufig die sichtbaren Folgen dieser Einsturzbeben, die jedoch meistens nur lokale Bedeutung haben und auch nur 3 % der gesamten Erdbeben ausmachen.

Eine weitere Erdbebenart tritt in Zusammenhang mit vulkanischen Aktivitäten auf. Allerdings sind die eigentlichen vulkanischen Beben relativ schwach und machen nur 7 % aller Erdbeben aus. Vulkanische Erdbeben entstehen dadurch, daß sich heißes, zähflüssiges

Magma trägt durch ein Netz von Gesteinsadern zwingt und dabei Teile des Gesteins erwärmt und deformiert. Schließlich kommt es zum Zerschneiden von Gestein, wobei Spannungen auftreten, die sich entladen und dabei Erschütterungen auslösen.

Die Tiefe der Erdbebenherde kann von wenigen Kilometern unter der Erdoberfläche bis zu 700 km in den Tiefseegräben variieren.

Die starken Spannungen, die an den Brüchen der Platten entstehen, entladen sich in elastischen Wellen. Es gibt drei Grundtypen dieser Wellen, aus denen sich die fühlbaren und schadenverursachenden Erschütterungen zusammensetzen. In vielen wichtigen Eigenschaften verhalten sie sich wie die Schallwellen in der Luft und wie die Wellen in Wasser und Gelatine.

Nur zwei Typen, die Raumwellen, können sich im Gestein ausbreiten. Die schnellere von beiden wird als Primär- oder P-Welle bezeichnet, die beim Durchgang durch das Gestein dieses entweder komprimiert oder dilatiert. Die P-Wellen können in gleicher Weise wie Schallwellen sowohl festes Gestein wie Granit als auch flüssiges Material wie vulkanische Magma oder die Meere durchlaufen. Die aus dem Erdinneren an die Erdoberfläche gelangenden P-Wellen geben einen Teil ihrer Energie in Form von Schallwellen an die Atmosphäre ab und können deshalb von Menschen und Tieren gehört werden, wenn ihre Frequenzen im Hörbereich des Ohres, also über etwa 15 Hz, liegen.

Die langsamere Welle durch den Gesteinskörper wird Sekundärwelle oder S-Welle genannt. Bei der Ausbreitung schert diese Welle das Gestein im rechten Winkel zur Ausbreitungsrichtung, deshalb kann sie sich nicht in flüssigen Teilen der Erde wie den Meeren ausbreiten.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der P- und S-Wellen hängen von der Dichte und den elastischen Eigenschaften des Gesteins und des Bodens ab, welche diese Wellen durchlaufen. Bei einem Beben werden die P-Wellen als erste wahrgenommen. Man hört eine Detonation. Einige Sekunden später kommen die S-Wellen, die den Boden sowohl vertikal wie auch horizontal erschüttern. Diese Bewegungen richten die großen Schäden an den Gebäuden an.

Wenn die Raumwellen sich durch die verschiedenen Gesteinsschichten in der Erdkruste fortpflanzen, werden sie an den Grenzflächen der Gesteinsarten reflektiert und gebrochen, wobei sich ein Teil der Wellen ineinander umwandeln kann. Wenn P- und S-Wellen die Erdoberfläche erreichen, wird der größte Anteil ihrer Energie so in die Erdkruste reflektiert, daß die Oberfläche gleichzeitig von der nach oben und der nach unten laufenden Welle erfaßt

¹ Bruce A. Boldt. Erdbeben. Berlin 1984. S. 51–65; Gerhard H. Waldherr. Erdbeben. Stuttgart 1997. S. 35–37.

wird und dadurch eine Verstärkung der Bewegung an der Oberfläche eintreten kann. Damit vergrößern sich auch die Erdbebenschäden auf der Erdoberfläche.

Der dritte Typ der Erdbebenwellen ist die Oberflächenwelle, deren Bewegung vor allem an der äußeren Erdoberfläche stattfindet. Mit zunehmender Tiefe verringert sich die Größe der Bewegung rasch. Auch von dieser Welle gibt es zwei Arten. Die erste ist die Love-Welle, die wie die S-Welle keine Vertikalbewegung aufweist. Ihre Bewegung erfolgt unter einer seitlichen Verschiebung in einer horizontalen Ebene parallel der Erdoberfläche, aber im rechten Winkel zur Ausbreitungsrichtung. Diese Wellen erschüttern besonders die Gebäudefundamente. Die zweite Art ist die Rayleigh-Welle. Wie eine heranrollende Welle im Ozean bewegen sich durch diese Welle die Bodenteilchen in einer Ebene sowohl vertikal wie horizontal und können wegen ihrer Vertikalbewegung im Gegensatz zur Love-Welle auch auf Wasserkörper einwirken.

Erdbebenwellen klingen oft nur langsam ab und verursachen dabei die vielen Nachbeben, die die schon stark in Mitleidenschaft gezogenen Gebäude endgültig zum Einsturz bringen. Deshalb sind Nachbeben so gefährlich, denn sie erschweren die Rettungsarbeiten und verzögern das Aufräumen der zerstörten Ortschaften.

Beobachtung und Theorie zeigen, daß Erdbebenwellen von der Bodenbeschaffenheit und von der Topographie beeinflußt werden. In verwittertem Gestein, in Alluvionen und in wasserführenden Böden kann die Amplitude seismischer Wellen entweder anwachsen oder sich verringern, wenn die Wellen vom darunterliegenden festen Fels zur Oberfläche durchlaufen. Deshalb ist es immer besser, auf festem Fels und nicht auf Sand zu bauen. Zumindest die Fundamente sind hier stabiler.

4.2 Geographische Verteilung der Erdbeben¹

Insgesamt lassen sich für die Erde drei Hauptgürtel von Erdbeben feststellen:

1. Der zirkumpazifische Gürtel. Dieser erstreckt sich von Alaska entlang der Westküste Nord- und Südamerikas nach Neuseeland, über Inseln wie die Fidschi-Inseln im Pazifik, Celebes, die Philippinen, Taiwan bis nach Japan-Kamtschatka.
2. Die mittelozeanischen Rücken, die sich durch den Atlantik und Indischen Ozean als gigantische submarine Gebirgsketten hinziehen.
3. Der mediterran-transasiatische Gürtel (alpider Gürtel), der sich von China, Indonesien, Nordindien über den Iran, die Türkei, das Mittelmeer, Gibraltar bis zu den Azoren erstreckt. Dieser Gürtel bildet ein Verbindungsglied der beiden anderen Gürtel.

¹ Waldherr. S. 37–46.

Im zirkumpazifischen Gürtel ereignen sich 75–80 % aller Erdbeben, die zweithöchste Erdbebenfrequenz weist der mediterran-asiatische Gürtel mit 15–20 % auf. In dem mediterranen Gebiet, das ein Teil dieses Gürtels ist, ereigneten sich die für die antike Welt so gravierenden Erdbeben.

4.2.1 Östlicher Mittelmeerraum

Für Griechenland, das seismisch aktivste Gebiet Europas, lassen sich zwei Zentren unterscheiden. Das eine Zentrum liegt am Ausgang des Golfes von Patras bei der Insel Kephallonia im Ionischen Meer, das andere Zentrum umfaßt die Insel Kreta und die Peloponnes sowie die gesamte Ägäis und die der kleinasiatischen Küste vorgelagerten Inseln Rhodos, Kos usw. Für die Beben sind folgende Strukturen verantwortlich: die Fortsetzung der anatolischen Horizontalverschiebung nach Westen, aufgeteilt in mehrere seismische Zonen, wodurch sich Erdbebenherde auf dem griechischen Festland bilden, und die Fortsetzung der Dinariden-Albanien-Erdbebenlinie entlang der Ionischen Küste der Peloponnes, die sich im Süden um die Peloponnes herum über Kreta und Rhodos bis zum südanatolischen Erdbebengebiet hinzieht und gleichzeitig eine vulkanisch aktive Zone ist. Von der Ägäis im Westen zieht sich über 1.300 km in West-Ost-Richtung bis zum Van Gölü im Osten der Türkei eine Zone hin, die sogenannte Nordanatolische Horizontalverschiebung, die eine besonders starke Erdbebenaktivität aufweist. Insgesamt stellt Kleinasien ein Gebiet hoher Seismizität dar, für die schon in der antiken Literatur viele Beispiele gegeben werden. So schrieb der wohl Mitte des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebende Geograph C. Iulius Solinus¹ in seinen „Collectanea rerum memorabilium“, daß nirgends so häufig und so zerstörerische Erdbeben auftraten wie in Kleinasien. Der afrikanische Grabenbruch setzt sich durch das Rote Meer und den Golf von Suez bis nach Israel fort und findet seine Nord-Süd-Verlängerung in der Levante-Bruchzone, die durch das Tote Meer und das Jordantal, den Libanon und Syrien verläuft. Auch diese Zonen leiden unter hoher Seismizität, während Ägypten nur eine geringe Erdbebensequenz aufweist.

4.2.2 Zentraler Mittelmeerraum

Die italienische Halbinsel mit der Apennin-Kette als Naht bildet den Grenzsäum zwischen den Erdbebenbereichen im östlichen und westlichen Mittelmeer. Die Seismizität der Halbinsel mit Sizilien zeigt zwei Schwerpunkte: die Abruzzen im zentralen Teil der

insgesamt aktiven Apennin-Kette und weiter südlich Kalabriens und Nordostsiziliens. Eine Erdbebenlinie verläuft parallel zur Nordküste Siziliens in Ost-West-Richtung.

Im Tyrrhenischen Meer befinden sich in einem nach Westen geöffneten Bogen angeordnete Tieferdbebenherde im gleichen Bereich wie die vulkanischen Inseln, wozu die Äolischen (Liparischen) Inseln und Ischia zu zählen sind.

Die Po-Ebene wird kaum von Erdbeben heimgesucht, allerdings sind manchmal die Auswirkungen zu spüren von den Beben im nördlichen Apennin und am südlichen Alpenrand, zum Beispiel in der Umgebung des Gardasees.

Im ehemaligen Jugoslawien liegen noch zwei Schwerpunkte, und zwar nördlich zwischen Drau und Adria und südlich in Mazedonien. Auch die benachbarten Gebiete in Albanien und Griechenland, zum Beispiel Epirus, weisen eine etwa ebenso hohe Erdbebensequenz auf.

4.2.3 Westlicher Mittelmeerraum

Die Erdbebenherde in diesem Teil des Mittelmeeres werden von den westlichen Ausläufern der mediterran-transasiatischen Zone gebildet. Die meisten Herde liegen im westlichen Nordafrika im Verlauf der Gebirgszüge des Atlas, die parallel zur Küste von Marokko bis Tunesien verlaufen. Auf der Iberischen Halbinsel ist das wichtigste Erdbebengebiet die Sierra Nevada und ihr Vorland im Südosten, wobei in diesem Bereich die Erdbebenherde auch untermeerisch zwischen Algerien und Spanien verteilt sind. Im Bereich von Gibraltar besteht eine Verbindung zu den Herdlinien des Atlantiks.

Festzuhalten ist, daß die Häufigkeit und die Stärke der Erdbeben im Mittelmeerraum von West nach Ost zunehmen.

4.2.4 Tsunamis

Viele der Hypozentren im östlichen mediterranen Raum liegen untermeerisch, etwa im Bereich der Ägäis und in den Küstenzonen vorgelagerten Grabenbrüchen. Die Erdbeben erfolgen oft in geringer Herdtiefe. Dadurch werden submarine Bodenverlagerungen ausgelöst, die eine Serie von Wellen mit überaus großer Länge und Periode verursachen. Diese Wellen werden „Tsunamis“ genannt, ein Wort aus dem Japanischen, das soviel wie „Große Welle im Hafen“ bedeutet, weil sie dort verheerende Wirkung haben. Die Wellen erreichen im Mittelmeer in Abhängigkeit von der Wassertiefe eine Geschwindigkeit bis zu 300 Meilen pro

¹ Solinus' Schrift „Collectanea rerum memorabilium“ ist eine Zusammenstellung von Ausführungen aus den

Stunde. Auf hoher See sind sie kaum wahrnehmbar, aber in den Schelfgebieten der Küstenregionen wachsen sie zu meterhohen Flutwellen, die beim Erreichen der Küste enorme Zerstörungskraft entfalten. Die verheerende Wirkung dieser Fluten spiegelt sich auch in antiken Mythen wider und wird von zahlreichen Autoren beschrieben.

4.3 Historische Erdbeben in Griechenland und dem östlichen Mittelmeer zwischen 600 und 50 v. Chr.

Da größere Vulkanausbrüche häufig von Erdbeben begleitet werden, vermutete man in der Antike, daß Vulkanismus und Erdbeben in einem kausalen Zusammenhang stehen. Heute weiß man, daß dies nicht der Fall ist, allerdings werden die tektonischen Beben und die Beben, die einem Vulkanausbruch vorhergehen oder gleichzeitig auftreten, durch elastische Wellen hervorgerufen, die sich bei vulkanischen Beben auf die P-Wellen beschränken. Da man die Unterschiede der verschiedenen Wellen in der Antike noch nicht kannte, wohl aber das gemeinsame Auftreten von Vulkanausbruch und Erdbeben beobachtete, war es wohl nicht so ganz falsch, einen Zusammenhang anzunehmen.

Erdbeben, die in dem Zeitraum von 600 bis 50 v. Chr. im Mittelmeergebiet erfolgten, konnte Poseidonios Berichten in der Literatur entnehmen, oder sie ereigneten sich zu seinen Lebzeiten, so daß er von den katastrophalen Folgen der Beben unmittelbar Kenntnisse erlangen konnte. Aus den Beschreibungen und Beobachtungen der Erdbeben entwickelte Poseidonios seine Erdbebentheorie. Aus dem 3. Jahrhundert v. Chr. lag ein Erdbebenkatalog des Demetrios von Kallatis¹ vor, in dem astronomische Begleitumstände, Verteilung der Beben in zeitlichen Perioden und auf die einzelnen Regionen sowie die Ausdehnung des jeweiligen erschütterten Gebietes verzeichnet waren², und aus dem 2. Jahrhundert ein Verzeichnis des Demetrios von Skepsis³.

In der nun folgenden Liste werden die Beben, von denen Nachrichten überliefert sind, aufgeführt. Die Liste¹ ist unvollständig, da von den Werken der alten ionischen Physiker, der älteren Geschichtsschreiber und Geographen nur kärgliche Reste erhalten sind. Auch ist zu beachten, daß Landschaften wie Aetolien, Arkanien, Epirus und die Ionischen Inseln abseits der Sammelpunkte griechischer Kultur und damit außerhalb des Interesses der griechischen

Schriften anderer Autoren, zu dreiviertel aus Plin. nat. III.–XII. 37.

¹ Demetrios von Kallatis schrieb ein Werk mit 20 Bänden über Europa und Asien. Der Titel *Περὶ Εὐρώπης καὶ Ἀσίας* ist bei Diog. Laert. 5, 83 überliefert.

² Exzerpte bei Strab. 1, 3, 17.

³ Demetrios aus Skepsis in der Troas (~205 bis 2. Hälfte des 2. Jahrhunderts v. Chr.) berichtet in seiner Schrift *Τρωϊκὸς διάκοσμος*, einem Kommentar zu Homers Ilias 2, 816–877, unter anderem über Erdbeben in Kleinasien; bei Strab. 1, 3, 17 erwähnt.

Wissenschaftler lagen. Aus vorrömischer Zeit sind aus diesen Gebieten kaum Nachrichten überliefert. Es ist unmöglich zu ermitteln, wie umfangreich das Poseidonios zur Verfügung stehende Material über Erdbeben und die Folgen war. Seine Erdbebentheorie kann nur aus dem wenigen Vorhandenen erschlossen werden.

Aufzählung der Erdbeben:

Nordgriechenland, nördlich einer vom Ambrakischen Golf zum Malischen Meerbusen gedachten Linie

Illyrium, Epirus. 58 v. Chr. Plutarch:

Als [Cicero] in Dyrrhachion [Durazzo] einfuhr und im Begriff war, an Land zu gehen, ereignete sich – so wird berichtet – ein Erdbeben und zugleich ein Seebeben.²

Der Osten

Thrakien

Perinthos (Eregli) in Thrakien und Chersonesos (Gallipolihalbinsel). 427 v. Chr. Corpus Hippokrates:

Als wir in Perinthos waren, erschien am Tage der Wintersonnenwende ein ziemlich großer Stern. Fünf Tage später war ein Erdbeben, das noch am sechsten Tage währte.³

Chalkidike. 479/78 v. Chr. Herodot:

Als Artabazos die Stadt [Potidaia] bereits drei Monate belagert hatte, trat eine tiefe Ebbe des Meeres ein, die lange Zeit anhielt. Die Feinde sahen, daß aus dem Meer ein Watt geworden war; jetzt wollten sie nach Pallene [Halbinsel der Chalkidike] vorbeiziehen. Als sie zwei Fünftel des Weges zurückgelegt und noch drei Fünftel vor sich hatten, nach deren Bewältigung sie landeinwärts nach Pallene kommen mußten, setzte plötzlich eine hohe Flut ein, wie sie vorher unbekannt war, obwohl Fluten dort häufig sind, wie Einheimische bestätigen.⁴

Mittelgriechenland

Malischer Busen und nordeuboeischer Sund. 426 v. Chr. Thukydides:

Im folgenden Sommer zogen die Peloponnesier und ihre Verbündeten bis zur Landenge, um in Attika einzufallen; ihr Führer war der Spartanerkönig Agis, Archidamos' Sohn. Aber viele Erdbeben bewogen sie, wieder umzukehren, und es gab keinen Einfall.

Um jene Zeit, da die Erdbeben noch anhielten, wick bei Orobiai [Rovias] auf

¹ Übersicht der historischen Erdbeben für den Zeitraum von 600 v. Chr. bis 600 n. Chr. bei Capelle. RE Suppl. IV. 344–374.

² Plut. Cicero 52.

³ Hippokr. Epidem. IV. 21.

⁴ Hdt. VIII. 129. Es handelt sich um ein mächtiges Seebeben, wie es in dieser Ecke des Ägäischen Meeres des öfteren vorkam. Der Perser Artabazos befahl auf Xerxes' Zug gegen Griechenland die Parther und Chorasmier.

Euboia das Meer von der damaligen Küste zurück, staute sich hoch und stürzte auf ein Stück Stadt, um sie zum Teil zu überfluten, teils auch wieder abzugeben, und jetzt ist Meer, wo vorher Land war; auch Menschen, die nicht rechtzeitig zu den Anhöhen hinauflaufen konnten, kamen um. Und bei der Insel Atalante [Talandonisi] gegenüber dem lokrischen Opus [Kyparissi] gab es eine ähnliche Überflutung, die die athenische Befestigung beschädigte und von zwei an Land gezogenen Schiffen das eine zertrümmerte. Man beobachtete auch bei [der Insel] Peparethos [Skopelos] ein Zurückweichen der Flutwege, doch ohne Überschwemmung; nur ein Erdbeben warf ein Stück Mauer nieder und das Rathaus und sonst noch ein paar Häuser. Die Ursache dieser Erscheinungen war meines Erachtens das Erdbeben, das dort, wo es am stärksten war, die Fluten zurückzog; wenn diese dann plötzlich mit ziemlicher Wucht wieder zurückströmten, kam es zu den Überschwemmungen; ohne Erdbeben aber kann es, soviel ich sehe, dergleichen nicht geben.¹

Das folgende Exzerpt aus Demetrios von Kallatis scheint mit dem obigen identisch zu sein, doch fehlen Zeitbestimmungen des Bebens:

Demetrios von Kallatis, der die in ganz Hellas jemals erfolgten Erdbeben aufzählt, berichtet, von den Lichadischen Inseln und vom Kenaion [Kap Lithada] sei der größte Teil versunken, und die heißen Quellen zu Aidepsos [Aidipso] und den Thermopylen wären, drei Tage lang zurückgehalten, wieder geflossen, die zu Aidepsos aber auch an anderen Stellen wieder hervorgebrochen. Zu Oreos wären die Mauer am Meere und von den Häusern gegen siebenhundert eingestürzt, auch von Echinon [Achino], Phalara [Stylidha] und Herakleia Trachin [Ruinen beim heutigen Ort Dhamasta] sei ein großer Teil zusammengestürzt, zu Phalara aber die Gebäude von Grund aus zerstört worden. Ähnliches habe auch die Bewohner von Lamia [Ruinen] und Larisa [Ruinen bei Gardiki] betroffen. Auch Skarpheia [nur geringe Reste zwischen Andera und Molo] wurde aus dem Grunde herausgerissen und nicht weniger als siebzehnhundert Menschen verschüttet, von den Bewohnern von Thronion [Ruinen bei Nomani] aber halb so viele. Die dreifach aufsteigende Meerflut habe sich teils gegen Tarphe [Lage unbekannt] und Thronion, teils gegen Thermopylai, teils über die Ebene bis Daphnos [Hg Konstantinos] in Phokis hingewälzt. Die Quellen der Flüsse waren auf einige Tage versiegt. Der Spercheios hatte seinen Lauf verändert und die Wege schiffbar gemacht, und der Boagrios war durch eine andere Talschlucht geflossen. Von Alope [Ruinen zwischen Sotiri und Urkitza], Cynos [Lavanitis] und Opus [Kyparissi] waren viele Teile beschädigt. Oion, das darüberliegende Kastell, wurde gänzlich zerstört, und zu Elateia [Lefta bei Drachmani] war ein Teil der Mauern eingestürzt ...

Auch erzählt man, daß die Insel Atlante bei Euboia in der Mitte eine Durchfahrt erhalten hatte, und daß einige Ebenen bis auf zwanzig Stadien [3,7 km] überschwemmt wurden.²

Delphi. 480 v. Chr. Herodot:

Als nämlich die Barbaren [d.h. die Perser] den Tempel der Athene Pronaia erreichten, zuckten in diesem Augenblick Blitze vom Himmel auf sie nieder, und zwei Bergspitzen des Parnaß rissen sich los, stürzten mit mächtigem Getöse auf sie und erschlugen viele von ihnen.³

Delphi. Zwischen 354 und 352 v. Chr. Strabon:

Reichtum aber, als ein Gegenstand des Neides, ist schwer zu hüten, auch wenn er

¹ Thuk. III. 89.

² Strab. 1, 3, 20.

³ Hdt. VIII. 37. Der Tempel lag am östlichen Eingang von Delphi.

[den Göttern] geweiht ist. Demnach ist in Bezug auf Schätze der Tempel zu Delphi jetzt sehr arm ... Auch die Schatzkammern beweisen es, und die von den Phokern verübte Plünderung, wodurch der Phokische oder Heilige Krieg entzündet wurde ... Einige aber behaupten, ein Schatz sei in dem Tempel vergraben gewesen, und als Onomarchos und seine Leute des Nachts Hand angelegt hätten, um ihn auszugraben, wären sie, weil ein starkes Erdbeben erfolgte, aus dem Tempel entflohen und hätten von dem Ausgraben abgelassen, aber auch den anderen Furcht vor einem solchen Unternehmen eingejagt.¹

Delphi. Nach 352 v. Chr. Diodoros:

Die Strategen im Stab des Phalaikos machten sich sogar daran, den Tempel auszugraben, weil irgend jemand sagte, daß eine Schatzkammer darin sei, in der viel Silber und Gold lagerten. Sie gruben eifrig den Boden des Tempels auf drei Fuß um ... Aber als die Soldaten versuchten, ungefähr drei Fuß auszugraben, erfolgte ein starkes Erdbeben, das den Phokern Furcht bereitete. Da offenbar die Götter den Tempelräubern die Strafe anzeigten, ließen sie von dem Werk ab.²

Delphi. 278 v. Chr. Pausanias:

Brennos und seinem Heer stellten sich die in Delphi zusammengekommenen Griechen entgegen, und die Barbaren warnte der Gott durch schlechte Vorzeichen schneller und deutlicher, als es sonst bekannt ist. Denn die ganze Erde bebte, soweit das Heer der Barbaren sie innehatte, heftig und fast den ganzen Tag, und fortwährend gab es Donner und Blitze; und diese verwirrten die Kelten und hinderten sie, die Befehle zu verstehen, und das, was vom Himmel herunterfuhr, entflammte nicht nur denjenigen, den es traf, sondern auch die zunächst Stehenden und die Waffen.³

Es ist höchst merkwürdig, daß das Heiligtum in Delphi in den größten Gefahren immer durch ein Erdbeben gerettet wurde. Die Legendenbildung muß hier stark auf die Berichterstattung eingewirkt haben, so daß die Daten der Beben nicht als ganz gesichert gelten können, obgleich Delphi in einer sehr stark gefährdeten Zone liegt und in der Folgezeit oft von Beben heimgesucht wurde.

Boiotien. 427/6 v. Chr. Thukydides:

In diese Zeit fallen auch die vielen Erdbeben in Athen, Euboia, Boiotien, namentlich im boiotischen Orchomenos [Skripu].⁴

Attika

Athen. 420 v. Chr. Thukydides:

Die von Argos neigten sich ganz nach Athen ... Sie sandten gleich Boten nach Athen um ein Bündnis ... Es kamen aber auch sehr schnell Gesandte aus Sparta, die den

¹ Strab. 9, 3, 8. Onomarchos, phokischer Feldherr und Politiker, befehligte das phokische Heer im zweiten Heiligen Krieg 356–346 v. Chr. gegen die Thebaner und Thessalier. Er besetzte Delphi, ließ die kostbaren Weihegeschenke einschmelzen und daraus Münzen prägen. Er fiel 352 v. Chr. im Kampf gegen Philipp II., der den Thessaliern zu Hilfe gekommen war.

² Diod. XVI. 56. Phalaikos, Sohn des Onomarchos, kapitulierte 346 v. Chr. im Kampf gegen Philipp II., der ihm freien Abzug gewährte.

³ Paus. X. 23. Brennos, Fürst der Prauser und ihr Heerführer, zog 279 v. Chr. durch Makedonien und anschließend durch Thessalien. Mit einer Vorausabteilung überfiel er Delphi, ohne es einnehmen zu können, angeblich, weil er durch ein Erdbeben daran gehindert wurde.

⁴ Thuk. III. 87; Strab. 10, 1, 9. Für Euboia fehlt die Zeitangabe.

Athenern genehm sein mußten aus Sorge, Athen möchte im Zorn den Bund mit Argos schließen ... Als sie nämlich vorm Volk auftraten und auf Befragen erklärten, anders als vorm Rat, waren die Athener wütend und bereit, die Boten aus Argos und deren Begleiter sofort auf die Rednerbühne zu rufen und das Bündnis zu beschließen. Doch ein Erdbeben trat ein, bevor ein gültiger Beschluß gefaßt war, und diese Volksversammlung wurde verschoben.¹

Athen wurde infolge der geologischen Struktur nicht von schweren Erdbeben heimgesucht. Die registrierten Erschütterungen waren immer sehr schwach und auch in diesem Fall nur geringfügig.

Salamis. 480 v. Chr. Herodot:

Es wurde Tag, und bei Sonnenaufgang entstand ein Erd- und Seebeben. So beschloß man, zu den Göttern zu beten und die Aiakiden als Helfer herbeizurufen.²

Korinth. 420 v. Chr. Thukydides:

Nach den Olympiern kamen nach Korinth Boten von Argos und seinen Verbündeten mit der Bitte, ihnen beizutreten. Es waren gerade auch Gesandte von Sparta da, und nach vielen Reden wurde schließlich nichts erreicht, sondern ein Erdbeben trat ein, und sie gingen auseinander und nach Hause.³

Sikyon (Vasiliko). 140 v. Chr. Pausanias:

Als sie schon schwach war, kam noch ein Erdbeben dazu, machte die Stadt fast menschenleer und nahm ihnen auch viele Sehenswürdigkeiten.⁴

Peloponnes

Achaia

Helike und Bura (Dorf Kastro über Diakofto). 373 v. Chr. Kallisthenes, Strabon:

Kallisthenes: In den Büchern, worin Kallisthenes beschreibt, wie Buris und Helike vom Meer verschlungen wurden (man fragt sich, wodurch sie im Meer versanken oder das Meer sie überflutete), erwähnt er die schon oben von mir gegebene Erklärung.

Strabon: (2) Denn durch ein Erdbeben emporgehoben, verschlang das Meer sowohl die Stadt [Helike] selbst wie den Tempel des Helikonischen Poseidon ...

Helike aber wurde zwei Jahre vor der Schlacht bei Leuktra vom Meer verschlungen ... Heraklides aber erzählt, das Unglück habe sich zu seiner Zeit bei Nacht ereignet, und obgleich die Stadt zwölf Stadien vom Meer entfernt gewesen war, sei doch die ganze Gegend samt der Stadt von den Fluten bedeckt worden, und 2000 von den Achaiern abgeschickte Leute wären nicht imstande gewesen, die Leichname zu bergen.

(5) Bura, welches das Schicksal traf, durch ein Erdbeben vernichtet zu werden, liegt etwa vierzig Stadien über dem Meere.⁵

¹ Thuk. V. 45.

² Hdt. VIII. 64. Es ist sehr fraglich, ob ein solches Beben stattgefunden hat; wenn, dann kann es nur sehr schwach gewesen sein.

³ Thuk. V. 50.

⁴ Paus. II. 7, 1. Die geringe Bedeutung, auf die Pausanias abhebt, resultiert wohl aus einer generellen Entvölkerung Sikyons zugunsten Korinths.

⁵ Kallisthenes. Frag. 8 = Sen. nat. VI. 23, 4; Strab. 8, 7, 2 und 5. Die Schlacht in der Ebene von Leuktra fand 372 v. Chr. statt. Der Boiotarch Epameinodas besiegte die Spartaner und schlug sie vernichtend. Die Jahres- und Tageszeit, in der sich die Katastrophe ereignete, werden auch bei Diod. XV. 48, 1 und Paus. VII. 24, 12 und VII. 25, 4 angegeben.

Ein furchtbares Erd- und Seebeben vernichtete die beiden Städte in derselben Winternacht. Helike lag nach Pausanias¹ 40 Stadien (7,1 km) südöstlich von Aigion auf dem rechten, östlichen Ufer des Buphagos. Die Stadt wurde durch die Erdstöße zerstört, und der gesamte Küstenstreifen brach zusammen und versank im Meer, so daß die Trümmer vom Wasser überflutet wurden. Eine Bergung der Toten, die unter den Trümmern der Häuser lagen, war darum nicht möglich. Bura wurde durch das Beben zur selben Zeit zerstört, und die Trümmer der Gebäude versanken in Erdspalten. Einwohner, die wegen ihrer Abwesenheit während der Katastrophe überlebt hatten, bauten den Ort neu auf, 40 Stadien (7,1 km) vom Meer entfernt auf einem vorspringenden Felsplateau von 785 m Höhe.² Die Reste dieser Stadt sind noch erhalten.

Dieses Ereignis, das den jähen Untergang zweier Städte verursachte, bewirkte ein intensives Nachdenken der griechischen Physiker, besonders von Aristoteles und Poseidonios, über die Ursachen solcher Katastrophen und führte mit zur Aufstellung wissenschaftlicher Theorien.

Argolis. 387 v. Chr. Xenophon:

Agesipolis fiel in das Gebiet [der Argeier] ein und verursachte überall in der Stadt und auf dem Lande große Bestürzung und Ratlosigkeit. Am ersten Abend, an dem er im argeischen Gebiet seine Mahlzeit einnahm, und gerade in dem Augenblick, da schon nach dem Essen die üblichen Trankopfer dargebracht wurden, ließ der Gott die Erde erbeben ... Die Soldaten erwarteten den Abmarsch ... Aber Agesipolis sagte, wenn das Erdbeben schon eingetreten wäre, als er im Begriff war, ins Land einzumarschieren, so würde er glauben, daß der Gott ihn daran habe hindern wollen, nun aber, da es erst nach seinem Einmarsch stattgefunden habe, halte er es vielmehr für ein Zeichen der Ermutigung; und so führte er sein Heer wieder weiter ins Land hinein.³

Lakonien mit Messenien

Sparta. 6. Jahrhundert v. Chr. Cicero:

Vieles nehmen die Ärzte, vieles die Steuerleute, und auch die Bauern nehmen vieles im voraus wahr; aber solches Wissen nenne ich in keinem Fall Wahrsagevermögen, auch jenes nicht, aufgrund dessen die Lakedämonier vom Naturphilosophen Anaximander ermahnt wurden, sie sollten ihre Stadt und Häuser verlassen und in voller Rüstung draußen auf dem Feld nächtigen, weil ein Erdbeben bevorstehe: das war damals, als die ganze Stadt zusammenstürzte und vom Berg Taygetos gleichsam das Heck zuäüßerst weggerissen wurde.⁴

Sparta. 464 v. Chr. Thukydides:

Die Thasier ... riefen die Spartaner an und baten, ihnen beizustehen durch einen

¹ Paus. VII. 24, 5.

³ Paus. VIII. 25, 2.

³ Xen. Hellenika IV. 7, 4. Im Korinthischen Krieg (395–387 v. Chr.) fiel der spartanische König Agesipolis in Argolis ein und verwüstete das Gebiet. Die Belagerung von Argos blieb erfolglos.

⁴ Cic. De div. I. 112.

Einfall in Attika. Diese versprachen es zwar, heimlich vor Athen, und hatten es vor, aber da kam ihnen das große Erdbeben dazwischen.¹

Sparta. 413/12 v. Chr. Thukydides:

Zunächst wollten [die Chier] zehn Schiffe selber schicken unter Melanchridas, der ihr Seeherr war; darauf sollte wegen eines eingetretenen Erdbebens statt Melanchridas Chalkideus abgehen, und statt der zehn Schiffe wurden in Lakonien nur fünf ausgerüstet. Damit endete der Winter, und das neunzehnte Jahr dieses Kriegs endete.²

Kykladen

Delos. 431 v. Chr. Thukydides:

Nach diesem Kampf in Plataia, womit nun augenfällig der Vertrag gebrochen war, seit Hellenen sich erinnern. Es hieß und fand Glauben, das sei ein Zeichen des Bevorstehenden.³

Kea. Ohne Zeitangabe. Plinius:

Von der Insel Kea (Zea) hat das Meer plötzlich ein Gebiet von über 30.000 Schritten (44.400 m), zusammen mit den meisten Bewohnern, fortgerissen.⁴

Kleinasien

Bithynien

Herakleia Pontike am Schwarzen Meer. 360 v. Chr. Aristoteles:

So geschah [ein Erdbeben] unlängst im Pontischen Herakleia.⁵

Karien

Karura am oberen Maiandros. Keine genaue Zeitangabe. Strabon:

Karura [Gereli] aber bildet die Grenze zwischen Phrygien und Karien. Es ist ein Flecken, welcher Gasthöfe und Quellen heißen Wassers hat, teils am Flusse Maiandros [Menderes], teils über seinem Rande. Einst soll ein Wirt mit vielen Mädchen in einem Gasthof durch ein des Nachts eingetretenes Erdbeben mit allen [Mädchen] verschlungen worden sein. Und wirklich ist fast die ganze Gegend um den Maiandros her von häufigen Erdbeben erschüttert und bis ins innere Land hinein durch Feuer und Wasser unterwärts ausgehöhlt.⁶

Lydien

Philadelpheia und Apameia. Vor dem Mithridatischem Krieg. Poseidonios bei Strabon:

(12, 8, 18): Auch Katakekaumene, welches Lydier und Mysier in Besitz haben, hat durch dergleichen Vorgänge diesen Namen erhalten. Die neben ihm gelegene Stadt Philadelpheia [Alasehir] hat nicht einmal sichere Häusermauern, sondern dieselben schwanken und bersten gewissermaßen alle Tage. Doch die Einwohner geben beständig auf diese Erschütterungen auf dieser Erde acht und verwahren sich bei ihren Bauten gegen sie. Unter den übrigen Städten aber wurde auch Apameia [Dimer] schon vor dem Feldzuge des Mithridates häufig von Erdbeben heimgesucht,

¹ Thuk. I. 101.

² Thuk. VIII. 6, 5. Chios hatte ein Bündnis mit den Spartanern geschlossen.

³ Thuk. II. 8, 2.

⁴ Plin. nat. II. 206.

⁵ Aristot. Met. II. 8, 367.

⁶ Strab. 12, 8, 17.

und der dahin gekommene König gab hundert Talente zum Wiederaufbau, als er die Stadt zertrümmert sah. Man erzählt auch, daß ihr unter Alexander Ähnliches begegnete. Daher ist es natürlich, daß auch Poseidon bei ihnen verehrt wird, obgleich sie im Inneren des Landes wohnen.

(13, 4, 10): Nach den Lydiern folgen die Mysier und die oft von Erdbeben heimgesuchte Stadt Philadelphiea. Denn beständig bersten die Mauern der Häuser; und bald wird dieser, bald jener Teil der Stadt beschädigt. Deshalb bewohnen die Stadt nur [wenige]; die meisten leben Feldbau treibend auf dem Lande, da sie einen sehr gesegneten Boden haben. Aber auch an den wenigen muß man es bewundern, daß sie, so gefährliche Wohnungen besitzend, mit solcher Vorliebe an dem Orte hängen. Noch mehr aber möchte man sich über die Erbauer derselben wundern.¹

Die obigen Ausführungen über die von Erdbeben geplagten Städte Philadelphiea und Apameia werden Poseidonios zugeschrieben, auch wenn sein Name nicht genannt wird². Der letzteren Stelle folgt die Beschreibung der Katakekaumene und ihres vulkanischen Charakters, die ebenfalls Poseidonios zugeschrieben wird³.

Sporaden

Rhodos 303 v. Chr. Pausanias:

[Das Erdbeben] beschädigte auch die Städte in Karien und Lykien, und besonders die Insel Rhodos wurde erschüttert, so daß auch der Spruch der Sibylle über Rhodos in Erfüllung gegangen zu sein schien.⁴

Rhodos. 224 v. Chr. Polybios, Strabon, Plinius und Orosius:

Durch dieses Erdbeben stürzte der berühmte Koloß von Rhodos um, der zu den Sieben Weltwundern der Antike zählte. Die Bronzestatue des Sonnengottes Helios war von dem Bildhauer Chares von Lindos in den Jahren 304–292 v. Chr. gegossen und als Siegesdenkmal wahrscheinlich am Mandraki-Hafen von Rhodos-Stadt aufgestellt worden. Die Statue war 31 Meter hoch und stand auf einem 10 Meter hohen Steinsockel. Nach dem Einsturz ließ man die Trümmer auf Grund eines Orakelspruchs von Delphi am Hafen liegen. Während seines drei Jahrzehnte währenden Aufenthaltes auf Rhodos hatte Poseidonios die zerbrochene Staue vor Augen. Die hier angegebene Beschreibung stammt von Plinius:

Vor allem aber bewunderungswürdig war der Koloß des Sonnengottes [Helios] zu Rhodos, den Chares aus Lindos, ein Schüler des oben erwähnten Lysippos, gefertigt hatte. Dieses Bildwerk war 70 Ellen [31 m] hoch. Es wurde 66 Jahr später durch ein Erdbeben umgestürzt, erregt aber auch liegend [noch] Staunen. Nur wenige können seinen Daumen umfassen, seine Finger sind größer als die meisten Standbilder. Weite Höhlungen klaffen in den zerbrochenen Gliedern; innen sieht man große Steinmassen, durch deren Gewicht der [Künstler] der Statue beim Aufstellen festen Stand gegeben hatte. Sie soll zwölf Jahre [beansprucht] und 300 Talente gekostet haben, die man aus dem Kriegsmaterial des Königs Demetrios erlöst hatte, das er aus

¹ Strab.12, 8, 18 und 13, 4, 10.

² Sudhaus. Aetna 65.

³ Strab. 13, 4, 11.

⁴ Paus. II. 7, 1. Der Orakelspruch ist vielleicht bei Oracula Sibyllina VII. 1–3 zitiert.

Überdruß an der langen Belagerung von Rhodos zurückgelassen hatte.¹

Neunhundert Jahre später, im Jahre 653 n. Chr., eroberten die Sarazenen unter dem Feldherrn Muavia die Insel. Die Sarazenen verkauften die riesigen Bruchstücke an einen jüdischen Händler, der sie auf neunhundert Kamelen zum Einschmelzen fortschaffte².

Kos. 412/11. Thukydides:

Unterwegs landete Astyochos bei Kos, der Meropersiedlung, und plünderte die unbefestigte Stadt, die auch wegen eines Erdbebens, des allerschwersten, dessen wir in jener Gegend gedenken, in Trümmern lag. Die Menschen waren in die Berge geflohen.³

Syrien

Phönikien. Sidon. Keine Zeitangabe. Poseidonios bei Strabon:

In Phönikien, berichtet Poseidonios, wurde bei einem Erdbeben eine oberhalb von Sidon gelegene Stadt vom Meer verschlungen, und von Sidon selbst sei beinahe ein Drittel in Trümmer versunken, allerdings nicht auf einmal, so daß es keine großen Verluste an Menschenleben gegeben habe. Dasselbe Beben erstreckte sich auf ganz Syrien, doch in mäßiger Stärke. Es griff auch auf einige Inseln über, auf die Kykladen und auf Euboia, so daß von der Arethusa, das ist ein Brunnen in Chalkis, die Quellen verstopft worden und erst viele Tage später an einer anderen Öffnung wieder hervorgesprudelt seien, und die Insel habe nicht aufgehört, hier und da zu beben, bevor sich nicht auf dem Lelantinischen Felde eine Erdspalte geöffnet und einen Strom glühenden Schlamms ausgespieen hätte.⁴

Der Zeitpunkt des Bebens geht aus dem Strabon-Exzerpt nicht hervor, doch wird der Eindruck erweckt, als handele es sich um ein Beben aus der jüngeren Vergangenheit, das Poseidonios als Kind miterlebt hat oder über das er mündliche Informationen einholen konnte. Bei Plinius werden zwei sonst unbekannte Städte genannt, die vielleicht mit der oberhalb von Sidon zerstörten Stadt in Verbindung gebracht werden können. Eine Zeitangabe fehlt auch hier:

So verschlang [die Erde] in Phönikien die ländliche Umgebung der Städte Galenis und Gamale zusammen mit diesen selber.⁵

Tyros und Ptolemais. 144/43 v. Chr. Poseidonios bei Strabon und Athenaios:

Strabon: Ein merkwürdiges Ereignis erzählt man von dieser Küste zwischen Tyros und Palaityros. Gerade zu der Zeit nämlich, als die Ptolemaier dem Feldherrn Sarpedon an dieser Stelle eine Schlacht lieferten und geschlagen wurden, indem eine vollständige Flucht erfolgte, überströmte eine der Flut ähnliche Ergießung des Meeres die Fliehenden und riß einige fort ins Meer und tötete sie, andere aber blieben tot in den Niederungen liegen. Die nachfolgende Ebbe jedoch enthüllte [den Strand] wieder und zeigte die Leichname, wie sie mit toten Fischen vermischt dalagen.

Athenaios: Ich weiß, daß auch Poseidonios, der Stoiker, folgendes über eine große

¹ Plin. nat. XXXIV. 41; siehe auch Polyb. V. 88; Strab. 14, 2, 4; Oros. IV. 13, 13.

² C. F. Lüders. Der Koloß von Rhodos. Hamburg 1865.

³ Thuk. VIII. 41, 2. Astyochos war spartanischer Nauarch, als solcher ziemlich erfolglos.

⁴ Strab. 1, 3, 16.

⁵ Plin. nat. II. 205.

Menge Fische gesagt hat: Als der Apameer Tryphon, der die Königswürde der Syrer an sich gerissen hatte, vom Feldherrn des Demetrios bei Ptolemais angegriffen wurde, und als Sarpedon nach einer Niederlage mit den eigenen Truppen ins Landesinnere zog, da marschierten die Soldaten Tryphons nach ihrem Sieg am Strand entlang, und es erhob sich plötzlich eine Meereswelle in unerhörte Höhe, wogte auf das Land zu, überspülte alle Truppen und ertränkte sie. Sarpedon und seine Leute hörten von dem Unglück, kamen heran und freuten sich über die Leichen der Feinde; den Überfluß an Fischen trugen sie davon und opferten Poseidon Tropaios bei den Vororten der Stadt.¹

Es handelte sich hier offenbar um ein Beben, das einen Tsunami, also eine hohe Flutwelle, zur Folge hatte. Die Küste zwischen Tyros und Palaityros wurde überschwemmt, und die Soldaten ertranken. Bei Strabon und Athenaios wird eine Schlacht zwischen den Gefolgsleuten des Demetrios II. Nikator unter dem Befehl seines Generals Sarpedon und dem Heer des Tryphon beschrieben, jedoch ist Strabons Bericht recht unklar. Es geht nicht genau daraus hervor, wer gesiegt hat. Auch wird nicht gesagt, daß ein Erdbeben die hohe Flutwelle zur Folge hatte. Die Welle und das Zurückweichen des Wassers werden vielmehr wie die Vorgänge der Tide beschrieben, so daß die Katastrophe für das siegreiche Heer des Tryphon nicht so recht zu erfassen ist. Poseidonios wird namentlich nicht genannt, und es ist nicht klar, ob Strabon seine Ausführung direkt von Poseidonios oder gefiltert von einem anderen Autor übernommen hat. Poseidonios wird dieses Ereignis als Beispiel eines Seebebens in seiner Schrift „Über den Ozean“ oder in seiner „Meteorologie“ veröffentlicht haben, wahrscheinlich mit Betonung der seismischen Vorgänge. Im Zusammenhang mit seiner Beschreibung der Vorgänge im Seleukidenreich wurde es dann in seinen „Historien“ aufgenommen, wobei die politischen Vorgänge im Vordergrund standen. Aus den „Historien“ wird Athenaios diese Erzählung übernommen haben. Sie ist präzise, detailliert und lebendig, aber Athenaios bringt sie in seiner Sammlung von merkwürdigen Vorkommen von Fischen, zum Beispiel von singenden, grasfressenden oder fliegenden Fischen, die er in seinem achten Buch der *Deipnosophistai* aufgenommen hat. Für Athenaios sind die Massen von Fischen, die das Naturereignis hervorgebracht hat, und nicht die seismischen Vorgänge wichtig. Für Poseidonios' Erdbeben­theorie sind diese Fragmente nur in Hinblick auf die Tsunamis interessant.

Medien

Rhagai. Keine Zeitangabe. Poseidonios bei Strabon:

Von den Kaspischen Pforten bis nach Rhagai [Ruinenfeld bei Teheran] sind es 500 Stadien [92,5 km], wie Apollodor sagt, und nach Hekatompylos, dem Königssitz der Parther, 1260 Stadien [233,1 km]. Den Namen, sagt man, habe Rhagai von den Erdbeben erhalten, durch die viele Städte und zweitausend Dörfer zerstört wurden,

¹ Strab. 16, 2, 26; Athen. VIII. p. 333 b–d.

wie Poseidonios sagt.¹

Raghai war die Frühlingsresidenz der Partherkönige. Vor Poseidonios hat in jedem Falle Duris darüber gesprochen.

Duris bemerkt, der Ort Rhagai in Medien habe seinen Namen daher, weil das Land um die Kaspischen Pforten durch ein Erdbeben zerrissen worden sei, so daß viele Städte und Dörfer zerstört wurden und die Flüsse mancherlei Veränderungen erlitten.²

Das Zitat ist durch Poseidonios vermittelt, und dieser hat es in seinen Historien aufgenommen, mehr als die Erklärung über die Herkunft des Namens, der sich wohl auf das Erdbeben bezieht, gibt das Zitat nicht her; ῥαγάς heißt Ritze oder Spalt, ῥήγνύμι heißt zerbrechen oder zerreißen.

Ägypten

Dieses Land wurde in Bezug auf Erdbeben für immun gehalten. Bei Seneca steht:

Für weitere Beweise könnte ich noch die Autorität bekannter Gelehrter bemühen, die berichtet haben, daß Ägypten nie Erdbeben gekannt hat.³

Ein bekannter Gelehrter könnte Poseidonios gewesen sein, und die Aussage wurde einer seiner Schriften entnommen.⁴ Jedoch wird im folgenden Absatz von Seneca auch gesagt:

Jedoch hat Ägypten unter Erdbeben zu leiden, wie auch Delos.⁵

Die Beben, die Delos in Mitleidenschaft zogen, sind bewiesen, doch galt Ägypten im allgemeinen als erdbebenfrei. Allerdings soll die Beschädigung der einen Figur der beiden Memnonkolosse bei Theben auf ein Erdbeben zurückgehen⁶. Da aber nur eine Beschädigung und nicht eine Zerstörung erfolgte, kann das Beben nicht sehr stark gewesen sein. Ein leichtes Beben für das ägyptische Theben wird für 27/28 v. Chr. in der „Chronica“ des Eusebios⁷ vermeldet. Vereinzelt Erschütterungen sind also auch für den ägyptischen Raum anzunehmen.

Italien

Oberitalien und Rom

Rom. 461 v. Chr. Livius:

¹ Strab. 11, 9, 1.

² FGrHist 76 F 54 = Strab. 1, 3, 19. Duris von Samos, Schüler des Theophrast, war ein vielseitiger Schriftsteller um 300 v. Chr.

³ Sen. nat. VI, 26, 1.

⁴ Sudhaus. Aetna 750.

⁵ Sen. nat. VI, 26, 2.

⁶ Strab. 18, 8, 1647.

⁷ Eus. Chron. p. 149 B. Die 20 Meter hohen Sitzfiguren des Amenophis III. standen vor seinem Totentempel. Beim Erhitzen der Bruchfläche durch die aufgehende Sonne wurden kleine Steinchen abgesprengt, wodurch die Figur zu „singen“ anfang.

Die Konsuln waren Publius Volumnius und Servius Sulpicius. In diesem Jahre schien der Himmel in Flammen zu stehen, und die Erde wurde von einem ungeheuren Erdbeben erschüttert ... Die [Sibyllinischen] Bücher wurden von den zum Gottesdienst verordneten Duumvirn aufgeschlagen und Gefahren von einem Zusammenfluß von Fremdlingen verkündet; es dürfte ein Angriff auf die höchstgelegenen Teile der Stadt gemacht werden und darauf ein Blutbad folgen. Unter anderem wurde noch die Warnung ausgesprochen, man solle sich innerer Unruhen enthalten.¹

Livius beginnt seine Aufzählung der Erdbeben in Italien mit diesem Beben, das er in das Jahr der Konsulate von P. Volumnius und Ser. Sulpicius, i. e. 461 v. Chr. datiert. Das Beben wird noch von einem weiteren Autor, von Dionysios von Halicarnassos², genannt.

Umland von Rom. 436 v. Chr. Livius:

Als M. Cornelius Maluginensis und L. Papirius Crassus Konsuln waren, wurden Heere in das Gebiet von Veii [Ruinen bei Isola Farnese] und Falerii [Ruinen bei Civita Castellana] geführt ... Die Städte wurden jedoch nicht angegriffen, weil eine Seuche das Volk befiel. Im übrigen bereitete die wachsende Heftigkeit der Seuche ziemliche Sorge, wie auch die schreckenerregenden Erscheinungen und Zeichen vom Himmel, vor allem die Meldung, auf dem Lande stürzten infolge häufiger Erdstöße die Häuser ein.³

Trasimenischer See. Schlacht zwischen Römern und Karthagern mit ihrem Anführer Hannibal. 217 v. Chr. Livius und Cicero:

Livius: [4, 1] Hannibal ließ das gesamte Gebiet zwischen der Stadt Cortona und dem Trasimenischen See alle Greuel des Krieges spüren ... Schon war das Heer in eine Gegend gelangt, die für einen Hinterhalt wie geschaffen war, wo der Trasimenische See ganz dicht an die Berge von Cortona heranreicht. Dazwischen bleibt nur ein recht schmaler Weg, als wäre dazu absichtlich Platz gelassen. Dahinter breitet sich eine etwas weitere Ebene aus; dann steigen bereits die Berge auf ...

[4, 6] Der Angriff kam für die Römer um so mehr überraschend, weil Nebel aus dem Meer aufgestiegen war und über der Ebene dichter als auf den Bergen lagerte. Die feindlichen Züge konnten einander von mehreren Hügeln aus deutlich genug sehen und waren um so leichter gleichzeitig herabgestürzt ...

[5, 6] Darauf versuchten sie nach allen Seiten vergebliche Angriffe. Die Berge und der See schlossen sie auf den Flügeln ein, vorn und im Rücken stand das feindliche Heer. Es war ganz klar, daß sie nur noch auf eigene Kampfkraft hoffen konnten ... [5, 8] Der Zufall ballte alles zusammen, und der eigene Mut stellte jeden vorn oder hinten an seinen Platz im Gefecht. So erbittert gerieten sie aneinander, und alle Aufmerksamkeit galt so sehr dem Kampf, daß kein Kämpfer jenes Erdbeben spürte, das große Teile vieler Städte Italiens zerstörte, reißende Ströme aus ihrem Lauf lenkte, das Meer in die Flüsse drängte und Berge durch ungeheuren Rutsch abtrug.

Cicero: Hat nicht im Zweiten Punischen Krieg C. Flaminius, zum zweiten Male Konsul, Zeichen, die auf die Zukunft wiesen, vernachlässigt – und dies zum großen Unglück für den Staat? ... So kam es, daß innerhalb von drei Stunden sein Heer vernichtet und er selbst getötet wurde. Bedeutungsschwer war auch, was Coelius zusätzlich berichtet: Eben zu der Zeit, da diese katastrophale Schlacht geschlagen wurde, hätten sich in Ligurien, Gallien, auf mehreren Inseln und in ganz Italien

¹ Liv. 3, 10, 6.

² Dion. Hal. Antiquitates Romanae 10, 2, 3.

³ Liv. 4, 21, 5. Wahrscheinlich war die Pest ausgebrochen.

solche Erdbeben ereignet, daß viele Städte zusammenfielen, daß an viele Orten Erdbeben stattfanden und ganze Landstriche absanken, daß schließlich Flüsse rückwärts flossen und das Meer sich in die Ströme ergoß.¹

Beide Schriftsteller haben ihren Bericht Coelius Antipater² entnommen.

Die Schlacht am Trasimenischen See zwischen Perugia und Cortona fand im Mai 217 v. Chr. während des 2. Punischen Krieges statt und endete mit einem Sieg Hannibals. Nach Plinius³ ereigneten sich in diesem Jahr 57 Beben, von denen das stärkste während der Schlacht erfolgte, von den Kriegern jedoch nicht bemerkt wurde. Die Lokalisierung der Beben ist nicht zu treffen, doch ist eine Bebenserie als Entladung seismischer Energien im Bereich Lago Trasimeno-Apenin-südlicher Alpenrand auf Grund der geotektonischen Struktur real vorstellbar. Interessant ist die Erwähnung des dichten Nebels, der den Römern jede Sicht nahm. Es liest sich wie eine Entschuldigung für die Römer, daß sie aus dieser Schlacht nicht siegreich hervorgingen.

Keine Ortsangaben, Meldungen nach Rom. 193 v. Chr. Livius:

Im Anfang des Jahres, in dem L. Cornelius und Q. Minucius Konsuln waren, wurden so zahlreiche Erdbeben gemeldet, daß die Menschen nicht nur der Sache selbst überdrüssig wurden, sondern auch der Feiertage, die deswegen angesetzt wurden, denn es konnten weder Senatsitzungen stattfinden noch die Staatsgeschäfte wahrgenommen werden, weil die Konsuln durch Opfer und Sühnemaßnahmen in Anspruch genommen waren.⁴

Rom. 192 v. Chr. Livius:

In Rom setzten um die gleiche Zeit zwei Vorfälle die Menschen in Angst und Schrecken. Der eine dauerte länger, war aber harmloser: Die Erde bebte 38 Tage lang. Ebenso viele Tage ruhten die Geschäfte, und es herrschte Unruhe und Furcht. Drei Tage lang fand deswegen ein Bittgang statt. Jenes andere aber war nicht eitler Schrecken, sondern ein wahres Unglück für viele. Auf dem Forum Bovarium brach Feuer aus, und einen Tag und eine Nacht brannten die Gebäude zum Tiber hin, und alle Läden mit viel Ware für viel Geld gingen in Flammen auf.⁵

Rom. 179 v. Chr. Livius:

Die Römerspiele wurden von den kurulischen Ädilen Cn. Servilius Caepio und App. Claudius Cento wiederholt wegen der Zeichen vom Himmel, die es gegeben hatte. Die Erde bebte; in den öffentlichen Heiligtümern, wo das Göttermahl stattfand, wandten die Götter, die auf den Speisesofas lagen, ihre Häupter ab, und die Schüssel, die dem Jupiter vorgesetzt worden war, fiel mitsamt der Decke vom Tisch.¹

Ex Sabinis. 174 v. Chr. Livius:

¹ Liv. 22, 4, 1–6 und 5, 6–8. (4, 1) Hannibal hatte sein Lager in der Ebene aufgeschlagen, seine leichten Truppen auf den Bergen und seine Reiterei am Eingang des Passes versteckt. Die Römer waren umzingelt. (4, 6) Den Römern gelang es nicht, sich gegen die Angreifer zu wehren, obgleich der Konsul C. Flaminius versuchte, die Schlachtordnung wieder herzustellen. Cic. div. I. 78.

² L. Coelius Antipater (geb. zwischen 180 und 170 v. Chr., gest. nach 121 v. Chr.). Begründer der historischen Monographie in Rom. HRR 1, 147 ff., ed. Peter.

³ Plin. nat. II. 200.

⁴ Liv. 34, 55, 1.

⁵ Liv. 35, 40, 8.

Fast am Ende des Jahres war ein eintägiges Dankfest wegen der Erfolge, die unter Führung und Leitung des Prokonsuls App. Claudius in Spanien errungen worden waren ... Und am zweiten Tag war ein Bittgang zum Tempel der Ceres, des Liber und der Libera, weil aus dem Land der Sabiner ein gewaltiges Erdbeben gemeldet worden war, bei dem viele Häuser eingestürzt waren.²

Privernum in Latium und Apulien. Zwischen 117 und 113 v. Chr. Cicero:

Vor den Senat brachte man auch den Einsturz im Gebiet von Privernum, als die Erde in unendliche Tiefe absank und Apulien von einem riesigen Beben erschüttert wurde.³

Unteritalien und Sizilien

Es ist bemerkenswert und nur aus dem Untergang fast der gesamten Literatur zu erklären, daß aus diesem von Erdbeben heimgesuchten Gebiet nur äußerst spärliche Nachrichten vorliegen. Aristoteles muß solche noch gehabt haben, denn er sagt über Sizilien in seiner „Meteorologie“:

Die heftigsten Beben treten dort auf, wo das Meer besonders strömungsreich ist und die Erde porös und unterhöhlt; daher ihr Vorkommen am Hellespont, in Achaia, auch auf Sizilien.⁴

Von Unteritalien liegt ein Bericht von Timaios⁵ über ein Seebeben vor, das sich zwischen der Insel Pithekussai = Aenaria (Ischia) am Nordrand des Golfs von Neapel und dem Festland im Zusammenhang mit dem Ausbruch des Vulkans Epomeo auf der Insel ereignete und bei Strabon überliefert ist. Die Übermittlung des Timaios-Berichtes wird Poseidonios zugeschrieben:

Timaios sagt, kurz vor seiner Reise aber habe der Hügel Epomeo, mitten auf der Insel, von einem Erdbeben erschüttert Feuer ausgeworfen ... Das Meer sei drei Stadien [0,5 km] weit zurückgewichen, jedoch bald darauf wieder zurückgekehrt und habe rückflutend die Insel überschwemmt.⁶

Der Ausbruch des Vulkans soll 91 v. Chr. stattgefunden haben.⁷ Poseidonios könnte Zeuge dieses Ereignisses gewesen sein, da er sich um diese Zeit in Italien aufhielt und vielleicht sogar in der Nähe von Neapel oder auf Sizilien weilte.

Es soll noch einmal auf die Unvollständigkeit dieser Aufzählung von Erdbeben hingewiesen werden; jedoch kann man aus ihr herausgelesen, welche Bedeutung die Autoren dem jeweiligen Beben zugemessen haben. Die Historiker Thukydides, Herodot und Xenophon wollten in ihren Berichten den Einfluß hervorheben, den die Erdbeben auf die kriegerischen Handlungen hatten, wobei auch das Wirken der Götter mit einbezogen wurde.

¹ Liv. 40, 59, 7.

² Liv. 41, 28, 2.

³ Cic. div. I. 97.

⁴ Aristot. meteor. II. 8, 366.

⁵ Timaios. FGrH 566 F 58.

⁶ Strab. 5, 4, 9.

⁷ Obsqu. 54.

Livius rechnete die Erdbeben zu den schrecklichen Naturereignissen, die eine Sühne, also ein Prodigium, seitens des Senats erforderten. Er sah in diesen Vorkommnissen, die so große Schäden anrichteten, eine Strafe der Götter, die durch Verfehlungen der Menschen veranlaßt wurde. Livius begann um 27 v. Chr. die Geschichte Roms zu schreiben und wertete für die Aufzählung der Erdbeben die Schriften älterer Annalisten wie des schon genannten Coelius Antipater aus. Außerdem standen ihm die offiziellen Prodigien-Listen des Senats zur Verfügung, die auch Poseidonios ebenso wie die Schriften der älteren Annalisten hätte auswerten können. Die Beschreibungen von Erdbeben bei Strabon, von denen einige ohne Zweifel Poseidonios zugeschrieben werden können, andere wohl von ihm abhängig sind, basieren auf den Beobachtungen der Abläufe der Erdbeben und der Schäden, die verursacht wurden. Auf Berichten und auf eigene Beobachtungen baute Poseidonios seine Erdbebentheorie auf.

4.4 Poseidonios' Erdbebentheorie

4.4.1 Erdbeben als Strafe der Götter

Es ist nachzuvollziehen, daß die Griechen die fürchterlichen Naturereignisse, besonders die so häufigen Erdbeben, dem Wirken eines Gottes zuschrieben. Dieser Gott war Poseidon, der Erderschütterer, der im Zorn, den die Menschen durch Frevel erregt hatten, ein Erdbeben auslöste, um sie zu bestrafen. Die Griechen errichteten dem Poseidon Tempel und Altäre und brachten ihm Opfer dar zur Versöhnung. Im Volksglauben der Römer war ebenfalls verankert, daß ein Erdbeben von den Göttern verursacht wurde, jedoch vermieden sie eine Zuordnung dieses Ereignisses zu einem besonderen Gott. Ein Erdbeben war ganz allgemein eine Strafe der Götter für ein Fehlverhalten der Menschen. Man brachte ihnen Opfer dar, um ihren Zorn zu besänftigen und sie zu versöhnen. Bis tief in die byzantinische Ära hinein war dieser Glaube im Volk verankert. Dennoch wurde schon sehr früh von vorsokratischen Philosophen nach einer natürlichen Ursache der Erdbeben gesucht.

4.4.2 Die Vorsokratiker

Thales¹, der als der erste Philosoph bezeichnet wird, glaubt, daß die Erde eine Scheibe ist, die wie ein Schiff auf dem Wasser schwimmt. Bei einem Erdbeben gerät dieses Schiff ins Schlingern und taumelt auf der Wasseroberfläche dahin.

¹ Fragmente der Vorsokratiker (FVS) 11, A 15 = Sen. nat. III. 14.

Anaximenes¹ sagt, daß Erdbeben verursacht werden durch große Risse im Erdreich, hervorgerufen durch zu große Trockenheit oder zu große Nässe, wodurch Erdmassen losgerissen werden und in die Tiefe stürzen. Ein solches Beben könnte als Einsturzbeben bezeichnet werden.

Anaxagoras² stellt folgende Theorie auf: Die Erde ist eine flache Scheibe, die auf Luft ruht. Durch Regengüsse ist sie verschlammt und undurchlässig geworden. Wenn ein Teil des Äthers, der immer in die Höhe strebt, unter die Erdscheibe gerät, dringt er in die poröse Unterseite ein und steigt durch die dort vorhandenen Luftmassen zur Erdoberfläche auf. Da diese aber undurchlässig ist, muß der Äther sich einen Ausweg suchen oder mit Gewalt aufsprengen, um wieder zum Himmel zu gelangen, was sich auf der Erde in heftigen Beben bemerkbar macht.

Demokrit³ vermutet unter der Erdoberfläche riesige, mit Wasser gefüllte Hohlräume. Wenn diese durch Regengüsse bis zum Überlaufen gefüllt sind, entsteht ein gewaltiger Druck, und dadurch, indem ein Teil der Wassermassen hinausgedrängt wird, ein Erdbeben. Ein Einsturzbeben entsteht, wenn die Erde austrocknet und Wasser aus gefüllten in leere Räume hinüberzieht.

Der Sophist Antiphon⁴ spricht von einem Beben, das durch Feuer verursacht worden ist. In diesem Fragment liegt die Spur einer vulkanischen Erdbeben­theorie eines Vorsokratikers vor. Das Interesse für Vulkane führte Empedokles⁵ dazu, das Feuer als Ursprung vieler tellurischer Bewegungen anzusehen.

So lassen sich schon bei den Vorsokratikern drei Grundtypen der antiken seismologischen Theorien erkennen, nämlich der neptunistische, der vulkanische und der pneumatische Typus.

4.4.3 Aristoteles

Aristoteles gründet seine Erdbeben­theorie auf der pneumatischen Basis des Anaxagoras, paßt sie dann allerdings seiner eigenen Physik ein. In seiner „Meteorologie“ ist seine Darstellung erhalten geblieben, so daß ein vollständiges Bild seiner Auffassung von der Entstehung der Erdbeben gewonnen werden kann.

Nachdem aber, wie früher dargelegt, es ebenso vom Feuchten wie vom Trockenen her eine Ausscheidung geben muß, so müssen die Erdbeben entstehen, eben weil diese Ausscheidungen sich vollziehen. Denn der Erdkörper, an sich trocken, birgt infolge der Regengüsse viel Feuchtigkeit in sich; wird er nun von der eigenen

¹ FVS 13 = Aristot. meteor. II. 7, 365.

² FVS 46, A 89 = Aristot. meteor. II. 7, 365 a 14 ff.

³ FVS 55, A 97 = Aristot. meteor. II. 7, 365 b ff.

⁴ FVS 87.

⁵ FVS 31, A 68.

innewohnenden Wärme und zugleich von der Sonne erhitzt, so bildet sich außen und innen viel Wind; dieser strömt bald geschlossen nach innen, bald geschlossen nach außen, manchmal teilt er sich auch.

Ist dies also ein unabänderlicher Vorgang, dann ist als Nächstes die Frage zu stellen: welcher Körper hat die größte Schubkraft? Notwendigerweise derjenige, der am weitesten vordringen kann und dabei am wuchtigsten wirkt. Am wuchtigsten muß aber nun das am schnellsten Bewegte sein; am weitesten vorzudringen aber vermag, was alles durchdringen kann – dies aber ist das Feinteiligste. Treffen nun diese Bestimmungen auf die Natur des Windes (Pneuma) zu, so hat Wind die größte Schubkraft unter allen Körpern. Feuer, vereinigt mit Wind, wächst ja zur Flamme und schießt dahin. So kommt als Ursache für Erdbeben nicht Wasser noch Erde in betracht, sondern Wind – dann nämlich, wenn die Ausdünstung aus der Erde einmal nach innen strömt.

Darum treten die meisten und heftigsten Erdbeben bei Windstille auf. Denn die irdische Ausdünstung, die ja kontinuierlich erfolgt, bleibt in der Regel ihrer ursprünglichen Richtung treu und strömt entweder insgesamt nach innen oder insgesamt nach außen. Daß es manchmal auch Erdbeben bei wehendem Wind gibt, hat seinen guten Sinn; wir erleben es ja manchmal, wie mehrere Winde gleichzeitig wehen, und wenn dann einer davon in die Erde fährt, ist das folgende Erdbeben vom Wind begleitet. Solche Beben sind schwächer, weil die sie verursachende Kraft geteilt ist.

Die meisten Beben und die heftigeren ereignen sich des Nachts, die am Tage treten mittags auf, weil es dann gewöhnlich besonders windstill ist; entsprechend sind die Nächte windstillere als die Tage, weil dann die Sonne fehlt. Demzufolge wendet sich dann der Dunststrom nach innen, der Ebbe vergleichbar, als Gegenstück zu der nach außen gewandten Flut. So vollzieht es sich besonders gegen Morgen; dann pflegen sich ja auch die Winde zu erheben. Wenn nun deren Ursprung umschlägt, wie der Euripus, und ins Innere dringt, so wird dieser Masse wegen das Erdbeben heftiger.

Die heftigsten Beben treten dort auf, wo das Meer besonders strömungsreich ist und die Erde porös und unterhöhlt; daher ihr Vorkommen am Hellespont, in Achaia, auch auf Sizilien, und in den entsprechend beschaffenen Gebieten Euböas. In den genannten Gegenden sind Erdbeben in der Regel eine Folge des engen Raumes: Stoßkräftiges Pneuma entwickelt sich, wird aber durch die herandrängende Meeresflut wieder in die Erde zurückgepreßt gegen sein natürliches Streben, aus dem Erdinneren herauszufahren. Landschaften mit porösem Untergrund nehmen viel Pneuma in sich auf und werden daher eher erschüttert.

Im Frühling und im Herbst, in Regen- und in Trockenperioden ist das Phänomen besonders häufig, und zwar derselben Ursache zufolge; herrscht doch in diesen Zeitabschnitten besonders viel Wind. Denn Sommer und Winter bringen ruhige Luft wegen der Hitze und des Frostes; die eine Jahreszeit ist zu kalt, die andere zu warm [für die Windentstehung]. Andererseits ist in Trockenperioden viel Wind in der Luft; das eben macht ja die Dürre aus, daß die trockene Ausscheidung die feuchte überwiegt. In Regenzeiten aber wächst die Ausdünstung im Erdinneren an; und wird nun diese Ausdünstung in enge Räume gezwängt und zusammengepreßt, weil sich die Hohlräume mit Wasser füllen, dann wirkt der Wind, ins Strömen gekommen, mächtig als Schub und Stoß, sobald das Pneuma, in seiner Masse auf einen kleinen Raum verengt, die Oberhand zu gewinnen beginnt.

Man muß sich das nach Analogie unseres menschlichen Körpers vorstellen: wie hier die Kraft des eingeschlossenen Pneumas Zittern und Schüttelkrämpfe verursacht, so wirkt es in der Erde ähnlich; wie denn manche Erdbeben einem Zittern, manche einem Schütteln gleichen. Und wie es nach dem Wasserlassen häufig der Fall ist, daß eine Art von Zittern durch den Körper geht, weil dann nämlich von außen Luft unter Druck auf einmal in den Körper eintritt, so muß man es sich auch als Vorgang im

Erdkörper denken. Was aber die gewaltige Kraftwirkung dieses Windes betrifft, so läßt sie sich nicht nur im atmosphärischen Geschehen erkennen, wo man ihr dergleichen in Anbetracht ihrer Größe ja wohl zutraut, sondern auch in den organischen Körpern. Starrkrampf und Schüttelkrämpfe sind pneumatische Bewegungen, von solcher Gewalt, daß die vereinigte Kraft mehrerer Männer zu scheitern pflegt bei dem Versuch, die Zuckungen der Kranken zu bemeistern. So also muß man sich, soweit man Großes mit Kleinem vergleichen kann, auch das Geschehen in der Erde vorstellen ...¹

Die Tatsache, daß die Sonne verschleiert und trübe wird und daß vor Erdbeben im Morgengrauen manchmal Windstille und starker Frost einsetzen, beweisen weiterhin die vorgetragene Lehre. Verschleiert und trübe muß ja die Sonne sein, wenn der Wind, der sonst die Luft löst und verdünnt, sich in die Erde zu ziehen anfängt; ebenso ist das Auftreten von Windstille und Frost gegen Morgendämmerung und bei Sonnenaufgang verständlich. Was die gewöhnlich einsetzende Windstille betrifft, so wurde sie bereits früher begründet; sie ist eine notwendige Folge davon, daß der Wind, in einer Art Gegenströmung, in die Erde eintritt. Besonders ist dies vor größeren Beben der Fall; denn verteilt sich das Pneuma nicht auf Innen und Außen, sondern wirkt in geschlossener Masse, dann hat das Beben notwendigerweise mehr Kraft. Was die Kälte betrifft, so ist sie eine Folge davon, daß die von Natur und an sich warme Ausdünstung sich nach innen wendet. Diese Ausdünstung verschwindet also in der Erde, und in der Gegend, wo sich das vollzieht, kondensiert der feuchte Dunststrom und bewirkt die Abkühlung. – Die gleiche Ursache hat ein Zeichen [am Himmel], das dem Erdbeben vorauszugehen pflegt. Bei klarem Wetter, tagsüber oder kurz nach Sonnenuntergang, wird eine schmale, langgestreckte Wolke sichtbar wie ein mit dem Lineal gezogener langer Strich – weil eben das Pneuma infolge seines Richtungswechsels im Verschwinden ist. Das gleiche kommt auch am Meeresstrand vor. Wenn nämlich die See mit hohen Wellen ankommt, sind die Becher massig und gekrümmt, aber bei ruhiger See sind sie schmal und gerade. Nun verhält sich das Meer zur Küste wie der Wind zu dem Dunst in der Luftregion; wenn also Windstille eintritt, bleibt eine solche ganz gerade, schmale Wolke übrig, gleichsam als Brandungslinie des Luftmeeres.

Deswegen tritt auch manchmal ein Erdbeben in Verbindung mit einer Mondfinsternis auf. Wenn sich nämlich die Verfinsternung schon vorbereitet und Licht und Wärme, [die von der Sonne herkommen,] zwar noch nicht ganz aus der Luftregion verschwunden sind, aber bereits schwächer werden, tritt Windstille ein; der Wind zieht sich dann nämlich in die Erde und bewirkt so das der Finsternis vorausgehende Erdbeben. Es gibt ja auch oft Wind vor Mondfinsternissen, zu Beginn der Nacht vor solchen um Mitternacht, und um Mitternacht vor Finsternissen am frühen Morgen. Es ist eine Folge der Abschwächung, die die vom Mond herkommende Wärme erfährt, wenn er sich auf seiner Bahn dem Punkt der Verfinsternung nähert. Wenn nun das Motiv wegfällt, das die Luft in Ruhe gebannt hielt, gerät sie wieder in Bewegung und der Wind erhebt sich, und zwar je später die Mondfinsternis, desto später.

Bei einem schweren Erdbeben hört die Erschütterung nicht sogleich, nicht nach dem ersten Stoß auf, sondern das erste Auftreten erstreckt sich oftmals über eine Zeit bis zu vierzig Tagen, und später dann läßt sich, in der gleichen Gegend, die Naturerscheinung noch ein, zwei Jahr lang merken. Ursachen solchen Ausmaßes sind die Masse des Windes und die Form der unterirdischen Räume, durch die er strömt; an den Stellen nämlich, wo er auf Widerstand trifft und sich nicht leicht freie Bahn schafft, da sind seine Stöße besonders heftig und hier bleibt notwendigerweise in den Engstellen Pneuma eingeschlossen wie Wasser, das aus einem Gefäß keinen

¹ Der nun folgende Abschnitt über das gleichzeitige Auftreten von Erdbeben und Vulkanausbruch wird in dem Kapitel über Vulkanismus abgehandelt.

Ausgang findet. Wie also Krämpfe im menschlichen Körper nicht plötzlich oder rasch enden, sondern gradweise, mit dem allmählichen Abebben der Erregung, so verbraucht auch die Ursprungsquelle der Erdausdünstung und die Antriebskraft der Druckluft nicht auf einmal den Stoff, aus dem sie den Wind, den wir Erdbeben nennen, hervorgehen lassen. Bis der Rest davon verbraucht ist, muß das Beben weitergehen, jedoch weniger heftig, bis zu dem Zeitpunkt, wo die Ausdünstung nicht mehr kräftig genug ist, um ein merkliches Erdbeben herbeizuführen.

Wind ist auch die Ursache von unterirdischem Getöse, wie es manchmal Erdbeben vorangeht; doch sind solche Geräusche auch schon ohne Beben vorgekommen. Denn wie es verschiedenartige Geräusche gibt, wenn man Hiebe in die Luft führt, so ist das Gleiche der Fall, wenn der Schlag von der Luft selbst herrührt. Die Wirkung ist dieselbe, denn was da schlägt, wird gleichzeitig selbst vom Schlag affiziert. Es geht aber der Schall der Bewegung voraus, weil er feinteiliger ist und mehr Durchdringungskraft hat als der Wind. Wenn dieser aber nicht Kraft genug hat, ein Erdbeben hervorzurufen, und zwar seiner Feinheit wegen, die ihn befähigt, mühelos aus der Erde auszutreten, so bringt es der Wind zwar zu keinem Bewegungsimpuls, aber beim Auftreffen auf feste Massen und Hohlräume von mannigfacher Gestalt erzeugt er mannigfache Töne; so hat man manchmal den Eindruck, daß [wie es in Wundergeschichten heißt] „die Erde brüllt“.

Es hat auch schon Wasserausbrüche bei Erdbeben gegeben. Aber deswegen ist nicht Wasser der Grund des Bebens, sondern das Pneuma ist es, mag es an der Oberfläche des Wassers oder von der Tiefe her seine Kraft ausüben. So sind die Winde Ursache der Wellen, nicht die Wellen die der Winde – auf diese Weise könnte man ja auch der Erde die Ursache des Bebens zuschreiben, weil sie durch die Erschütterung umgestürzt wird wie das Meerwasser [denn es ist eine Art Umstürzen, wenn es sich als Welle bricht]. Ursache sind sie beide, Erde und Wasser, aber stofflicher Art [sie wirken nicht, sondern leiden], der Wind ist jedoch die bewirkende Ursache.

Fällt einmal eine Sturmflut mit einem Erdbeben zusammen, so ist ein Gegeneinander von Winden der Grund dafür. Der Fall tritt dann ein, wenn der den Erdkörper erschütternde Wind die von einem anderen Wind in Bewegung gesetzte Meeresflut zwar nicht völlig zurückzuwerfen, wohl aber durch Stoß und Druck zu einer gewaltigen Masse aufzustauen vermag. Dann muß nämlich der Wind aus der Erde unterliegen, die kompakte Flutwelle, vom Gegenwind vorangetrieben, bricht ins Land herein und verursacht die Überschwemmung. So ging es auch damals in Achaia zu: Über dem Land herrschte Südwind, von See her kam ein Nordwind; dann trat Windstille ein, da der Wind sich ins Erdinnere zog – so fielen Sturmflut und Erdbeben zusammen. Letzteres war um so heftiger, als die See das in die Erde eingedrungene Pneuma nicht ausfahren ließ, sondern es blockierte. Indem sie so ihre Kräfte aneinander maßen, bewirkte der Wind das Erdbeben, die Flut aber als kompakte Masse die Überschwemmung.

Erdbeben sind örtlich begrenzt, oft sogar auf einen engen Raum, die Winde aber nicht. Örtlich begrenzt sind sie, wenn die Ausdünstungen eines bestimmten Gebietes mit denen der Nachbargegend zu einer Masse zusammenkommen, wie wir es von lokal begrenzten Trockenheiten und Regengebieten feststellten. So steht es mit der Genesis der Erdbeben, nicht aber der Winde. Jene Phänomene haben ihre bewirkenden Ursachen in der Erde, so daß deren Ausdünstungen sämtlich in eine Richtung strömen können. Dieser Wirksamkeit [der Erde] kommt die Sonne nicht gleich, sondern sie übt sie mehr über die Dünste in der Luft aus und lenkt deren Ströme in eine bestimmte Richtung; dabei empfangen sie ihren Impuls von der Sonnenbewegung, differenzieren sich aber entsprechend der Verschiedenheit ihrer Position.

So ereignet sich also ein Erdbeben, wenn eine [entsprechende Masse] von Wind vorhanden ist, und zwar wirkt es horizontal als eine Art von Zittern; gelegentlich, in

bestimmten Gegenden, äußert es sich auch wie ein Krampf von unten nach oben. Die letztere Art des Bebens ist darum auch selten; denn es ist nicht leicht möglich, daß eine hinreichend starke Ursprungskraft sich bildet. Das Quantum der horizontal erschütternden Ausscheidung ist nämlich vielmals größer als die von unten wirkende. Wo ein solches Erdbeben auftritt, kommt eine Masse von Steinen nach oben wie die Spreu, die in einer Getreideschwinge in die Höhe geworfen wird. Auf diese Weise wurde die Gegend von Sipylos verwüstet, ebenso die sogenannten Phlegräischen Felder und Ligurien.

Auf Inseln mitten im Meer kommen Erdbeben seltener vor als auf solchen in Landnähe. Denn die Masse der Salzflut kühlt die Ausdünstung ab, tut mit ihrem Schwergewicht ihnen Einhalt und hindert gewaltsam ihr Entstehen; das Meer wird von den Winden zwar in Strömung erhalten, aber nicht erschüttert. Auch ist seine Ausdehnung so groß, daß die Ausdünstungen nicht zu ihm hinstreben, sondern von ihm herkommen, und ihnen schließen sich die Ausscheidungen des Festlandes an. Was aber die landnahen Inseln betrifft, so sind sie dem Festland als Teil zuzurechnen; denn die geringe dazwischenliegende Strecke fällt nicht ins Gewicht. Inseln mitten im Meer aber sind nicht zu erschüttern ohne das Meer als Ganzes, das sie umschließt.

Damit sind die Erdbeben nach ihrem Wesen und nach ihrer Ursache behandelt, ebenso die wichtigsten ihrer Begleiterscheinungen.¹

Die Ursache für ein Erdbeben sieht Aristoteles in dem Wirken der Winde im Erdinneren. Der an sich trockene Erdkörper wird durch Regengüsse durchfeuchtet und durch innere Wärme und durch Sonneneinstrahlung erhitzt, wodurch eine Exhalation in Form von feuchtem, kaltem Dampf und trockenem, heißem Gas auftritt. Letzteres bezeichnet Aristoteles als „Pneuma“. Das Pneuma ist in dem Erdkörper zusammengepreßt und versucht aus dem Erdinneren nach außen zu dringen, wobei dieser Druck noch durch Winde, die von außen in das Innere hineindrängen, erhöht wird. Dieses gewaltsame Hinausdrängen des Pneumas verursacht die Erdbeben, die um so heftiger sind, je stärker der Druck im Inneren ist. Voraussetzung dafür ist eine Porosität des Erdkörpers, denn nur in „Löchern“ können sich die Winde ansammeln. Im Frühling und im Herbst, in Trocken- und Regenperioden sind wegen der vielen Winde auch sehr viele Erdbeben zu erwarten, während in der windstillen Zeit im Sommer und im Winter auch weniger Erdbeben stattfinden.

Das gleichzeitige Auftreten von Erd- und Seebeben erklärt Aristoteles damit, daß Winde aus entgegengesetzten Richtungen aufeinanderprallen, Wassermassen aufgestaut werden und so eine Flutwelle entsteht. Zudem blockieren die Wassermassen das in die Erde eingedrungene Pneuma, das sich unter Druck nach außen entlädt und damit ein Beben auslöst.

Vulkanausbrüche sind fast immer von Erdbeben begleitet, und auch hier sind die Winde die treibende Kraft, wie in dem Kapitel über Vulkanismus noch ausführlich behandelt wird.

Erdbeben sind örtlich begrenzt, wie Aristoteles richtig erkannt hat. Mit der Erklärung tut sich Aristoteles schwer, denn Winde sind nicht örtlich begrenzt. Aristoteles meint nun, daß

¹ Aristot. meteor. II. 365 b, 21–369 a, 9, Kapitel 8.

sich die Winde aus mehreren Gebieten an einer Stelle in der Erde zusammenziehen und dann die Ausdünstung punktuell nur in einer Richtung erfolgt. Damit wäre eine Erklärung gegeben, warum in einer bestimmten Gegend ein Erdbeben stattfinden kann, ohne daß die Nachbargegend betroffen ist.

Aristoteles beschäftigt sich auch damit, wie sich die Richtung des Windes auf seine Kraft auswirkt. Verbreitet sich der Wind in vertikaler Richtung von unten nach oben, ist das Beben wie ein Krampf, aber nicht so stark und auch seltener. In horizontaler Richtung bewirkt der Wind in einer Art von Zittern ein viel stärkeres Erdbeben, das viel häufiger geschieht. Die Menge der horizontal erschütternden Ausdünstung ist vielmals größer als die von unten wirkende. Dabei werden Massen von Steinen wie die Spreu mit einer Getreideschaukel in die Höhe geworfen.

Viele Erdbebenzentren im östlichen Mittelmeer liegen untermeerisch, und die Beben erfolgen in geringer Tiefe, wodurch die Tsunamis hervorgerufen werden. Die entstehenden Wellen sind auf hoher See nicht wahrnehmbar, und die Beben werden auf Schiffen oft nicht wahrgenommen. Aristoteles meint, daß weit im Meer gelegene Inseln nicht so erbebengefährdet sind, doch sagt er nicht, um was für Inseln es sich hierbei handelt. Die Mittelmeerinseln wurden häufig von Erdbeben heimgesucht, und Aristoteles rechnet sie wegen ihrer Landnähe zum Festland.

Aristoteles sieht im Ablauf eines Erdbebens eine Analogie zum menschlichen Körper. Das Pneuma ist der göttliche Hauch im Menschen, aber die Kraft des eingeschlossenen Pneumas kann Zittern und Schüttelkrämpfe hervorrufen. Wenn nach dem Wasserlassen eine Art von Zittern durch den Körper geht, weil Luft von außen unter Druck auf einmal in den Körper eintritt, gleicht dieses dem Vorgang bei einem Erdbeben mit einem Wind in horizontaler Richtung. So wie das Zittern im Körper sich zu starken Schüttelkrämpfen und Starrkrampf steigern kann, können sich auch Erdbeben von einer leichten Erschütterung bis zum schweren Beben steigern.

4.4.4 Theophrast

Auch Theophrast von Lesbos, Schüler des Aristoteles und sein Nachfolger in der Leitung der Schule, hat eine eigene Erdbeben­theorie aufgestellt. Da das griechische Original der meteorologischen Schrift Theophrasts verloren gegangen war, glaubte man lange Zeit, Theophrast habe die Theorie seines Meisters unverändert übernommen und stützte sich dabei auf eine Aussage von Seneca:

Von Aristoteles kann sagen, daß er ebenfalls dieser Ansicht beipflichtet. Dasselbe gilt für seinen Schüler Theophrast, zwar nicht mit göttlicher Beredsamkeit be­gnadet,

wie die Griechen meinen, aber dennoch ein fesselnder Schriftsteller, klar durch seinen schlichten Stil.¹

In den letzten Jahrzehnten sind jedoch syrische und arabische Handschriften aufgetaucht, die beweisen, daß Theophrast sehr wohl eigene Überlegungen zu meteorologischen Vorgängen publizierte. Ein Auszug seiner Meteorologie ist in einer von Bar Bahlul im 9. Jahrhundert n. Chr. übersetzten und gekürzten syrisch-arabischen Version in der aus Konstantinopel stammenden arabischen Sammelhandschrift Asir Effendi überliefert:

Und die Erdbeben entstehen in der Erde aus vier Gründen: Entweder wegen Hohlräumen in der Erde, die einstürzen, wie Höhlen und Gruben, die in ihr sind; und sie stürzen ein, wenn die Erde trocken wird und zerbröckelt, oder weil sie feucht wird und sich auflöst; wir sehen nämlich in den Felsgegenden, daß, wenn ein Felsblock von ihnen herabstürzt und seinen Ort verläßt, alle Felsen erschüttert werden. Oder wenn in einem Hohlraum der Erde Wasser gefangen ist, wenn sich nun dieses Wasser bewegt, weil es einen Ausweg findet, oder aus irgendeinem Grunde, so bewegt es die Erde, wie sich das Schiff von der Woge bewegt. Oder daß in dem Hohlraum der Erde viele Winde gefangen sind; wenn sie nun in einem engen Durchgang austreten, erschüttern sie die Erde; und deshalb sind manchmal mit den Erdbeben Geräusche. Oder daß in dem Hohlraum der Erde Feuer gefangen ist; wenn es nun die Luft, die in dem Hohlraum der Erde ist, verfeinert und auflöst und lockert, braucht sie mehr Raum, und deswegen spaltet sie die Erde und erschüttert sie. Man sagt: Und die Erdbeben sind verschieden; die einen sind Erschütterung, wenn etwas von dem Hohlraum der Erde einstürzt, und die anderen sind Neigung und Umwendung, wenn der Wind gewaltsam austritt und auf einen Teil der Erde stößt und dann, wenn er gewaltsam zurückkehrt, auf irgendeinen anderen Teil stößt; und nur Neigung, wenn der Wind austritt, aber nicht zurückkehrt, entweder, weil er der Luft folgt, oder weil er oben nachläßt, ehe er auf einen anderen Teil der Erde stößt.²

Teile der Meteorologie des Theophrast sind in einer syrischen Handschrift³ gefunden worden, jedoch fehlt in diesem reichlich verstümmelten Auszug das Kapitel über Erdbeben.

Das Auffinden einer kompletten Handschrift in einer arabischen Übersetzung durch Ibn al Khammár aus dem 10. Jahrhundert hat dann zu einer endgültigen Neubewertung der Meteorologie des Theophrast geführt. In dieser Ausgabe seiner Meteorologie stellt Theophrast seine Ausführungen über Erdbeben an den Schluß, nachdem er vorher Donner, Blitz, Wolken, Regen, Schnee, Hagel, Tau, die Winde und den Mond-Halo erörtert hat. Über Erdbeben sagt er:

Die Anzahl der Ursachen und der verschiedenen Arten von Erdbeben:

Wenn in der Erde ein Loch ist wie eine Höhle oder eine Kaverne, und wenn die obere Seite davon nach innen fällt. Denn sie fällt hinab, weil die Erde trocken wird und zerbröckelt, oder weil sie feucht wird und sich auflöst. Ähnliches zu jenem können wir [in dem Folgenden] finden: Wenn ein einzelner Stein von einer

¹ Sen. nat. VI. 13, 1.

² Asir Effendi I. 1164: Gotthelf Bergsträsser und Franz Boll. Neue meteorologische Fragmente des Theophrast, arab.-dt. In: Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, phil.-hist. Kl. 9 (1918): 1 ff.

³ Ewald Wagner und Peter Steinmetz. Ein syrischer Auszug der Meteorologie des Theophrast. In: Akademie der Wissenschaften und der Literatur Mainz. Abh. der geistes- und sozialwiss. Kl., Jahrgang 1964.

Steinsäule herabfällt und seinen Platz verläßt, beginnt die ganze Säule zu taumeln.

Wenn einige Höhlen Wasser enthalten, das eingeschlossen ist, und wenn das Wasser bewegt wird, weil es einen engen Ausgang findet oder wegen eines anderen Grundes, erschüttert es die Erde, wie Wellen bewirken, daß ein Schiff geschüttelt wird.

Wenn die Erde viel Wind enthält, der eingeschlossen ist, und wenn dieser Wind durch einen engen Weg hindurchstoßen kann, erschüttert er die Erde. In diesem Fall kommen manchmal Geräusche zusammen mit Erdbeben vor.

Wenn die Erde viel Feuer enthält, das eingeschlossen ist, und wenn dann das Feuer bewirkt, daß die Luft, die feinverteilt durch die Erde zurückgehalten wird, diese auflöst und sie locker macht, beginnt das Feuer nach einem größeren Platz zu suchen. Wenn deshalb die Luft herausbricht und die Erde verläßt, beginnt sie diese zu erschüttern. Es ist angemessen zu glauben, daß Erdbeben sich aus diesen Gründen ereignen.

Der Grund, warum Erdbeben häufiger während der Abwesenheit von Winden vorkommen, darf von uns wie folgt beschrieben werden: Während der Abwesenheit von Wind [draußen] ist der Wind im Inneren der Erde eingeschperrt und kann nicht durch ihre Höhlen hindurchfahren, so daß sich deshalb Erdbeben ereignen.

Wenn viel Wind bläst, gibt es keine Erdbeben, weil zu dieser Zeit der Wind nicht in den Höhlen der Erde eingeschperrt ist, sondern herausfahren kann.

Wenn jemand fordert, daß wir den Grund angeben sollen, warum sich an einigen Plätzen der Erde keine Erdbeben ereignen, antworten wir: Dort ist keine Höhle an diesen Plätzen, oder dort ist eine Höhle, aber die Erde darüber ist steinig, oder es befindet sich kein Wind im Innern.

Wenn jemand fordert, daß wir den Grund angeben sollen, warum einige Erdbeben eine Art von Zittern, einige eine Art von Neigung mit abfallender Bewegung und einige nur eine Art von Neigung [ohne abfallende Bewegung] sind, antworten wir: Erdbeben von zitternder Art ereignen sich, wenn Höhlen im Innern der Erde einstürzen. Vergleichbar ist folgendes damit: Wenn ein einzelner Stein von einer Steinsäule herabfällt, bewegen sich die anderen Steine in einer zitternden Bewegung. – Erdbeben mit Neigung und abfallender Bewegung geschehen, wenn ein Wind hervorbricht und gewaltsam auf einen Platz auf der Erde einschlägt. – Erdbeben sind nur eine Art von Neigung [ohne eine abfallende Bewegung], wenn der Wind zuschlägt und nicht umkehrt, weil er mit Luft in Berührung kommt oder seine Kraft zu schwach wird, bevor er einen anderen Platz auf der Erde erreichen kann.

Theophrasts Abhandlung der meteorologischen Phänomene ist beendet.¹

Inhaltlich entspricht dieser Text der verkürzten Fassung des Bar Bahlul. Im Gegensatz zu Aristoteles, der nur das Pneuma als Erdbebenursache annimmt, gibt Theophrast vier Ursachen für die Erdbeben an:

1. Einstürze von unterirdischen Höhlen und Kavernen durch Austrocknen oder übermäßiges Durchfeuchten der Erde. Als Beispiel wird das Herabfallen eines Steines von einer Säule angeführt, worauf die Säule zu taumeln beginnt.
2. Bewegung der unterirdisch eingeschlossenen Wassermassen, die gewaltsam einen Ausgang suchen. Als Beispiel wird angeführt, wie heftige Wellen ein Schiff hin und her schütteln.

¹ Seit 1971 wurden mehrere Kopien der vollständigen Handschrift des Ibn al Khammar in indischen Bibliotheken entdeckt. Text und englische Übersetzung von Hans Daiber. *The Meteorology of Theophrastus*

3. Wind, der in der Erde eingeschlossen ist und einen Ausgang sucht, wobei auch Geräusche entstehen können.
4. Feuer in der Erde verdünnt die Luft, die dadurch sich ausdehnt und versucht, mehr Raum einzunehmen.

Da bei Theophrast Erdbeben nur im Erdinneren entstehen, muß die Kugelform vorausgesetzt werden, wobei das Innere als durchzogen von Höhlen und Kavernen angenommen wird. Man kann in dieser Theorie auch die Wirkkräfte der vier Elemente ausmachen, so daß sich die Einteilung nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ von der aristotelischen Zweiteilung, die sich an der Stoßrichtung orientiert, unterscheidet.

Aristoteles definiert zwei Arten von Beben, solche, die sich horizontal ausweiten, und solche, die vertikal erfolgen. Theophrast dagegen teilt die Beben in drei Arten ein:

1. Einsturzbeben, die durch das Einbrechen der Hohlräume und durch Bewegung von eingeschlossenen Wassermassen verursacht werden.
2. Beben, die sich in einem Hin- und Herneigen der Erde auswirken, verursacht durch Wind, der keinen Ausweg findet.
3. Beben, die sich in einer Neigung der Erde in nur einer Richtung äußern, ebenfalls durch Wind ausgelöst, der aber entweder durch Öffnungen entweichen kann oder sich abschwächt.

Allerdings lassen sich bei Theophrast durchaus Rückbezüge auf Aristoteles finden. So könnte man bei den Schüttelbewegungen, die durch Einstürze verursacht werden, an die bei Aristoteles als vertikal dargestellten Stöße denken, während das Hin- und Herneigen den horizontalen Bewegungen entspräche. Die dritte Art der Beben, die Theophrast formuliert, wären dann Stöße, die sich nur in einer Richtung bemerkbar machen. An erster Stelle stehen bei Theophrast die Einsturzbeben, die Aristoteles nicht erwähnt. Eine klare Einteilung der Beben nach ihrer Stärke wird nicht vorgenommen, auch hierin unterscheidet sich Theophrast von Aristoteles, der den horizontalen Beben eine größere Stärke als den vertikalen Beben zuschreibt. Ein anderer Unterschied zu Aristoteles ist die Behauptung, daß die eingeschlossenen Wassermassen ein Beben hervorrufen können. Aristoteles sieht dagegen nur die Winde als Ursache, die allerdings Wassermassen aus mehr oder weniger Tiefe herausdrücken können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Theophrasts Erdbeben-theorie in seiner Meteorologie durchaus eigenständig ist und nicht eine Doxographie seines Lehrers darstellt.

4.4.5 Straton von Lampsakos

Straton, der Nachfolger Theophrasts und Lehrer von Ptolemaios II., sieht wie Aristoteles in der Bewegung der Winde im Erdinneren die Ursache der Erdbeben, führt allerdings in seine Lehre die Wechselwirkung von dem Warmen und Kalten ein:

Straton ist aus derselben Schule. Seine Lehre ist folgende: Kälte und Wärme bewegen sich immer in entgegengesetzter Richtung. Sie können nicht zusammen an einer Stelle bleiben. Die Kälte fließt dorthin, wo die Wärme keine Kraft mehr ausübt, und andererseits ist die Wärme dort, wo die Kälte vertrieben wurde ...

Im Winter, wenn es an der Erdoberfläche kalt ist, sind die Brunnen warm, und das gilt ebenfalls für Höhlen und für jeden unterirdischen Raum. Die Wärme ist der auf Erden herrschenden Kälte gewichen und hat innerhalb der Erde ein Versteck gefunden. Wenn diese warme Luft tiefer in die Erde eindringt und sich dort möglichst fest zusammenballt, nimmt neben der Dichte auch die Expansionskraft zu. Aber dort ist schon andre Luft, die zusammengedrängt und auf einen engen Raum beschränkt ist und nun notwendigerweise der zuströmenden Luft weichen muß.

Dasselbe geschieht freilich in entgegengesetztem Sinn, wenn eine relativ große Menge kalter Luft in eine unterirdische Höhle eindringt. Die dort anwesende warme Luft macht der kalten Luft Platz und zieht sich in enge Räume zurück. Das geschieht mit großer Wucht, weil beider Natur das Zusammengehen und Zusammensein an einer Stelle ausschließt. Bei diesen hartnäckigen Fluchtversuchen stößt die Luft alles weg und wirft um, was ihr in den Weg kommt. Daher hört man oft ein Brüllen, bevor man das Erdbeben spürt ...

Die verschiedenen Phasen dieses Vorganges sind immer dieselben: eine Anhäufung warmer Luft, die sich darauf mit Kraft ausdehnt. Die kalte Luft wird zusammengepreßt und gibt nach, um später mit mehr Kraft zurückzukehren. Solange diese Kräfte nicht im Gleichgewicht sind und die Luft hin und her wogt, bleibt der Erdboden in Bewegung.¹

Straton sieht die Ursache von Beben in der Bewegung der Luft im Erdinneren. Ist die Luft warm, dehnt sie sich aus, ist sie kalt, wird sie zusammengepreßt. Im Wechselspiel dieser Luftmassen werden Kräfte freigesetzt, die mit großer Wucht Bewegungen des Erdbodens hervorrufen.

4.4.6 Poseidonios

Wie die Erdbebentheorien in der nachfolgenden Zeit rezipiert und weiterentwickelt wurden, ist in der antiken Literatur nicht überliefert und kann deshalb nicht nachgeprüft werden.

Erst bei Poseidonios wird der Kenntnisstand wieder sichtbar, obgleich von ihm nur Fragmente erhalten sind. Seine Beschreibungen von Erdbeben, die bei Strabon überliefert sind, waren wahrscheinlich sowohl in seinem Ozeanbuch wie in seiner Meteorologie aufgezeichnet, während man annehmen kann, daß er seine Theorie in der Meteorologie dargestellt hatte.

Writings. Hg. William W. Fortenbaugh and Dimitri Gutas. London 1991.

Wie Aristoteles ist auch Poseidonios ein Vertreter der pneumatischen Theorie, und bis zum Auffinden der syrisch-arabischen Handschriften, die die Meteorologie des Theophrast offengelegt haben, war man der Meinung, daß Poseidonios nur durch Aristoteles beeinflusst wurde². Auch die Schrift „Über die Welt“, die man Aristoteles zuschrieb und aus der viele Bezüge zu Poseidonios herausgelesen wurden, trug zu dieser Auffassung bei. Jedoch zeigen Theophrasts Schriften ganz deutlich, daß Poseidonios auch durch seine Lehre beeinflusst wurde.

Genauere Erklärungen über Erdbeben und ihre Entstehung finden sich auch bei Seneca in seiner Schrift „Naturales quaestiones“ (Naturwissenschaftliche Untersuchungen) im sechsten Buch „De terrae motu“ (Das Erdbeben), Poseidonios' Theorie ist hier allerdings nur durch die Vermittlung seines Schülers Asklepiodotos faßbar. Senecas Ausführungen über Erdbeben sind hauptsächlich eine Doxographie älterer Lehrmeinungen, und unter Hinzuziehung eigener Beobachtungen³ und kritischen Abstrichen hat er auch durchaus eigenständige Ansichten entwickelt. In den „Naturales quaestiones“ werden nur an wenigen Stellen die Philosophen namentlich genannt, oft ist nur von „anderen Autoren“ oder „einigen Philosophen“ die Rede. Es ist deshalb außerordentlich schwierig, einzelne Ausführungen Poseidonios zuzuordnen.⁴ Poseidonios wird nur einmal namentlich erwähnt, Asklepiodotos zweimal.⁵

Poseidonios unterscheidet verschiedene Arten von Beben: „Als Arten werden aufgezählt Erdbeben, Erdsplaltungen, Erdbrände, Erdstöße.“⁶

1. Erdbeben, die mit heftigen Stößen Erschütterungen hervorrufen: tektonische Beben. Diese werden von Poseidonios mehrfach beschrieben, wobei er erkannt hatte, daß diese Beben örtlich begrenzt waren. Aufgezählt werden die von ständigen Beben geplagten Städte Philadelphia und Apameia in Lydien am Rande der Katakekaumene, ein Beben bei Sidon in Phönikien, das auch auf Inseln in der Ägäis übergriff, und ein Seebeben bei Tyros, das eine Flutwelle (Tsunami) zur Folge hatte, wodurch die Küste überschwemmt wurde.¹
2. Erdsplaltungen: Hierbei handelt es sich um Einsturzbeben, d. h. um Erschütterungen, die durch Zusammenfallen von Hohlräumen entstehen. Ein Beispiel für ein solches Beben

¹ Sen. nat. VI. 13, 2.

² Die Diskussion war besonders lebhaft zu Beginn des 20. Jahrhunderts, siehe Otto Gilbert. Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums. Kapitel 1: Der Erdkörper. Leipzig 1907. Nachdruck Hildesheim 1967. S. 314–324.

³ Durch das starke Erdbeben, das 63. n. Chr. Teile von Kampanien erschütterte und in den Städten Pompeii und Herculaneum schwere Schäden anrichtete, konnte Seneca eigene Erfahrungen sammeln.

⁴ Siehe Karl Wilhelm Ringshausen. Poseidonios – Asklepiodot – Seneca und ihre Anschauungen über Erdbeben und Vulkane. Diss. Leipzig 1929. Ringshausen versucht, das Poseidonische herauszufiltern und den Beitrag von Asklepiodot zur Erdbebenlehre aufzuklären.

⁵ Sen. nat. VI. 17, 3 und 18, 1–2.

⁶ Diog. Laert. VII. 154.

könnte für Poseidonios der Untergang der Städte Bura und Helike gewesen sein, die beide völlig im Erdboden verschwanden. In Wahrheit war es natürlich ein tektonisches Beben. Bei Seneca wird ein Einsturzbeben beschrieben:

Asklepiodot erzählt, was geschah, als ein Felsblock sich von einem Berg löste und herunterfiel. Infolge der Erschütterung stürzten Gebäude in der Umgebung ein. Dasselbe kann im Innern der Erde geschehen. Dieser oder jener Felsblock eines Überhangs kann sich lösen und mit großer Wucht und großem Lärm in die darunter liegenden Höhle herabfallen. Je größer das Gewicht und die Höhe, aus der der Absturz erfolgt, desto heftiger der Aufprall. Die Folge ist, daß die ganze Decke der überwölbten Höhle in Bewegung gerät. Es ist glaubhaft, daß solche Felsblöcke nicht ausschließlich durch ihre Schwere abgerissen werden, sondern auch durch die Einwirkung von darüber strömenden Flüssen. Die unablässig durchsickernde Feuchtigkeit wird in Verbindung mit der Felswand immer schwächer machen, jeden Tag Schicht für Schicht von der Masse abtragen und gleichsam die Haut, womit sie zusammengehalten wird, abschürfen ...

Dann fallen riesige Felsblöcke herab, und jene herabstürzenden Massen erschüttern alles Bewegliche und lassen nichts aufrecht stehen.²

Seneca nennt hier nur Asklepiodot. Eine Abhängigkeit dieser Ausführungen von Poseidonios ist jedoch sehr wahrscheinlich, und der Einfluß von Theophrast ist nicht zu übersehen. Wenn man Poseidonios als Quelle für diese Aussagen annimmt, dann läge hier ein Beweis vor, daß er nicht nur von Aristoteles, sondern auch von Theophrast beeinflusst wurde.

3. Erdbrände: Poseidonios nennt Vulkanausbrüche „Erdbrände“. Solche Ausbrüche sind immer mit mehr oder weniger heftigen Erschütterungen verbunden, was in der Antike allgemein bekannt war.
4. Erdstöße. Die durch Erdbeben verursachten Erdstöße erfolgen in vertikaler und horizontaler Richtung, wie Poseidonios sagt:

Nach Poseidonios gibt es zwei Arten von Erdbeben, und jede Art hat ihren eigenen Namen. Man redet von einem Erdstoß, wenn die Erde sich ruckartig auf und ab bewegt. Die zweite Art ist die Schwankung der Erde, wobei der Boden sich wie ein Schiff abwechselnd nach beiden Seiten neigt.³

Poseidonios steht hier in der Nachfolge von Aristoteles, sagt aber nichts über die Heftigkeit der Stöße, die nach Aristoteles in horizontaler Richtung stärker als in vertikaler Richtung sein sollen.

Seneca spricht noch von einer dritten Art von Beben:

Ich bin der Meinung, daß es noch eine dritte Art gibt, und daß wir dafür auch einen eigenen Namen haben. Nicht ohne Grund redeten unsere Vorfahren vom Beben der Erde, das sich von den beiden vorher genannten Erscheinungen unterscheidet. Der Erdboden wird dabei weder erschüttert noch schwankt er, sondern er vibriert. Diese Bewegung ist, soweit man überhaupt davon reden kann, die unschädlichste Art. Das Schwanken der Erde ist weit gefährlicher als der Erdstoß, denn wenn nicht

¹ Aufzählung in Kapitel 4.3.

² Sen. nat. VI. 22, 2.

³ Sen. nat. VI. 21, 2.

schnell eine Gegenbewegung einsetzt, welche die Neigung aufhebt, folgt notwendig der Einsturz.¹

Seneca gibt hier eine eigene Definition einer dritten Art von Beben, und auch für ihn sind die horizontalen Erdstöße heftiger und dadurch gefährlicher als die vertikalen Erdstöße. Hierin folgt er Aristoteles.

Die Ursache für alle Erdbeben sind die in der Tiefe im Erdinneren eingeschlossenen Winde, die sich gewaltsam einen Weg nach außen suchen und dadurch die Erschütterungen bewirken. Poseidonios folgt hier weitgehend Aristoteles' Vorstellungen. Voraussetzung ist die Zerklüftung der Erde und die Komprimierung der Winde in den unterirdischen Höhlen, wodurch sie eine ungeheure Kraft entwickeln und unter Aufbrechen der Erdkruste mit lautem Getöse entweichen:

17. Wie die Luft aber noch kräftiger und beweglicher als Wasser ist, erreicht sie noch größere Geschwindigkeit und kann so jedes Hindernis noch radikaler beseitigen. Die Folge ist die Bewegung der Erdkruste an der Stelle, wo diese Kraftprobe stattfindet. Daß diese Argumentation richtig ist, beweist auch folgende Beobachtung: Nach einem Erdbeben, wobei die Erdkruste teilweise aufgerissen wurde, ist es oft vorgekommen, daß von dort tagelang Wind entwich ... Du kannst das bei Asklepiodot lesen, dem Schüler des Poseidonios, in seinem Buch über die Ursachen der meteorologischen Erscheinungen. Auch bei anderen Autoren kannst du lesen, daß die Erde an einer bestimmten Stelle aufbrach und daß aus jener Spalte tagelang Wind strömte. Dieser hatte sich offensichtlich selbst einen Weg gebahnt, um zu entkommen.

18. Die wichtigste Ursache, warum die Erde in Bewegung gerät, ist also die von Natur aus schnell sich bewegende und fortwährend sich verlagernde Luft. Solange sie keinen Druck empfindet und in einer Höhle steckt, die genügend Raum bietet, liegt sie bewegungslos, ohne zu schaden, und bedeutet keine Gefahr für die Umgebung. Wenn jedoch eine von außen hinzukommende Ursache sie aufwühlt, zusammenpreßt und in einen engen Raum drängt, wird sie solange wie möglich aufzurücken und Platz machen. Wenn es aber keine Möglichkeit mehr gibt auszuweichen und sie auf allen Seiten auf Widerstand stößt, hört man sie heulen ... Wenn sie lange genug daran gerüttelt hat, zerreißt sie die Mauer und schmettert sie nieder, um so heftiger, je stärker das Hindernis war, mit dem sie gerungen hat. Wenn sie schließlich ringsum alles, was sie aufhält, erprobt hat und noch keinen Ausweg gefunden hat, stößt sie sich von der Wand ab, von der sie den meisten Druck empfindet, und verteilt sich in verborgenen Gängen in der durch Erdbeben locker gewordenen Erdkruste, oder bricht durch einen neu gebildeten Spalt aus ... [Der Wind] sprengt jeden Verschuß, schleppt jede Last mit sich fort, und auch wenn er in die engsten Risse geraten ist, weiß er sich Raum zu schaffen und befreit sich durch seine unbezähmbare Naturkraft, vor allem, wenn er heftig aufgebracht seine Ansprüche geltend macht.²

Aus dieser Textstelle könnte man schließen, daß die Winde im Erdinneren eingeschlossen sind, und dann müßten sie einmal erschöpft sein. Wie Aristoteles nimmt Poseidonios jedoch

¹ Sen. nat. VI. 21, 2.

² Sen. nat. VI. 17, 3 und 18, 1-2.

an, daß sich Winde auch von außen in das Erdinnere hineindrängen und dort festgehalten werden.

Erdbeben aber treten ein, wenn ein Sturm in die Höhlungen der Erde eindringt oder da festgehalten wird, wie Poseidonios im achten Buche sagt.¹

Die Erdbeben, die bei Vulkanausbrüchen entstehen, sind in dem Lehrgedicht „Aetna“ des Lucilius² anschaulich beschrieben. Als wichtigste Quellen, die der Autor des Gedichtes benützt haben muß, können die Schriften von Poseidonios angesehen werden, insbesondere sein Hauptwerk „Über den Ozean“.³

Poseidonios hat erkannt, daß bei einem Vulkanausbruch nicht nur Asche und Gesteinsbrocken aus dem Krater ausgeworfen werden, sondern auch Gase entweichen, die er als „Winde“ bezeichnet. Ebenso hat er die lauten Geräusche bemerkt, die bei einem Ausbruch oft über weite Strecken zu hören sind. Wie in dem Gedicht beschrieben wird, wirken in einem vulkanischen Gebiet unterirdische Feuer und Winde so zusammen, daß bei einem Ausbruch ein Erdbeben den Vulkan und auch das Umland erschüttert und dort schwere Schäden anrichten kann.

145–155. Je ungebändigter und je heftiger jeweils das Feuer in den eingeschlossenen Räumen ist – und natürlich toben die Winde nicht minder heftig in der unterirdischen Tiefe –, desto härtere Fesseln müssen sie notwendigerweise lösen, desto stärkeren Widerstand brechen können. Dennoch ergießt sich die Wucht des Windes nicht gehorsam in feste Kanäle. Sie bricht aus, wo jeweils das Nächste nachgibt, und zerreißt die Erdkruste, wo sie am zartesten erscheint. Dadurch entsteht das Beben der Erde, dadurch die Erschütterungen, wenn die komprimierte Luft klaffende Spalten aufstößt und die weichenden Massen vor sich hertreibt.

168. Was einen Wirbel verursachen soll, braucht enge Schlünde ...

171–173. Daher kommt die Wut der Winde; daher erschüttern sie in rasendem Reißen das Fundament der Erde; in Panik verfallen die einstürzenden Städte aus diesem Grund.⁴

Wenn die Winde freie Bahn haben und ohne auf Widerstand zu stoßen entweichen können, üben sie keinen Druck auf die Umgebung aus, und es entstehen auch keine Erdbeben.⁵

Wie bei Aristoteles findet sich auch bei Seneca ein Vergleich der Einwirkung der Luft mit den Funktionen des menschlichen Körpers:

1. Es gibt auch noch andere Autoren, die meinen, daß Erdbeben ausschließlich durch

¹ Diog. Laert. VII. 154.

² Lucilius Iunior, Freund Senecas, soll der Verfasser des Lehrgedichts „Aetna“ sein, in dem der Vulkan und seine Tätigkeit ausführlich beschrieben werden. Seneca (Ep. 79, 5) fordert ihn zu einer Untersuchung dieses Vulkans auf: „Was soll ich dagegen einwenden, daß du den Ätna beschreibst, daß du diesen von allen Dichtern gefeierten Ort berührst.“ Trotz dieser Aussage ist die Autorschaft des Lucilius umstritten.

³ Siehe: Siegfried Sudhaus. Aetna. Kommentar 59 ff.; Will Richter. [Vergil] Aetna. Einleitung S. 7 ff.

⁴ Aetna V. 145–155; 168; 171–173.

⁵ Sen. nat. VI. 6, 7; Aetna 162–164.

Luft verursacht werden. Sie begründen diese Ansicht aber anders als Aristoteles und argumentieren wie folgt: Blut und Luft durchströmen unseren Körper und verfügen über eigene Kanäle, durch welche die Luft lediglich zirkuliert, und einige offene Räume, wo sie sich ansammelt, bevor sie sich auf die verschiedenen Organe verteilt. Genauso wird der alles umfassende Körper unserer Erde von Wasser durchströmt, das die Funktion des Blutes hat, und Winde [sic!], die man als den Atem der Erde bezeichnen kann. 2. Solange unser Körper gesund ist, behält die Bewegung innerhalb unserer Adern ungestört ihren normalen Rhythmus. Sobald jedoch irgendeine Störung auftritt, wird der Puls schneller und sind Seufzer und Atemnot Anzeichen, daß der Körper erkrankt und erschöpft ist. Ähnliches geschieht mit der Erde. Solange ihr Körper normal ist, verhält sie sich völlig ruhig. Wenn aber irgend etwas in Unordnung gerät, tritt die gleiche Störung wie bei einem kranken Körper auf. Jener Atem der Erde, der vorher regelmäßig zirkulierte, ist jetzt heftigen Stößen ausgesetzt und erschüttert die Adern. Das ist ungefähr die Anschauung jener obengenannten Philosophen, welche die Erde als ein Lebewesen betrachten.¹

Der Unterschied zu Aristoteles, den Seneca hier anspricht, besteht darin, daß Seneca genauer differenziert, indem er Blutbahnen und Atemorgane unterscheidet, während Aristoteles nur die Krankheitssymptome wie Krämpfe und Zittern, die im Körper bei Störungen auftreten, erwähnt und diese in Analogie zu den Erschütterungen stellt, die bei Störungen des Gleichgewichtes in der Erde entstehen. Seneca sagt, daß bei einer Erkrankung des Körpers Störungen eintreten, die Bewegungen hervorrufen, indem der Puls schneller geht, Atemnot eintritt und Krämpfe auftreten. Wie in einem Körper erfolgen bei Störungen des Gleichgewichtes Erschütterungen der Erde, die sich in Erdbeben und Vulkanausbrüchen entladen. Der Vergleich von Erdbeben mit den Beben in einem Körper, die bei Erkrankungen auftreten, wurde von den Stoikern hervorgehoben, insbesondere von Poseidonios, denn dieser betrachtete die Erde als einen lebenden Organismus.

Nicht immer ist Poseidonios Aristoteles gefolgt, wie seine Ausführungen über die Herkunft der abgeschliffenen Steine auf dem sogenannten „Steinfeld“ zeigen, der Crau d'Arles, östlich des Hauptmündungsarmes der Rhone gelegen. In der Antike war die Fläche eine wüstenähnliche Schotterebene und Winterweide großer Schafherden, heute ist sie durch künstliche Bewässerung und Zuführung von Flußschlamm stellenweise in fruchtbares Wiesen- und Gartenland für Reis- und Gemüseanbau umgewandelt:

Zwischen Massalia und den Mündungen der Rhone liegt eine Ebene, 100 Stadien [18,5 km] vom Meer entfernt, von ebenso großem Durchmesser und von runder Gestalt. Sie wird „Steinfeld“ genannt wegen ihrer Beschaffenheit; sie ist nämlich voller faustgroßer Steine, unter denen aber Weidegras hervorwächst, das unerschöpfliche Weide für die Herden bietet. In der Mitte der Ebene gibt es Wasservorkommen, Salzquellen und Salzklumpen. Das ganze Gebiet und das darüber liegende Land sind dem Wind ausgesetzt, besonders aber in der Ebene stürzt der „Schwarzwind“, ein stürmischer und schneidend kalter Wind. Man sagt

¹ Sen. nat. VI. 14, 1–2.

jedenfalls, daß manche Steine mitgerissen und fortgerollt würden, und die Menschen würden durch die Böen von ihren Wagen gerissen und ihrer Waffen und ihrer Kleider beraubt.

Aristoteles sagt, die Steine seien durch jene Art von Erdbeben, welche man „Brastae“ nennt, auf die Erdoberfläche geschleudert worden und in die Niederungen jener Gegenden zusammengerollt. Poseidonios meint dagegen, ein früher hier befindlicher See sei unter Wellenbewegung fest geworden und deshalb in viele Steine zerlegt worden, wie die Kiesel der Flüsse und die Steine am Ufer des Meeres, die genau so glatt und von gleicher Größe seien. Die Ursache haben beide angegeben, und glaubhaft ist die Erklärung dafür bei beiden. Denn unmöglich konnten die dicht zusammenliegenden Steine von selbst entstehen, sondern sie mußten sich aus dem fest gewordenen Wasser herausbilden oder von großen Steinmassen, die fortwährend Risse bekamen, abbrechen.¹

Aristoteles sieht die Ursache für die Bildung der Steine in einem Erdbeben, wodurch der felsige Untergrund zerrieben und Steine herausgeschleudert wurden. Poseidonios widerspricht ihm. Er sieht die Ursache darin, daß die Ebene überflutet war, dann austrocknete und die faustgroßen und glattgeschliffenen Steine zurückblieben. Zu diesem Ergebnis gelangt er, indem er diese Steine mit den Kieseln der Flüsse und den Steinen am Meeresufer vergleicht, die vom Wasser glattgeschliffen wurden und ziemlich gleich groß sind. Wären diese Steine durch ein Beben von größeren Felsmassen abgebrochen, müßten sie scharfkantig und von sehr verschiedener Größe sein. Poseidonios hat hier die richtige Erklärung gegeben. Sie zeigt, daß Poseidonios durchaus eigene Erforschung der Naturphänomene betrieben hat und selbständige Schlußfolgerungen daraus zog.

4.4.7 Nachfolger des Poseidonios

Naturforscher und Philosophen in den folgenden Jahrhunderten haben sich entweder wie Tacitus in seinen „Annalen“, Suetonius in seinen Kaiserbiographien „De vita Caesarum“ und Cassius Dio in seinem Geschichtswerk „Romanae historia“ auf die Beschreibung der Erdbeben und ihre zerstörerische Wirkung beschränkt oder sind wie Ammianus Marcellinus in den „Res gestae“ weitgehend der pneumatischen Lehre des Aristoteles gefolgt. Pausanias erwähnt in seiner Beschreibung Griechenlands mehrmals Erdbeben. Er stellt die Katastrophen und ihre Folgen recht plastisch dar, sieht aber die Ursachen in dem Zorn des Gottes Poseidon. Die Katastrophen werden somit einer übernatürlichen Instanz angelastet.

Eine breite Darstellung der Seismologie findet sich in der Schrift „Über die Welt“, die unter dem Namen des Aristoteles überliefert ist. Es ist jedoch sehr zweifelhaft, daß dieser die Schrift verfaßt hat, und so wird neben anderen Autoren auch Poseidonios als Verfasser angenommen. Zumindest dürften einige Ausführungen von Poseidonios abhängig sein. Der

Verfasser trennt klar zwischen seismischen und vulkanischen Erscheinungen. Erdbeben werden durch komprimierte Luft im Erdinneren ausgelöst, die entweder dort selbst entstanden oder von außen eingedrungen ist und nun ihren Ausweg aus dem porösen, mit höhlenartigen Gängen durchzogenen Erdkörper sucht. Diese Erklärung ist aristotelisch. Die Angaben über unterirdisches Wasser, das in Form von heißen Quellen austritt, über giftige Gase und die Wechselwirkung von Feuer und Luft, wodurch bei Vulkanausbrüchen das Beben verursacht wird, erklären die Vorgänge bei Vulkanausbrüchen und können vielleicht Poseidonios zugeschrieben werden. Zumindest dürften sie von Poseidonios abhängig sein. Die Phänomene der Erdbeben sind aus den Darstellungen, wie sie bei Aristoteles und Seneca gegeben sind, entnommen, und sie sind nicht logisch systematisiert in einem Schema zusammengefaßt, sondern eher zusammenhanglos nebeneinandergestellt. Dies erinnert mehr an eine Übernahme aus einer Doxographie, die auch Teile von Poseidonios' Meteorologie gebracht haben könnte, denn an eine eigenständige Neuschöpfung.

¹ Aristot. meteor. II. 8, 44. Aristoteles nennt ein Erdbeben mit horizontalen und vertikalen Erdstößen βράστης (Brastae).

5 Vulkanismus

5.1 Aufbau und Eruptionen der Vulkane¹

Vulkane sind geologische Gebilde, die auf der Erdoberfläche durch Ausbruch magmatischer Stoffe entstehen oder entstanden sind. Hierzu gehören die Tafelvulkane auf Island und die trichterförmigen Explosionskrater der Maare in der Eifel ebenso wie die kegelförmigen, feuerspeienden Berge, die auf dem Gipfel einen rauchenden Krater tragen, so wie man sich gemeinhin einen Vulkan vorstellt.

Als „Magma“ bezeichnet man die glutheiße, gasgesättigte Silikatschmelze, die bei Eruptionen an die Oberfläche dringt, wobei sie den größten Teil der Gase abgibt. Ursache ist eine Verminderung des Drucks, den die auf dem Magma lastende Erdkruste ausübt. Unter Druck befindet sich die Gesteinsschmelze mit den in ihr gelösten Gasanteilen in einem stabilen Zustand. Tritt eine Druckverminderung ein, etwa durch Aufreißen einer bis zur Erdoberfläche reichenden Spalte, so werden die gelösten Gase unter enormer Volumenvergrößerung frei, dringen nach oben und reißen das Magma mit sich. Durch den beim Aufstieg ständig geringer werdenden Druck verstärkt sich dieser Vorgang wie eine Kettenreaktion. Bei zähflüssigen Magmen werden die Gase unter heftigen Explosionen frei, wobei die Schmelze zum Teil zerspritzt und in Form von Asche und Bimssteinen Tausende von Metern hoch geschleudert wird, zum Teil als Lava ausläuft. Aus dünnflüssigen Magmen entweichen die Gase leichter, und deshalb kommt es nur zu relativ schwachen Explosionen. Lediglich ein geringer Teil der Schmelze wird als Asche und Lavabrocken einige hundert Meter hoch geschleudert, die Hauptmenge fließt als Lavastrom aus.

Die volumenmäßig bedeutendsten Gase sind Wasser H_2O (35–90 Mol.-%), Kohlendioxid CO_2 (5–50 Mol.-%), Schwefeldioxid SO_2 (2–30 Mol.-%), Chlorwasserstoff HCl und Fluorwasserstoff HF , wobei manche wie Schwefel S je nach Temperatur in unterschiedlicher molekularer Form auftreten können. Bei gleichbleibender Sauerstoffkonzentration tritt Schwefel bei höheren Temperaturen als SO_2 auf und bei niedrigeren als Schwefelwasserstoff H_2S . Bei gleichbleibender Temperatur, aber abnehmender Sauerstoffkonzentration wird SO_2 zu H_2S reduziert.

Als „Lava“ werden sowohl die glutflüssige, entgaste Schmelze wie auch das erstarrte Gestein bezeichnet. Bestimmend für die unterschiedlichen Eigenschaften der Laven ist der Silikatgehalt. Der weitaus verbreitetste Typ ist die basische Basaltlava, grau, dunkelgrau bis

schwarz gefärbt. Sie zeichnet sich durch einen geringen Gehalt an Silikat SiO_2 (50 %), durch relativ hohen Gehalt an Magnesiumoxid MgO , Eisenoxid FeO und Calciumoxid CaO (25–35 %) aus. Kaliumoxid K_2O und Natriumoxid Na_2O sind nur in sehr geringen Anteilen vorhanden. Basische Laven fließen bei effusiven Eruptionen aus dem Krater und oft auch aus Spalten des Vulkanabhanges heraus. Wegen ihres geringen Silikatgehaltes und der hohen Austrittstemperatur von 1000 bis 1200 °C sind diese Laven recht dünnflüssig und können in Strömen in kurzer Zeit große Strecken zurücklegen. Die Hauptmengen dieser Laven fließen auf den Meeresböden aus und erstarren zu Kissenlaven und Pflasterbasalte. Beim Überfluten vom Festland bilden sie mächtige Decken wie zum Beispiel auf Island.

Die sauren Laven weisen einen sehr hohen Silikatgehalt (70–75%) und einen relativ hohen Gehalt an Aluminiumoxid Al_2O_3 , Kalium- und Natriumoxid (15–20%) auf, während die Anteile an Magnesium-, Eisen- und Calciumoxid unter 5% liegen. Bei einer Austrittstemperatur von 750 bis 950 °C sind diese Laven hochviskos, fließen nur äußerst langsam und erstarren schon in geringer Entfernung von der Ausbruchsstelle.

Intermediäre Laven haben einen Silikatgehalt von 52 bis 58 %, nehmen also eine Zwischenstufe zwischen der basischen und der sauren Lava ein. Ihre Viskosität ist relativ hoch, deshalb fließen sie langsam und verfestigen sich wie die sauren Laven schnell in der Nähe der Ausbruchsstelle. Saure und intermediäre Laven werden bei explosiven Eruptionen neben viel Lockermaterial aus dem Krater ausgestoßen.

Das bei einem Ausbruch emporgeschleuderte Lockermaterial wird „Tephra“ genannt, die einzelnen Partikel heißen „Pyroklaste“. Die Tephra wird je nach Korngröße in Asche ($\varnothing < 2\text{mm}$), Lapilli ($\varnothing 2\text{--}64\text{ mm}$) und Bomben, das sind aus Lavafetzen zusammengedrehte Gesteinsbrocken ($\varnothing > 64\text{ mm}$), eingeteilt. Die allgemein gebrauchte Bezeichnung „Asche“ für das feine ausgeworfene Lockermaterial ist irreführend, denn diese Asche ist nicht der Rückstand eines Verbrennungsprozesses wie Holzasche oder Kohlenasche, sondern durch Gase zu kleinen und kleinsten Teilchen zerfetzte Lava.

Die Tephra wird auf der vom Wind abgewandten Seite eines Vulkans abgelagert und bedeckt weite Landstriche mit einer dicken Schicht. Der Pflanzenwuchs wird dadurch zunächst vollkommen zerstört. Der Boden erholt sich jedoch bald und erweist sich dann als besonders fruchtbar. Wird ein Vulkankegel aus Lavaströmen und Tephraablagerungen in Gesteinsschichten aufgebaut, spricht man von einem „Stratovulkan“.

¹ Alfred Rittmann. Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart 1981; Horst Rast. Vulkane und Vulkanismus. Leipzig 1987; Hans-Ulrich Schmincke. Vulkanismus. Darmstadt 1986; Hans Pichler. Italienische Vulkangebiete. Bd. I–V. Stuttgart 1984.

Zu den Pyroklasten gehört der Bimsstein. Dieser besteht aus saurer Lava, deren Gasgehalt so groß ist, daß das Magma bereits beim Aufstieg im Vulkanschlot stark aufschäumt und durch schnelle Abkühlung mit vielen Gasblasen durchsetzt ist, die nur durch äußerst dünne Zwischenwände aus Lavasubstanz voneinander getrennt sind. Beim Erreichen der Erdoberfläche wird der Bimsstein durch weitere Expansion der Gase in Teile verschiedener Größe zerlegt, von Brocken blasig-schaumigen Gesteins bis hin zu kleinsten Splittern. Wegen seiner schaumigen Struktur ist das Gewicht des Bimssteins derart gering, daß er auf dem Wasser schwimmt. Bimssteine und Asche lagern sich häufig in Schichten ab und verfestigen sich unter Einwirkung des Regenwassers zu festem Gestein, den Tuffen, die so hart werden können, daß sie als Bausteine Verwendung finden.

Noch immer erfolgt die Klassifizierung vulkanischer Eruptionen nach den Orten, wo sie zuerst und am häufigsten beobachtet wurden. Hochexplosive Eruptionen, die zum Auswurf großer Mengen Tephra führen, werden „plinianisch“ genannt nach Plinius d. J., der als erster einen Vulkanausbruch beschrieben hat, nämlich den Ausbruch des Vesuvs im Jahre 79 n. Chr. Eruptionen mit einem Ausstoß von wenig Gas und großen Lavamengen, die relativ ruhig abfließen, werden „hawaiisch“ genannt nach den Vulkanen auf Hawaii. Charakteristisch sind hier die bis zu 500 Meter hohen Lavafontänen. Bei Eruptionen mit großer Gasförderung und wenig Schmelze, die in kurzen Intervallen erfolgen, spricht man von „strombolianischen“ Eruptionen nach dem Vulkan auf der Insel Stromboli, der seit der Antike ohne Unterbrechung bis heute in regelmäßigen Abständen von 10–30 Minuten nach diesem Mechanismus ausbricht. Werden nur Gase und Dämpfe ausgestoßen, die hauptsächlich Wasserdampf H_2O und Kohlendioxid CO_2 sowie in geringen Mengen Halogenverbindungen enthalten und deren Temperaturen wesentlich höher als die Lufttemperatur sind, so spricht man von „Fumarolen“. Enthalten diese auch noch Schwefelverbindungen wie Schwefelwasserstoff H_2S , Schwefeldisulfid H_4S_2 und Schwefeldioxid SO_2 , so werden die Gasgemische „Solfatare“ genannt. Eine besondere Art einer hochexplosiven Eruption ist die Ausbildung einer Glutwolke, die aus sehr heißen Gasen und sehr feinen, glühenden Aschenpartikeln besteht. Wie eine Lawine wälzt sich eine solche Wolke mit rasender Geschwindigkeit herab und verwandelt die Umgebung in ein Flammenmeer. Dies geschieht so schnell, daß die Bewohner sich meistens nicht durch die Flucht retten können und elendig verbrennen. Eine solche Katastrophe war der Ausbruch des Montagne Pelée auf Martinique im Jahre 1902, wonach diese Art einer Eruption „peleanisch“ genannt wird.

5.2 Der Ätna (Aitne)

5.2.1 Morphologische Übersicht

Der Ätna ist der größte bis heute aktive Vulkan Europas. Seine Tätigkeit läßt sich bis in die prähistorische Zeit zurückverfolgen. Für den Beginn des Vulkanismus im Ätnabereich wird ein Alter von 600.000 Jahren angesetzt, und das jüngste und noch andauernde Stadium begann vor etwa 3.000 Jahren. Aus historischer Zeit sind bis heute cirka 200 Eruptionen registriert. An der Ostküste Siziliens gelegen, erhebt sich der nach allen Seiten hin frei stehende Vulkan zu der dreifachen Höhe der ihn umgebenden Gebirge. Von seinem Gipfel überblickt man an klaren Tagen fast ganz Sizilien. Die Aussichtsweite beträgt rund 220 Kilometer. Die Höhe des Ätna beträgt rund 3.300 Meter, der größte und kleinste Durchmesser der Basis des Vulkans betragen rund 4.500 bzw. 3.600 Meter, und der Umfang, begrenzt von den beiden Flüssen Simito (in der Antike Symaitos) im Westen und Süden und Alcántara (in der Antike Akesines) im Norden, beläuft sich auf 170 Kilometer. Die Gipfelhöhe bleibt naturgemäß nicht konstant, hat sich aber seit der Antike nicht wesentlich verändert. In 2.900 Meter Höhe hat sich eine Verebnung, der Piano del Lago, mit einem Durchmesser von rund 3500 Metern ausgebildet, auf der sich der Zentralkegel etwas exzentrisch im Südwest-Sektor aufgebaut hat. Der Basisdurchmesser dieses Kegels beträgt rund 1.500 Meter und der Umfang rund 4.500 Meter.

Der Krater beherbergt heute drei Eruptionsapparate, von denen einer erloschen ist. Zu diesem Zentralkrater gesellte sich bei einem Ausbruch im Jahre 1911 ein neuer Vulkankegel im Nordosten des Piano del Lago, der mit einer Höhe von 3.350 Metern den alten Zentralkegel überragt. Im Osten bricht der Piano del Lago in ein riesiges Tal, Valle de Bove, ab, das durch heftige Eruptionen in prähistorischer Zeit entstanden ist und die Form eines Amphitheaters hat. An seinem Rand in 2.919 Meter Höhe befinden sich die Reste eines antiken Gebäudes, „Torre del Filosofo“ genannt, ein Bauwerk aus der römischen Kaiserzeit. Das Observatorium auf dem Piano del Lago, die „Casa Inglese“, wurde ebenso wie Teile der Seilbahn bei dem Ausbruch 1971 unter Lavamassen begraben und völlig zerstört.

Aus dem Zentralkrater entweichen ständig Dämpfe und Gase, oft auch Asche und Bimssteine. Haupttätig ist der Vulkan aber in tieferen Bereichen, wobei der Krater oft nicht einmal erhöhte Aktivität aufzuweisen braucht. An den Hängen reißen durch den Druck des Magmas Spalten auf, aus denen im oberen Teil der Spalten am Hang Gase und pyroklastisches Material austreten, während im unteren Bereich die Lava ausfließt. Um diese neuen Ausbruchsstellen bilden sich Parasitärkegel, die wie Pickel auf dem Hauptkegel aufsitzen. Die ausfließende Lava reicht in ihrer Zusammensetzung von einem intermediären

bis zum basischen Typ, wobei letzterer überwiegt, das heißt es fließt hauptsächlich eine basaltische Lava von dünnflüssiger Konsistenz zu Tal.

Lavaströme und Aschenregen zerstörten immer wieder Dörfer und Städte und schädigten die Ländereien. Doch sind die Aschenablagerungen auch die Ursache der großen Fruchtbarkeit des Landes in der Umgebung des Ätnas, und deshalb sind die unteren Regionen des Vulkans seit altersher trotz der Gefahr dicht besiedelt. Bis in eine Höhe von 800 Metern reicht die Kulturregion, wo Orangen und Mandarinen, Zitronen, Wein, Feigen und Datteln gedeihen. Der Wein wurde schon in der Antike als vorzüglich befunden. Bis 1.200 Meter Höhe reicht die Ackerbaugrenze mit Weizen- und Roggenanbau, auch Edelkastanien und Haselnüsse gedeihen hier. Der Wald zieht sich bis 2.000 Meter hinauf, und erst dort beginnt die Hochregion, die nur noch Kräuter- und Flechtenbewuchs aufweist. Der Gipfel ist die meiste Zeit des Jahres mit Schnee und Eis bedeckt.

5.2.2 Gestalt und Tätigkeit des Ätna in der Antike¹

Der erste schriftlich überlieferte Ausbruch ereignete sich im Jahre 693 v. Chr. und zerstörte Katane (Catania).² Die Lava trat am Fuße des Montpilieri aus, des markanten, durch diesen Ausbruch gebildeten Parasitärkegels unmittelbar südlich von Nicolisi. In den Mitteilungen über diesen Ausbruch ist auch die Legende von den frommen Brüdern enthalten, die ihre alten Eltern vor den Flammen retteten und deshalb ihre Habe verloren. Am hübschesten ist sie von Konon³ erzählt:

Die Krater des Aetnafeuers ergossen einst so große Flammen – einem Strome gleich – durch jene Gegend, daß die Bewohner von Katane – dies ist aber eine griechische Stadt in Sizilien – glaubten, sie würden bestimmt den Untergang der Stadt herbeiführen. Es flohen daher aus ihr die Bewohner so schnell wie möglich; einige trugen Gold, einige Silber fort, andere was nur immer beim Verlassen der Stadt nützlich zu sein versprach. Anapias und Amphinomos nahmen ihre hilflosen greisen Eltern auf die Schultern und flüchteten mit ihnen. Die anderen verbrannte unterdes die Flamme, indem sie jedoch jene umging, schien sie sich so zu teilen, daß ringsum ein Platz frei wurde wie eine Insel. Deshalb nannten die Sizilianer jenen Platz „Gegend der Frommen“ und stellten steinerne Statuen zur Erinnerung an die Männer auf als Zeugnisse jener zugleich göttlichen und menschlichen Handlung.¹

Auf vielen katanäischen Münzen ist das Brüderpaar mit den geretteten Eltern dargestellt.

Der feuerspeiende Berg hatte die mythenbildende Phantasie der Griechen angeregt, als sie sich im 8. Jahrhundert v. Chr. in Unteritalien und auf Sizilien ansiedelten. Sie brachten nun

¹ Chronologische Zusammenstellung mit Quellenangaben: Wolfgang Sartorius Freiherr von Waltershausen. Der Aetna. Bd. 1. Leipzig 1880. S. 195–207.

² Ailianos bei Stobaios. Florilegium 79, 38; Lykurgos. Gegen Leokrates, 95; Aristot. Über die Welt VI. 400 b; Aetna 632.

³ Konon, RE 11, 1335–1338, Mythograph um 36 v. Chr. bis 17 n. Chr., verfaßte *Διήγησεις* (Erzählungen), fünfzig Erzählungen sind bei Photios, *Βιβλιοθήκη* (Bibliothek), Codex Konon 180, überliefert.

die Giganten- und Titanenkämpfe der griechischen Sagenwelt in Verbindung mit diesem Vulkan: Typhon, jüngster Sohn der Gaia und des Tartaros und ein entsetzliches Ungeheuer mit hundert Schlangenköpfen, verlor den Kampf gegen Zeus und wurde von diesem unter den Vulkan verbannt. Aus Rache für seine Niederlage gegen Zeus löste Typhon die Eruptionen des Vulkans aus. Der Krater des Ätna galt auch als Werkstatt des Hephaistos und seiner Gehilfen, der Kyklopen.

Der Ausbruch im Jahre 475 v. Chr. wurde von Pindar und Aischylos dichterisch mit dieser Sage dargestellt. Pindar schreibt in der 1. Pythischen Ode:

1 ... Was aber von Zeus nicht geliebt wird, das erschrickt, wenn es die Stimme der Pieriden vernimmt, alles auf der Erde und auf dem unbezwinglichen Meer, und er, der im grausigen Tartaros liegt, der Götter Feind der hundertköpfige Typhos. Dieser wuchs einst auf in der vielgenannten kilikischen Grotte, nun freilich drücken die meerumzäunten Hügel von Kyme und die Insel Sizilien seine zottige Brust. Ein zum Himmel ragender Pfeiler hält ihn nieder, der schneebedeckte Ätna, der das ganze Jahr über das scharfe Gestöber nährt.
2 Aus seiner Tief brechen hervor reinste Quellen unnahbaren Feuers: am Tage verströmen feurige Bäche Schwaden von dunklem Rauch, in der Nacht wälzt eine blutrote Flamme Felsen krachend mit sich zum tiefen Grund des Meeres. Jenes wilde Tier aber ist es, das diese unheimlichen Feuergüsse hervortreibt: Gespenstisch, wenn man von Augenzeugen hört, wie es eingekerkert ist zwischen den dunkelbelaubten Gipfeln des Ätna und dem Grund, wie es sich mit seinem ganzen Rücken gegen das Lager stemmt, das ihn wundscheuert.²

Aischylos faßt sich kürzer, wenn er in seiner Tragödie „Der gefesselte Prometheus“ schreibt:

Den erdentstammenden Bewohner von Kilikiens Höhlen bedauerte ich, als ich ihn sah, ein verheerendes Ungeheuer mit hundert Köpfen, wie er gewaltsam unterdrückt wird, der wilde Typhon; allen Göttern widerstand er, mit grausigen Kinnbacken zischend Schrecken, und aus den Augen blitzte er gorgonenäugigen Strahl, die Zeus-Tyrannis auszutilgen mit Gewalt. Doch kam auf ihn das nie schlafende Geschoß des Zeus, herniedergehender Donnerkeil mit Flammenatem, der ihm die hochredenden Prahlereien austrieb; getroffen mitten in das Zwerchfell, wurde er zu Asche verbrannt und ausgedonnert ihm die Kraft. Und nun, ein unbrauchbarer hingestreckter Körper, liegt er nahe bei der Meeresenge, unter den Wurzeln des Ätna in der Mausefalle gefangen. Auf höchsten Gipfeln sitzt und hämmert glühendes Eisen Hephaistos; von dort her werden Feuerströme einst ausbrechen, verzehrend mit wildem Biß

¹ Phot. Bibl. Cod. 186, 43.

² Pind. 1. Pythische Ode I c–II b.

des schönfruchtigen Sizilien weite Felder;
 derart wird Typhos überkochen lassen seinen Groll
 mit heißen Geschossen unerschöpflichen Feuerregens,
 obgleich er vom Donnerkeil des Zeus verkohlt ist.¹

Im Jahre 425 v. Chr. floß ein Lavastrom bis an die Stadtgrenze von Katane, wie Thukydides schreibt:

Der Feuerstrom ergoß sich in diesem selben Frühjahr aus dem Ätna wie früher schon. Er verwüstete ein Stück Land von Katane, das am Fuße des Ätna liegt, des größten Berges in Sizilien. Es heißt, es seien fünfzig Jahre gewesen vom früheren Ausbruch bis zum jetzigen, und im ganzen habe es drei Ausbrüche gegeben, seit Sizilien von Hellenen besiedelt ist.¹

Schwerere Schäden in der Stadt waren bei diesem Ausbruch nicht erfolgt, jedoch wurde das Umland im Westen in Mitleidenschaft gezogen.

Der Ausbruch im Jahre 394 v. Chr. fiel in den Krieg zwischen den Syrakusern und Karthagern und hielt deren Vormarsch auf Katane auf. Diodoros schreibt:

Weil aber der Ätna erst neulich Feuer ausgesandt hatte bis an die See hin, war es nicht möglich, die Landarmee neben den an dem Ufer entlangfahrenden Schiffen marschieren zu lassen; sie mußten im Westen um den Ätna herumgeführt werden.²

Bei Orosius³ wird vermerkt, daß Sizilien gleichzeitig durch ein Erdbeben erschüttert wurde. Erdbeben gehen oft einem Vulkanausbruch voraus. Das schrittweise Aufreißen von Spalten, in die das Magma eindringt, ist immer von Erdstößen begleitet. Die Häufigkeit dieser Erdstöße nimmt im allgemeinen in den letzten Tagen vor einem Ausbruch zu, und die Hypozentren der Beben steigen höher an der Stelle, an der der Ausbruch zu erwarten ist. Heute können solche Erdstöße mit Seismographen gemessen werden. Dennoch ist die exakte Voraussage eines Ausbruchs nicht möglich, besonders bei den hochexplosiven Vulkanen. Hier ist die Zeit zwischen Warnung und Ausbruch oft so kurz, daß die Bevölkerung sich nicht mehr in Sicherheit bringen kann. Gefährliche Vulkane werden schon seit Jahrhunderten überwacht, und in der Antike war dies auch die einzige Möglichkeit. Dennoch nützte häufig alle Beobachtung nichts, und die Bevölkerung wurde von dem Ausbruch überrascht.

Der nächste Ätna-Ausbruch fand im Jahre 141 v. Chr. statt,⁴ ohne allzu viele Schäden anzurichten.

Während des Sklavenaufstandes auf Sizilien im Jahre 135 v. Chr. fand wiederum ein Ausbruch statt. Bei Orosius ist überliefert:

Auf Sizilien spie der Ätna aus und verschleuderte riesige Feuermassen, die nach Art von Sturzbächen die Abhänge herabstürzten und alles Nahegelegene durch heftig ergreifende Flammen verbrannten, die aber auch entfernter befindliches durch heiße,

¹ Thuk. III. 116.

² Diod. 14, 59, 5.

³ Oros. 2, 18, 6.

⁴ Obseq. Prodigia 118.

mit starker Glut weit geflogene Funken versengten. Diese auf Sizilien immer übliche Art von Naturwidrigkeiten pflegt das Unheil nicht anzukündigen, sondern sich [anderen] einzufügen.¹

Der schnellfließende Lavastrom muß in einem sehr dünnflüssigen Zustand gewesen sein, das heißt die Lava war stark basisch und enthielt recht wenig Silikat. Bei dem erwähnten Ausbruch fand auch Aschenauswurf auf weiter entfernte Gebiete statt, wodurch Ländereien verwüstet wurden.

Für den Ausbruch im Jahre 126 v. Chr. wird von Orosius vermerkt, daß der Berg durch Erdstöße erschüttert wurde, bevor die Lava aus dem Krater herausfloß: „... entströmte dem Ätna, nachdem er durch ein ungeheures Beben erschüttert worden war, feurige Masse.“²

Vier Jahre später, 122 v. Chr., erfolgte ein besonders schwerer Ausbruch. Orosius schreibt:

Zur gleichen Zeit hatte der Ätna einen außergewöhnlichen Ausbruch und verschüttete durch die sich darüber ergießenden und weit umherfließenden Feuermassen die Stadt Katane und ihr Gebiet so, daß die Hausdächer durch die warme Asche vorn angesengt und allzusehr belastet zusammenstürzten. Um diesen Schaden zu erleichtern, erließ der Senat den Einwohnern von Katane die Abgaben für zehn Jahre.³

Katane (Catania), 30 Kilometer vom Hauptkrater entfernt direkt am Meer gelegen, wurde schwer in Mitleidenschaft gezogen. Feurige Lava überzog weite Teile der Landschaft und drang bis in die Stadt vor. Glühende Asche setzte Häuser in Brand. Der Lavastrom ist heute mit dem Namen „Lava della Carvana“ belegt und zieht sich westlich von Catania unter dem Hügel Gioeni hin. Größtenteils ist er von anderen Laven späterer Ausbrüche überdeckt, besonders von der „Lava del Cifali“ (Ausbruch 252 n. Chr.) und der „Lava del Rotob“ (Ausbruch 1381 n. Chr.). Die Ausbruchsstelle ist nicht mehr sichtbar. Unter der Lava wurden Reste vollkommen zerstörter römischer Bauten gefunden. Wahrscheinlich wurde auch pyroklastisches Material aus dem Krater ausgeworfen, denn der Aschenregen muß beträchtlich gewesen sein. In der folgenden Beschreibung ist von tiefer Aschenschicht die Rede. Dieses bei Strabon überlieferte Fragment kann Poseidonios zugeschrieben werden und dürfte sich auf das Jahr 122 v. Chr. beziehen:

Der Ätna erhebt sich unmittelbar über Katane, die Stadt hat von den Eruptionen am meisten zu leiden, die Lavaströme [wörtl.: Feuerströme] dringen bis in ihre nächste Nähe – bekannt ist die Geschichte von Amphinomos und Anapias, die ihre Eltern aus der drohenden Gefahr auf ihren Schultern erretteten –, und wenn der Berg, sagt Poseidonios, tätig wird, so bedeckt er das Land mit einer tiefen Aschenschicht. Die Asche nun, wenn sie auch für den Augenblick dem Lande schadet, kommt ihm später zugute; sie macht es zu einem guten Wein- und Fruchtländ, während das übrige Gebiet dem Weinbau nicht gleich günstig ist; und wie man erzählt, mästet der Pflan-

¹ Oros. 5, 6.

² Oros. 5, 10.

³ Oros. 5, 13.

zenwuchs der aschenbedeckten Strecken das Vieh so stark, daß es erstickt; deshalb entnimmt man ihm Blut an den Ohren, vier oder fünf Tage lang, wie wir es auch in der Beschreibung von Erytheia berichteten. Der Lavastrom [wörtl.: Feuerstrom] jedoch, wenn er erstarrt, verwandelt die Erdoberfläche bis zu bedeutender Tiefe in Gestein, so daß sie, freigelegt, zu Steinbrüchen geeignet ist. Denn in den Kratern schmilzt der Stein, und was dann, von ihm in die Höhe geschleudert, über den Rand hinausfällt, ist ein flüssiger schwarzer Schlamm, der bergab fließt. Dieser wird, wenn er erstarrt, zu Lavagestein [wörtl.: Mühlstein], wobei er dieselbe Farbe beibehält, die er in flüssigem Zustand hatte. Jedoch auch die Asche ist aus brennendem Stein entstanden, wie Holzasche aus Holz. Wie also die Raute durch Holzasche gedeiht, so hat die Ätnaasche eine eigentümlich fördernde Beziehung zur Rebe.¹

Poseidonios konnte sich persönlich in Katane über den Verlauf und die Folgen dieses Ausbruches unterrichten, auch in Gesprächen mit Einwohnern, die die erst zwei Jahrzehnte zurückliegende Katastrophe erlebt hatten. In seinem Bericht beschreibt er den Aschenregen, der sich in dicker Schicht über die Ländereien legte, zunächst zerstörend wirkte, dann aber die Fruchtbarkeit der Böden so erhöhte, daß das Vieh sich an dem üppigen Pflanzenwuchs überfraß. Auch Weinstock und Obstbäume gediehen prächtig auf diesen Ländereien, und der Wein war von besonders guter Qualität. Der Getreideanbau wird von Poseidonios nicht erwähnt.

Die stark basische Lava war sehr dünnflüssig, wälzte sich als grauschwarzer Schlamm den Berg herunter und floß bis Katane, eine Spur der Verwüstung hinter sich lassend. Die Lava erhärtete beim Abkühlen zu sehr hartem Basaltgestein, das dieselbe grauschwarze Farbe wie die sich langsam abkühlende Lava hatte. Da sich bei den Ausbrüchen an einigen Orten mehrere Lavaströme überlagert hatten, hatte sich hier das Basaltgestein in bedeutender Tiefe in Schichten aufgebaut und wurde, freigelegt, in Steinbrüchen abgebaut, wie Poseidonios beobachten konnte. Wegen seiner Härte wurden Basaltgesteine als Mahlsteine in Getreide- und Ölmühlen, als Pflastersteine und für den Hausbau verwendet. Poseidonios' Behauptung, daß die Asche aus dem brennenden Gestein entstanden sei, ist richtig, aber er glaubte, daß ein Verbrennungsprozeß stattgefunden hatte. Demnach wäre die Asche der Rückstand des verbrennenden Gesteins im Inneren des Vulkans, wie die Holzasche der Rückstand des verbrannten Holzes ist. Poseidonios konnte noch nicht erkennen, daß die vom Vulkan ausgeworfene Asche durch entweichende Gase aus dem glühenden Magma durch Zerfetzen der Lava zu kleinen und kleinsten Teilchen entsteht. Die Frage, ob ein besonderer Stoff das Feuer im Ätna unterhält, wird in diesen Ausführungen nicht gestellt. In der Beschreibung des Vesuvus wird dann nach einem solchen Stoff gefragt. Poseidonios' Beobachtungen am Aetna führten zur Ausarbeitung einer Theorie des Vulkanismus, die durch seine Beobachtungen am Vesuv und auf den Aeolischen Inseln erhärtet wurde.

¹ Strab 6, 2, 3.

Die Eruptionen der Jahre 49, 44 und 36 v. Chr.¹ verursachten keine großen Schäden. In den nun folgenden zwei Jahrhunderten verhielt sich der Ätna ruhig. Zwar entwichen ständig Dämpfe und Gase aus dem Hauptkrater, auch wurden gelegentlich kleinere Mengen Asche ausgeworfen, aber es erfolgten keine heftigen Ausbrüche bis zum Jahre 251 n. Chr.², als Katane erneut durch einen starken Ausbruch durch Lavaströme schwer in Mitleidenschaft gezogen wurde.

Die Beschaffenheit des Ätnas und besonders der Gipfelregion zu Beginn der Kaiserzeit ist bei Strabon ausführlich beschrieben worden. Diese Darstellung ist die einzige, die aus der Antike überliefert ist, und für mehr als ein Jahrtausend fehlen alle Nachrichten über die Gestalt des Kraters,³ obgleich mehrere Eruptionen für diesen Zeitraum gemeldet sind. Strabon schreibt:

Poseidonios sagt, Syrakus und der Eryx [San Giovanni] wären gleichsam wie zwei Burgfesten am Meere angelegt; in der Mitte zwischen beiden aber überrage Enna [Castro Giovanni] die im Kreise umherliegenden Ebenen.

Nahe bei Kentoripa [Centorbi] liegt das oben erwähnte Städtchen Ätna, welches die den Berg Besteigenden gastlich aufnimmt und weiter geleitet; denn hier nimmt der Berggipfel seinen Anfang. Die höheren Gegenden aber sind kahl, mit Asche bedeckt und im Winter voll von Schnee, die niedrigeren dagegen von Wäldern und allerlei Pflanzungen durchschnitten. Der Gipfel des Berges scheint viele Veränderungen zu erleiden durch das Umsichgreifen des Feuers, welches bald in einen Krater zusammenströmt, bald sich verteilt, bald Lavaströme emporsendet, bald Flammen und Rauchwolken, zuweilen aber auch glühende Steinmassen auswirft. Notwendig müssen sich mit diesen Vorkommnissen zugleich auch die Gänge unter der Erde und die Mündungen, deren bisweilen mehrere auf der Oberfläche umher erscheinen, verändern. Leute nun, die ihn jüngst bestiegen haben, erzählten mir, daß sie oben eine ebene Fläche von etwa 20 Stadien [3,7 km] im Umfange fanden, welche mit einem die Höhe einer niedrigen Mauer haltenden Aschenrande umgeben war, so daß die, welche auf die Ebene vorschreiten wollten, über ihn hinabspringen mußten. In der Mitte sahen sie eine Anhöhe von aschgrauer Farbe, wie auch die Oberfläche der Ebene aussah; über der Anhöhe aber stand eine senkrechte, sich zu einer Höhe von etwa 200 Fuß [61,7 m] erhebende Wolkensäule unbeweglich – denn es war Windstille –, die sie mit Rauch verglichen. Zwei wagten es, in die Ebene vorzuschreiten; als sie aber immer heißeren Sand betraten, kehrten sie um und hatten nichts weiter zu berichten, als was sich auch den von ferne Zuschauenden gezeigt hatte.

Sie glaubten aber, infolge dieser Ansicht des Berges seien viele Fabeln entstanden, und besonders was einige vom Empedokles erzählen, daß er in den Krater hinabgestürzt sei und als Spur seines Unfalls einen der ehernen Schuhe, welche er trug, zurückgelassen habe; denn dieser sei, durch die Gewalt des Feuers ausgeworfen, draußen in geringer Entfernung von dem Rande des Kraters aufgefunden worden. Dieser selbst nämlich sei weder zugänglich noch sichtbar, und sie vermuteten, daß nicht einmal etwas hineingeworfen werden könne wegen der aus der Tiefe entgegenwehenden Winde und wegen der Hitze, die einem wahrscheinlich von

¹ 49 v. Chr.: Petron. 122; 44 v. Chr.: Verg. georg. 1, 471; 36 v. Chr.: Appian. Civ. 5, 117.

² Acta Sanct. Bollandi 1668.

³ Aufzählung der Ausbrüche: Sartorius S. 205–301.

ferne entgegendringe, ehe man sich noch der Mündung des Kraters näherte; wäre aber etwas hinabgeworfen worden, so würde es wohl eher zerstört sein, als daß es in derselben Gestalt, wie es vorher aufgenommen worden, wieder ausgeworfen würde. Daß nun zwar zuweilen die Winde und das Feuer nachließen, wenn der Stoff ausgehe, sei nicht unwahrscheinlich, aber doch sicher nicht in solchem Grade, daß einem Menschen gegen eine so große Gewalt die Annäherung möglich wäre.

Der Ätna aber liegt zwar mehr über der Küste längs der Meerenge und dem Gebiet von Katane, doch auch über der längs dem Tyrrhenischen Meer und den Liparischen Inseln. Des Nachts nun leuchtet ein heller Feuerschein vom Gipfel auf; am Tage aber ist er in Rauch und Finsternis gehüllt.¹

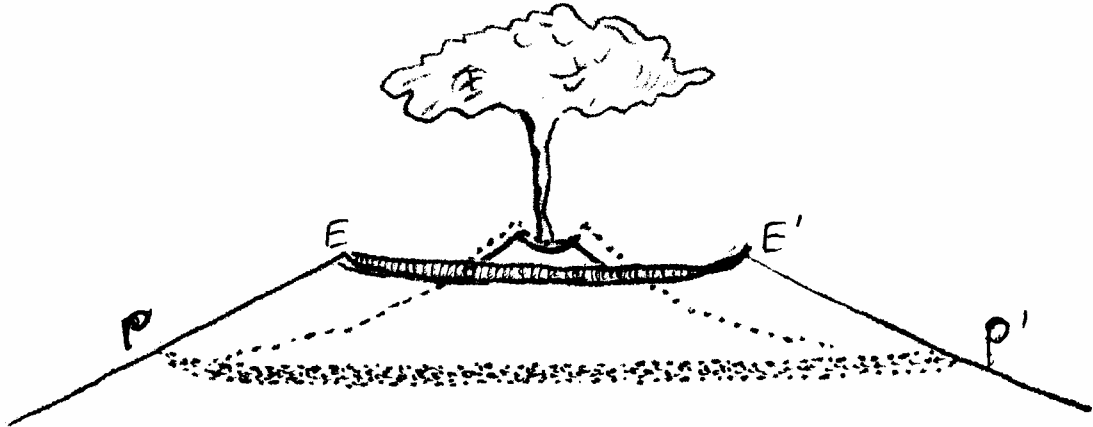
Strabons Bericht beginnt mit der geographischen Lage des Berges Enna und Poseidonios wird namentlich genannt. Wieweit die nun folgenden Ausführungen Poseidonios zugeschrieben werden können, muß offen bleiben. Denkbar wäre eine Zuschreibung des ersten Absatzes, der die Aufzählung der einzelnen Bergregionen, Beobachtungen der Veränderungen des Gipfels und die Beschreibung, wie und wo der Aschenausstoß und der Ausfluß der Lava stattfinden, enthält. Die Mitteilungen von Bergsteigern über ihre Erkundungen der Gipfelregion sind mit Sicherheit erst von Strabon um die Zeitenwende vermittelt worden, als der Vulkan sich über Jahre ruhig verhalten hatte und nur aus dem Hauptkrater Rauch und ab und zu leichter Auswurf von Asche zu beobachten war. Ein Erklimmen des Ätnas bis zum Gipfel erforderte zwar eine gute Kondition, war aber relativ gefahrlos. In der Kaiserzeit waren solche Bergtouren große Mode. Es ist verbürgt, daß Kaiser Hadrian den Ätna im Jahre 126 n. Chr. bestieg, um auf dem Gipfel den Sonnenaufgang zu erleben. Er soll in dem „Torre del Filosofo“ übernachtet haben.

Eine Zeichnung² nach den Angaben von Strabon zeigt den verflachten Kraterrand EE' in etwa 3.250 Meter Höhe. Für diese Ebene wird ein Umfang von 20 Stadien (3.700 Meter) angegeben, das entspricht einem Radius von 590 Metern. Der Wall, der die Ebene umschloß, mag vielleicht 10 Meter nach innen betragen haben. In der Mitte der Ebene erhob sich ein kleiner, aschgrauer Kegel, der den eigentlichen Schlot beherbergte. Aus diesem stiegen ständig Dämpfe und Gase empor. Die Asche, die die Ebene bedeckte, war so heiß, daß ein Vordringen bis zum Schlot nicht möglich war. Da Windstille herrsche, bot sich den Bergsteigern das Bild einer unbeweglich über dem Kegel stehenden Rauchwolke, deren Höhe mit 200 Fuß (61,7 m) angegeben wird. Die Bergsteiger hatten erfahren, daß die Glut im Inneren des Kraters jeden Gegenstand sofort zerstörte. Somit wäre auch die Überlieferung, Empedokles habe sich in den Ätna gestürzt, um durch einen Wiederaufstieg seine Unsterblichkeit zu beweisen, aber nur ein eiserner Schuh sei herausgeschleudert worden, in

¹ Strab. 6, 2, 8.

² Sartorius S. 302.

das Reich der Fabel zu verweisen, denn auch ein Gegenstand aus Eisen würde sofort in der Glut schmelzen. Dieser Folgerung hätte Poseidonios wohl zugestimmt.



durchgezogene Linie: Gipfel zur Zeit Strabons

gestrichelte Linie: Gipfel nach dem Ausbruch 1669

Im Jahre 1669 erfolgte die größte Eruption der frühen Neuzeit, die den Zusammensturz des gesamten Gipfels zur Folge hatte.¹ Die Gipfelhöhe verringerte sich um 200 Meter. Begleitet wurde dieser Ausbruch von starken Erdstößen, und aus mehreren Spalten drangen die Lavaströme hervor, die die kleineren Ortschaften am Fuße des Ätnas zerstörten und teilweise ins Meer flossen, teilweise aber Catania erreichten und die Stadt unter sich begruben. Während des eigentlichen Ausbruchs verhielt sich der Hauptkrater völlig ruhig, stürzte aber nach 15 Tagen unter heftigen Erdstößen und dem Ausstoß einer gewaltigen Staubwolke in sich zusammen, weil die Wände des nun leeren Schlotens ihre Stütze verloren hatten. Der Gipfel war eingestürzt, und eine weite Caldera war zurückgeblieben, die sich in den folgenden Jahrzehnten wieder mit interkrateren Lava-Effusionen auffüllte. Der Zentralkrater baute sich langsam wieder auf, bis er die heutige Höhe erreicht hatte. Wie auf der Zeichnung zu sehen ist, liegt die Verebnung PP' (Piano del Lago) heute tiefer als der damalige Kraterrand EE'. Die Gestalt des Ätnas ist nicht anders als zu der Zeit, als Poseidonios dieses Gebiet bereiste.

¹ Pichler. Ätna, S. 124–126.



Bacchus und der Vesus

Fresko im IV. Stil, 140 x 101 cm

Pompeii, Peristyl des Hauses der Jahrhundertfeier

Archäologisches Nationalmuseum, Neapel

5.3 Der Vesuv (Vesuvius)

5.3.1 Morphologische Übersicht

Der heutige Vesuv bildet mit dem Monte Somma einen Doppelvulkan aus zwei ineinander steckenden Kegeln. Von diesem klassischen Beispiel stammt der vulkanologische Begriff „Somma-Vulkane“. Der ältere Monte Somma bildet den Unterbau dieses zusammengesetzten Stratovulkans. An seinem Fuß mißt er im Umkreis etwa 80 Kilometer und bedeckt eine Fläche von rund 480 Quadratkilometern. Der ehemalige Riesenkrater des Monte Somma mißt im Durchmesser 4 Kilometer und hat einen Umfang von rund 12 Kilometern. Nur der nordöstliche Teil des Kraterrandes ist als sichelförmiger Wall erhalten geblieben. Dieser nach Süden und Südwesten in bis zu 200 Meter hohen Wänden steil ins Valle del Giante abbrechende, nach Norden und Nordosten dagegen sich langsam abflachende Wall wird heute als Monte Somma bezeichnet. Er gipfelt in der Punta Nasone mit einer Höhe von 1.132 Metern.

In dem weitgehend aufgefüllten Riesenkrater des Somma-Vulkans steht etwas exzentrisch als Tochtervulkan der eigentliche Vesuv-Kegel, der im Laufe seiner Geschichte durch paroxysmale Ereignisse mehrfach seine Gestalt veränderte. Heute mißt er 1.281 Meter und überragt den Somma-Wall um 150 Meter. Die Fördermassen des Vesuvs haben den Südwest-Sektor des Somma-Vulkans vollständig unter sich begraben. Eine Verflachung, der Piano delle Ginestre, zeichnet hier den Verlauf des Somma-Kraterrandes im Untergrund nach. Der Hügel des Èremo (Colle del Salvatore) ist ein inselförmig erhalten gebliebener Rest des Somma-Baues auf der Westseite. Dieser Hügel, der das Observatorium trägt, wird von zwei Tälern begrenzt: im Norden durch den Fosso della Vetrana, im Süden durch den Fosso Grande. Zwischen dem Vesuv-Kegel und dem Somma-Wall erstreckt sich ein annähernd halbkreisförmiges, etwa 5 Kilometer langes, wüstenhaftes Tal, das Valle del Giante.

5.3.2 Vesuvausbrüche in der Antike

Die prähistorischen Ausbrüche und die Gestalt des Vesuvs vor 79 n. Chr.

Die Entwicklung des Somma-Vesuvs läßt sich in vier Epochen gliedern:

1. Ur-Somma

Die vulkanische Aktivität fällt in das jüngste Pleistozän vor etwa 12.000 Jahren. Produkte dieser alten Vulkans sind oberflächlich anstehend nicht bekannt und nur im Untergrund von Pompeii nachgewiesen als graue, bimssteinartige Aschentuffe.

2. Alt-Somma

Der Beginn der Tätigkeit dürfte 8.000 Jahre zurückliegen und dauerte 2.500 Jahre mit Ruhepausen. Durch zahlreiche Ausbrüche wurden pyroklastische und effusive Vulkangesteine gefördert, die den über 1.000 Meter hohen Stratovulkan aufbauten. Die Förderprodukte waren phonolithische Leucit-Tephrite, grauweißes bis graugrünes Gestein mit Hauptanteil an Leucit $K(AlSi_2O_6)$.

3. Jung-Somma

Stratovulkan mit leucit-tephritischen Strömen, Radialgängen und Mantelsills. Drei Paroxysmal-Ausbrüche, deren erster vor etwa 5.000 Jahren geschah, sind bis ins 12. Jahrhundert v. Chr. erfolgt. Die dritte paroxysmale Eruption war besonders heftig. Zuerst wurden weiße Bimssteine ausgeworfen, die man im Untergrund von Pompeii als zwei Meter dicke Schicht und an den Nordhängen des Monte Somma gefunden hat. Im Untergrund von Pompeii wurde auch ein Lavastrom nachgewiesen, der am Fuße des Jung-Somma in der Gegend des heutigen Boscoreale ausgetreten war. Am Berg wurden die Bimssteine von graugrünen Schlacken mit Auswürflingen von Kreidekalken überdeckt. Darüber legten sich als letzte Förderprodukte dieses dritten Ausbruches graue Aschen mit zahlreichen groben Blöcken von Subvulkaniten und hochkontaktmetamorphen Trias-Dolomiten. Am Ende dieser länger andauernden Tätigkeitsperiode war der Vulkan zu einer Höhe von über 2.000 Metern emporgewachsen. Nach diesem dritten Ausbruch herrschte für Jahrhunderte Ruhe, bis im Jahre 79 n. Chr. jener explosive Ausbruch erfolgte, der zu der weitgehenden Zerstörung des Jung-Somma führte. In der entstandenen etwa sechs Kilometer weiten Caldera wuchs der mächtige Kegel des heutigen Vesuvs empor.

4. Vesuv

Lavareicher Stratovulkan, der bis 1944 periodisch tätig war. Seitdem werden nur Rauchwolken ausgestoßen, zur Zeit nur innerhalb des Kraters. Seine Förderprodukte weisen eine Desilifizierung auf, sie bestehen hauptsächlich aus tephritischen Leucititen.

In der antiken Literatur wird der Vulkan „Vesuv“ oder „Vesuvius“ genannt. Vor dem Jahre 79 v. Chr. hatte er, wie auf einem Fresko aus Pompeii zu sehen ist, die Gestalt eines schräg abgestumpften, eingipfeligen Kegels, der eine ziemlich weite und flache, im Norden durch einen steil nach innen abbrechenden Wall begrenzte Kratermulde besaß. Auf dem Fresko ist deutlich zu erkennen, daß der Vulkan bis in die Gipfelregion bewachsen war. An den unteren Hängen zogen sich Wein- und Obstgärten hinauf, der obere Teil war bewaldet. Der Gipfel war kahler Fels, und es führte nur ein einziger, recht schwieriger Pfad nach oben. Die Kratermulde war von schroffen Felswänden umgeben und auf dem Boden mit Buschwerk und wilden Reben bewachsen. Auf dem Fresko ist am Fuße des Berges der Gott Bacchus, dem der Berg geweiht war, als ein Sinnbild der Fruchtbarkeit des Landes dargestellt.

In der Kratermulde lagerte das Heer der aufständischen Sklaven und Spartakus im Jahre 73 v. Chr.¹ Die Römer hatten den Zugang blockiert, die Aufständischen flochten daraufhin Strickleitern aus den Ranken der wilden Reben, ließen sich an den Felswänden herab und entkamen so den Verfolgern.² In der Umgebung hatten sich reiche Römer ihre Landhäuser gebaut, und niemand von den Bewohnern dieser Gegend war sich bewußt, daß sie sich in der Umgebung eines Berges aufhielten, der ein erloschener Vulkan war und vielleicht für sie eine Gefahr darstellen könnte. Es ist das Verdienst von Poseidonios, dies erkannt zu haben, wie eine Beschreibung bei Strabon, die ihm zugeschrieben wird, aufzeigt:

Über diesen Orten liegt der Vesuv, ringsum, mit Ausnahme des Gipfels, bebaut mit schönen Feldern. Der Gipfel ist zwar zum größten Teil flach, aber ganz unfruchtbar und von aschenartigem Aussehen. Er hat schluchtenartige Höhlungen aus rußfarbenen Steinen, die aussehen, als seien sie vom Feuer zerfressen. Man könnte deshalb vermuten, die Stelle habe früher gebrannt, habe speiende Feuerkrater enthalten und sei erloschen, als der Stoff dazu ausgegangen war. Dies ist wahrscheinlich der Grund für die Fruchtbarkeit ringsum wie in Katane, wo der mit der aus dem Ätna ausgeworfenen Asche bedeckte Teil, wie man sagt, die Erde sehr geeignet für den Weinbau gemacht hat. Sie enthält nämlich einen öligen Stoff sowohl für die ausgebrannte Erde als auch für die fruchtbringende Scholle. Wenn die Erde also viel Öl enthielt, war sie brennbar, wie alle schwefelhaltige Erde; hatte sie aber das Öl von sich gegeben, war erloschen und zu Asche geworden, verwandelte sie ihre Eigenschaft in Fruchtbarkeit.³

Poseidonios muß beobachtet haben, daß der Ätna und der Vesuv die Gestalt eines Kegels aufwiesen, die typische Form eines Vulkans. Auf dem Gipfel des Vesuvs fand er aschenartiges Lockermaterial und grauschwarzes Gestein von derselben Farbe und Beschaffenheit wie die Aschen und Laven, die der Ätna bei seinen Ausbrüchen auswarf. Daraus folgerte Poseidonios, daß auch der Vesuv ein Vulkan war, dessen unterirdisches Feuer im Gegensatz zum Ätna erloschen war. Auch hier hatte sich glühendes Gestein in Asche verwandelt, die auf das Umland niedergegangen war und sich in fruchtbares Erdreich verwandelt hatte.

Auch Vitruv spricht von den Feuerbränden, die in alten Zeiten unter dem Vesuv gewütet haben:

Ebenso wird auch berichtet, daß in alter Zeit Feuerbrände unter dem Vesuv entstanden sind und im Übermaß vorhanden waren und von dort rings über das Land Feuer ausgespieen haben. Und daher scheint damals das, was jetzt Schwammstein oder Pompeianischer Bimsstein genannt wird, aus einer andern Gesteinsart, die ausgeglüht worden ist, in eine Steinart mit der jetzigen Beschaffenheit umgewandelt zu sein. Diese Art von Schwammstein aber, die von dort gewonnen wird, entsteht nicht überall, außer rings um den Ätna und an den Hügeln Mysiens, das von den Griechen „Verbrannte Erde“ genannt wird, und wenn es sonst irgendwelche

¹ Flor. Epitom. III. 20, 3; Frontin Strat. I. 5, 21; Appian. Bell. Civ. I. 116.

² Plut. Crassus 9.

³ Strab. 5, 4, 8.

Gegenden von gleichartiger Eigentümlichkeit gibt.¹

Die Quelle dieser Ausführungen dürfte Poseidonios gewesen sein. Es war für ihn noch nicht möglich zu erkennen, wie tephritische und basaltische Lava entstehen, wohl aber muß er schon den Unterschied der Laven in Bezug auf ihre Eigenschaften wie Härte und Schwere – heute würde man sagen: spezifisches Gewicht oder Dichte – erkannt haben. Nach seiner Vorstellung wurden Schwammstein und Bimsstein durch Umwandlung aus anderen Gesteinsarten in einem vulkanischen Prozeß gebildet.

Die Ursache für das Verlöschen des Feuers sah Poseidonios darin, daß der Stoff, der das Feuer unterhalten hatte, aufgebraucht war. Dieses Öl vergleicht er mit der leicht brennbaren schwefelhaltigen Erde. Es kann vermutet werden, daß er dieses Öl als eine besondere Art Schwefel oder als flüssigen Schwefel ansah. Daß Schwefel leicht schmilzt und verbrennt, konnte Poseidonios auf Sizilien beobachten, wo der Schwefel in riesigen Lagern durch Ausschmelzen gewonnen wurde, wobei ein Teil des Schwefels verbrannte, um die nötige Schmelzwärme zu erzeugen. Ein Beispiel für vulkanische Tätigkeit dürften für Poseidonios auch die Phlegrae Campi, die Phlegräischen Felder, gewesen sein, wo unterirdische Feuer Dämpfe und heiße Quellen erzeugten, die aus dem Erdboden strömten. An vielen Stellen, besonders an den Rändern der Schwefelquellen, hatte sich elementarer Schwefel abgelagert; für Poseidonios könnten diese Ablagerungen der Beweis gewesen sein, daß dieser Stoff das Brennmaterial für die unterirdischen Feuer war.

Noch für Jahrzehnte verhielt sich der Vesuv ruhig. Verbote einer erneuten Tätigkeit war das Erdbeben am 5. Februar 63 n. Chr., das die Umgebung erschütterte und schwere Schäden in Herculaneum und Pompeii anrichtete.² Diese Schäden waren noch nicht vollständig beseitigt, als am 24./25. August 79 n. Chr. der furchtbare Ausbruch des Vesuvs die Umgebung zerstörte. Herculaneum wurde unter einer riesigen Schlammlawine begraben, Pompeii von Bimssteinen und Aschen vollständig zugedeckt und Stabiae durch Aschenregen zerstört. Der Verlauf des Ausbruchs ist der Nachwelt durch die zwei berühmten Briefe, die Plinius d. J. an Tacitus schrieb, überliefert. Plinius d. J., der sich zu jener Zeit auf dem Landsitz seines Oheims, Plinius d. Ä., in Misenum aufhielt, beschreibt in seinem ersten Brief an Tacitus, daß seine Mutter am 24. August des Jahres 79 gegen Mittag eine ungewöhnlich große, weiße Wolke sah und diese Beobachtung seinem Oheim mitteilte. Dieser erstieg daraufhin eine Anhöhe, um die merkwürdige Erscheinung selbst zu betrachten:

Es erhob sich eine Wolke, für den Beobachter aus der Ferne unkenntlich, auf welchem Berge – später erfuhr man, es sei der Vesuv gewesen –, deren Gestalt am ehesten einer Pinie ähnelte. Denn sie stieg wie ein Riesenstamm in die Höhe und

¹ Vitr. II. 6, 2–3.

² Tac. Ann. 15, 22, 2; Sen. nat. IV. 6, 12 und 26, 5.

verzweigte sich dann in einer Reihe von Ästen, wohl weil ein kräftiger Luftzug sie emporwirbelte und dann nachließ, so daß sie den Auftrieb verlor oder auch vermöge ihres Eigengewichtes sich in die Breite verflüchtigte, manchmal weiß, dann wieder schmutzig und fleckig, je nachdem sie die Erde oder Asche mit sich emporgerissen hatte.¹

Plinius d. Ä. wollte diese Erscheinung selbst untersuchen, außerdem erreichte ihn ein Hilferuf aus Retina (Resina). Er beschloß, den Bewohnern zu Hilfe zu kommen, begab sich an Bord eines Vierdeckers und ließ das Schiff auf die Küste zusegeln, wobei er seinem Sekretär alle Phasen des Unheils diktierte:

Schon fiel Asche auf die Schiffe, immer heißer und dichter, je näher sie herankamen, bald auch Bimsstein und schwarze, halbverkohlte, vom Feuer geborstene Steine, schon trat das Meer plötzlich zurück, und das Ufer wurde durch Felsbrocken vom Berge her unpassierbar. Einen Augenblick war er unschlüssig, ob er nicht umkehren sollte, dann rief er dem Steuermann zu: „... Halt auf Pomponianus zu!“ Dieser befand sich in Stabiae, am anderen Ende des Golfs – das Meer drängt sich hier in sanft gekrümmtem Bogen ins Land ... Dorthin fuhr jetzt mein Oheim mit dem für ihn günstigen Winde ... Nach dem Bade speiste er seelenruhig.

Inzwischen leuchteten vom Vesuv her an mehreren Stellen weite Flammenherde und hohe Feuersäulen auf, deren strahlende Helle durch die dunkle Nacht noch gehoben wurde. Um das Grauen der anderen zu beschwichtigen, erklärte mein Oheim, Bauern hätten in der Aufregung die Herdfeuer brennen lassen, und nun ständen ihre verlassen Hütten unbehütet in Flammen. Dann begab er sich zur Ruhe und schlief fest ... Aber der Boden des Vorplatzes, von dem aus man das Zimmer betrat, hatte sich, von einem Gemisch aus Asche und Bimsstein bedeckt, schon so weit gehoben, daß man, bliebe man noch länger in dem Gemach, nicht mehr hätte herauskommen können ... Infolge häufiger, starker Erdstöße wankten die Gebäude und schienen, gleichsam aus ihren Fundamenten gelöst, hin- und herzuschwanken. Im Freien wiederum war das Niedergehen allerdings nur leichter, ausgeglühter Bimssteinstückchen bedenklich, doch entschied man sich beim Vergleich der beiden Gefahren für das letztere ... Sie stülpten sich Kissen über den Kopf und verschnürten sie mit Tüchern, das bot Schutz gegen den Steinschlag.

Schon war anderswo Tag, dort aber Nacht, schwärzer und dichter als alle Nächte sonst, doch milderten die vielen Fackeln und mancherlei Lichter die Finsternis. Man beschloß, an den Strand zu gehen und sich aus der Nähe zu überzeugen, ob das Meer schon gestatte, etwas zu unternehmen; aber es blieb immer noch rau und feindlich. Dort legte sich mein Oheim auf eine hingebreitete Decke, verlangte hin und wieder einen Schluck kalten Wassers und nahm ihn zu sich. Dann jagten Flammen und als ihr Vorbote Schwefelgeruch die anderen in die Flucht, schreckten ihn auf. Auf zwei Sklaven gestützt, erhob er sich und brach gleich tot zusammen, vermutlich weil ihm der dichtere Qualm den Atem benahm und den Schlund verschloß, der bei ihm von Natur schwach, eng und häufig entzündet war.²

In seinem zweiten Brief an Tacitus beschreibt Plinius d. J. die Zustände in Misenum, wo er mit seiner Mutter zurückgeblieben war und erst am nächsten Tag den Ort verließ, nachdem starke Erdstöße die ersten Schäden verursacht hatten:

Es war bereits um die erste Stunde, und der Tag kam zögernd, sozusagen schläfrig

¹ Plin. d. J. Epist. 6, 16.

² Plin. d. J. Epist. 6, 16.

herauf. Die umliegenden Gebäude waren schon stark in Mitleidenschaft gezogen, und obwohl wir uns auf freiem, allerdings beengtem Raum befanden, empfanden wir starke und begründete Furcht, daß sie einstürzen könnten. Jetzt erschien es uns ratsam, die Stadt zu verlassen ... Als wir die Häuser hinter uns hatten, blieben wir stehen. Da sahen wir allerlei Sonderbares, Beklemmendes geschehen. Die Wagen, die wir hatten herausbringen lassen, rollten hin und her, obwohl sie auf ganz ebenem Terrain standen, und blieben nicht einmal auf demselben Fleck, wenn wir Steine unterlegten. Außerdem sahen wir, wie das Meer sich in sich selbst zurückzog und durch die Erdstöße gleichsam zurückgedrängt wurde. Jedenfalls war der Strand vorgerückt und hielt zahllose Seetiere auf dem trockenen Sande fest. Auf der anderen Seite eine schaurige, schwarze Wolke, kreuz und quer von feurigen Schlangenlinien durchzuckt, die sich in langen Flammengarben spalteten, Blitzen ähnlich, nur größer

...
Nicht lange danach senkte sich jene Wolke auf die Erde, bedeckte das Meer, hatte bereits Capri eingehüllt und unsichtbar gemacht, hatte das Kap Misenum unsern Blicken entzogen ... Schon regnete es Asche, doch zunächst nur dünn. Ich schaute zurück: im Rücken drohte dichter Qualm, der uns, sich über den Erdboden ausbreitend, wie ein Gießbach folgte ... Da wurde es Nacht, aber nicht wie bei mondlosem, wolkenverhangenem Himmel, sondern wie in einem geschlossenen Raum, wenn man das Licht gelöscht hat ... Dann hellte es sich ein wenig auf, doch es war anscheinend nicht das Tageslicht, sondern ein Vorbote des nahenden Feuers. Aber das Feuer blieb in ziemlicher Entfernung stehen; es wurde wieder dunkel, wieder fiel Asche, dicht und schwer, die wir, fortgesetzt aufstehend, abschüttelten; wir wären sonst verschüttet und durch ihre Last erdrückt worden ... Endlich wurde der Qualm dünner und verflüchtigte sich sozusagen zu Dampf oder Nebel. Bald wurde es richtig Tag, sogar die Sonne kam heraus, doch nur fahl wie bei einer Sonnenfinsternis. Den noch verängstigten Augen schien alles verwandelt und mit einer hohen Aschenschicht wie mit Schnee überzogen.¹

Dieser Bericht von Plinius d. J., wohl die erste ausführliche Schilderung eines Vulkanausbruchs überhaupt, ist jedoch recht subjektiv abgefaßt, nur auf das „heldenhafte“ Verhalten des Oheims und auf den unmittelbaren Eindruck des Schreibers bezogen. Von dem Untergang der Städte Pompeii, Herculaneum und Stabiae wird nichts berichtet. Auch von den Veränderungen des Vesuvs, der durch den explosionsartigen Ausbruch weitgehend zerstört worden war und dem Betrachter eine riesige Caldera darbot, wird nichts berichtet. Die Ausgrabungen der verschütteten Städte, die damit verbundenen Funde an Skeletten, Einrichtungs- und Kunstgegenständen sowie die intensive geologische Forschungsarbeit ermöglichen, den katastrophalen Ausbruch des Vesuvs im Jahre 79 n. Chr. zu rekonstruieren.²

Am frühen Nachmittag des 24. Oktobers 79 n. Chr. wurde durch eine mächtige Explosion der Schlotpfropfen des Berges herausgesprengt, und in kurzer Zeit wurden riesige Mengen von Bimssteinen und Aschen ausgeworfen. Die Ausbruchswolke in Form einer Schirmpinie stieg zwanzig-, wenn nicht sogar dreißigtausend Meter hoch und verdunkelte den Himmel, so daß der Tag zur Nacht wurde. Die Bimssteine fielen auf Pompeii und Umgebung und häuften

¹ Plin. d. J. Epist. 6, 20.

² Siehe: Alfred Rittmann. Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart 1981. S. 132–134.

sich zu einer drei Meter hohen Schicht an. Die Asche wurde durch den Wind noch viel weiter nach Süden getrieben. Danach förderte ein Gasstrahl sandig zerriebenes Material der Schlotwandung mit wenig zerspratztem Magma.

Während einer relativ ruhigen Phase in der Nacht zum 25. Oktober rutschten die Innenwände des Kraters in den Schlot. Am Morgen wurde von der nächsten Explosion ihr Schutt zertrümmert und ausgeworfen. Das gasreiche Magma der Tiefe stieg hoch und wurde durch weitere Explosionen zerstäubt und in einer sich immer mehr steigenden Reihe von glühendheißen Aschenauswürfen gefördert. Der Ausbruch erreichte seinen Höhepunkt. Ein heftiger Platzregen setzte ein, der die am Westhang niedergegangenen Aschenmengen in Schlammströme verwandelte, die, alles auf ihrem Wege mitreißend, über Herculaneum hereinbrachen und die Stadt unter sich begruben. Über Pompeii hatte sich über der Bimssteinschicht eine 50 cm bis 150 cm dicke Schicht von zusammengebackener Asche gelegt.

Die Kraterwände stürzten noch mindestens zweimal ein, wodurch wieder Schutt ausgeworfen wurde, der sich teilweise über Pompeii ablagerte. Der Ausbruch, der zwei Tage gedauert hatte, näherte sich seinem Ende.

Durch den Auswurf der riesigen Bimsstein- und Aschenmassen waren der Schlot und der oberste Teil des Herdes geleert worden und hatten keinen Halt mehr, so daß sie in sich zusammensackten. Das Herdmagma drang bis zur Oberfläche und ergoß sich am Nordfuß des Monte Somma. Der Gipfel des Berges stürzte ein, so daß ein Riesenkrater, die Caldera des Monte Somma entstand, in der sich seither der heutige Vesuv aufgebaut hat.

Der Berg hatte seine Tätigkeit wieder aufgenommen und setzte diese mit langen Ruhepausen bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts fort. Der letzte Ausbruch, der zwar nur geringe Schäden anrichtete, jedoch den Vormarsch der Alliierten zunächst stoppte, erfolgte 1944. Für die Antike sind noch drei Ausbrüche vermerkt: 202 n. Chr., 472 n. Chr. und 512 n. Chr.¹

5.4 Die Phlegräischen Felder, Phlegrae Campi

5.4.1 Morphologische Übersicht

Die Phlegräischen Felder (ital. Campi Flegrei) sind ein Teil von Campanien und erstrecken sich von Neapel nach Westen bis Cuma und werden im Süden vom Golf von Neapel begrenzt.

¹ 202 n. Chr.: Cass. Dio. 26, 2; 472 n. Chr.: Marcellin. com. Migne Patr. Lat. LI p. 931; 512 n. Chr.: Cassiod. Var. IV 50; Procop. Bell. Goth. II 4.

Im Norden reicht das Gebiet bis ungefähr Marano di Napoli, im Süden wird es vom Golf von Neapel begrenzt, dessen Nordwestteil als Golf von Pozzuoli bezeichnet wird. Diese Bucht ist maximal 101 Meter tief und hat eine Ausdehnung von 7,5 bzw. 6 Kilometern. Die Phlegräischen Felder kulminieren in der Höhe von Camaldoli (457 m) und schließen die im Südwesten vorgelagerte Insel Procida ein. Im Gebiet der Phlegräischen Felder sind über 50 Eruptionszentren nachgewiesen. Die jüngeren Vulkankegel und Krater sind morphologisch noch recht gut erhalten, während die älteren weitgehend bis gänzlich verschwunden oder von jüngeren Pyroklastika überdeckt sind.

In der Antike waren die Phlegrae Campi berühmt wegen ihrer heißen Quellen, ihrer Fruchtbarkeit, ihres milden Klimas und ihrer schönen Lage am Tyrrhenischen Meer. Dikaiarcheia (gr.) – Puteoli (lat.) (Pozzuoli) – war bis zur Zeit des Kaisers Claudius, der Ostia zum großen Hafen Roms ausbaute, der wichtigste Überseehafen Italiens, wo die Schiffe aus Alexandria, aus Spanien, aus Griechenland und den Inseln des östlichen Mittelmeeres landeten. Puteoli war damit auch ein Hauptumschlagplatz für Waren aus dem gesamten Mittelmeerraum. Aristoteles¹ war der erste, der den Namen im Zusammenhang mit einem Erdbeben erwähnt. Bei Polybios² umfassen die Phlegräischen Felder ein weit größeres Terrain als heute, nämlich die ganze Campanische Ebene zu beiden Seiten des Volturnus (Volturno) bis Nola. Diodoros³ bezieht auch den Vesuv und seine Umgebung in das Gebiet der Campi mit ein. Strabon⁴ dagegen beschränkt die Phlegräischen Felder auf das Gebiet von Neapolis (Neapel) bis Kyme (gr.) – Cumae (lat.) (Ruinen), Plinius⁵ ist ihm darin gefolgt. Dionysios von Harlicanassos⁶ nennt das Gebiet um Cumae und das angrenzende Land die Phlegräischen Felder. Strabon und Plinius wenden also diesen Namen auf ein weit beschränkteres Gebiet an als Polybios und Diodoros. In der Ebene um Cumae soll Herakles mit den Giganten gekämpft und sie getötet haben.⁷

¹ Aristot. meteor II 8.

² Polyb. I. 17; II. 91.

³ Diod. IV. 21.

⁴ Strab. 5, 4, 6.

⁵ Plin. nat. XVIII 29.

⁶ Dionysios von Harlicanassos I 21, 37; VII 3.

⁷ Tim. FGrH 566 F 89.

5.4.2 Vulkanologische Entwicklung

Die vulkanologische Entwicklung zeigt eine komplizierte Stratigraphie und Vulkanologie, die sich in drei Perioden gliedern läßt, die zeitlich mit den Tätigkeiten des Somma-Vesuvus zusammenfallen.¹

I. Periode: Grauer campanischer Tuff – Ur-Somma – Pleistozän – 12.000 v. Chr.

II. Periode: Gelber neapolitanischer Tuff – Ur-/Alt-Somma – Pleistozän/Holozän – 8.000 bis 5.000 v. Chr.

III. Periode: Graue lockere Tuffe – Alt-/Jung-Somma – Holozän – 5.000 bis ~ 500 v. Chr.

Die Auswürfe der Vulkane waren Lockerprodukte, also Aschen, Lapilli und Bimssteine. Die Aschen der I. und II. Periode verfestigten sich zu kompakten Tuffen, die in der Antike ein begehrtes Baumaterial waren.

Die vulkanische Tätigkeit in der I. Periode begann mit der Bildung eines Stratovulkans von der Größenordnung des Somma-Vesuvus, der „Ur-oder Archiphlegraeus“ genannt wird und wahrscheinlich im Jung-Pleistozän tätig war. Seine trachytischen Förderprodukte sind nur in Form von Auswürflingen bekannt. Nach längerer Pause ereigneten sich gewaltige, glutwolkenähnliche Ausbrüche, durch die der foid-führende, trachytische bis alkalitrachytische, graue campanische Tuff (Tufo grigio campano) gefördert und über das Gebiet des Campanischen Beckens verbreitet wurde. Dieser Tuff ist aus grauen, mehr oder weniger gut verfestigten Aschen zusammengesetzt, die wechselnden Anteil von schwärzlichen Bimssteinen und Schlacken enthalten. Durch den Massenverlust brach im Untergrund das Zentrum des Archiphlegraeus ein, und es entstand die große Archiphlegraeus-Caldera, die in der Folgezeit teilweise aufgefüllt oder durch Einbrüche erweitert wurde. Aus dieser Archiphlegraeus-Caldera wurde eine komplexe oder polygene Caldera, die das heutige Gebiet der Phlegräischen Felder, den Golf von Pozzuoli und den Golf von Neapel umfaßt und als „Phlegräische Caldera“ bezeichnet wird. Innerhalb der phlegräischen Caldera bildeten sich nach und nach über 50 Vulkane, von denen mehr als die Hälfte noch teilweise oder ganz erhalten oder zumindest nachweisbar sind.

Weitere Eruptionen folgten und führten in der II. Periode zur Bildung des ungeschichteten gelben neapolitanischen Tuffes (Tufo giallo napoletano). Diese chaotischen Tuffe sind das Produkt zahlreicher kleiner zurückfallender Glutwolken, die von mehreren, zum Teil gleichzeitig tätigen Vulkanen in sehr kurzen Zeitintervallen in rascher Folge

¹ G. de Lorenzo: L'attività vulcanica nei Campi Flegrei. Rend. Accad. Sci. fis. Mat. Ser. III.10, 203–221, Napoli 1904 a. Ders: History of volcanic action in the Phlegraen Fields. Quart. J. geol. Soc. London. 60, 296–315. London 1904.

ausgeworfen wurden. Das pyroklastische Material wurde in noch sehr heißem Zustand abgelagert und bei seiner Entgasung und Abkühlung zu kompakten, sehr standfesten, aber leicht zu bearbeitenden Tuffen zementiert. Das Eisenchlorid der Gase wurde zu dreiwertigem Eisen oxidiert und im Gestein abgelagert. Darauf beruht die Gelbfärbung des Tuffes. Die Ablagerungen sind bis zu 200 Meter mächtig und bestehen überwiegend aus trachytischen bis alkalitrachytischen Aschen und Bimssteinen neben Kristall-Lapilli und kleinen Blöcken trachytischer Vulkanite. Im Stadtgebiet von Neapel sind kurze Lavaströme nachgewiesen.

Die Förderprodukte der III. Periode sind nicht verfestigt. Es sind meist graue bis weiße lockere Schichten von Aschen, Bimssteinen, vulkanischen Sanden, Lapilli und Wurfslaggen. Die weißen Aschen, die Pozzolana, werden auf Grund ihrer hydraulischen Eigenschaften in zahlreichen Abbauen ausgebeutet. Dieser Abbau geht bis auf die Römer zurück, die den *pulvis puteolanus* – der Name wurde von Seneca geprägt¹ – als Baustoff für ihre Unterwasserbauten einsetzten. Die III. Periode läßt sich in zwei Abschnitte einteilen.² In den älteren Abschnitt fällt die Bildung des Agnano-Vulkans und wahrscheinlich auch die der Vulkane von Baiae, Cumae, Marmolite und Mularo. Im Gegensatz zu diesen meist nur noch teilweise stehenden Vulkanbauten sind die des jüngeren Abschnitts morphologisch gut erhalten. In den nächsten Abschnitt fällt die Bildung des Monte Olibano, dessen Nordteil durch die Aussprengung des Solfatara-Kraters zerstört wurde. Sukzessiv folgten in wahrscheinlich nicht zu großen zeitlichen Abständen weitere Ausbrüche. Zuerst entstand der Pisani-Vulkan, dann, nach einer durch einen Paläo-Boden angezeigten Ruhezeit, der Cigliano-Vulkan. In diesem Paläo-Boden wurden Artefakte gefunden, die dem Zeitraum zwischen dem Ende des Neolithikums und dem Beginn der Bronzezeit um 1500 v. Chr. zuzuordnen sind.³ Demnach dürfte die Tätigkeit des Cigliano-Vulkans in die Bronzezeit fallen. Die Produkte dieses Vulkans wurden durch Auswürfe des Astroni überlagert, und zwar wieder unter Einschaltung eines fossilen Bodens. Die Entstehung des Astroni muß mehrere Jahrhunderte jünger sein und kann mit großer Wahrscheinlichkeit knapp vor den Beginn der historischen Zeit um 500 v. Chr. gelegt werden.

Im Westen der Phlegräischen Felder wurde nach der Tätigkeit des Cigliano-Vulkans und noch vor der des Astroni, mit Sicherheit jedoch vor der Besiedelung durch die Griechen, also vor der Gründung von Cumae im 8. Jahrhundert v. Chr., der Krater des Averner Sees ausgesprengt. Die relativ kleinen Vulkanbauten von Fonda Riccio, Concola und der Senga (auch Fossa lupara genannt) sollen schon der historischen Zeit angehören, jedoch sind in der

¹ Sen. nat. III. 20, 3; Plin. nat. 16, 202.

² U. Ventrigilia. Rilievo geologico di Campi Flegrei. Boll. Soc. Geol. Ital. 69, 179–210. Roma 1950.

³ A. Perozzi. Ritrovamento di resti dell' Eneolitico in provincia di Napoli. La Ricerca sci. 19, S. 1025. Roma 1949.

antiken Literatur keine Vulkanausbrüche in den Phlegräischen Feldern vermerkt. Die Entstehungszeit dieser Vulkane ist somit nicht genau zu belegen. Das bis heute letzte vulkanische Ereignis fand im Jahre 1538 n. Chr. statt und führte zur Bildung des Monte Nuovo, wodurch ein großer Teil der Lucriner Bucht zugeschüttet und zu Festland wurde. Auch heute noch ist das Magma im Untergrund nicht erstarrt, davon zeugt die anhaltende starke Fumarolen- und Thermaltätigkeit, die die Menschen der Antike so sehr beeindruckte und die nach ihrer Meinung von einem unterirdischen Feuer verursacht wurde. Bewegungen der Magmaschmelze verursachen Hebungen und Senkungen einzelner Schollen. Ein berühmtes Beispiel dieser bradyseismischen Oszillationen ist das Macellum in Puteoli, direkt am Meer gelegen, das bis 205 n. Chr. unversehrt war und dann langsam im Meer versank. Im 10. Jahrhundert n. Chr. sank der Boden bis 5,8 Meter unter das heutige Meeresniveau und wurde dann wieder emporgehoben. Die von zahlreichen marinen Bohrmuscheln (*Lithodomus*) angebohrten Marmorsäulen zeigen den Verlauf dieses Absenkens und Aufsteigens an.

Das vulkanische Tuffgestein, von den Römern *tofus* genannt, war ein beliebtes Baumaterial und wird auch in der Literatur erwähnt, nur daß dabei die ihrer Natur nach verschiedenen Arten des Kalktuffes und des vulkanischen Tuffes nicht klar auseinandergehalten werden. Wenn Ovid sagt: „Die Halle stand aus löchrigem Bimsstein und rauhem Tuff gebildet“¹, so wird hier keine Aussage über die Art des Tuffes gemacht. Man unterschied die Gesteinsarten überhaupt mehr nach ihrer Dauerhaftigkeit als nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit und trennte die *structura mollis*, den vulkanischen Tuff, und die *structura temperata*. Das Gestein letzterer Art war im wesentlichen der *lapis Tiburtinus*, der weiße, bei Tibur (Tivoli bei Rom) gebrochene Kalkstein. Dieser Stein war ein wunderschönes, auch haltbares Baumaterial, nur im Gegensatz zum vulkanischen Tuff nicht feuerbeständig.² Der vulkanische Tuff weist je nach Entstehungszeit eine schwarze, graue, braune, rote bis leuchtend gelbe Färbung auf. Auch fast weiße Arten kommen vor. Merkwürdigerweise fehlen in der antiken Literatur genaue Farbangaben. Bei Vitruv steht nur: „Es gibt aber noch mehrere andere Arten, in Campanien Arten von rotem und schwarzem Tuff.“¹

Poseidonios spricht auch nur von der grauschwarzen Färbung der Basaltlava des Ätnas und sagt nichts über die Färbungen der Tuffe aus. Ebenso wenig enthalten die Fragmente Bemerkungen über die Verwendung der Tuffe als Baumaterial und überhaupt Beschreibungen der Städte. Poseidonios äußert sich über Gesteins- und Erdarten nur im Zusammenhang mit den vulkanischen Erscheinungen. Ob die Angaben über die Pozzolanerde auf Poseidonios

¹ Ov. met. VIII. 561.

² Vitr. II. 7, 1; Strab. V. 3, 11.

zurückzuführen sind, muß offen bleiben. Puteoli und Neapel werden in Bemerkungen über die Kaninchen genannt, die Poseidonios bei Neapel gesehen hatte. Das Fragment wird von Athenaios zitiert:

Der Kaninchen gedenkt auch Poseidonios der Philosoph in seinem Geschichtswerk: „Auch wir sahen viele bei unserer Fahrt von Dikaiarcheia nach Neapel. Es gibt nämlich eine Insel, nicht weit vom Festland, am äußersten Ende von Dikaiarcheia, die von wenigen bewohnt wird, mit vielen dieser Kaninchen“.²

Poseidonios passierte auf dieser Überfahrt die kleine Insel Nesis (Nisida). Die Insel ist vulkanischen Ursprungs aus der III. Periode. Der Krater ist noch gut erhalten und von der Seeseite gut zu überblicken. Die Insel ist aus dem gelben neapolitanischen Tuff ausgesprengt und dürfte für Poseidonios wegen ihres vulkanischen Charakters interessant gewesen sein. Zu seiner Zeit waren auf der Insel Fumarole tätig,³ die in dem Fragment nicht erwähnt werden. Man kann annehmen, daß das Fragment nur sehr verstümmelt überliefert ist. Plinius sagt, daß auf der Insel Spargelanbau betrieben wurde.⁴

5.4.3 Beschreibungen von vulkanischen Phänomenen der Phlegräischen Felder in der antiken Literatur

Zu den wenigen Vulkanen dieser Gegend, die in der Literatur der Antike erwähnt werden, gehört die Solfatara in unmittelbarer Nähe von Puteoli. Wie es scheint, hat sich die Solfatara seit den ältesten Zeiten ihren jetzigen Zustand bewahrt. Der Krater hat einen Durchmesser von 770 mal 580 Metern und einen Umfang von 2,2 Kilometern. In seinem Bereich sind 25 Fumarolenfelder, davon 9 am Kraterboden selbst bekannt. Das Fördermaterial besteht aus hellgrauen bis bräunlichen Aschen, die Bimssteine und Trümmer älterer grünlicher (neapolitanischer) Tuffe enthalten. Charakteristisch sind die zahlreichen, zum Teil sehr großen Blöcke trachytischer bis sodalith-phonolithischer Lava, die zur Masse des Monte Olibano gehören, dessen Nordteil bei der Bildung der Solfatara abgesprengt wurde. Von dieser Lava wird die südliche Kraterwand gebildet. Der ebene Kraterboden besteht größtenteils aus eingeschwemmten, meist stark zersetzten Aschen, die so locker gepackt sind, daß der Boden beim Aufstampfen hohl klingt. Der Südosten des Kraterbodens und die östlichen und nordöstlichen Kraterwände sind mit zahlreichen Fumarolen besetzt, die auf Grund ihres Reichtums an gasförmigen Schwefelverbindungen, hauptsächlich an Schwefelwasserstoff H₂S, als Solfatare zu bezeichnen sind – der Krater hat daher seinen

¹ Vitr. II. 7, 1.

² Athen. 401 A.

³ Lucan. 6, 90; Stat. silv. 2, 2, 78.

⁴ Plin. nat. IX. 146.

Namen – und verhältnismäßig niedrige Temperaturen von 95–99 °C aufweisen. Die heute größte Dampfquelle, die Bocca Grande, ist im Mittel 150 °C heiß. Die Dämpfe brechen unter Zischen aus einer Spalte hervor, wobei Steinchen und Sand in die Höhe geschleudert werden. Die Dämpfe bestehen zu 91 % aus Wasserstoff, H₂S ist nur in Spuren vorhanden. Rund um die Solfatare bilden sich aus H₂S und Luftsauerstoff nadelige Kristalle aus monoklinem Schwefel, die beim Abkühlen in rhombischen Schwefel übergehen. Teilweise geht die Oxidation weiter bis zur Bildung von Schwefeldioxid SO₂, das, mit Wasser zu Schwefelsäure verbunden, stark zersetzend auf das Gestein wirkt und dessen Bleichung und Zerfall bewirkt. Die ausgelaugten Basen werden in Sulfate umgewandelt, die Kieselsäure bleibt als hochporöser Opal zurück. Diese weißen Zersetzungsprodukte – der SiO₂-Gehalt beträgt an einigen Stellen 90 % – bedecken den Kraterboden und große Teile der Außenhänge. Dies sind die Colli leucogei, die heutigen Bianchetto. Die Zersetzungsprodukte enthalten größere Mengen Sulfate, zum Beispiel Alunit K(AlO)₃(SO₄)₂ 3H₂O, die früher abgebaut und zu Schwefel verarbeitet wurden. Noch um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden jährlich bis zu 600 Doppelzentner Schwefel in primitiven Schmelzöfen gewonnen.

Es gibt nur wenige antike Dokumente mit einer Beschreibung der Solfatara, die die Griechen das „Forum des Hephaistos“ und die Römer das „Forum Vulcani“ nannten. Die kurze Beschreibung bei Strabon könnte auf Poseidonios zurückgehen, auch wenn sein Name nicht genannt wird. Es ist nicht gut vorstellbar, daß Poseidonios bei seinen Besuchen in Italien die Phlegräischen Felder nicht aufgesucht hat, zumal die Fumarole, Solfatare und Thermalquellen seine Anschauungen über den Vulkanismus bestätigt hätten. Strabon sagt:

Gleich über der Stadt [Puteoli] aber liegt das Forum des Hephaistos, eine von vulkanischen Bergrändern umschlossene Ebene, welche an vielen Stellen den Feueressen ähnliche und stark tosende Dampföcher enthält. Auch ist die Ebene voll von herabgespültem Schwefel.¹

Mit der Ebene ist der Kraterboden gemeint, und die Dampföcher sind die Solfatare und Fumarole, die sich auf dem Kraterboden und an den Kraterwänden befinden.

Wenig informativ sind die Angaben von Plinius, die sich auf den Schwefel beziehen:

Man findet [den Schwefel] auch in Italien im neapolitanischen und im kampanischen Gebiet auf den Hügeln, welche die Leukogaioi genannt werden. Dort wird er aus Gängen ausgegraben und mit Hilfe von Feuer zubereitet.²

Die in der Solfatara abgelagerte poröse Kieselsäure wurde, wie Plinius berichtet, den Graupen zugemischt, um ihnen eine weiße Farbe zu geben. Plinius nennt die weiße Masse „Kreide“:

Nachher mischt man [den Graupen] seltsamerweise Kreide bei, die in die Masse

¹ Strab. 5, 4, 6.

² Plin. nat. XXXV. 174.

einzieht und ihr [weiße] Farbe und Zartheit verleihen. Diese [Kreide] findet sich zwischen Puteoli und Neapel auf dem sogenannten leukogäischen Hügel, und es gilt noch das Dekret des Divus Augustus, durch das er, als er eine Kolonie in Capua anlegte, den Neapolitanern jährlich 200.000 sestertii aus seiner Kasse auszahlen ließ und als Grund für diese Vergütung angab, die Kampaner hätten erklärt, ohne dieses Mineral ließen sich keine Graupen herstellen.¹

Petronius verlegt den Sitz des Pluto in die Solfatara. Der Dichter beschreibt den Ort zwar poetisch verändernd und weitschweifig, aber im Detail doch noch den heutigen Zustand treffend, folgendermaßen:

Es gibt einen Ort, versunken in einer herausgehauenen Öffnung,
zwischen Parthenope und Gebieten des großen Dicarchidos,
durchströmt von dem Wasser der Unterwelt: denn der Dampf, der herausströmt,
verbreitet sich mit tödlicher Hitze nach draußen.
Denn diese Erde ist im Herbst nicht grün, noch läßt sie Kräuter wachsen,
[noch ist der] Acker üppig von Gras: ohne frühlingshaften Gesang,
ohne durcheinandertönende Laute bleibt das zarte Gebüsch stumm:
sondern Chaos [bleibt], und die Felsen, die durch den schwarzen Bimsstein
schmutzig geworden sind,
erfreuen sich der zu den Toten gehörenden Zypressen rund um die Gräber.
Zwischen diesen Sitzen erhebt der Vater des Pluto sein Haupt
aus den Flammen der Gräber und aus der weißen, verstreuten Asche.²

Ausführlicher sind die Nachrichten, die über die Quellen und Brunnen überliefert sind. An der Küste zwischen Neapel und Cumae zogen sich die Quellen hin, und wie es scheint, wurden diese schon vor den Römern von den Griechen in Brunnen gefaßt und zu Badezwecken genutzt, denn Strabon schreibt, daß die Römer die griechische Stadt Dikaiarcheia wegen der Brunnen in Puteoli umbenannten:

Zunächst folgen die Gestade um Dikaiarcheia und diese Stadt selbst. Früher war sie ein am Ufer angelegter Hafenplatz der Cumaeer, aber während des Feldzuges Hannibals siedelten die Römer eine Kolonie daselbst an und gaben ihr den Namen Puteoli von den Brunnen, andere aber sagen von dem üblen Geruch des Wassers.³

Mit dem übelriechenden Wasser dürften die Quellen in der Solfatara gemeint sein. Von der Umbenennung der Stadt spricht auch Festus: „Manche Leute glauben, daß Puteoli so genannt wurde wegen dieser stinkenden Quellen.“⁴ Im gesamten Küstengebiet waren Fumarole, warme und heiße Quellen vorhanden, wie bei Strabon vermerkt ist: „Denn die ganze dortige Gegend bis Baiae und bis zum Gebiet von Cumae ist voll von Schwefel, Feuer und warmen Quellen.“⁵ Baiae entwickelte sich seit dem letzten Jahrhundert v. Chr. zum luxuriösesten Badeort der Antike. Seinen Ruhm und die Gunst der Kaiser, die dieser Ort

¹ Plin. nat. XVIII. 114.

² Petronius Arbitr. Satyricon 80.

³ Strab. 5, 4, 6.

⁴ Festus. De verborum significatione.

⁵ Strab. 5, 4, 6.

genoß, verdankte er den damals sehr zahlreichen Dampfquellen und Thermalwässern, die in großer Anzahl am Fuß der Hügel an der Küste und sogar am Meer selbst entsprangen, der Milde des Klimas und der Schönheit seiner Küste, die in der Antike viel weiträumiger war. Ein Teil des alten Strandes und damit ein Großteil der antiken Badeanlagen ist durch die bradyseismischen Bewegungen etwa vier Meter unter den Meeresspiegel gesunken.

Die Quellen wurden schon sehr früh zu Heilzwecken genutzt. Das älteste Zeugnis geht auf das Jahr 178 v. Chr. zurück, als der gichtkranke Consul Cn. Cornelius die „Aquaе Cumanae“ gebrauchte. Er fand allerdings keine Heilung. Jahrzehnte später, um 100 v. Chr., begann die Besiedelung der Gegend. Es war bei den reichen Römern Mode geworden, in Baiae und Umgebung eine Villa zu besitzen und dort die Wintermonate und den Frühling zu verbringen. Als Poseidonios die Gegend besuchte, hatten schon zahlreiche Adelige sich dort niedergelassen. Zu den ersten, die sich in Baiae niederließen, gehörte der Redner L. Licinius Crassus¹, derselbe, der Poseidonios von den Kasseriden, den Zinninseln vor der Küste Galiciens, berichtete². Seine Villa war auf einem Grundstück am Strand mit eigener Thermalquelle im nahen Ufergewässer gelegen. Auf dem Cap Misenum ließ sich der alternde Gaius Marius eine schöne Villa errichten. Er hatte von dort oben eine herrliche Aussicht über die Bucht.³ Ebenfalls auf dem Kap baute der Redner Marcus Antonius sein Landhaus.⁴ Poseidonios konnte also die Gastfreundschaft vieler Adelliger in Anspruch nehmen. Allerdings setzte die regste Bautätigkeit erst nach dem Bundesgenossenkrieg ein. Die Villen des Pompeius in Bauli, des Cicero am Lucriner See, des Lucius Lucullus in Neapel, um nur einige Beispiele zu nennen, waren noch nicht erbaut, als Poseidonios Süditalien bereiste. Cicero baute seine berühmte Villa am Ostufer des Lucriner See, die er in Anlehnung an Platon „Academia“, mitunter auch „Cumanum“⁵ nannte, um 60 v. Chr. Nach seinem Tod kam sie in den Besitz des Antistius Vetus. Bekannt wurde der Besitz durch das plötzliche Hervorbrechen einer warmen Quelle, die für Augenkrankheiten heilsam war.⁶ Cicero erwähnt dieses Landhaus zuerst in einem Brief an Atticus aus dem Jahre 55 v. Chr.⁷ Wer Poseidonios Gastfreundschaft gewährte und ob er Dampf- und Thermalquellen für Schwitzkuren und Bäder gebrauchte, kann nicht ermittelt werden. Es ist möglich, daß er sich auf ihre Erforschung als vulkanische Phänomene beschränkte. Bei Vitruv werden als Ursache für das

¹ L. Licinius Crassus, 140–91 v. Chr. 95 Consul und 94 Proconsul in Gallia Cisalpina.

² Strab. 3, 5, 11.

³ Plin. nat. XVIII. 32; Plut. Marius; Tac. Annalen VI. 50.

⁴ Cic. or. 14, 60.

⁵ Plin. nat. XXXI. 6.

⁶ Als sie später zur kaiserlichen Domäne geschlagen wurde, nahm sie das Grab des Kaisers Hadrian auf, der 138 n. Chr. in Baiae starb.

⁷ Cic. Att. 5, 2, 1–2.

Austreten von heißen Dämpfen und Quellen die Feuerbrände im Erdinnern angenommen und im Zusammenhang mit den erloschen Feuerbränden des Vesuvs gebracht:

Dies aber scheint aus dem Grunde zu geschehen, weil sich unter dieser bergigen Gegend glühende Erdmassen und zahlreiche [heiße] Quellen befinden, die es nicht gäbe, wenn es dort nicht im Erdinnern gewaltige Feuerbrände von Schwefel oder Alaun oder Erdpech gäbe ... Daß aber [unterirdische] Feuerbrände in diesen Gegenden vorhanden sind, kann auch die Tatsache beweisen, daß in den Hügeln von Baiae bei Cumae Plätze für Schwitzkuren ausgehöhlt sind, in denen heißer Dampf, der in der Tiefe entsteht, durch die Heftigkeit seiner Hitze diese Erde durchlöchert, durch sie hindurchströmend an diesen Stellen zu Tage tritt und so den hervorragenden Nutzen von Schwitzbädern hervorbringt. Ebenso wird berichtet, daß in alter Zeit Feuerbrände unter dem Vesuv entstanden sind und im Übermaß vorhanden waren und von dort rings über das Land Feuer ausgespieen haben.¹

Dies deutet auf Poseidonios als Urheber dieser Erklärungen hin, zumal er in den Betrachtungen über die Tätigkeit des Ätnas auch von dem inneren Feuer spricht. Mit Alaun ist das schon erwähnte Mineral Alunit gemeint, das unter anderem in der Solfatara gefunden und zu Schwefel verarbeitet wurde.

Die Bauleidenschaft der reichen Römer dauerte unvermindert über Jahrzehnte an. In der Kaiserzeit gingen die meisten der prächtigen Villen in den Besitz des Kaiserhauses über. Weitere Luxusvillen wurden in der gesamten Küstenregion gebaut, ebenso Tempel, Thermen, Fischteiche, Theater und sonstige Vergnügungsstätten. Reste aus dieser Zeit sind noch an zahlreichen Plätzen zu sehen.²

Die Fumarole wurden zu Schwitzkuren gebraucht. Die Schwitzbäder waren in den gelben neapolitanischen Tuff eingehauen, und einige, wie die große Therme in Baiae, die man heute „Stufe di Nerone“ nennt, sind noch begehbar.³ Austretende Dämpfe heizten die Kammern wie eine natürliche Sauna, weshalb sich der Dichter Martial vorstellte, ganz Baiae würde durch ein unterirdisches Feuer erwärmt⁴. Die Mineralwässer waren auf Grund ihres Gehaltes an Salzen in unterschiedlicher Zusammensetzung von vielseitiger Heilkraft, wie Plinius vermerkt:

Nirgends sind sie jedoch reichlicher als in der Bucht von Baiae und nirgends von so vielseitiger Heilkraft: die einen durch die Wirkung des Schwefels, die anderen durch die Wirkung des Alauns, wieder andere durch die des Salzes, des Natrons, des Erdpechs, wobei einige auch eine Mischung aus sauren und salzigen Bestandteilen darstellen; manche nützen durch ihren Dampf, und ihre Kraft ist so groß, daß sie die Bäder erwärmen und sogar das kalte Wasser in den Badewässern zum Sieden bringen. In den sogenannten posidianischen Gewässern im Gebiet von Baiae, die ihren Namen von einem Freigelassenen des Kaisers Claudius erhalten haben, kocht

¹ Vitr. II. 6, 1–2.

² Amedeo Maiuri. Die Altertümer der Phlegräischen Felder. Rom 1938.

³ Maiuri S. 65.

⁴ Martial. IV. 57, 6.

man sogar das Gemüse. Sogar im Meere selbst dampfen die, die dem Licinius Crassus gehörten; so entspringt [sogar] mitten in den Fluten etwas für die Gesundheit Heilsames.

Ganz allgemein nützen sie den Sehnen oder Füßen oder Hüften, manche auch bei Verrenkungen oder Brüchen; sie leeren den Leib, heilen Wunden, sind besonders heilsam für Kopf und Ohren, die [Gewässer] des Cicero aber für die Augen.¹

Es ist bemerkenswert, daß Plinius nur den Badeort Baiae nennt und keine anderen Ortsangaben der Fumarole und Quellen mit Ausnahme der Quelle auf dem Grundstück von Cicero macht, obgleich diese am Averner und am Lucriner See sowie an der gesamten Küste zwischen Neapel und Cumae in großer Anzahl vorhanden waren. Der gesamte Ostteil des Lucriner Sees und mit ihm die Reste der Villa Ciceros wurden bei dem Ausbruch 1538 n. Chr. von den Lavamassen zugeschüttet, und die Quellen des L. Crassus sind durch die Abbrüche der Uferzone nicht mehr nachweisbar.

Obgleich der Agnano einer der ausgedehntesten Krater ist, wird er in der antiken Literatur nicht namentlich erwähnt. Früher war dieser Krater von einem flachen See, max. 15 Meter tief, erfüllt, der 1870 durch die Schaffung eines zwei Kilometer langen Tunnels in Richtung Bagnoli entwässert wurde. Im Südosten des Kraters treten in einem umfangreichen modernen Thermalbad (Terme d'Agnano) zahlreiche, zum Teil erbohrte warme und kühle Quellen sowie Fumarole zutage. Gegenüber den modernen Bädern, am Abhang des Monte Spina, befinden sich ausgedehnte Ruinen römischer Thermen.² Untersuchungen der Quellen³ haben ergeben, daß es sich größtenteils um sehr verschieden zusammengesetzte Mineralwässer mit einem beträchtlichen Anteil an Natriumchlorid und geringem Anteil an Natriumsulfat und -carbonat handelt. In kleinen Mengen sind Magnesium, Calcium und Kalium als Chloride, Sulfate und Carbonate nachgewiesen worden. Strandnahe Vorkommen werden durch eingesickertes Meerwasser gespeist, höherliegende Quellen enthalten fossile Porensalze, die sich aus vulkanischen Vorgängen herleiten. Die Quellen weisen verschiedene Temperaturen auf. Einige sind mit Temperaturen von 18 °C bis 20 °C recht kühl, andere mit Temperaturen bis zu 70 °C oder sogar 80 °C sehr heiß. Die hohen Temperaturen, die freie Kohlensäure und der Schwefelwasserstoff müssen aus den aktiven vulkanischen Tiefenherden abgeleitet werden. Schwefelwasserstoff findet sich jedoch nicht mehr in den Quellen entlang der Küste, sondern nur noch in der Solfatara und in einer Grotte beim Cap Misenum¹, die nur vom Meer aus zugänglich ist. Hier soll bei einer Temperatur von 15 °C der Gehalt an Schwefelwasserstoff 8,8 bis 20,4 % und der an Kohlendioxid 73,0 bis 84,4 % betragen.

¹ Plin. nat. XXXI. 6.

² Maiuri, S. 17–20.

³ Walter Carlé. Die Mineral- und Thermalwässer am Golf von Neapel. Geologische Rundschau 54 (1964): 1261–1313.

Bei der Terme d'Agnano liegt die berühmte Hundsgrotte (Grotte del Cane; die Höhle ist seit Ende des zweiten Weltkrieges vermauert und somit nicht mehr zugänglich). In eine vier Meter tiefe, zwei Meter hohe und 1,1 Meter breite künstliche Höhle führen Stufen hinab, die noch aus der Antike stammen. Das lautlos ausströmende Gas enthält 67–74 % Kohlendioxid und Spuren von Argon. Die Temperatur in der Grotte schwankt zwischen 21 °C und 29 °C. Kohlendioxid ist schwerer als Luft und kann über die oberste Stufe nach außen abfließen. Da Menschen mit ihrem Kopf über der tödlichen Gasschicht bleiben, nehmen sie keinen Schaden, während mitgeführte Hunde ersticken. Daher rührt der Name „Hundsgrotte“. Die Höhe des CO₂-Spiegels läßt sich mit einer brennenden Kerze oder Fackel feststellen, die beim Eintauchen in das Kohlendioxid verlöschen und deren weißer Rauch sich an der Oberfläche der Gasschicht ausbreitet. Plinius beschreibt solche Höhlen bei Puteoli, aus denen tödliche Dünste aufsteigen, ohne diese genau zu lokalisieren:

[Es gibt] tödliche Dünste an einigen Stellen, die entweder aus Gruben aufsteigen oder durch die Lage des Ortes selbst todbringend sind, mancherorts nur den Vögeln, wie der Soracte in einem Rom benachbarten Landstrich,² anderswo, den Menschen ausgenommen, den übrigen Lebewesen, manchmal aber auch dem Menschen, wie im Gebiet von Sinuessa³; sie werden von den meisten Dunsthöhlen, von anderen als Grotten des Charon bezeichnet, Höhlen, welche einen tödlichen Dunst aushauchen.⁴

Als Poseidonios Süditalien bereiste, lag der Averner See noch in tiefster Einsamkeit. Umgeben von dichten Wäldern, bot der See mit seinem bleiernen, unbeweglichen schwarzen Wasser einen unheimlichen Anblick. Eine heiße Quelle wurde als das Wasser des Styx angesehen, und der See galt als Eingang zur Unterwelt, wo in einer Höhle die Sybille das Orakel verkündete. Die Luft war verpestet, und kein Vogel überflog den See, weshalb die Griechen den Ort „aornos“, das heißt „ohne Vögel“ nannten. In der Antike müssen sich Ausdünstungen von Kohlendioxid tödlich auf die Tierwelt ausgewirkt haben, weshalb Vögel diesen Ort mieden. Strabon schreibt:

Nahe bei Baiäe und mehr nach dem Lande zu als der Lucriner See befindet sich der See Avernus, durch den die Gegend zwischen Cumae und Misenum die Form einer Halbinsel besitzt. Der See ist tief durch einen engen Schlund geschlossen, und nichts fehlte nach Beschaffenheit und Größe, um ihn zu einem Hafen zu machen, wenn nicht der weite und sichere Meerbusen des Lucrino vor ihm läge. Der Averner See ist außer an der Stelle des Zugangs von Steilfelsen umgeben, die, auch wenn sie jetzt⁵ durch Menschenhand viel von ihrem Schrecken verloren haben, in alten Zeiten von rauhen, unzugänglichen Wäldern mit riesigen Bäumen bedeckt waren, deren düsterer Schatten das Aufkeimen jeglichen Aberglaubens an diesem Ort begünstigte. Die

¹ Carlo di Stefani. Die Phlegräischen Felder bei Neapel. In: Dr. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt. 1907. S. 100.

² Der Berg Soracte (681 m) befindet sich 40 Kilometer nördlich von Rom.

³ Stadt an der Grenze von Latium und Campanien, wo sich warme Quellen befanden; heute Ruinen bei Rocca di Mondragone.

⁴ Plin. nat. II. 208.

⁵ Gemeint ist nach dem Ausbau zum Hafen durch Agrippa.

Anwohner fügten noch hinzu, daß die darüber hinfliegenden Vögel, von den daraus aufsteigenden Dünsten getötet, in ihn hinabstürzen. Den See beschiffte man nur, nachdem man sich durch Opfer die unterirdischen Götter günstig gestimmt hatte und unter Führung von Priestern, die aus diesem Aberglauben Nutzen zogen. Dasselbst ist auch eine Quelle trinkbaren Wassers [nahe] am Meer; doch enthielten sich alle derselben, weil sie glaubten, es sei Wasser des Styx. Auch das Orakel ist hier in der Nähe.¹

Sowohl die Hundsgrotte wie die Quellen und Ausdünstungen am Averner See könnten das Interesse von Poseidonios erregt haben, jedoch fehlt jeder Hinweis darauf in den Fragmenten. 37 v. Chr. baute Agrippa den Averner See zu dem Kriegshafen Portus Julius aus, um Sextus Pompeius erfolgreich bekämpfen zu können. Er ließ einen Verbindungskanal zwischen Averner und Lucriner See und weiter bis zum Meer ausheben, baute eine Schiffswerft und verwendete die uralten Bäume, die rings um den See standen, für den Bau seiner Flotte. Nach Vernichtung des Gegners wurde der Hafen aufgegeben und Misenum zum Kriegshafen ausgebaut.

5.5 Die Aeolischen Inseln. *Aeoli Insulae* (Isole Eolie oder di Lipari)

5.5.1 Geographische Lage

Diese vulkanische Inselgruppe, schon bei Thukydides² „Aiolische Inseln“ genannt, liegt nordöstlich von Sizilien im Thyrrenischen Meer und umfaßt die sieben Inseln Lipara (Lipari), Didyme (Salina), Phoenicusa (Filicudi), Ericusa (Alicudi), Euonymos (Panarea), Strongyle (Stromboli) und Hiera (Vulcano), auch Thermessa oder Therasia genannt. Strabon schreibt:

Vor dieser Küste [Siziliens] liegen die Inseln der Liparäer, 200 Stadien [37 km] von der Meerenge entfernt. Einige nennen sie Inseln des Aiolos, dessen auch der Dichter in der Odyssee Erwähnung tut. Sie sind der Zahl nach sieben und liegen alle sowohl von Sizilien als auch vom Festlande um Medma [Rosarno] in der Sicht der Hinüberschauenden.³

Nur Lipara war in der Antike bewohnt. Die Inseln Strongyle und Hiera waren jedoch im ganzen griechisch-römischen Raum wegen der Tätigkeit ihrer Vulkane bekannt und berühmt.

Strabon gibt einen ausführlichen Bericht über die Aiolischen Inseln und die vulkanischen Erscheinungen,⁴ in dem Polybios die Beschreibung des Vulkankraters auf Hiera zugeschrieben und Poseidonios als Verfasser der Entstehungsgeschichte der kleinen Insel Vulcanello genannt wird. In den Kapiteln zuvor werden der Ätna und seine Umgebung sowie

¹ Strab. 5, 4, 5.

² Thuk. III. 88.

³ Strab. 6,1, 5.

⁴ Strab. 6, 2, 10–11.

die dortigen vulkanischen Phänomene in der Beschreibung von Poseidonios wiedergegeben. Dies läßt den Schluß zu, daß der folgende Bericht vielleicht auch von Poseidonios verfaßt wurde, zumindest von Poseidonios abhängig ist, auch wenn sein Name nur einmal erwähnt wird:

[Die Inseln] der Liparäer sind ihrer Zahl nach sieben, und die größte darunter ist Lipara, eine Ansiedlung der Knidier, nach Thermessa die nächste bei Sizilien und früher Meligunis genannt. Sie zog sogar mit einer Flotte aus und widerstand lange Zeit den Angriffen der Tyrrhener, indem sie alle jetzt sogenannten Inseln der Liparäer, welche einige die Inseln des Aiolos nennen, unter ihrer Botmäßigkeit hatten. Auch schmückten sie öfter den Tempel des Apollo zu Delphi mit Kriegsbeute. Lipara hat auch fruchtbaren Boden, Einkünfte von Alaungruben, warme Quellen und Feuerausbrüche.

Zwischen ihr und Sizilien liegt Thermessa, welche jetzt Hiera [die Heilige] des Hephaistos heißt, durchaus felsig, öde und voll unterirdischen Feuers ...

Es folgt die Beschreibung des Vulkans auf Hiera. Dann fährt Strabon fort:

Doch wir kehren zur Fortsetzung dessen zurück, wovon wir abgeschweift sind. Lipara also und Thermessa haben wir bereits erwähnt. Strongyle [die Runde] aber hat seinen Namen von seiner Gestalt. Auch diese Insel ist mit Feuer erfüllt, indem zwar die Gewalt der Flammen schwächer, das Leuchten aber stärker ist. Dort nun soll Aiolos gewohnt haben. Die vierte aber ist Didyme [die Doppelte], gleichfalls nach ihrer Gestalt benannt. Von den übrigen werden Erikussa [die Heide] und Phoinikussa [die Palme] nach ihren Gewächsen benannt und sind der Viehweide überlassen. Die siebente ist Euonymus [die Linke], am weitesten im Meer gelegen und unbewohnt. Ihren Namen hat sie aber davon, weil sie besonders den von Lipara und Strongyle Schiffenden zur Linken liegt. Oft wurden auch auf der Oberfläche des diese Inseln umgebenden Meeres hervorbrechende Flammen gesehen, indem sich ein Ausweg aus den Höhlungen der Tiefe öffnete und das Feuer mit Gewalt nach außen hervorbrach.

Benannt wurde die Inselgruppe nach dem homerischen Aiolos, dem von Zeus eingesetzten Beherrscher der Winde. Wie im 10. Gesang der Odyssee¹ erzählt wird, wohnt dieser Aiolos, Sohn des Hippotes, mit seiner Gemahlin und sechs Söhnen und sechs Töchtern, die miteinander vermählt sind, auf Aiolia, einer schwimmenden Insel im Okeanos mit glattem Felsengestade und von einer ehernen Mauer umgeben. Sie führen ein glückliches Leben und feiern herrliche Feste. Odysseus findet dort mit seinen Gefährten gastliche Aufnahme, verbleibt einen Monat und empfängt beim Abschied einen ledernen Schlauch, in den die ungünstigen Winde eingesperrt sind. Der Schlauch wird jedoch von den Gefährten geöffnet, weil sie Schätze darin vermuten, und das Schiff wird wieder zurück nach Aiola getrieben. Als Odysseus den Aiolos abermals um Hilfe anfleht, wird er als ein von der Rache der Götter Verfolgter schroff abgewiesen.

Noch zwei andere Gestalten werden im Mythos genannt. Zum einen ist Aiolos eponymer Stammvater der Aioler und regiert in Thessalien, zum anderen ist Aiolos der Sohn des

¹ Homer. Odyssee 10, 1–79.

Poseidon und der Melanippe, tötet wegen Familienzwickigkeiten die Gattin seines Pflegevaters und flieht auf die nach ihm benannte Inselgruppe. Die drei Gestalten werden später zu einer Figur vereinigt und in eine genealogische Verbindung gebracht.¹ Bei Vergil² hält er die Winde in einer festverschlossenen Höhle eingesperrt. Er selbst sitzt auf der Höhe des Berges und läßt die Stürme nur dann und wann durch eine mit seinem lanzenartigen Zepter in die Seite des Berges gestoßene Öffnung herausfahren.³ Der Wohnsitz des Aiolos wird einmal auf Lipara⁴, zum anderen auf Strongyle⁵ angesiedelt.

5.5.2 Strongyle (Stromboli)

Seit Menschengedenken wirft der Stromboli in kurzen Intervallen seine feurigen Lavafontänen zum Himmel. Als „ein natürlicher Leuchtturm des Thyrrhenischen Meeres“⁶ wies er schon den griechischen und römischen Seefahrern zur Nachtzeit den Weg, und diese auf der Welt einzigartige und ungewöhnliche Dauertätigkeit hat den Vulkan berühmt gemacht. In der Vulkanologie wird dieser Auswurf von Lavafetzen, Schlacken und Aschen als „strombolianische Tätigkeit“ bezeichnet. Da die Insel leicht erreichbar und eine Beobachtung des tätigen Vulkans aus nächster Nähe möglich ist, gilt der Stromboli seit der Frühzeit der geologischen Forschung als eines der großen Exkursionsziele.

5.5.2.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen.

Strongyle ist die am weitesten nordöstlich gelegene Insel des Archipels und mit 12,6 Quadratkilometern die viertgrößte. Von den anderen Äolischen Inseln oder vom Schiff aus gesehen erhebt sie sich als ein fast ebenmäßiger Kegel 924 Meter hoch aus dem Meer. Die Hangneigung an der Ostseite beträgt 29,5°, die der Westseite rund 32°. Zwar bedeutet der griechische Name „Strongyle“ „die Runde“¹, doch stellt sich die Insel als ein ungleichmäßiges Trapez dar, das heute im Nordosten und Südwesten Siedlungen trägt. In der Antike war die Insel unbewohnt. Große, tiefe Schluchten zerschneiden den Berg bis zum Gipfel hinauf. Der über dem Wasserspiegel herausragende Vulkan stellt nur das obere Drittel dar. Unter dem Meeresspiegel setzt er sich bis zu einer Tiefe von maximal 2.300 Metern fort. Damit weist der Vulkan eine Gesamthöhe von mehr als 3.000 Metern auf. Zwei Drittel der heutigen Insel werden von dem älteren Stratovulkan Paläo-Stromboli aufgebaut, der im Jungpleistozän

¹ Diod. 4, 67; 5, 7 f.

² Verg. Aen. 1, 52 ff.

³ Bei späteren Dichtern ist diese Vorstellung die herrschende: Quint. Smyrn. 14, 475; Ov. Met. 1, 262; 11, 748; 14, 223 ff. Val. Flac. 1, 576.

⁴ Pol. XXXIV = Strab. 6, 2, 10; Diod. 5, 7.

⁵ Strab. 6, 2, 10; Plin. nat. 3, 94; Solinus 6, 3.

⁶ Alexander von Humboldt. Kosmos. Stuttgart 1877. Bd. I. S. 145.

(50.000–12.000 v. Chr.) tätig war, dann einen vulkano-tektonischen Einbruch erlitt, wodurch eine Caldera mit einem Durchmesser von 1,8 mal 3 Kilometern entstand, im Nordwesten gegen die See hin offen, im Südosten durch Wände begrenzt, die dem Somma-Wall am Vesuv entsprechen. Wie beim Vesuv bildete sich in der Folgezeit ein neuer Vulkan, der Neo-Stromboli, der ebenso wie der Vesuv dem älteren, viel größeren Stratovulkan exzentrisch eingeschachtelt ist. Im Laufe seiner Tätigkeit füllte der Neo-Stromboli die Caldera weitgehend auf, wobei im Gegensatz zur heutigen Förderung reichlich – meist dünnflüssige – Lava floß. An der Westflanke bildeten sich zwei Nebenvulkane, Vigna Vecchia und Timpone del Fuoco. Der letztgenannte Vulkan, von zahlreichen dünnflüssigen Lavaströmen aufgebaut, ähnelt einem Schildvulkan. Die Tätigkeit des Neo-Stromboli fällt schon ins Holozän und endet um 3000 v. Chr. mit Einbruch und Bildung der grabenartigen Neo-Stromboli-Caldera, an deren Südost-Ende sich der heutige tätige Vulkan, der jüngere Neo-Stromboli, aufbaute.

Der aktive Eruptionsapparat, die Fossa des Stromboli, befindet sich auf der 760 bis 790 Meter über Normalnull gelegenen Krater-Terrasse. Die nach Nordwest gegen die See hin offene Plattform hat die Größe 200 mal 300 Meter und ist nach allen übrigen Seiten von hohen Kraterwänden umgeben, deren höchster Punkt, der Pizzo, 918 Meter erreicht. Die Kraterterrasse wird von einem Gesteinspfropfen aufgebaut, der den Schlot des Neo-Stromboli verstopft. Zwischen Schlotwandung und diesem deckelartigen Verschuß hat sich das Magma an mehreren Stellen den Weg nach oben gebahnt und Austrittsöffnungen, Boccen, gebildet. Lage, Form und Anzahl der Boccen ändern sich immer wieder, und jede Bocca zeigt ihre eigene Tätigkeitsart. Einige Boccen fördern lediglich Gase, andere Lavafontänen, auch kleine Lavaströme. Der Ablauf der Eruptionen bleibt sich immer gleich: Zunächst setzt ein immer stärker werdendes Zischen ein. Asche wird hochgewirbelt, der sich bald gröberes Material beimengt. Das Zischen verstärkt sich zum Brausen, das rasch in Donnern übergeht. Der ausbrechende Gasstrom wird stärker und wirbelt die Asche pinienförmig nach oben, und in den Donner mischt sich das Prasseln der meist in die Bocca zurückfallenden Gesteine. Wenn der Ausbruch eine gewisse Stärke erreicht hat, werden rotglühende Schlacken und Lavafetzen ausgeworfen, die mit klirrenden und platschenden Geräuschen zu Boden fallen. Die graubraune Aschenwolke, die eine Höhe von etwa 600 Metern erreicht, wird höher gewirbelt und vom Wind abgetrieben, während die Wurfhöhe der Projektile nur 200 bis 300 Meter beträgt. Die Dauer der Ausbrüche liegt durchschnittlich zwischen 3 und 15 Sekunden. Die Ausbrüche erfolgen abwechselnd und in unregelmäßigen Intervallen aus verschiedenen Boccen. Die Gase weisen neben rund 50 % Kohlendioxid (CO₂) und 7 % Kohlenmonoxid (CO) einen sehr hohen Wasserstoffgehalt (H₂) von 32 % auf, der in einer Knallgas-Reaktion

¹ Strab 6,1, 11.

mit dem Luftsauerstoff (O₂) zu Wasserdampf (H₂O) reagiert, wodurch das Donnern zustande kommt, das schon von den antiken Autoren erwähnt wird.

Gelegentlich wird diese persistente oder Dauertätigkeit von heftigen paroxysmalen Ausbrüchen unterbrochen, die mit überaus heftigen Eruptionen beginnen und meist mit kurzzeitigen Lavaausflüssen enden. Erst seit dem Ende des 19. Jahrhunderts liegt eine lückenlose Berichterstattung über diese Ausbrüche vor.

5.5.2.2 Die Berichte antiker Autoren

Der Mythos vom Windbeherrscher Aiolos, der seinen Sitz auf Strongyle haben sollte, war wohl durch die einzigartige Naturerscheinung im Bereich der schon in der Antike vielbefahrenen Inselgruppe bedingt. Nach antiker Auffassung bestand eine enge Verbindung zwischen den Winden, die der Erde entströmen sollten, und den vulkanischen Erscheinungen. Der Vulkan auf Strongyle war nun ein Ort, an dem ständig in kurzen Intervallen Feuerstöße und somit der Wind selbst der Erde entströmten. Die lange Rauchfahne über dem Vulkan war schon von weitem zu sehen und für die vorübersegelnden Schiffer eine Art Wegweiser, denn an der Richtung der Rauchfahne und an der Wolkenbildung über dem Krater konnte erkannt werden, woher der Wind wehte und welches Wetter zu erwarten war. Die Liparäer waren in der Lage, wetterprophetische Aussagen zu machen, die für die Schifffahrt von besonderem Nutzen waren und deren Brauchbarkeit weit über den Durchschnitt der damaligen Wettervoraussagen hinausging. Dies war auch der Grund für die Annahme, daß hier ein mächtiger Herr und Hüter der Winde seinen Sitz haben müsse.

So steht bei Strabon geschrieben:

Strongyle aber hat seinen Namen von seiner Gestalt. Auch diese Insel ist mit Feuer gefüllt, indem zwar die Gewalt der Flammen schwächer, das Leuchten aber stärker ist. Dort nun soll Aiolos gewohnt haben.¹

Diodoros sagt:

Auf Strongyle und Hiera brechen sogar noch in der Gegenwart aus den offenen Schlünden große Mengen von Dämpfen und zwar unter furchtbarem Donnergetöse hervor; ausgeworfen werden sowohl Staub als auch Massen feuriger Steine, ein Vorgang, wie man ihn auch beim Ätna beobachten kann. Denn nach Aussage einiger sollen von diesen Inseln unterirdische Gänge bis zum Ätna führen und mit den Öffnungen an beiden Enden in Verbindung stehen. So kommt es denn, daß die Krater auf diesen Inseln auch gewöhnlich abwechselnd mit denen des Ätna in Tätigkeit stehen.²

Diodoros vermutet also einen Zusammenhang zwischen den Vulkangebieten des Archipels und des Ätnas. Da das ganze Gebiet vulkanischen Ursprungs und stark

¹ Strab. 6,1, 11.

² Diod. V. 7.

erdbebengefährdet ist und sowohl der Ätna wie die Vulkane auf den genannten Inseln vulkanische Erscheinungen aufweisen, ist diese Vermutung nicht einmal so falsch, auch wenn natürlich keine direkten Zugänge bestehen.

Auf die Wettervoraussage geht Plinius ein, wenn er schreibt:

Die dritte [Insel] ist Strongyle, von Lipara 6 Meilen [9 km] nach Sonnenaufgang entfernt, auf der Aiolos herrschte; sie unterscheidet sich von Lipara nur durch die hellere Flamme, aus deren Rauch die Einwohner angeblich drei Tage voraus bestimmen können, welche Winde wehen werden; daher hat man geglaubt, daß die Winde dem Aiolos gehorcht haben.¹

Langjährige Beobachtungen erlaubten den Einwohnern von Lipara die Wettervorhersage. Sie ist von der Wissenschaft anerkannt, wenn auch bis heute nicht vollständig aufgeklärt. Eine Erklärung lautet, daß nur die Dampfbildung über dem Krater und an den Fumarolen einen Schluß auf die kommende Witterung erlaube.² Streichen kalte und feuchte Winde über den Krater hin, so wird sich mehr Rauch wahrnehmen lassen als bei trockenem Wetter. Bei feuchter Luft treten Dampfwolken in verstärktem Maße auf und lassen zugleich wie eine Wetterfahne die Richtung der Winde, die über den Gipfel streichen, erkennen.

Während heute unter den Aiolischen Inseln Stromboli wegen ihres tätigen Vulkans am bekanntesten ist, war in der Antike Hiera die unstrittig berühmtere und bekanntere. Der Vulkan auf dieser Insel wies die heftigeren Eruptionen auf, auch lag sie ungleich günstiger zu der hauptsächlich westlichen Seehandelsstraße der damaligen Zeit.

5.5.3 Lipara (Lipari)

5.5.3.1 Morphologie und vulkanische Entwicklung

Unter den sieben Inseln ist Lipara mit fast 38 Quadratkilometern die größte und volkreichste mit genügend Regen und einem schönen Mittelmeerklima. Da die Insel keine Quellen hat, muß das Regenwasser in Zisternen gesammelt werden. Morphologisch ist Lipara wenig gegliedert. Der Hauptteil der Insel wird von dem Monte S. Angelo (594 m) und dem Monte Chirica (602 m) und der Südteil von dem Monte Guardia (278 m) und dem Monte Giardina (278 m) beherrscht. Die Küsten sind steil und Strände die Ausnahme. Im Westen dehnt sich über dem Küstensaum eine größere Verebnung aus, die neben der Umgebung von Lipari-Stadt die größte landwirtschaftliche Nutzfläche darstellt. Angebaut werden wie in der Antike Wein, Getreide, Gemüse und Oliven. Der Nordostteil, der 20 % der Oberfläche umfaßt, ist

¹ Plin. nat. III. 94.

² Alfred Bergeat. Der Stromboli als Wetterprophet. Ztschr. dtsh. geol. Ges. (1896): 153.

von junger Bimsstein-Tephra bedeckt und deshalb ein Gebiet mit kümmerlicher Vegetation und kaum landwirtschaftlich genutzt.

Vier Perioden vulkanischer Tätigkeit lassen sich auf Lipara feststellen.

I. Periode: Mittel-Pleistozän – 230.000 bis 70.000 v. Chr.

Den ältesten Teil von Lipara bilden mindestens zwölf morphologisch stark zerstörte Stratovulkan-Bauten, von denen die meisten teilweise oder vollständig von Produkten der jüngeren Perioden II bis IV überdeckt sind. Freiliegende Vulkan-Ruinen aus dieser Zeit befinden sich im Westteil der Insel und im Bereich des etwas jüngeren Monterosa-Vorgebirges mit relativ geringen Höhen von 200 bis 300 Metern. In der I. Periode entstanden unter anderem die Monterosa-Doppelvulkane mit Höhen von 239 und 221 Metern.

II. Periode: Jung-Pleistozän – ca. 62.000 bis 40.000 v. Chr.

Zwischen dem Ende der Periode I und dem Beginn der Periode II lag eine lange Ruhezeit von schätzungsweise 60.000 bis 120.000 Jahren. Dann setzte erneut die vulkanische Tätigkeit ein. Ein neuer Stratovulkan, der Monte S. Angelo (594 m) baute sich im Zentrum der Insel auf. Sein 450 Meter weiter und noch 90 Meter tiefer Krater sind gut erhalten. Zwei Kilometer weiter nördlich davon war ein zweiter Stratovulkan tätig, der Costa d'Agosto-Vulkan, an dessen West- und Südseite mächtige Lavaströme austraten und, indem sie alten Tälern folgten und über Abbrüche kaskadenartig hinabstürzten, bis ins Meer flossen und die Steilküste zwischen Fuori del Peruso und der Cala Sciabeca aufbauten. Während der Costa d'Agosto-Vulkan effusiv Laven und Pyroklastika produzierte, war der S. Angelo-Vulkan über einen langen Zeitraum von 30.000 Jahren in explosiver Aktivität, unterbrochen von Ruhepausen. Ausgeschieden wurden sowohl Pyroklastika wie Laven, die, drei Kilometer lang und bis zu 20 Meter mächtig, weite Teile des Südwestens einnehmen und den Untergrund der fruchtbaren Pianoconte bilden. Danach trat eine Ruhepause von 20.000 Jahren ein, in der die pyroklastischen obersten Teile vor allem an den Flanken des Monte S. Angelo mehr oder weniger stark durch Wind und Regen umgelagert wurden. Dadurch bildete sich ein Tuff-Löß, der auf allen Äolischen Inseln nachweisbar und ein Charakteristikum langer vulkanischer Ruhezeiten ist. Am Ende der II. Periode ereignete sich ein caldera-artiger Einbruch, wodurch das südliche Vorland des Monte S. Angelo im Meer versank.

III. Periode: Jung-Pleistozän – ca. 20.000 bis 13.000 v. Chr.

Diese Periode des Vulkanismus umfaßte schätzungsweise 7.000 Jahre. Damals wurde der Südteil von Lipara gebildet. Hochviskose Laven drangen empor und bauten zahlreiche kleinere und größere Staukuppen auf, die teilweise durch nachfolgende Explosionen in die Luft gesprengt wurden. Dadurch entstanden zwei große Krater, in denen Bimssteine und Bimsstein-Aschen gefördert wurden, die über die ganze Insel verbreitet wurden und die

Auswürfe der II. Periode überdeckten. Nach dieser explosiven Tätigkeit drang in beiden Kratern hochviskose Schmelze auf, füllte sie aus und bildete die beiden zusammengewachsenen jüngeren komplexen Staukuppen des Monte Gardia (369 m) und des Monte Giardina (278 m). Der Scheitel der Giardina-Staukuppe wurde noch einmal in die Luft gesprengt, wodurch ein kleiner Krater entstand. Danach herrschte erneut eine Ruhepause von 3.000 bis 5.000 Jahren.

IV. Periode: Holozän – 9000 v. Chr. bis 600 n. Chr.

Die Förderprodukte dieser letzten Ausbruchstätigkeiten auf Lipara beschränken sich auf den Nordostteil der Insel. Es sind Bimssteine und obsidianische Laven, die zwei großen Eruptionszentren zuzuordnen sind. Zunächst wurden die im Bereich der Gabelotto-Schlucht anstehenden älteren Bimssteine ausgeworfen. Dann wurde der mächtige komplexe endogene Dom aufgebaut, der den Unterbau des Monte Pilato bildet. Als das morphologische Fassungsvermögen überschritten wurde, barst dieser Körper und es flossen zähflüssige obsidianische Lavaströme heraus, die sich nach Südosten und Osten ergossen. Diese älteren Obsidiane weisen ein Alter von 11.400 ± 1.800 bzw. 8.600 ± 1.500 Jahre auf. Später wurde ein Teil des Pilato-Domes durch eine paroxysmale Eruption in die Luft gesprengt und ein großer, etwa 1.000 Meter weiter und mehrere 100 Meter tiefer Krater, die Fossa delle Rocche-Rosse, gebildet. Eine kleinere Explosion dürfte im Bereich des Forgia Vecchia-Vulkans stattgefunden haben. Aus diesen beiden Kratern wurden die jüngeren Bimssteine ausgeworfen, die in einer Schicht von 300 Metern Dicke den Pilato-Dom fast vollständig bedeckten. Der Auswurf muß innerhalb sehr kurzer Zeit, wahrscheinlich innerhalb von einigen Tagen bis Wochen, erfolgt sein und fand vor mindestens 4.800 Jahren, also knapp 3.000 v. Chr., frühestens jedoch vor ca. 10.000 Jahren statt.

Danach trat eine Ruhepause von mindestens 3.500 Jahren ein, belegt durch einen fossilen Boden und C^{14} -Datierungen. Im 6. Jahrhundert n. Chr. erfolgte das letzte vulkanische Ereignis. Aus dem großen Rocche-Rosse-Krater und aus dem Forgia Vecchia-Vulkan wurden zunächst Bimssteine ausgeworfen. Dann quoll entgaste Schmelze in den Schloten empor und erstarrte zu Pfropfen. Innerhalb einer kurzen Zeit wurde der Druck auf diese Pfropfen so stark, daß eine explosive Schloträumung die Folge war. In diesen freigeräumten Schloten stieg eine Schmelze empor, die die berühmten Obsidian-Vorkommen bildete. Die Blocklava aus dem Rocche-Rosse-Krater stellt einen der seltenen typischen Glas-Lavaströme der Erde dar, der bis zur Küste und noch 500 Meter weit ins Meer floß, während der Obsidian-Strom aus dem Forgia Vecchia-Vulkan an den steilen Flanken „kleben“ blieb.

Obsidiane sind ein zu über 80 % oder völlig aus Glas bestehendes Gestein, mit einer Zusammensetzung von 75 % Silikat, 14% Aluminiumoxid und 2 % Eisenoxiden. Außerdem

sind Oxide von Mangan, Magnesium, Calcium, Natrium und Kalium vorhanden. Der Wassergehalt liegt gewöhnlich unter 1 %. Obsidiane sind meist glasig homogen, bisweilen auch schlackig-blasig, dunkelgrau bis annähernd schwarz, rot oder dunkel mahagonibraun, haben Glasglanz und einen scharfkantigen, muscheligen Bruch. Die dünnen Splitter sind rauchgrau bis bräunlich durchscheinend. Beim Erhitzen auf ca. 1.000 °C verliert Obsidian seine Gase und wird zu Bimsstein. Diese Umwandlung war schon in der Antike bekannt, wie bei Theophrast berichtet wird:

Der Lipara-Stein wird durch das Brennen ganz löcherig und bimssteinartig, so daß sich zugleich die Farbe und die Oberfläche verändern. Denn er ist schwarz, glatt und fest, ehe er gebrannt ist. Dieser Stein verwandelt sich andererseits in Bimsstein, wobei er sich hier und dort [unverändert] wie in Tröpfchen, aber nicht in zusammenhängender [Masse] absondert, wie auf Melos, wo, wie man sagt, der Bimsstein auch in anderem Gestein gefunden wird.¹

Wegen seines scharfen Bruches wurde Obsidian in der Steinzeit zu Werkzeugen und Waffen verarbeitet. Die Verarbeitung von Obsidian kann auf Lipara bis in die Jungsteinzeit um 4200 v. Chr. verfolgt werden, und zwar waren es die älteren Obsidiane, die verarbeitet wurden. Die Werkzeuge waren begehrte Handelsobjekte, die weithin im Mittelmeerraum gehandelt wurden und der Insel etwa 2.000 Jahre lang großen Wohlstand bescherten. Mit Beginn der Bronzezeit kam die Verarbeitung der Obsidiane langsam zum Erliegen.

Die Förderung der jüngsten Bimssteine und der beiden Obsidian-Ströme ist dadurch nachweisbar, daß die jüngste Bimsstein-Tephra als Überdeckung der griechisch-römischen Nekropole von Lipara identifiziert werden konnte.² Auch in einer Legende wird von diesem letzten vulkanischen Ereignis auf Lipara berichtet. Demnach soll der Eremit S. Calogero, der 524–562 n. Chr. auf Lipara lebte, die Teufel mit ihrem Feuer aus dem „Schwarzen Stein“, den Bims-Obsidian-Kratern, verjagt haben. Die Teufel hätten sich daraufhin im Vulcanello festgesetzt, aber auch von dort soll sie der Heilige vertrieben und in die Fossa von Vulcano verbannt haben.¹ Letzte Äußerungen des Vulkanismus auf Lipara sind niedrig temperierte Fumarole (80–90 °C) und eine heiße Quelle mit einer Temperatur von 57 °C. Das über dieser Quelle, die mit einem Ausstoß von 400 Litern pro Stunde ziemlich schütter ist, 1867 erbaute Badehaus bietet keinen Komfort. Die Fumarolen-Tätigkeit, vor allem im Westteil der Insel, war früher wesentlich intensiver. Sie bewirkte eine Umwandlung von relativ großen Mengen vulkanischer Gesteine in weißliche, gelbliche, bräunliche und rötliche Massen. Da diese Produkte sehr reich an Kaolin sind, werden sie lokal abgebaut.

¹ Theophr. De lapid. II. 14.

² Jörg Keller. Die historischen Eruptionen von Vulcano und Lipari. Z. dtsh. geol. Ges. 121 (1970): 150–155. Ders.: Datierung der Obsidiane und Bimstoffe von Lipari. N. Jahrb. Geol. Paläont. Mh. (1970): 90–101.

5.5.3.2 *Das antike Lipara*

Lipara erlebte in der Antike keine vulkanischen Ausbrüche und konnte sich deshalb ungestört entwickeln. Die Insel war schon im Neolithikum besiedelt. Herstellung von Werkzeugen aus Obsidian und reger Handel damit bescherten den Bewohnern Wohlstand. Um 1200 v. Chr. erfolgten Invasion und Neubesiedlung durch die Ausonier aus dem mittleren Süditalien unter Führung des Liparos, der der Insel seinen Namen gab. 580 v. Chr. siedelten sich Griechen von Knidos und Rhodos auf der Insel an, die 252 v. Chr. unter die Herrschaft der Römer kam. An der Südostküste, direkt am Meer, wurde die Stadt Lipara mit Häfen und der Akropolis auf dem Castello-Felsen hoch über der Stadt erbaut. Über die Insel und ihre Bewohner schreibt Diodoros:

Es bleibt uns nun die Aufgabe, hinsichtlich der Stadt der Liparer die Gründe anzugeben, weshalb sie in späteren Zeiten nicht nur in ihrem Wohlstand, sondern auch in ihrem Aussehen einen solchen Aufstieg erlebte: Lipara ist nämlich von Natur aus mit schönen Häfen und weit berühmten Thermen ausgestattet; tragen doch die zahlreichen dortigen Bäder nicht nur viel zur Gesundung der Kranken bei, sondern bereiten auch entsprechend der Eigenart warmer Gewässer ungewöhnliches Vergnügen und Wohlbehagen. Aus diesem Grunde finden sich viele von den Einwohnern Siziliens, die an eigenartigen Krankheiten leiden, in der Stadt ein und gewinnen durch die Bäder auf wunderbare Weise ihre Gesundheit zurück ...

Die Insel Lipara ist auch von geringer Größe, doch bringt sie genügend Früchte hervor und ermöglicht, was menschliche Bedürfnisse angeht, ein besonderes Maß von Luxus; so gewährt sie ihren Bewohnern eine Menge verschiedenartiger Fische und verfügt über Fruchtbäume, deren Ertrag höchstes Vergnügen beim Genuß zu bereiten vermag.²

Die Insel war also für Besucher bestens gerüstet. Aus dem Bericht des Diodoros geht hervor, daß die heißen Quellen zu seiner Zeit wesentlich ergiebiger gewesen sein müssen als heute.

5.5.4 **Hiera (Vulcano) mit der kleinen Halbinsel Vulcanello**

Die Insel war wegen der vulkanischen Tätigkeiten Hephaistos, dem Gott des Feuers, heilig und wurde deshalb im Altertum schon bei Thukydides „die Heilige“ genannt. Ihr anderer Name war Thermessa, und bei Plinius heißt sie auch Therasia. In der Spätantike bürgerte sich der Name „Vulcani“ ein. Die sehr kleine Insel zwischen Lipara und Hiera, heute eine

¹ Dolomieu hat diese Legende in seinem Buch über die Liparischen Inseln aufgenommen: D. de Dolomieu. Voyage aux Iles de Lipari, fait en 1781. Paris 1783. In dtsh. Übers. von L. Chr. Lichtenberg: Reise nach den Liparischen Inseln. Leipzig 1783.

² Diod. V. 10.

Halbinsel von Vulcano, trug zunächst gar keinen Namen, wurde in der Spätantike auch Vulcani und seit dem Mittelalter „Vulcanello“ (kleiner Vulkan) genannt.

Hiera (Vulcano) ist mit 21,2 Quadratkilometern Fläche die drittgrößte und südlichste der Äolischen Inseln. Die tätigen Vulkane bedingten, daß die Insel nur zeitweise besiedelt war. In der Antike war sie nicht bewohnt, im Mittelalter teilweise besiedelt und im 18. Jahrhundert wegen mehrerer Vulkanausbrüche von den Bewohnern verlassen worden. Erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts fand eine Neubesiedelung durch sizilianische Bauern statt. Heute ist die Insel ein beliebtes Touristenziel, wodurch der Wohlstand der Insulaner enorm gestiegen ist. Das Vulcanello-Plateau ist allerdings durch klotzige Urlaubersiedlungen verschandelt worden.

5.5.4.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen von Hiera

Die Insel besteht aus vier morphologischen Einheiten, die auch der geologischen Gliederung entsprechen. Die südliche Hälfte, die mehr als zwei Drittel der Insel umfaßt, wird als Alt-Vulcano bezeichnet. Sie besteht aus einer schüsselförmigen, zwischen 300 und 400 Meter hohen Ebene, dem Piano, und wird von nur 80–150 Meter hohen Bergen umsäumt. Sie fallen in steilen Hängen und im Westen zur See in unzugänglichen Felswänden ab. Die höchste Erhebung dieses Schüsselrandes ist mit 500 Metern der Monte Aria. Im Nordwesten liegt der Lentia-Komplex. Mit seinen zahlreichen zusammengewachsenen Staukuppen und Staurücken bildet dieser Komplex die Küstenfelsen, die stark gegliedert und in Buchten sowie in weit in die See hinausgreifenden schmalen, mauerartigen Vorgebirgen aufgelöst sind. Durch vulkano-tektonische Einstürze wurde die Fossa-Caldera gebildet. Innerhalb dieser Caldera wuchs in den letzten 10.000 Jahren die Fossa (391 m) empor.

Alt-Vulcano und Lentia-Komplex, Zeitraum: Jungpleistozän (40.000–10.000 v. Chr.)

Zunächst entstand ein großer komplexer Stratovulkan, dessen Hauptförderzentrum etwa in der Mitte des heutigen Piano lag. Dieser Stratovulkan dürfte eine Höhe von etwa 900 bis 1.000 Metern erreicht haben, was aus dem Einfallen seiner erhalten gebliebenen Förderprodukte ableitbar ist. Die Hauptmasse seiner Vulkanite stellen olivinführende latianandesitische Laven dar, erst in der letzten Phase seiner Tätigkeit nahm die Explosivität zu und es wurden größere Massen von pyroklastischem Material gefördert. Diese letzte Phase endete mit einem Einsturz des zentralen Teiles des alten Stratovulkans, wodurch sich die 2,3 mal 2,6 Kilometer große Piano-Caldera bildete, die sich langsam durch die Tätigkeit einiger innerhalb der Caldera emporwachsender Vulkane auffüllte. Die vulkanischen Prozesse hatten zur Folge, daß sich sowohl Laven wie Aschentuffe, Lapilli und Schlacken in zeitlicher Abfolge ablagerten. Durch erneut auflebende vulkano-tektonische Bewegungen kam es am

Rand der Piano-Caldera an drei Stellen zu Spalteneruptionen mit heftigen Lavafontänen. Zuvor war es auf den nordwestlichen Außenhängen des alten komplexen Stratovulkans zu nur wenig ausgedehnten Lavaergüssen gekommen, die die basalen Vulkanite des Lentia-Komplexes bilden. Die Phase der Lavafontänen-Tätigkeit war nur kurzzeitig, doch lebte der Vulkanismus im Lentia-Gebiet erneut auf. Aus radialen und konzentrischen Brüchen quoll saure, hochviskose Schmelze empor, die in Form von Staukuppen und Staurücken sowie kurzen Strömen erstarrte. Diese Extrusivkörper sind recht kleine Gebilde, die größte Höhe beträgt 190 Meter. Auf Grund ihrer petrochemischen Ähnlichkeit mit denen der Periode III im benachbarten Südteil von Lipara kann ein annähernd gleiches Alter beider Komplexe angenommen werden, also älter als 13.000 Jahre und jünger als 20.000 Jahre. Zwischen 14.000 und 11.000 v. Chr. bildete sich in zwei Phasen durch Einbruch die 2,8 mal 3,2 Kilometer weite Fossa-Caldera. In der 1. Phase schnitt diese Caldera im Südosten die Füllung der Piano-Caldera und Teile des Urkegels ab und in der 2. Phase den Ostteil des Lentia-Komplexes. Die Fossa-Caldera ist die zweite vulkano-tektonische Großstruktur auf Vulcani. Sie ist im Nordosten gegen das Meer geöffnet und wahrscheinlich lag bei ihrer Entstehung der größte Teil des Caldera-Bodens unter dem Meeresspiegel. Ziemlich in der Mitte der Caldera wuchs im Verlauf mehrerer tausend Jahre ein neuer Vulkan, die Fossa, über den Meeresspiegel, die sich zunehmend vergrößerte und an der Ostseite mit der alten Insel verschmolz. Im Süden und Westen des Kegels füllten die Abschwemmassen von dem neuen Vulkan und auch von Alt-Vulkano her nach und nach den immer flacher werdenden Meeresarm auf.

Fossa I und II

Der heute 391 Meter hohe Kegel der Fossa ist neben dem Stromboli der zweite tätige Vulkan des Äolischen Archipels. Die Fossa, deren Basis 2 mal 2,2 Kilometer mißt und deren Hangneigung 30–35° beträgt, besteht aus zwei sich überschneidenden Kegeln.

Der östliche Kegel ist die Fossa I, die nachweisbar seit der Antike mit längeren oder kürzeren Unterbrechungen tätig gewesen ist. Er bildete sich bereits in präneolithischer Zeit und zwar nach der Förderung der jüngeren Periode-IV-Bimssteinserie von Lipara, denn diese Bimssteine konnten an der Basis der ältesten Fossa-I-Tuffe nachgewiesen werden. Damit kann ein Alter von maximal 10.000, aber mindestens 4.800 Jahren angenommen werden. Zunächst wurde pyroklastisches Material ausgeworfen, erst zum Ende hin traten trachytische Lavaströme aus, die zum Teil ins Meer flossen, wo sie die stark gegliederte, klippenreiche Küste um die Pte. Nere bildeten. Die Tätigkeit der Fossa I nahm zum Ende der römischen Kaiserzeit ab und ruhte wahrscheinlich vor der Mitte des 6. Jahrhunderts für ungefähr 100 Jahre. In der zweiten Hälfte des 6. Jahrhunderts begann die Tätigkeit des Vulkans erneut. Die

Fossa II entstand, nachdem sich der Schlot um gut 400 Meter nach Westsüdwest verlagert hatte. Die Aktivitäten der Fossa II sollten bis heute andauern.

Die Ausbrüche der Fossa II im Mittelalter und in der Neuzeit waren von langen Ruhepausen unterbrochen. Sehr bemerkenswert sind die Ausbrüche von 1727 und 1731, wodurch die zwei Nebenkrater Forgia Vecchia superiore und Forgia Vecchia inferiore gebildet wurden, die mehrere Jahre aktiv waren. 1739 ergoß sich eine glasartige Lava, der Pietre-Obsidian-Strom, nordwestwärts. Für 1771 wird ebenfalls ein Ausbruch gemeldet, wobei ein Aschenregen auf Lipara niederging, der die Vegetation vernichtete und eine Hungersnot zur Folge hatte. Bis 1883 befand sich dann die Fossa in einem ähnlichen Zustand wie heute, das heißt sie wies eine starke Fumarolentätigkeit auf. 1888–1890 erfolgte eine paroxysmale, phreatische Eruption. Der Auswurf bestand aus Aschen, Sanden, glühenden Gesteinsbrocken und Dampf, aber ohne Lava. Seitdem ist kein Ausbruch mehr erfolgt, aber der Vulkan ist nicht erloschen. Davon zeugt die rege Fumarolentätigkeit sowohl im Inneren des Kraters, auf dem nördlichen Rand und an den Hängen wie auch auf dem Toten Feld, einem Gebiet nördlich des Vulkans gelegen, an das sich die Lavaplatattform des Vulcanellos anschließt. Die Dämpfe vom Typ der Solfatara-Gase enthalten überwiegend Kohlendioxid, daneben Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxid und in geringen Mengen Borsäure (H_3BO_3), Ammoniak und Fluorwasserstoff. Die Temperaturen liegen zwischen 80 und 480 °C. Seit 1966 wurden mehrere leichte Erdbeben gemessen, die zu geringen phreatischen Explosionen mit Ausstoß von kleinen Aschenwolken führten.

5.5.5 Vulcani (Vulcanello)

5.5.5.1 Morphologie und vulkanische Erscheinungen

Die Entstehung der kleinen Insel Vulcanello zwischen Hiera (Vulcano) und Lipara durch vulkanische Ausbrüche läßt sich auf das 2. Jahrhundert v. Chr. zurückführen. In dieser Zeit bildeten sich die Kegel I und II. Der Kegel III entstand im 6. Jahrhundert n. Chr. zeitgleich mit den Eruptionen auf Lipara und Hiera.

Auf dem 47 Meter hohen Lava-Plateau, das einen Durchmesser von 1,5 Kilometern hat, sitzen im Nordostsektor drei zusammengewachsene Kegel auf, die längs einer von Südwest nach Nordost verlaufenden Bruchspalte angereiht sind. Der mittlere Kegel II ist der größte, der westlichste Kegel III der kleinste und zugleich der jüngste. Der östlichste Kegel I ist der älteste und größtenteils zerstört. Wie mit einem Messer ist der Nordostsektor vom Meer abgetrennt worden, so daß der Aufbau eines Stratovulkans modellhaft zu sehen ist. Der noch erkennbare Wall ist durch eine 30 Meter breite und 60 Meter lange Ebene von dem

Mittelkegel II getrennt und etwas niedriger als dieser. Der 100 Meter weite Krater ist mit rötlichen Schweißschlacken aufgefüllt. Der Kegel II bildet mit 123 Metern den höchsten Punkt. Der etwa 200 Meter weite Krater bildet eine flache Schüssel, die weitgehend mit Aschentuffen, die der Kegel III ausgeworfen hat, aufgefüllt ist. Dieser Kegel III weist einen durch den letzten Ausbruch im 16. Jahrhundert n. Chr. gebildeten Krater auf. Seine Hänge sind unten flach, oben steiler, seine Tiefe beträgt etwa 40 Meter, sein Umfang etwa 200 Meter. Die Innenwände sind sehr steil und durch Regengüsse gerillt. Der Kraterboden ist durch Fumaroleneinwirkung, die bis 1878 andauerte, stark umgewandelt, ebenso die Hänge, deren Oberfläche zu intensiv weißlichen Gips- und Alunit-Massen zersetzt sind.

Nach antiken Angaben wuchs 183 v. Chr. der Vulkankegel I aus dem Meer empor, der sich aus Pyroplastite mit Lava- Einschaltungen, also saurem Material, zusammensetzt. Die Bildung des Kegels II wird auf 126 v. Chr., ein erneuter Ausbruch auf 91 v. Chr. datiert. Schlacken und Eruptiv-Breccien lassen sich nachweisen, außerdem leucit-tephritische Lavaströme, die aber hauptsächlich am Fuße des Kegels ausgetreten sind und die Lava-Plattform gestaltet haben. Die Ströme sind bevorzugt nach Süden, Westen und Nordosten abgeflossen und wegen ihrer Dünnschichtigkeit bedingten sie die plattformartige Morphologie. An der Küste erkennt man, daß bis zu acht Lavaströme übereinanderliegen, deren Mächtigkeit maximal drei Meter beträgt, meist aber geringer ist. In ihrem unteren Teil haben die einzelnen Ströme ein dichtes Gefüge, während nach oben hin die Blasigkeit zunimmt.¹ Auf diesem Plateau sitzt der Kegel III auf, der morphologisch und geologisch bedeutend jünger ist. Die Entstehung dieses Kegels kann recht genau festgelegt werden. Sie muß unmittelbar nach dem Ausbruch des Monte Pelato auf Lipara, der zwischen 500 und 550 n. Chr. stattfand, erfolgt sein, denn Bimsstein-Asche dieses Vulkans wurde an der Basis der Tuffe des Kegels III bis zu zehn Zentimeter dick gefunden. Da Bimsstein-Tephra sehr erosionsanfällig ist, kann ihre Erhaltung darauf zurückgeführt werden, daß sie von den Vulkantuffen des Kegels III schützend zugedeckt wurde.² Damit kann die Bildung dieses Kegels in das 6. Jahrhundert n. Chr. datiert werden. Seine Aschen überdeckten die beiden anderen Vulkane, deren Gestein zuvor schon stark fumarolisch zersetzt war. Es ist anzunehmen, daß die vulkanische Aktivität zumindest des Kegels II bis in die Spätantike nicht ganz erloschen war und sich in Fumarolentätigkeit äußerte. Am Nordfuß des Kegels III floß eine trachytische Lava¹ aus, die trotz ihres sauren Charakters und damit schwachen Fließvermögens eben noch das Meer erreichte. Im 16. Jahrhundert fand wieder eine starke Eruption statt, deren Ascheauswürfe die älteren Laven überlagerten. Damit wurde die Tuff-Serie durch einen Horizont mit reichlich

¹ Analyse des Leucit-Tephrit: Bini et al. 1974, S. 561, No. V. 3.

² Keller 1970 b, S. 182.

Blattabdrücken und Holzkohlenresten zweigeteilt; es muß also in der Zwischenzeit eine keineswegs spärliche Vegetation vorhanden gewesen sein, und es muß eine Unterbrechung der vulkanischen Aktivität stattgefunden haben. Eine C^{14} -Altersdatierung der reichlichen Pflanzenreste ergab einen Wert von 325 ± 100 Jahren.²

5.5.6 Die Fossa I auf Hiera in der Antike

In der Antike waren die vulkanischen Erscheinungen auf Hiera berühmter als die auf Strongyle (Stromboli). Mit der Tätigkeit des Feuers steht der Hephaistos-Mythos im Zusammenhang. Auf Hiera sollte Hephaistos (lat. Vulcanus), der kunstfertige göttliche Schmied, seine Werkstatt haben, wo er mit seinen Gesellen, den Zyklopen, wirkte. Vergil erzählt in seiner Aeneis, wie Hephaistos eine glänzende Rüstung für Aeneas schmiedet:

Dicht an Sikaniens Strand, am aeolischen Lipare hebt sich
steil mit rauchenden Felsen empor eine Insel; darunter
dröhnt eine Höhle ...
Haus des Volkanus heißt es mit Namen und Land des Volkanus
Hierin stieg nun vom Himmel herab der Feuerbeherrscher.
Eisen schmiedeten grad die Kyklopen in riesiger Höhle ...
„Halt jetzt!“ ruft Volkan, „legt fort die begonnene Arbeit,
Ätnasöhne, Kyklopen und hierher wendet den Sinn jetzt:
Waffen gilt es einem Helden zu schmieden; ...“
Da fließt in Rinnen das Erz und das Gold, es
schmilzt der wundenschlagende Stahl im gewaltigen Ofen.
Und sie bilden den Riesenschild, wider aller Latiner Waffen den einen.³

In Verbindung mit dem Hephaistos-Mythos liegen auch morphologische Beschreibungen und Berichte über die Tätigkeit des Vulkans vor, die allerdings manchmal widersprüchlich sind und besonders bei den Maßangaben die richtige Einordnung von Entfernungen und ebenso die Datierung der Eruptionen erschweren.

Im 5. Jahrhundert v. Chr. war der Vulkan auf Hiera heftig aktiv, wie Thukydides berichtet:

Im selben Winter [Winter 427/26 im fünften Jahr des Peloponnesischen Krieges] fuhren die Athener in Sizilien und die Rhegier mit dreißig Schiffen aus gegen die sogenannten Aiolos-Inseln; im Sommer war wegen des Wassermangels ein Feldzug nicht möglich. Sie werden bebaut von Lipara aus, einer Gründung von Knidos; es liegt auf einer der Inseln, keiner besonders großen, von da fahren die Liparer zum Ackerbau hinüber zu den andern, Didyme, Strongyle und Hiera. Die Menschen dort glauben, auf Hiera habe Hephaistos seine Schmiede, weil man nächtens starkes Feuer von ihr aufsteigen sieht und tags Rauch.¹

Die meisten Autoren erwähnen das Phänomen, daß die Flammen, die aus dem Krater emporsteigen, bei Nacht besser zu sehen sind als bei Tag, weil der Vulkan tagsüber oft von

¹ Analyse: Bini et al. 1974. S. 568, No. V. 17.

² Keller 1970 b.

³ Vergil. Aeneis. 8. Buch, 416 ff.

Nebel und Wolken verhüllt ist. Auch zum Ende des 3. Jahrhunderts v. Chr. war der Vulkan auf Hierä tätig. Kallias von Syrakus² berichtet in seinem Geschichtswerk über die Taten seines Herrschers Agathokles anschaulich über die Tätigkeit des Vulkans:

Eine von den Äolischen Inseln wird Hierä [die Heilige] genannt, auf der, wie man sagt, Hephaistos schmiedet. Davon berichtet Kallias im 10. Buch seines Geschichtswerkes über Agathokles und sagt, daß darauf ein hoher Hügel vorhanden ist, auf dem sich zwei Krater befinden, von denen der eine einen Umfang von drei Stadien [540 m] hat. Von dort wird ein Feuerschein weit fortgetragen, so daß er weithin das Meer erhellt. Ferner werden aus dem Schlund rotglühende und enorm große Steine herausgeschleudert. Und ein sehr großes Getöse wird erzeugt, das sich zu dem Zeitpunkt ereignet, wenn Hephaistos tätig ist, so daß das Geräusch auf 500 Stadien [90 km] hin gehört wird. Die glühenden Massen, die aus der Erhöhung ausgeworfen werden, sind durch das Ausbrennen immer giftig, und, da sie die Augen versengen, haben sie die Kraft wie die Sonne. Bei Nacht nun zeigt sich das alles sehr schön, was durch die Tätigkeit des Gottes entsteht, bei Tage aber sieht man, wie über dem Gipfel, von wo die Flamme aufsteigt, die Wolken liegen.³

Eine Datierung der vulkanischen Tätigkeit des Vulkans auf Hierä läßt sich für die Jahre um 300 v. Chr. recht genau vornehmen, denn Agathokles, in dessen Auftrag Kallias sein Werk schrieb, regierte als Tyrann über Syrakus von 318 bis 289 v. Chr. Kallias berichtet von zwei aktiven Kratern. Ausgeworfen wurde pyroklastisches Material, wie neuere Untersuchungen bewiesen haben.⁴ Nicht nur Asche und Lapilli, sondern auch Lavabomben wurden explosionsartig mit lautem Getöse als glühende Masse herausgeschleudert. Damit verbunden war das Austreten von Wasserdampf und Gasgemischen aus Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Schwefeldioxid, die äußerst giftig waren und schnell zu massiven Gesundheitsschäden, wenn nicht zum Erstickungstod führen konnten.⁵ Die Flammen, die aus den Kratern herausschlugen, waren weithin zu sehen, besonders des Nachts. Bei Tage war der Gipfel häufig in Nebel gehüllt, so daß die Flammen nur undeutlich wahrgenommen werden konnten. Die glühenden Massen wirkten durch ihre ungeheuere Hitze auch schädigend auf das Augenlicht. Verwirrend sind die Maßangaben. Kallias berichtet von zwei Kratern auf dem Gipfel und gibt für den einen Krater einen Umfang von drei Stadien an, doch welches Maß ist für die Umrechnung anzusetzen? Wenn das attische oder olympische Maß zu Grunde gelegt wird, dann hat ein Stadion die Länge von 177,8 Metern und der von Kallias angegebene Umfang beträgt 533,4 Meter. Bei dem Umrechnungsmaß 1 Stadion = 185 Meter, das in

¹ Thuk. III. 88.

² Kallias von Syrakus schrieb eine panegyrische Geschichte in 22 Büchern über seinen Brotherrn Agathokles, mit vielen Exkursen über Ethnologie und Geographie. Seine Lebensdaten sind nicht genau bekannt, anscheinend hat er seinen Herrn überlebt. Siehe: Scholia in Apollonium Rhodium Vetera III. 41; FGH IV. 657.

³ Diod. XXI. 16, 5.

⁴ J. Keller. Alter und Abfolge der vulkanischen Ereignisse auf den Äolischen Inseln/Sizilien. Ber. naturf. Ges. Freiburg/Br. 57 (1967): 33–67.

⁵ Erinnerung sei an den Tod vieler Menschen durch Ersticken, als der Vesuv 79 n. Chr. ausbrach.

römischer Zeit, unter anderem auch von Strabon, allgemein benutzt wurde, vergrößert sich der Umfang auf 555 Meter. Für den Hauptkrater wäre eine Öffnung mit diesen Ausmaßen reichlich klein. Entweder sind es die Maße des kleineren zweiten Nebenkraters, oder es ist nicht der Umfang, sondern der Durchmesser des Hauptkraters gemeint. Letzteres ist das Wahrscheinlichere.

Steht man auf dem Kraterrand der heutigen Fossa II und blickt nach Osten, so erkennt man den alten Kraterwall, der der Fossa I angehört. Der zugehörige Krater mißt etwa 600 Meter Durchmesser und ist durch jüngeres Material weitgehend aufgefüllt, aber morphologisch noch gut auszumachen. Das Maß dieses Durchmessers stimmt mit den Angaben des Kallias gut überein. Der andere Krater war höchstwahrscheinlich der heutige Faraglione. Die beiden 56 und 27 Meter hohen Felsen dieses Adventiv-Kraters sind jetzt durch Fumarolen-Tätigkeit vollständig zersetzt und in bunte, großenteils sulfatische Produkte umgewandelt. In der Antike war dieser Nebenvulkan wie der Hauptvulkan äußerst aktiv.

Die explosionsartigen Eruptionen erzeugten donnernde Geräusche, die über weite Entfernungen zu hören waren. Doch muß die Angabe, daß das Getöse 500 Stadien weit zu hören war, angezweifelt werden. Sicher ist, daß die Eruptionen an der Küste Siziliens gehört wurden, vor allem, wenn der Wind aus Nordwest wehte. Die Entfernungsangabe müßte dann 150 Stadien – das sind 26,7 Kilometer nach attischem Maß bzw. 27,8 Kilometer nach römischem Maß – lauten. So weit ist Hieria von Sizilien entfernt.

Bei Strabon wird die Insel so beschrieben:

Zwischen [Lipara] und Sizilien liegt Thermessa, die jetzt Hieria des Vulkanus heißt, durchaus felsig, öde und voll unterirdischen Feuers. Sie hat drei Feuerausbrüche, gleichsam aus drei Kratern. Aus dem größten schleudern die Flammen sogar glühende Steinmassen empor, welche schon einen großen Teil der Meerstraße verschüttet haben. Infolge von Beobachtungen glaubt man, daß mit den Winden zugleich die Flammen zunehmen, sowohl hier als im Ätna, und daß, wenn jene aufhören, auch die Flammen aufhören. Dies ist aber nicht unbegründet. Denn auch die Winde werden von den Ausdünstungen des Meeres erzeugt und, nachdem sie ihren Anfang genommen, genährt, so daß, wer solches nur irgendwie beachtet, sich nicht wundern wird, daß auch das Feuer durch einen verwandten Stoff und etwas Ähnliches entflammt wird.¹

Über die Heftigkeit der Eruptionen berichtet auch Polybios, der ebenfalls drei Krater erwähnt. Der Bericht ist ein Einschub in der umfassenden Beschreibung des Archipels bei Strabon:

Polybios sagt, von den drei Kratern auf der Heiligen Insel des Hephaistos sei der eine zum Teil eingestürzt, die beiden anderen aber seien unversehrt erhalten. Der größte habe an seinem kreisförmigen Rand einen Umfang von fünf Stadien [889 m] und verenge sich nach innen allmählich bis zu einem Durchmesser von fünfzig Fuß [14,8 m]. Die Tiefe von oben herunter zum Meer [im Grunde des Kraters] betrage ein

¹ Strab. 6, 2, 10.

Stadion [177,8 m], so daß man es bei Windstille sehen könne. Wenn Südwind zu erwarten sei, breite sich dunkler Nebel rings um die Insel, so daß man in der Ferne nicht einmal Sizilien sehen könne. Vor einem Nordwind loderten reine Flammen aus dem Krater in die Höhe, und ein stärkeres Donnern gehe von ihm aus. Die Zeichen für den Westwind hielten zwischen beiden etwa die Mitte. Die anderen Krater seien ähnlich, ständen aber an Heftigkeit der Ausbrüche hinter dem ersten zurück. Aus der verschiedenen Stärke des Donners und aus der Richtung, aus der Ausbrüche, Flammen und Rauch kommen, könne man den Wind vorhersagen, der am dritten Tage wehen werde. Bewohner der Liparischen Inseln hätten bei Windstille den Wind vorausgesagt, der dann wehen würde, und hätten sich nicht getäuscht. Es zeige sich also, daß das, was uns als Fabel bei Homer erscheine, mit gutem Grund gesagt sei, und daß er in Rätselsprache die Wahrheit gesagt habe, wenn er Aiolos den Gebieter der Winde nenne.¹

Polybios berichtet von drei tätigen Kratern, von denen der eine zum Teil zusammengestürzt sei. Zeitlich läßt sich die vulkanische Tätigkeit auf die erste Hälfte des 2. Jahrhunderts v. Chr. einengen, denn Polybios² hatte seine Universalgeschichte, der der Bericht über die Insel Hieria zuzuordnen ist, um 144 v. Chr. abgeschlossen. Wenn wirklich drei Krater aktiv waren, könnte sich noch ein zweiter Adventiv-Krater gebildet haben und einer dieser Adventiv-Krater wäre schon teilweise wieder eingestürzt. Eine andere Vermutung ist, daß mit dem dritten Krater der neugebildete Vulkan auf der kleinen Insel Vulcani gemeint ist. Die heftigsten Eruptionen weist der Hauptkrater auf, darin weiß sich Polybios mit vorhergehenden Berichterstatern einig. Schwierigkeiten bereiten auch in diesem Bericht die Maßangaben. Polybios verwendet grundsätzlich das attische Maß, also 1 Stadion = 177,8 Meter.¹ Auch bei Polybios dürfte der Umfang des Kraterrandes mit 889 Metern zu klein sein, und auch hier ist anzunehmen, daß nicht der Umfang, sondern der Durchmesser des oberen Kraterrandes gemeint ist. Wenn er im Gegensatz zu den Angaben von Kallias größer ist, so ist zu bedenken, daß genaue Messungen an einem tätigen Vulkan unmöglich waren. Die Verengung auf 14,8 Meter kann ebenso wie die Feststellung, die Tiefe betrage 177,8 Meter, nur eine grobe Schätzung sein. Besonders interessant ist die Bemerkung, daß die Bewohner von Lipara bei Windstille aus der Richtung des Rauches, der aus dem Krater austritt, den Wind, der nach drei Tagen wehen wird, und die Windrichtung vorhersagen können. Dasselbe wird auch von dem Vulkan auf Strongyle berichtet. Polybios verlegt also die Wettervorhersage nach Hieria.

Die Tätigkeit des Vulkans wird von Strabon am ausführlichsten beschrieben. Bemerkenswert ist, daß der Bericht des Polybios eine Wiederholung des Vorgehenden ist, nur mit Maßangaben. Außerdem wird von Strabon die Entstehung der Winde angegeben, die aus der Erde kommen sollen. Da die vulkanischen Schlünde Öffnungen der Erde sind, besteht

¹ Polyb. XXXIV. = Strab. 6, 2, 10.

² Polybios lebte von etwa 200 bis 120 v. Chr.

eine enge Beziehung zwischen dem Wind und den vulkanischen Erscheinungen, eine Auffassung, die auch Poseidonios vertritt. Wie schon gesagt, könnte der Text von Poseidonios verfaßt, zumindest aber von ihm abhängig sein.

Plinius und andere Autoren berichten zwar auch von dem tätigen Vulkan, geben aber keine ausführlichen Beschreibungen.² Cornelius Severus³ berichtet von nur noch einem aktiven Krater, ebenso Pausanis, der auch von heißen Quellen spricht:

Auf Hiera brennt von selber Feuer auf der Spitze der Insel und gibt es geeignete Bäder am Meer, wenn das Wasser einen erträglich aufnimmt, da es sonst wegen der Hitze schwierig ist hineinzusteigen.⁴

Es müssen also schon in der Antike wie heute zahlreiche Fumarole in Ufernähe dem Meeresboden entströmt sein, die das Wasser so erhitzten, daß man nur vorsichtig hineinsteigen konnte. Die Zusammensetzung der Fumarolen wird sich von der heutigen nicht unterschieden haben, allerdings wird die Temperatur höher gewesen sein; auch ist zu bedenken, daß die Austrittsstellen der Dämpfe sich von Zeit zu Zeit änderten, wie das auch gegenwärtig der Fall ist. Während heute die Insel Vulcano ein beliebtes Touristenziel ist und zahlreiche Menschen in den warmen Bädern Heilung suchen, soll die Insel in der Antike unbewohnt gewesen sein. Denkbar ist, daß die Gäste auf Lipara wohnten und sich zum Baden nach Hiera hinübereudern ließen.

5.5.7 Die Entstehung der Insel Vulcani (Vulcanello)

Im 2. Jahrhundert v. Chr. wuchs plötzlich zwischen Hiera und Lipara ein Vulkan (der Kegel I) aus dem Meer empor. Dieses Ereignis, das auf das Jahr 183 v. Chr. datiert wird, fand in der antiken Welt große Beachtung. In demselben Jahr erfolgte auch ein Ausbruch des Ätnas. Die Datierung kann als gesichert gelten, denn die antiken Autoren schreiben, daß das Ereignis in dem Jahr erfolgte, in dem Scipio Africanus und Hannibal verstorben sind. Überlieferungen liegen vor von Livius sowie von Eutropius, Julius Obsequens und Orosius, die jedoch, wie die Lebensdaten zeigen, keine Zeitgenossen des Ausbruchs waren.

Livius schreibt nur, daß eine neue Insel vor Sizilien aus dem Meer aufgetaucht ist: „Nicht weit von Sizilien wurde eine neue Insel, die vorher nicht [dort] gewesen war, aus dem Meer emporgehoben.“¹

Eutropius war ein römischer Geschichtsschreiber um die Mitte des 4. Jahrhunderts n. Chr. Seine Quellen waren Livius und Suetonius. Sein Werk wurde von Paulus Diaconus um 600 n.

¹ Gerhard Radke. *Viae publicae romanae*. RE Suppl. XIII. S. 1418.

² Plin. nat. III. 94; Solinus 6, 1; Pomponius Mela II. 7, 164.

³ Cornelius Severus 436–440.

⁴ Pausanis. *Reisen in Griechenland* X. 11, 4.

Chr. bearbeitet und mit sechs Büchern fortgesetzt und von Landolfus Saxa um 1000 n. Chr. mit acht Büchern weiter ergänzt. Die angeführte Aussage ist eine Ergänzung von Paulus, sie gibt das Entstehungsjahr dieser kleinen Insel an:

In jenem Jahr erlag Scipio Africanus, der sich wider Willen aus der Stadt für längere Zeit ins Exil bei Amiternum begeben hatte, einer Krankheit. Damals ist die Insel Vulcani, die vorher nicht dagewesen war, plötzlich aus dem Meer emporgehoben worden.²

Der Bericht des Iulius Obsequens lautet:

Unter dem Konsulat des M. Claudius Marcellus und des Q. Fabius Labeone regnete es Blut auf dem Platz des Vulkanus an zwei Tagen und auf dem Platz [des Tempels] der Concordia an ebenso vielen Tagen. Bei Sizilien bildete sich eine neue Insel im Meer. Hannibal kam durch Gift um. Die Celtiberer wurden bezwungen.³

Und auch Orosius beschränkt sich auf die Bemerkung, daß eine neue Insel aufgetaucht ist, im Zusammenhang mit dem Tod von Scipio Africanus und Hannibal:

In jenem Jahr, während des Konsulats von M. Claudius Marcellus und Q. Fabius Labeone, ging Scipio Africanus bei der Stadt Liternum an einer Krankheit zugrunde. In denselben Tagen tötete sich Hannibal bei Prusias, dem König von Bithynien, durch Gift, als die Römer seine Auslieferung verlangten. Philopoemen, der Führer der Achaier, wurde von den Messenern gefangen und getötet. Bei Sizilien ist nun noch die Insel Vulcani vorhanden, die vorher nicht dort gewesen war, nachdem sie plötzlich in jeder Hinsicht wie durch ein Wunder aus dem Meer aufgetaucht ist.⁴

In der antiken Literatur sind keine weiteren Angaben über den Kegel I oder über die Beschaffenheit dieser neuen Insel vorhanden. Obsequens und Orosius beschränken sich auf eine Datierung des Vorganges. Die genannten Konsuln waren im Jahr 183 v. Chr. im Amt.⁵ Der Rückgriff auf Livius in der Berichterstattung ist nicht zu übersehen.⁶ Der Ausbruch des Vulkans kann nur kurze Zeit gedauert haben.

Einige Jahrzehnte später wurde durch eine erneute Eruption ein zweiter Kegel (Kegel II) neben dem ersten aufgebaut. Auch hierüber liegen Berichte antiker Autoren vor, die wesentlich ausführlicher sind, aber auch viele Fragen hinsichtlich Datierung und Vorgang der Eruption aufwerfen. Bei Iulius Obsequens heißt es:

Unter dem Konsulate des M. Aemilius und L. Aurelius. Der Ätna ergoß sich in heftiger Bewegung weit über den Gipfel hinaus, und bis zu den Liparischen Inseln wallte siedend das Meer, und nachdem einige Schiffe beschädigt waren, kamen die meisten Matrosen durch Rauch um. Eine große Menge toter Fische wurde zerstreut.

¹ Livius 39, 56, 6.

² Eutr. Breviarium ab urbe condita IV.

³ Iulius Obsequens. Liber prodigiorum 4. – Der Platz des Vulkanus und der Tempel der Concordia lagen in der Nordwestecke des Forums in Rom; Blutregen waren Niederschläge, die durch in der Luft mitgeführten roten Erdstaub oder auch Pollen bestimmter Pflanzen eine rote Farbe aufwiesen. Sie waren immer ein Anlaß für ein Sühneopfer.

⁴ Oros. V. 10.

⁵ T. R. S. Broughton. The Magistrates of the Roman Republic. New York 1951–52.

⁶ P. L. Schmidt. Iulius Obsequens und das Problem der Livius-Epitome. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse. Mainz 1968.

Diese nahmen die Liparensen allzu hastig für ihre Mahlzeiten und starben deshalb an verdorbenem Magen, so daß die Inseln von einer neuen Pest verwüstet wurden.¹

Bei Orosius steht:

Unter dem Konsulate des M. Aemilius und L. Aurelius Orestes wurde der Ätna unter furchtbarem Krachen erschüttert und warf Feuerkugeln aus; und wieder an einem anderen Tag gürte die Lipara-Insel und das sie umgebende Meer, so daß es Felsen versengte und auflöste, die Verdecke der Schiffe durch flüssige Wachsmassen verbrannte und die toten, an der Oberfläche umherschwimmenden Fische auskochte. Auch die Menschen, die nicht in die Ferne fliehen konnten, erstickten, indem durch die häufige Einatmung der warmen Luft die inneren Lebensteile verdorrten.²

Beide Berichte sind in Bezug auf die Aeolischen Inseln sehr ungenau. Es wird zwar von einem Ausbruch, aber nicht von der Bildung eines neuen Vulkankegels gesprochen. Die Nennung der Konsuln läßt allerdings eine genaue Datierung auf 126 v. Chr. zu.

Eine ausführliche Beschreibung vom Auftauchen einer Insel bei Hieria gibt Poseidonios, überliefert von Strabon:

Poseidonios erzählt, man habe zu seiner Zeit gesehen, wie sich um die Sommersonnenwende bei Sonnenaufgang zwischen Hieria und Euonymos das Meer plötzlich in ungeheure Höhe gehoben habe, eine Weile so geblieben sei, unter lang anhaltendem Brodeln, und sich dann wieder beruhigt habe. Diejenigen, die sich zu nähern wagten, hätten von der Strömung abgetriebene tote Fische gesehen und seien geflohen, überwältigt von Hitze und Gestank. Eines der kleinen Boote, das näher herangekommen sei, habe einen Teil der Mannschaft verloren; die übrigen hätten sich mit Mühe nach Lipara gerettet, bald von Sinnen, Epileptikern ähnlich, bald zurückgekehrt zu normalem Verstand. Viele Tage später habe man gesehen, wie sich auf der Meeresoberfläche eine Schlammschicht gebildet habe, an vielen Stellen seien Flammen emporgeschlagen und Dämpfe und Qualm. Später sei der Schlamm fest geworden und habe dem Mühlstein geglichen. Der Statthalter von Sizilien, Titus Flaminius, habe dem Senat davon berichtet, und der Senat habe eine Gesandtschaft geschickt, um sowohl auf dem Inselchen als auch auf Lipara die unterirdischen Götter und die Meeresgötter zu versöhnen.³

Diese Beschreibung wirft einige Fragen auf. Zunächst die geographische Lage der neuen Insel. Euonymos (Salina) liegt nördlich von Lipara, der Vulkan erhob sich aber zwischen Lipara und Hieria aus dem Meer. Es ist nicht anzunehmen, daß Poseidonios dieser Irrtum unterlaufen ist. Wahrscheinlich liegt ein Abschreibungsfehler von Strabon vor. Eine andere Frage ist die Datierung des Ereignisses. Poseidonios erzählt das Vorkommnis so, als habe er es selbst miterlebt. Doch 126 v. Chr. war er ein Knabe und lebte in Apameia. Er konnte also den Ablauf der Eruption nur vom Hörensagen kennen. Schon sein Lehrer Panaitios sprach über die Bildung einer neuen Insel vor der Küste Siziliens. Das überlieferte Fragment ist allerdings so dürftig, daß nicht daraus hervorgeht, von welchem Ausbruch Panaitios spricht.

Panaitios erzählt: Ein Berg befindet sich sowohl auf dem Festland wie im Meer, ein

¹ Iulius Obsequens. Liber prodigiorum 29.

² Oros. V. 10.

³ Strab. 6, 11.

Berg wie der Vesuv in Italien und der bei den Liparischen Inseln und der, der bei der Stadt Katane auf Sizilien liegt. In der Mitte von Lipara und Italien hat sich plötzlich eine Landmasse gebildet, die so beschaffen ist wie die entlang von Korykos in Lykien. Nicht nur brechen [Lavaströme] aus dem Berg und der Erde hervor, sondern es hat sich eine blasige Masse im Meer gebildet, so wie das geschehen ist in der Umgebung von Thera und Therasia. Sofern aus den Öffnungen unablässig Feuer herausgeblasen wird, werden die Quellen des Feuers und die Krater genannt, wie es für jenen in der Umgebung von Lipara, für [die Insel] Strongyle und für den Vesuv der Fall ist.¹

Poseidonios' Schilderung ergibt folgendes Bild: Auf dem Meeresgrund bildeten sich durch ein Erdbeben Spalten, aus denen heiße Gase an die Oberfläche drangen. Diese Gase enthielten Schwefel- und Halogenverbindungen, waren deshalb giftig und verursachten ein Fischsterben. Die nachdringende Lava war zunächst flüssig und erhärtete dann zu Lavagestein, wodurch der Kegel II aufgebaut wurde. Aus Spalten am Fuße des Kegels floß Lava aus und vergrößerte das Lava-Plateau. Poseidonios spricht von Flammen, Dämpfen und Qualm. Wie schon in seiner Darstellung des Ätnas, gebraucht er auch hier die Bezeichnungen „Schlamm“ und „Mühlstein“ für flüssige Lava und Lavagestein. Wie geologisch nachgewiesen ist, war dieser Schlamm wie der aus dem Ätna eine leucit-tephritische Lava, also basisch und leicht flüssig, und erhärtete zu einem dunkelgrauen, feinkörnigen Basaltgestein, also zu einem „Mühlstein“, wie die Römer dieses Gestein nannten.

Poseidonios nennt einen Titus Flaminius, Statthalter von Sizilien, der den Senat von dem Vorkommnis unterrichtete. Wie in den Magistratslisten verzeichnet ist, war ein Titus Quinctius Flaminius Praetor im Jahre 126 v. Chr. und Konsul im Jahre 123 v. Chr. Ein Titus Flaminius ist nicht aufgeführt. Sollten diese beiden Personen identisch sein, dann wäre ein Ausbruch im Jahre 126 v. Chr. erfolgt und hätte zur Bildung des Kegels II auf Vulcani (Vulcanello) geführt.

Plinius beschreibt einen Ausbruch während des Bundesgenossenkrieges 91–88 v. Chr., der bei anderen antiken Autoren nicht vermerkt ist:

Brannte doch mitten im Meere die äolische Insel Hieria bei Italien samt dem Meere mehrere Tage während des Bundesgenossenkrieges, bis eine Gesandtschaft des Senates Sühneopfer darbrachte.²

Anhand dieser Ausführungen von Poseidonios und Plinius ist folgender Ablauf des vulkanischen Ereignisses konstruiert worden:¹ Die bei Poseidonios genannte Insel Euonymos ist identisch mit der kleinen Insel Vulcani, die 183. v. Chr. auf dem Meer auftauchte und auf der sich der Vulkankegel I aufbaute. Der bei Plinius erwähnte Vulkanausbruch während des Bundesgenossenkrieges führte zur Bildung des Vulkankegels II. Diese Interpretation würde

¹ Ioannis Lydos. Liber de mensibus 4, 115. Ed. R. Wuensch = Panaitios F 136 v. Straaten.

² Plin. nat. II. 238.

bedeuten, daß Poseidonios Zeitzeuge der Entstehung von Kegel II gewesen ist und seine Beschreibung auf eigener Beobachtung beruht. Als Beweis wird angeführt, daß in beiden Aussagen von einer Gesandtschaft und einem Sühneopfer, einem Prodigium², gesprochen wird.

Dieser Interpretation stehen die Ergebnisse neuerer Forschungen³ entgegen. Sie haben ergeben, daß zwei große Eruptionen stattgefunden haben. Die erste, die in das Jahr 126 v. Chr. gelegt wird, hatte die Bildung des Kegels II zur Folge. Aus dem Krater schossen Flammen, Dämpfe und wohl auch Aschen empor, und die am Fuße des Vulkans auslaufende Lava formte den Nordteil des Lava-Plateaus. Die zweite genannte Eruption verursachte erneut einen heftigen Ausfluß von Lava, der wieder am Fuße des Kegels II austrat und nach Süden abfloß und den Südteil des Lava-Plateaus bildete. Nach Plinius wäre sie in die Zeit des Bundesgenossenkrieges zu datieren. Auf keinen Fall sind Euonymos und Vulcani identisch.⁴

Meiner Ansicht nach könnte man die poseidonische Beschreibung auch so interpretieren, daß Poseidonios gar nicht von der Bildung des Kegels II, sondern von der Entstehung der kleinen Insel und des Vulkankegels I spricht, denn für die Datierung des Ausbruchs 126 v. Chr. liegt nur die Nennung dieses Titus Flaminius vor, dessen Identität mit Titus Quinctius Flaminius nicht festzulegen ist. Ein Anhaltspunkt könnte der Ablauf des Ereignisses sein, wie es von Poseidonios beschrieben wird: Eine schlammige Masse tauchte plötzlich aus der Meeresoberfläche auf und erhärtete sich zum Gestein. Auf diesem Lavagestein baute sich ein Vulkan auf, der Kegel I. In dem Fragment wird von einer schon vorhandenen Landmasse mit einem Vulkankegel nichts gesagt. Zu beachten ist auch, daß sich erwiesenermaßen der Kegel II direkt neben dem Kegel I aufbaute und daß kein breiter Wassergraben zwischen ihnen existierte. Lipara und Euonymos sind jedoch durch Wasserstraßen von Vulcani getrennt, und zwischen Hieria und Vulcani lag noch ein Wassergraben.

Ein Anhaltspunkt für die letztere Interpretation könnte vielleicht Poseidonios' Beschreibung von dem Auftauchen einer kleinen Insel im Krater des Vulkans vor der Insel Thera (Santorin) in der Ägäis geben, die von Strabon und noch ausführlicher von Seneca überliefert ist. Der Vulkan, der ursprünglich drei Krateröffnungen hatte, ist in prähistorischer Zeit, als die Insel von den Minoern bewohnt wurde, in einer riesigen Explosion in die Luft geflogen. Nach einem heftigen Erdbeben erfolgte der erste Ausbruch um 1520 v. Chr., der

¹ O. de Fiore. Le eruzioni sottomarine, i fenomeni vulcanici secondari nelle Eolie e le eruzioni storiche di Lipari. Zeitschrift für Vulkanologie Bd. VI (1921/22): 114–154.

² Anlaß für ein Prodigium waren Unwetter, Blitzeinschläge in öffentliche Gebäude, Erdbeben und Vulkanausbrüche, Seuchen und Mißbildungen bei Neugeborenen.

³ C. Bini, D. Faraone, S. Giaquinto. Isola di Vulcano: le latiti di Vulcanello. Period. Mineral. 42 (1973): 535–581. Roma 1974.

⁴ Die Behauptung von Fierore, Euonymos und Kegel I auf Vulcani seien identisch, kann nicht akzeptiert werden.

den größten Teil der Bevölkerung zur Flucht veranlaßte. Etwa zwei Jahrhunderte später erfolgte der nächste Ausbruch, der eine Flutkatastrophe zur Folge hatte und die Insel restlos zerstörte. Die minoische Kultur auf der Insel wurde vernichtet. Die ganze Außenseite des Vulkans ist mit einer Bimssteinschicht von bis zu 60 Metern Höhe überschüttet. Dabei ist der Kraterrand im Westen an drei Stellen bis unter den Meeresspiegel geborsten und das Meer hier in einer Breite von je 1,5 bis 2,5 Kilometern in das Innere des Vulkankegels eingedrungen. Vom Westrand sind die größere Insel Therasia und die kleinere Aspronisi stehengeblieben. So ist das heutige Bild einer mit Meerwasser gefüllten Caldera mit einem Durchmesser von 12 bis 18 Kilometern entstanden. Die roten, bis zu 360 Meter hohen, fast senkrechten Innenwände des Kraters und die gleichmäßig flach abfallende Außenseite des Kraterringes sind aus Aschen-, Laven- und Bimssteinschichten aufgebaut. Im Jahre 197 v. Chr. entstand durch einen vulkanischen Ausbruch in dieser Caldera die Insel Hieria, wie bei Strabon berichtet wird:

Mitten zwischen Thera und Therasia brachen nämlich vier Tage lang Flammen aus dem Meer hervor, so daß die ganze See siedete und brannte, und ließen allmählich eine wie mit Hebeln gehobene und aus glühenden Massen bestehende Insel im Umfange von 12 Stadien [2,2 km] emporwachsen. Nach dem Aufhören des Ausbruchs wagten zuerst die [damals] die Seeherrschaft behauptenden Rhodier nach dem Orte hinzuschiffen und dem Poseidon Asphalios einen Tempel auf der Insel zu errichten.¹

Seneca nennt Poseidonios als Autor und schreibt:

Als vor vielen Generationen, wie Poseidonios erzählt, sich aus dem Ägäischen Meer eine Insel erhob, schäumte am Tag das Seewasser und stieg Rauch aus der Tiefe auf. Erst die Nacht brachte das Feuer zum Vorschein; nicht eine ununterbrochene Glut, sondern eine, die von Zeit zu Zeit wie Blitzstrahlen aufleuchtete. Dieses Leuchten zeigte sich jedesmal, wenn das Feuer auf dem Seeboden das Übergewicht über die Last des darüberliegenden Wassers bekam. Danach sah man in die Luft geschleuderte Steinklötze und Felsblöcke, teils unversehrt, weil die Luftbewegung sie ausgestoßen hatte, bevor sie verbrennen konnten, teils zerfressen und in leichten Bimsstein verwandelt. Zuletzt erhob sich dort ein vom Feuer verheerter Berggipfel, der allmählich höher stieg und schließlich den Umfang einer Insel erreichte.²

Als Datum für dieses Ereignis wird bei Plinius³ das vierte Jahr der 135. Olympiade (237 v. Chr.) minus 40 Jahre angegeben, das wäre das Jahr 197. v. Chr. Der Vorgang wiederholte sich im Jahre 46 n. Chr., als die kleine Insel Thia unter denselben Umständen auftauchte. Beide Inseln sind wieder verschwunden. Das heutige Palaea Kaimeni scheint 726 n. Chr. entstanden zu sein.¹ Die Darstellung, die Poseidonios hier gibt, weist große Übereinstimmung mit der Darstellung von dem Auftauchen der Insel zwischen Lipara und Hieria auf, so daß der

¹ Strab. 1, 3, 16.

² Sen. nat. II. 26, 4.

³ Plin. nat. II. 202.

Gedanke schon naheliegend ist, Poseidonios habe die erste Eruption, die zur Bildung des Kegels I auf Vulcani führte, gemeint.

Der Kegel III entstand im 6. Jahrhundert n. Chr. unmittelbar nach der letzten Eruption auf Lipara. In der antiken Literatur ist dieses Ereignis nicht überliefert, nur die christliche Legende vom heiligen Calogero läßt sich auf dieses vulkanische Ereignis beziehen. Der Heilige soll die Teufel mit ihrem Feuer aus den Bims-Obsidian-Kratern von Lipara verjagt haben. Die Teufel hätten sich darauf unter dem Vulani (Vulcanello) festgesetzt, allein der Heilige hätte sie weiter nach Hiera (Vulcano) verbannt. Nachgewiesen werden kann die Tätigkeit des Kegels III also einwandfrei nur anhand des ausgeworfenen Materials, vor allem durch die trachytischen Lavaflüsse, die das schon vorhandene Lavagestein auf dem Plateau überdeckten.

Rund 1.000 Jahre nach seiner Bildung erlebte der Kegel III eine zweite Eruptionsphase. Nach Angaben des Facellus (1490–1570 n. Chr.)² fand diese Eruption am 5. Februar 1444 unter mächtigem Erdbeben auf Sizilien und dem gesamten Inselarchipel statt. Die herausgeschleuderten Gesteinsmassen schütteten den Kanal zwischen Vulcano und Vulcanello zu, so daß Vulcanello nun zu einer Halbinsel der größeren Nachbarinsel wurde.

Abschließend kann gesagt werden, daß sich Poseidonios ausführlich mit den vulkanischen Vorgängen auf den Aiolischen Inseln beschäftigt hat und seine Erkenntnisse für seine Sicht des Vulkanismus wichtig waren.

5.6 Die Katakekaumene

5.6.1 Morphologische Übersicht

Die Katakekaumene ist das jüngste Vulkangebiet der Türkei. Die Eruptionen erfolgten im Holozän, das vulkanische Gestein ist also jünger als 10.000 Jahre. Die Tätigkeit der Vulkane war schon in prähistorischer Zeit abgeschlossen, so daß Poseidonios ein totes Land vorfand. Die Laven hatten sich über das Schiefer- und Gneisgestein aus dem Tertiär gelegt und das Talsystem des Hermos und seiner Nebenflüsse aufgefüllt, so daß sich zwischen Vulkanen und den Altgebirgszügen Schwemmlandebenen aufstauten. Der Hermos und seine Zuflüsse haben sich danach wieder durch das Lavagestein hindurchgegraben. Die Eruptionen erfolgten in drei Perioden, wobei zwischen der ersten und zweiten Periode ein langer Zeitraum anzusetzen ist.

¹ Die anderen Kaimeni sind in den großen Ausbrüchen von 1457, 1570, 1707 1866/70 und 1925 bis 1928 entstanden.

² Th. Fazellus. De Rebus Siculis decades duae. Panormi 1560.

Die Eruptionstellen der ersten Periode sind stark verwittert und abgetragen, die charakteristischen Vulkankegel sind alle der zweiten und dritten Periode zuzuordnen. Diese Kegel weisen die typische Form eines Vulkans auf mit Neigungen von 30 bis 32° bzw. 20°. Die drei Schlünde, von denen Strabon spricht, sind der Kuladevilit, der Karadevilit und der Kaplanalan, alles Kegel der dritten Periode, die je 10–11 Kilometer voneinander entfernt sind. Insgesamt sind 45 Vulkane der zweiten Periode und acht Vulkane der dritten Periode gezählt worden.

Alle Schlackenkegel sind kleine, monogenetische Vulkane, die nur einem einzigen Ausbruch ihre Entstehung verdanken und daher nur einen Krater und keine Parasitenkegel wie der Ätna besitzen. Daher auch die regelmäßige Gestalt dieser wie Warzen der sanftwelligen Landschaft aufsitzenden Kegel. Meist liegt der Krater auf dem Gipfel, nur der Kuladevilit hat einen Doppelkrater, und der Karadevilit weist außer dem Gipfelkrater noch einen zweiten am Nordfuß auf. Viele Kegel der zweiten Periode haben augenscheinlich gar keine Lavaströme erzeugt, die Kegel der dritten Periode dagegen alle. Die Vulkane Kuladevilit, Karadevilit und Kaplanalan haben gewaltige Lavaströme hervorgebracht, die zur Kleinheit der Kegel in gar keinem Verhältnis stehen.

Die Lava war eine sehr dünnflüssige, basische Basaltlava, denn sie ist bei geringer Mächtigkeit und trotz des geringen Gefälles sehr weit geflossen. Eine schmale Zunge hat sich nach Westen bis Adala vorgeschoben. Alle Lavaströme sind am Fuße der Kegel, keiner aus dem Krater selbst hervorgezungen und haben sich meist nach verschiedenen Seiten ausgebreitet. Die Auswürflinge aus den Kratern, das heißt Aschen und Bimssteine, waren an Mengen gering gegenüber der ruhig ausfließenden Lava.

5.6.2 Die Katakekaumene in der Antike

Die Katakekaumene, das *Verbrannte Land*, im westlichen Kleinasien ist das dritte Vulkangebiet, das Poseidonios in seine Untersuchungen der vulkanischen Phänomene einbezogen hat. Man kann annehmen, daß er dieses Gebiet durch Autopsie kannte. Bei Strabon ist folgende Beschreibung überliefert, die Poseidonios zugeschrieben wird:

Die sogenannte Katakekaumene ist 500 Stadien [92,5 km] lang, 400 Stadien [73,9 km] breit, und es ist schwer zu sagen, ob sie zu Mysien oder Maionien gehört (denn man sagt beides). Sie ist vollkommen baumlos, den Weinstock ausgenommen, welcher den Katakekaumentites liefert, der keinem der vorzüglichsten Sorte an Güte nachsteht. Ihre Oberfläche ist in den Ebenen ascheartig, ihr Gebirgs- und Felsland schwarz wie von einem Brande. Einige vermuten als die Ursache hiervon Gewitter und Windhosen und zögern nicht, den Typhonmythos hierhin zu verlegen. Wie jedoch durch solche Katastrophen ein so großes Land auf einmal habe verbrennen können, ist nicht einzusehen; vielmehr geschah das offenbar durch unterirdisches Feuer, dessen Quellen jetzt versiegt sind. Man zeigt nämlich auch drei etwa 40

Stadien [7,39 km] voneinander entfernte Erdschlünde, welche die Blasebälge [d. h. Krater] heißen. Darüber liegen zerklüftete Hügel, wie zu erschließen ist, durch die emporgetriebenen Schlacken aufgehäuft. Das ein solches Land dem Weinbau günstig ist, ist auch aus dem Gebiet der Katanäer zu ersehen, das, aus aufgeschichteter Asche entstanden, vielen guten Wein trägt. Witzelnd sagen daher einige, mit Recht werde Dionysos der Feuergeborene genannt, womit sie auf so beschaffene Länder anspielen.¹

In der Antike war die Katakekaumene ein Teil der Landschaft Maionien, die zwischen Lydien und Mysien eine Zwischenstellung einnahm. Heute heißt die Katakekaumene das Kula-Gebiet nach der türkischen Stadt Kula, am Südrande der Vulkanzone in deren östlichen Teil gelegen, und gehört zur türkischen Provinz Sighadjik.² Der Nordrand wird bestimmt durch den Hermos (Gediz Tschai)-Graben, der Südrand durch den Kogamos (Gediz Nehri)-Graben. Zwischen diesen beiden Gräben liegt das Hochland der Katakekaumene. In der Antike lag am Westrand des Hochlandes die Stadt Maionia (Mene), am Nordostrand die Thermai Theseos (Hammanlar), wo noch heute heißes Schwefelwasser aus dem Boden quillt. Bei Strabon werden die Thermen nicht erwähnt. Der Hermos durchschneidet von Süden kommend den östlichen Teil des Vulkangebietes bis Hammanlar und biegt dort nach Westen ab. Ein in der Antike wichtiger Verkehrsweg führte von Sardeis (Salichli) über Maionia (Mene) quer durch das Hochland ostwärts bis zum Hermos, von diesem stromaufwärts nach Kadoi (Kadus) und stromabwärts zu den Thermai Theseos.

Nach Strabons Beschreibung würde man voraussetzen, daß hier eine große Landfläche zusammenhängend mit Laven und Aschen bedeckt ist. Das ist aber nicht richtig. Die vulkanischen Gebilde dieser Gegend bestehen aus einer großen Zahl kleiner Schlackenkegel, keiner höher als 200 Meter über seiner Umgebung aufragend, und aus Lavaströmen, die dem Fuß solcher Kegel entsprungen sind und zum Teil große Ausdehnung besitzen, aber doch zwischen sich ziemlich weite Strecken nichtvulkanischen Gesteins frei lassen. Die vulkanischen Gebilde verteilen sich auf einen Streifen, der von Ostsüdost nach Westnordwest verläuft und, die Stromenden nicht mitgerechnet, knapp 50 Kilometer Länge und 14 Kilometer größte Breite besitzt. Werden nur die nachweisbaren Eruptionsstellen in Betracht gezogen, so verringern sich die Maße auf 35 zu 9 Kilometer. Die Größenangaben von Strabon sind also gewaltig übertrieben.

Die Oberfläche der Ebenen und das felsige Bergland werden von Strabon als grau, öde und ohne Pflanzenwuchs mit Ausnahme des Weinstocks beschrieben. Heute sind die tieferen Hänge und Täler des Hermos und seiner Zuflüsse und auch einige Vulkankegel mit

¹ Strab. 13, 4, 11.

² Ausführliche Beschreibung bei Alfred Philippson. Das östliche Lydien und südwestliche Phrygien. In: Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. IV. Heft. Dr. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt. 1914. S. 7–30.

Walloneichen und Kiefern bestanden. Die Ebenen sind baumarm, jedoch verbreitet mit Gebüsch der immergrünen Kermeseiche bewachsen. Auf dem Schwemmland werden Getreide und Mais angebaut. Auch der Lavaboden wird zum Teil bebaut, obgleich er sehr steinig ist. Auf diesen Lavaböden muß der Weinbau in der Antike betrieben worden sein. Der Wein, der damals unter dem Namen Katakekaumentites¹ in den Handel kam, galt als vorzüglich.

5.7 Poseidonios' Theorie des Vulkanismus

5.7.1 Aufbau seiner Theorie

Allem Anschein nach war Poseidonios der erste Naturforscher, der eine Theorie des Vulkanismus entwickelte. Jedoch blieben von seinem Gesamtwerk nur so wenige Fragmente erhalten, daß nicht klar zu erkennen ist, welchen Platz der Vulkanismus sowohl in seinem Hauptwerk „Über den Ozean“ wie in seinen Schriften zur Meteorologie eingenommen hatte.

Seine Beobachtungen und Theorie können bei Strabon, Vitruv und Seneca herausgelesen werden. Eine besondere Grundlage für seine Theorie des Vulkanismus bietet die Schrift „Aetna“. Die Beschreibungen des Vulkanismus anhand der Tätigkeit des Ätnas sind in dieser Schrift allgemein gehalten und beziehen sich auf das Grundsätzliche, nicht auf einen bestimmten Ausbruch des Ätnas.

In dem Gedicht werden am Anfang die mythologischen Erklärungen für Vulkanausbrüche gegeben, wie sie noch in den Beschreibungen der Ätna-Ausbrüche des Pindar und Aischylos zu finden sind (V. 1–93). Sie werden als unwahre Dichtererfindungen abgetan.

Dann erfolgt die Beschreibung der Erdkruste (V. 94–218). Diese besteht nicht aus einer kompakten Masse, sondern ist von Hohlräumen, Kanälen und Schlünden durchsetzt. Luft und Wasser bahnen sich ihre Wege zur Oberfläche. Die Quellen und Wasserläufe sind ein Beweis dafür. Manchmal verschwindet ein Fluß in der Tiefe und bricht dann wieder hervor:

V. 123. Ja selbst Flüsse, die schon in breiten Betten dahinströmen, haben ihren Untergang erlebt: entweder hat sie ein Schlund in die Tiefe gerissen und in tödlichem Rachen begraben, oder sie fließen insgeheim weiter, in verdeckten Schächten verborgen, und setzen, weit entfernt wieder entlassen, ihren Lauf überraschend fort.²

Das Verschwinden eines großen Flusses in den Untergrund konnte Poseidonios am Orontes (Nahr el Assi) in seiner syrischen Heimat und am Timavus (Timavo) in Oberitalien studieren. Der etwa 450 Kilometer lange Orontes entspringt in der Nähe von Heliopolis

¹ Strab. 13, 4, 11 und 14, 1, 15.

² Aetna V. 123.

(Baalbek) zwischen dem Libanon und Antilibanon. An seinen fruchtbaren Ufern lagen unter anderem die Städte Apamaia (Kala'at el Medik) und Antiocheia (Antakya), von wo aus er bis zur Mündung ins Mittelmeer südlich von Seleukeia Pieria um die Zeitenwende schiffbar war. In antiker Zeit verlief er zwischen Apamaia und Antiocheia eine kurze Strecke unterirdisch, wie Poseidonios vermerkt: „... wie der Orontes in Syrien, welcher zwischen Apamaia und Antiocheia in einen Schlund fällt, den man Charybdis nennt, und 40 Stadien [7,4 km] weiter wieder hervorbricht.“¹

Der Timavus war der Grenzfluß zwischen Venetia und Iстриa und floß zwischen Aquileia und Tergeste in die Adria. Da sich die orographischen Verhältnisse seit der Antike sehr verändert haben, ist der Verlauf des Flusses heute nicht mehr genau auszumachen. Der Timavus entspringt im Karstgebirge oberhalb von Triest und versickert nach längerer Strecke in den Höhlen des Gebirges, verläuft mehrere Kilometer unterirdisch, um dann wieder hervorzubrechen.² Poseidonios kritisiert in seiner Schilderung, die auf Autopsie beruhen dürfte, seinen Vorgänger Polybios, der nicht erkannt hatte, daß nicht Quellwasser, sondern der Fluß wieder an die Oberfläche hervorbrach und sich mit mehreren Mündungsarmen ins Meer ergoß. Poseidonios sagt:

In demselben Winkel der Adria gibt es ein erwähnenswertes Heiligtum des Diomedes, das Timavum; es besitzt nämlich einen Hafen, einen schönen Hain und sieben Quellen von Flußwasser, das sich sofort ins Meer ergießt, in einem breiten und tiefen Strom. Polybios hat gesagt, außer einer seien die anderen Quellen von Salzwasser, und deshalb würden die Einheimischen die Stelle die Quelle und Mutter des Meeres nennen. Poseidonios dagegen sagt, der Fluß Timavus komme aus den Bergen und falle dann in einen Schlund, und dann, nachdem er etwa 130 Stadien [24 km] wie unterirdisch geflossen sei, schaffe er sich am Meer seine Mündung.³

Während die Ausführungen in dem Gedicht allgemein gehalten sind, gibt Poseidonios in den hier angeführten Beispielen Beweise dafür, daß die Erde von Hohlräumen durchsetzt ist. Adern und größere Hohlräume durchsetzen auch die Vulkane auf den Äolischen Inseln Hiera und Strongyle und den Ätna. In der Antike wurde allgemein angenommen, daß eine unterirdische Verbindung zwischen den Äolischen Inseln und dem Ätna bestehe, wie auch bei Diodoros¹ steht.

In seiner Erdbeben-theorie hat Poseidonios festgelegt, daß die in unterirdischen Höhlen komprimierten Winde durch Herausbrechen aus dem Untergrund Erdbeben verursachen.

¹ Strab. 6, 2, 9.

² H. Philipp. Timavus. RE 6 A, 1242 f. – Heute mündet der Timavo westlich von Duino in die Adria. Er ist 7,5 Kilometer lang und erwiesenermaßen ein Abfluß der Reka. Diese entspringt im Karstgebiet von Krain oberhalb von Triest und versickert nach 46 Kilometern in den Höhlen von Sankt Kanzian und verläuft beinahe 32 Kilometer unterirdisch, um am Fuße des Karst in 60 Kilometern Breite und zwei Metern Tiefe wieder hervorzubrechen. Der nun Timavo genannte Fluß ist so wasserreich, daß er gleich an der Quelle große Schiffe trägt.

³ Strab. 5, 1, 8.

Dieses Herausbrechen wird in seiner Theorie des Vulkanismus als Ursache für den Ausbruch eines Vulkans angesehen. Seine Erfahrung hatte ihn gelehrt, daß viele Landstriche, die keine vulkanische Tätigkeit aufwiesen, von Erdbeben heimgesucht wurden, daß aber jeder Vulkanausbruch von heftigem Erdbeben begleitet wurde:

V. 210. Alle diese Ausbrüche sind ein Werk der Winde; sie ballen in wildem Wirbel die Massen zusammen und drehen sie und kehren das Unterste nach oben. Auf solche Weise herausgehaucht stürzen die Brände des Berges hervor; denn das Feuer selbst ist nahezu ohne Wirkung stets heftig, stets lebhaft und in dauernder Bewegung; es braucht eine Hilfe, um Körper fortschleudern zu können. Selber hat es keinerlei Antriebskraft; wo der Wind befiehlt, da gehorcht es. Er ist der Regent und der mächtige Feldherr, unter dem das Feuer kämpft.²

Hier liegt die sehr richtige Beobachtung zu Grunde, daß der Ausbruch eines Vulkans durch das Herausschießen von Gasen aus dem Krater verursacht wird, wobei glühende Aschen und feste Gesteinsteilchen und -brocken mitgerissen werden. Gleichzeitig fließt die flüssige Lava heraus, am Ätna meistens aus den Spalten des Abhanges. In der Antike wurden Luft und Gase nicht unterschieden, sie waren identisch als ein Element in aristotelischem Sinne. Allerdings gab es „schlechte Luft“, worunter auch giftige Gase, besonders Schwefelverbindungen, verstanden wurden. Winde sind bewegte Luftmassen. Wie in den Erdbebentheorien ausgeführt, werden sie in der Tiefe unter der Erdoberfläche in Höhlungen zusammengedrückt. Durch winzige Löcher dringt die Luft in die Erde ein, oder Wolken und dunstiger Regen treiben die Winde in das Erdinnere. Durch die Komprimierung wächst die Kraft der Winde, die sich jetzt mit Donnergetöse gewaltsam einen Weg nach außen erkämpfen und damit sowohl Erdbeben wie auch Vulkanausbrüche verursachen. Zu Poseidonios' Zeiten waren die Vulkane auf Hiera und auf Strongyle ständig tätig, der Ätna dagegen wies längere Phasen der Ruhe auf, die ein Besteigen des Berges gestatteten.

V. 374. Der Grund, der den Weg [der Winde] unterbricht und sie zum Schweigen zwingt, liegt auf der Hand: Oft drückt auf den Kraterausgang eine Ansammlung [von Gestein], welche die riesigen Ausbrüche bewirkt haben, und verschließt die Wege von innen durch ihren Widerstand, und sie lastet darauf mit ihrem massiven Gewicht, oder sie hält sie mit einem ähnlichen Verschuß besetzt; dann ist der Berg kühl und untätig, und gefahrlos kann man in den Krater absteigen. Wenn [die Winde] aber geruht haben, drängen sie danach infolge der Ruhepause heftiger, pressen durch ihren Druck die Gesteinsmassen heraus und sprengen ihre Fesseln. Was immer ihnen im Wege steht, sie brechen sich ihre Bahn. Durch den Vorstoß verstärkt sich die Triebkraft; gewaltigem Raub obliegend stößt die Flamme hervor und flutet niederstürzend über weite Äcker. So erneuern die Winde nach langer Unterbrechung ihr Schauspiel.³

¹ Diod. 5, 4, 7. Siehe auch Aetna V. 283–385.

² Aetna V. 210.

³ Aetna V. 374.

Über eine Besteigung des Ätnas berichtet Strabon¹ sehr anschaulich. Die Schilderung der Heftigkeit eines Ausbruchs in dem Lehrgedicht läßt an den Ausbruch des Ätnas im Jahre 122 v. Chr. denken, der weite Teile der Umgebung zerstörte.²

Im Erdinneren brennt ein immerwährendes Feuer, das die Gesteinsmassen zum Schmelzen bringt und das Wasser der heißen Quellen und die Dämpfe in den Vulkangebieten erhitzt. Deshalb beschäftigte sich Poseidonios mit der Frage, was das Feuer im Erdinneren unterhält. Bei Strabon und Vitruv³ werden als Brennmaterial Asphalt, Schwefel und Alaun angegeben, und im Gedicht „Aetna“ heißt es:

V.386. Es bleibt noch übrig [zu fragen], welche Materialien die Brände bedingen, welche Nährstoffe die Flammen hervorrufen, was den Aetna speist. Durch die oben genannten Ursachen können sich entzünden die [dem Berg selbst] eigene Materie und eine ihm angelagerte brennbare Gesteinsart. Einmal brennt ständig der warme, flüssige Schwefel, dann bietet sich oft der dicke Alaunbrei; es gibt auch fetten Asphalt und alles was sonst, wenn es damit in Berührung kommt, dem Feuer kräftigen Auftrieb gibt; aus solchem Material besteht der Aetna. Und das dieser Stoff den ganzen Berg durchzieht, beweisen die [mit ihm] durchsetzten Wasserquellen an seinem Fuß.⁴

Gewinnung und Eigenschaften von Naphtha und Asphalt hatte Poseidonios vielfach an Ort und Stelle, zum Beispiel am Toten Meer⁵ und im Nymphaion⁶ bei Apollonia, beobachten können. Poseidonios wußte, daß weißes Naphtha, das heißt. Leichtbenzin, leicht entzündlich ist, daß schwarzes Naphtha, das heißt dunkles und schweres Erdöl, um so weniger brennbar ist, je zähflüssiger es ist, und nach welchen Kriterien feste Asphaltprodukte hinsichtlich ihrer Reinheit beurteilt werden konnten. Er hatte auch gesehen, wie das Erdöl aus Spalten im Erdboden emporquoll und sich in Tümpeln sammelte, und daß es ebenso wie die heißen Dampfquellen in den Vulkangebieten Schwefelverbindungen enthielt.⁷ An sehr vielen Orten, wo Naphtha und Asphalt gewonnen wurden, waren diese Produkte mit elementarem Schwefel vergesellschaftet. Schwefel war auch in der unmittelbaren Umgebung der Vulkane vorhanden, und besonders ergiebige Lagerstätten befanden sich in unmittelbarer Nähe des Ätnas. Andere Produkt, die in Vulkangebieten, zum Beispiel in der Solfatara, und in oder an Kratern der Vulkane vorgefunden wurden, waren Kaliumalaun $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ und Alunit $K(AlO)_3(SO_4)_2 \cdot 3 H_2O$. Kaliumalaun schmilzt bei 92,5 °C in seinem Kristallwasser und läßt sich durch vorsichtiges Erhitzen leicht ganz entwässern. Wie auch Alunit ist er leicht in Wasser löslich, jedoch sind diese Salze nicht brennbar, können also ein Feuer nicht

¹ Strab. 6, 2, 7.

² Strab. 5, 9, 2 und 6, 2, 3.

³ Strab. 5, 4, 6; Vitruv. II. 6, 1–2.

⁴ Aetna V. 386.

⁵ Strab. 16, 2, 42.

⁶ Strab. 7, 5, 8.

⁷ In der Antike wurden Schwefelverbindungen als besondere Formen des elementaren Schwefels angesehen.

unterhalten. In dem Gedicht wird der „dicke Alaunbrei“ aufgeführt, damit könnte die Schmelze des Alauns in seinem Kristallwasser gemeint sein. Wenn das Brennmaterial aufgebraucht ist, so sagt Poseidonios, erlischt das Feuer, und jede vulkanische Tätigkeit wird eingestellt. Poseidonios hatte richtig erkannt, daß der Vesuv ein nicht tätiger Vulkan war¹, und ebenso waren die kleinen Kegel in der Katakekaumene erloschene Vulkane.

In dem Gedicht „Aetna“ nehmen die Beschreibungen der Lavaströme breiten Raum ein. Manche Ausführungen sind schwer verständlich. Es muß bedacht werden, daß in der Antike die chemischen Kenntnisse der Zusammensetzung der Lava noch nicht bekannt waren, so daß zwischen saurer Lava und basischer Lava nur anhand äußerer Merkmale unterschieden werden konnte. Poseidonios spricht von einem flüssigen Strom – das heißt von Lava –, der sich wie ein schwarzer Schlamm recht schnell den Ätna hinabwälzt:

Wenn nämlich der Fels in den Kratern geschmolzen ist und ausgespien wird, dann ist das, was über den Gipfelrand hinausströmt, ein flüssiger, schwarzer Schlamm. Nach Verfestigung wird er dann zum Mühlstein unter Beibehaltung derselben Farbe, die er im flüssigen Zustand hatte. Auch Asche ist aus brennenden Steinen entstanden, wie die Holzasche aus Holz.²

In dem Gedicht „Aetna“ wird das flüssige Gestein sogar als Ursache des Feuers im Ätna angesehen.³ Wenn gesagt wird, daß das erkaltete Lavagestein beim Schlag mit einem Eisenwerkzeug Funken sprüht, so ist das der Beweis für das Erkalten zu einer Basaltlava, die bei Griechen und Römern wegen ihrer Härte für Mühlsteine gebraucht und deshalb auch so genannt wurde.⁴ Die glühende Lava fließt leichter als geschmolzenes Eisen dahin, eine Beobachtung, die für die basaltische Lava zutrifft, denn am Ätna wirkte sich gerade diese Fließbarkeit des glühenden Lavastromes so verheerend aus, weil der Lavastrom nicht zu stoppen war und ungehindert Felder und Ortschaften überschwemmte.

V. 401. Wenn man den Lavastein in der Hand hält und auf seine Härte prüft, möchte man meinen, er könne weder glühen noch Feuer versprühen. Wirf diesen mitten in einen großen Brand, laß ihm den Widerstand austreiben und nimm ihm seine Härte, so wird er rascher fließen als Eisen.⁵

In dem obigen Strabon-Text wird gesagt, daß die Asche durch Verbrennen des Lavagesteins entsteht. In dem Gedicht wird diese Aussage noch genauer formuliert:

V.418. Tatsächlich ist die lebenssprühende und temperamentvolle Qualität des Steines erstaunlich. Jedes andere brennbare Material geht zugrunde, wenn es einmal angezündet ist, und nichts bleibt in ihm, was man noch einmal verwenden könnte; nur Asche und unfruchtbarer Staub bleibt übrig. Der Lavastein aber läßt sich immer

¹ Strab. 5, 4, 8.

² Strab. 6, 2, 3.

³ Aetna V. 401 ff.

⁴ Ein eigenes Wort für diese Art von Lava fehlt in beiden Sprachen. In seiner Ausgabe des Lehrgedichtes „Aetna“ übersetzt Will Richter den Ausdruck „lapis molaris“ immer mit Molarstein, eine Wortschöpfung, die unüblich ist und in der Mineralogie nicht gebraucht wird.

⁵ Aetna V. 401.

wieder entzünden, und ist er auch tausendmal ausgebrannt, dann erneuert er sich immer noch und hört nicht eher damit auf, als bis alle Kraft aus ihm herausgeglüht ist und er als leichter Bimsstein, in Asche und brüchigen Sand zerfallen, am Boden liegt.¹

Die graue, sehr harte Basaltlava wird nach dieser Aussage durch einen Verbrennungsprozeß in leichten Bimsstein und Asche verwandelt.

In dem Gedicht wird auch gesagt, daß der Vulkan auf Aenaria (Ischia) nicht mehr tätig sei, was zur Zeit der Abfassung des Gedichtes auch stimmte, denn der letzte Ausbruch des Epomeo geschah 92 v. Chr., also zu Poseidonios' Lebzeiten, und die Vulkane in den Phlegräischen Feldern zeigten auch keine Tätigkeit mehr. Nur die vielen heißen Wasser- und Dampfquellen zeugten von vulkanischer Aktivität im Untergrund. Der Vulkan auf Strongyle (Stromboli) produzierte bei seinen regelmäßigen kurzen Ausbrüchen nur wenig Lava, die als zerfetzte Gesteinsbrocken in den Krater zurückfiel, was in dem Gedicht so beschrieben wird:

V. 435. Die Insel, der ihre runde Gestalt den Namen gegeben hat, besitzt ein Erdreich, das nicht nur mit Schwefel, sondern auch mit Asphalt reich durchsetzt ist; hinzu kommt ein Gestein, das zur Entzündung von Feuer geeignet ist; aber sie raucht nur selten. Ja selbst wenn sie sich entzündet, brennt sie kaum für kurze Zeit, wie ihr Material nur vergängliche Flammen nährt.²

Die Vulkantätigkeit auf dieser Insel war zu Poseidonios' Zeiten dieselbe wie nach der Zeitenwende, während die Tätigkeit des Vulkans auf Hiera (Vulcano) schon schwächer geworden war, als der Verfasser des „Aetna“ sein Lehrgedicht schrieb. Die folgende Textstelle kann deshalb nicht von Poseidonios abhängig sein:

V. 440. Nur auf der Insel, die durch den Namen des Vulcanus heilig ist, dauert es an; trotzdem ist [auch hier] der größere Teil des Feuers erloschen ... Und selbst dieser Inselvulkan wäre schon längst erkaltet, wenn ihm nicht die Nachbarschaft des sizilischen Berges unsichtbar dessen Material und Brennstoff lieferte oder in einem engen Kanal hie und da Winde zuführte und so sein Feuer nährte.³

5.7.2 Einfluß von Aristoteles und Theophrast auf Poseidonios

Es ist noch zu fragen, welchen Einfluß Aristoteles und Theophrast auf Poseidonios' Überlegungen hinsichtlich der Vulkanausbrüche gehabt haben.

Aristoteles erörtert in seiner „Meteorologie“ das gleichzeitige Auftreten von Erdbeben und Vulkanausbruch:

Beweise dafür haben sich denn auch tatsächlich im Bereich unserer Beobachtung vielerorts ergeben. In einigen Gegenden gab es bereits ein Erdbeben, das erst aufhörte, als der bewegende Wind deutlich, einer Sturmbö gleich, aus der Erde ausgebrochen und ins Luftreich aufgefahren war. So geschah es unlängst im

¹ Aetna V. 418.

² Aetna V. 435.

³ Aetna V. 440.

pontischen Herakleia und früher auf Hiera, das ist eine der sogenannten Äolischen Inseln. Auf ihr quoll ein Stück Erde empor und erreichte unter Getöse das Ausmaß eines kleinen Berges; der zerriß schließlich, viel Wind fuhr heraus, warf Schlacken und Asche empor, bedeckte die Stadt Lipara, die nicht weit entfernt ist, völlig mit Asche und erreichte sogar einige Städte in Italien. Man kann den Ort der Eruption heute noch deutlich feststellen. – Dies muß man ja auch als Ursache der Feuerentstehung in der Erde ansehen: wenn Luft in kleinste Teile zerstäubt, brennt sie unter Schlagwirkung auf zu Feuer.

Daß wirklich Winde unter der Erdoberfläche strömen, beweist ein Phänomen auf den [vulkanischen] Inseln: will ein Südwind wehen, so gibt es vorher ein Zeichen dafür; es dröhnen nämlich die Stellen, wo die Eruption erfolgt. Denn die See ist bereits von weither im Anrollen und unter ihrer Wirkung wird der ausströmende Wind wieder zurück und nach innen gestoßen, dort, wo das Meer auf ihn trifft. Daß nur ein Getöse, kein Beben die Folge ist, kommt einerseits von der großen Ausdehnung der unterirdischen Räume her, von denen aus der Austritt ins Freie leicht möglich ist; andererseits ist die Menge der nach innen gedrückten Luft nicht groß.¹

Aristoteles sieht die Gleichzeitigkeit von Beben und Vulkanausbruch, wobei heftige Winde Gesteinsbrocken und Asche aus dem Vulkan herausschleudern und mehr oder weniger laute Geräusche zu hören sind. Daß Gase, die Aristoteles Winde nennt, bei einem Vulkanausbruch entweichen, war schon in der Antike durch den Gestank nach Schwefel und die Beeinträchtigung der Atmung nachweisbar. Der Vulkan auf Hiera (Vulcano) war explosiv tätig, den Ätna mit seinen effusiven Lavaaustritten erwähnt Aristoteles nicht. Die Einwohner von Lipara konnten anhand des Rauches, der sich über dem Krater auf der Insel Strongyle bildete, die Richtung der Winde bestimmen und damit auch eine Wettervorhersage machen. Das könnte Aristoteles mit der Erwähnung des Phänomens der Winde auf den Inseln gemeint haben. Nicht immer ist auch ein Beben zu spüren, wohl aber ein Getöse. Aristoteles erklärt dies mit großer Ausdehnung der unterirdischen Räume und der geringeren Menge an Wind. Das Feuer entsteht durch Verbrennen kleinster Luftteile. Andere brennbare Substanzen wie Schwefel werden nicht erwähnt. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Aristoteles bei seinen Betrachtungen von Vulkantätigkeiten die Ursache in dem Wirken der eingeschlossenen Winde sieht. Die Vorgänge im Krater sowie die Eigenschaften der Lavaströme und ihre Auswirkungen werden von ihm nicht untersucht.

Theophrast hat sich über die Vorgänge am Ätna in einer gesonderten Schrift geäußert, von der nur noch der Titel „Über den Lavastrom auf Sizilien“ faßbar ist.² Überliefert sind seine Beschreibungen bei Lukrez, der in einem Abschnitt in seinem Lehrgedicht „De rerum natura“, dessen Vorlage Epikur gewesen ist, der wiederum aus Theophrast geschöpft hat, darüber sagt:

Doch nun will ich dir endlich die Art erklären, wie plötzlich

¹ Aristot. meteor. II. 366 b, 31–34; 367 a, 1–20. Kapitel 8.

² Diog. Laert. 5, 49.

aus den gewaltigen Essen des Aetna Flamme herausschießt.
 Erstens sind tief in dem Berge natürliche Höhlen verborgen,
 und er stützt sich fast ganz auf felsige Grottengewölbe.
 Ferner sind Luft und Wind in allen Gewölben vorhanden;
 denn es entsteht ja der Wind, wenn die Luft erregt und bewegt wird.
 Kommt nun der Wind in Glut und erhitzt durch sein wütendes Sausen
 alles Gestein, das er trifft, ringsum und die Erde und schlägt dann
 glühendes Feuer aus ihnen hervor mit rasender Flamme,
 dann fährt stracks er empor und sprüht aus dem Schlund in die Höhe.
 So trägt weithin die Gluten der Wind, weit streut er die Asche,
 wälzt auch Rauch, der dichtestes Dunkel verbreitet,
 und wirft Steine empor von erstaunlich schwerem Gewichte ...
 Denn auf dem Gipfel des Berges befinden sich Krater. So nennt man
 dort, was man sonst wohl als Schlünde und Mündungen pflegt zu bezeichnen.¹

Die Übereinstimmung in der Beschreibung der Wirkung der Winde bei Erdbeben mit den Ausführungen im Lehrgedicht „Aetna“ ist nicht zu übersehen. Was fehlt, sind Angaben über die Stoffe, die das Feuer unterhalten, wie sie Poseidonios macht. In der Schrift „De lapidibus“ von Theophrast sind die Eigenschaften von Mineralien beschrieben. Theophrast ist überzeugt, daß diese nur schmelzbar sind, wenn sie Feuchtigkeit enthalten. Ist diese Meinung auf eine schlechte Beobachtungsgabe oder auf rein theoretische Überlegungen zurückzuführen? Das kann nicht geklärt werden. Hinsichtlich der vulkanischen Gesteine gibt er Eigenschaften wie Farbe, Dichte und Gewicht an und zeigt die Unterschiede der verschiedenen Lavagesteine auf:

Übrigens meint man überhaupt, daß der Bimsstein durch Verbrennen entstanden ist außer dem, der durch den Schaum des Meeres geformt wurde. Der Beweis wird durch die Wahrnehmung gewonnen, daß der Bimsstein bei den Kratern entstanden ist, und daß der zerfressene Stein, wird er in Brand gesetzt, zu Bimsstein wird. Die Regionen, in denen Bimsstein entstanden ist, scheinen dies zu bezeugen, denn er findet sich am meisten in den [Regionen], in denen Brände vorkommen. Vielleicht ist ein Bimsstein auf diese Weise gebildet worden, andere sind in mehreren Arten entstanden. Denn der Bimsstein auf Nisyros scheint aus einer Art Sand zu bestehen. Als Beweis wird angenommen, daß einige, die gefunden worden sind, wie Sand in dem trockenen Boden zerbröckelt sind, weil sie noch nicht zusammenhaften und nicht verfestigt sind. Man findet sie angehäuft in kleinen Stücken, die eine Hand füllen, oder ein bißchen größer, wenn die [obere Erdschicht] weggekratzt ist. Der Sand hat ein sehr leichtes Gewicht. Dagegen ist der Bimsstein auf Melos schwer [?], manche sind andererseits in anderen Steinen vorhanden, was schon zuvor gesagt wurde. Untereinander sind sie verschiedenartig in Farbe, Dichte und Gewicht, so ist der Bimsstein aus dem Lavastrom auf Sizilien schwarz, an Dichte und Gewicht mühlsteinartig. Dieser Bimsstein, der so entstanden ist, verhält sich schwer und fest und ist im Gebrauch wertvoller als die anderen Arten. Als Schleifmittel ist der Bimsstein aus dem Lavastrom besser als die leichten und weißen. Am besten zum Schleifen ist der Bimsstein, der selbst aus dem Meer kommt. Soviel sei über den

¹ Lukrez VI. 680–700. – Über die Diskussion, wie weit die Abhängigkeit zu Theophrast besteht, siehe: E. Reitzenstein. Theophrast bei Epikur und Lukrez. Orient und Antike 2, Heidelberg 1924; W. Lück. Die Quellenfrage im 5. und 6. Buch des Lukrez. Diss. Breslau 1932.

Bimsstein gesagt!¹

Theophrast beschränkt sich auf die Aufzählung der vulkanischen Gesteine und vermerkt ihre Eigenschaften, wobei er sehr wohl zwischen dem leichten Bimsstein und dem harten, basaltischen Lavagestein, das „mühlsteinartig“ ist, unterscheidet. Eine eindeutige Formulierung der vulkanischen Abläufe kann aus Theophrast nicht entnommen werden.

Welche Resonanz Poseidonios' Theorie hatte, kann nicht ermittelt werden, denn die Nachrichten in der antiken Literatur sind dazu zu dürftig. Auch eine Korrektur ist nicht zu finden, und wie es scheint, wurde von keinem anderen Wissenschaftler eine andere Theorie aufgestellt. Seneca² scheidet sowohl Wasser wie auch Feuer und damit den Vulkanismus als Erdbebenursache aus, sagt aber kein Wort über die „Nahrung“ des Feuers aus. Plinius beschreibt die Eigenschaften und die Verwendung des Bimssteins, geht aber auf weitere Einzelheiten in Hinsicht auf das Feuer im Vulkan nicht ein.

5.7.3 Überlieferung bei Ioannes Lydos

Eine letzte Aussage in der Spätantike über die Tätigkeit von Vulkanen und über die „Nahrung“, die das Feuer in dem Vulkan unterhält, kann bei Ioannes Lydos in seiner Schrift „De mensibus“ nachgelesen werden:

Weil viel [Material] in die Tiefe der Erde hinabgesunken ist, [kann] sich das unterirdische Feuer von dieser fettartigen [Substanz] nähren. Diese [Substanz] existiert als Alaun oder Schwefel. Denn es sind der Asphalt und der Schwefel, die in der Erde brennen und darin ausgelöscht werden. Dieser Asphalt hat nur ein wenig gebrannt, und da er ja augenblicklich erloschen ist, ist er geschmeidiger und fettartiger beschaffen so wie jener in dem Ätna und der, der in dem Judäischen See schwimmt. Brennt er heftiger, versteinert er und ist dann so beschaffen wie der Gagat-Stein bei Babylon. Wenn das, was an einer unter der Erde liegenden Stelle abgelagert ist, sich vermindert, zeigt uns nichts den Vorgang in der Erde an. Im Falle, daß viel [Substanz] an einer Stelle arbeitet und dadurch verdünnt wird, zerreibt sie sich in Höhlen und Erdspalten. Wenn es zu einem Herausfließen kommt, so wird das nunmehr durch Sieden der Erde und durch Gebrüll angezeigt. Der flüssige Lavastrom kommt zum Stillstand und verfestigt sich wieder. Das zutage getretene Gestein bildet einen Berg oder nur Erdboden oder wird vom Meer überdeckt, einen Berg wie der Vesuv in Italien oder [die Vulkane] auf den Liparischen Inseln oder das, was die Stadt Katane auf Sizilien überdeckt. Wie Panaitios berichtet, bildete sich auch eine Landmasse im Meer in der Mitte von Lipara und Italien. Nicht nur brechen Ausflüsse aus dem Berg und aus dem Erdboden hervor, sondern sie bewirken auch ein Aufbrodeln des Meeres, wie es sich bei Thera und Therasia ereignete. Jedesmal wenn sich eine Öffnung gebildet hat, wird unablässig Feuer herausgeblasen. Als Quellen des Feuers sind die Krater zu nennen, die auf Lipara³ und Strongyle und auf

¹ Theophr. De lapid. III 19–22.

² Sen. nat. VI. 26, 1.

³ Gemeint ist die Insel Hiera.

dem Vesuv vorhanden sind.¹

Die Abhängigkeit von Poseidonios ist offenkundig. Aufgeführt wird ein besonders harter Asphalt, der Gagat genannt wird. In den Poseidonius-Fragmenten über Asphalt wird diese Bezeichnung nicht gebraucht. Über diesen Stein sagt Plinius:

Der Stein gagates hat seinen Namen von dem Ort und Fluß Gages in Lykien. Er ist schwarz, flach, bimssteinartig, leicht und unterscheidet sich nicht viel von Holz, ist zerbrechlich und entwickelt, wenn man ihn reibt, einen unangenehmen Geruch ... Wenn man ihn brennt, gibt er einen schwefelartigen Geruch von sich.²

Im heutigen Sprachgebrauch ist Gagat eine sehr feste, tiefschwarze, polierbare Braunkohle, die mit Bitumen vermischt ist. Wegen ihres dunklen Glanzes und der Schnitzbarkeit werden die Gagat-Stücke zu Jet-Schmuck verarbeitet.³

¹ Lyd. De mens. (Wünsch) IV 115.

² Plin. nat. XXXVI 141.

³ Römpp. Chemielexikon. Stuttgart 1995. Bd. Cm–G. Stichwort: Gagat [Jet].

6 Erdöl und Asphalt

6.1 Nomenklatur

6.1.1 Moderne Nomenklatur¹

Erdöl ist eine aus der Erde geförderte, ölige, brennbare, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit, die hauptsächlich aus Kohlenwasserstoffen besteht. Die Bezeichnung „Erdöl“ wurde 1913 von H. v. Höfer für alle der Erde entstammenden flüssigen, organischen, brennbaren Naturprodukte vorgeschlagen. Sie hat sich im deutschen Sprachraum durchgesetzt. Im Englischen wird die Bezeichnung „Petroleum“ gebraucht. Das nicht gereinigte Erdöl wird als „Rohöl“, im Englischen „Crude petroleum“, bezeichnet. Es ist je nach Zusammensetzung hellgelb bis schwarz gefärbt.

Bei der fraktionierten Destillation unter Atmosphärendruck werden aus dem Rohöl außer Gas und Flüssiggas folgende Fraktionen aufgefangen:

		Siedepunkt (°C)
	Petrolether	70 – 80
	Leichtbenzin	60 – 110
Rohbenzin	Schwerbenzin	100 – 150
	Lackbenzin, Ligroin	100 – 180
Mitteldestillate	Petroleum, Kerosin	175 – 280
	Dieseltreibstoff, leichtes Heizöl	280 – 350
atmosphärischer Rückstand	schweres Heizöl	< 350

Aus dem atmosphärischen Rückstand werden durch Destillation im Vakuum noch weitere Fraktionen gewonnen:

Vakuumgasöl	Schmieröl	
	Paraffinöl (Weißöl)	
		Schmelzpunkt (°C)
Wachsdestillate	feste Paraffine	48 – 62
Vakuumrückstand	Bitumen	100 – 120

Eine weitere Auftrennung des Bitumens mit n-Heptan führt zu einem höchstmolekularen Anteil (Molekulargewicht 800–3000) mit der Bezeichnung „Asphaltene“ und zu einem niedermolekularen Anteil (Molekulargewicht 300–400) mit der Bezeichnung „Maltene“.

¹ Übersicht: Beyer/Walter. Lehrbuch der Organischen Chemie. Stuttgart 1984. S. 84–90: Erdölchemie. Römpf Chemielexikon. 1995. Bd. Cm–G. Stichwort: Erdöl.

Naturasphalte sind natürlich vorkommende Gemische von Bitumen und Mineralstoffen. Ist der Gehalt an Bitumen hoch und an Mineralstoffen niedrig, spricht man von „Asphaltiten“, im umgekehrten Fall von „Asphaltgesteinen“.

Bei künstlichem Asphalt werden dem Bitumen Mineralstoffe in bestimmter Höhe je nach Verwendungszweck zugesetzt. Die Zusammensetzung solcher Asphalte ist deshalb konstant und keinerlei Schwankungen unterworfen.

Teer ist ein flüssiges bis halbflüssiges Erzeugnis, das durch zersetzende thermische Behandlung organischer Naturstoffe wie Holz und Steinkohle gewonnen wird: Holzteer, Steinkohlenteer. Bei der Destillation von Teer bleibt als fester Rückstand das Pech zurück.

Etwas verwirrend ist der Ausdruck „bituminös“, der als Oberbegriff eingeführt wurde. Diese Bezeichnung wird für Stoffe, die Bitumen oder Teer oder Pech in irgendeinem Prozentsatz enthalten, gebraucht.

6.1.2 In der Antike gebräuchliche Bezeichnungen für Erdöl und Asphalt

Im allgemeinen hatte sich im griechischen Sprachraum das Wort „νάφθα“ für Erdöl durchgesetzt, das sich von dem assyrischen Wort „naptu“ herleiten läßt und im Hebräischen „nepht“ oder „naft“ und im Arabischen „neft“ heißt. „Naptu“ bedeutet soviel wie „Auflodern“.¹

Die ältesten Beschreibungen von Erdöl und Asphalt in der griechischen Literatur finden sich bei Herodot², und dieser gebraucht für das schwarze Erdöl das persische Wort „rhadinake“. Eratosthenes³ bezeichnet flüssigen Asphalt als „naphtha“, wobei es sich um ein dunkles Rohöl gehandelt haben muß. Poseidonios unterscheidet dann zwischen einem hellgelben, leicht entflammaren Erdöl, das er „νάφθα λευκόν“ (weißes Naphtha) nennt, und einem schwarzen Erdöl, das er als „νάφθα μέλαν“ (schwarzes Naphtha) bezeichnet. Diese beiden von Poseidonios geprägten Bezeichnungen sind später von Dioskurides⁴ in seiner „Arzneimittellehre“ übernommen worden. Es ist aus der griechischen Literatur nicht herauszulesen, ob Poseidonios als erster diese Namen festlegte und inwieweit sie differenziert auf die verschiedenen Erdölfractionen angewandt wurden. Das Wort „Naphtha“ wird noch heute häufig für das Rohbenzin und die daraus gewonnenen Fractionen benutzt, und in der russischen Literatur bedeutet es ganz allgemein „Erdöl“.⁵

¹ Zusammenstellung der Bezeichnungen bei: Forbes. Studies in Ancient Technology. Leiden 1964. Bd. I. S. 3–23; Tabelle I. S. 4.

² Hdt. VI. 119.

³ Strab. 16, 1, 15.

⁴ Diosk. I. 101.

⁵ Beyer-Walter, S. 86.

Einen speziellen Ausdruck für Erdgas hatten die Griechen nicht. Das natürlich vorkommende Gemisch von Bitumen und Mineralstoffen wurde von den Griechen „ἀσφαλτος“ (Asphalt, Erdpech oder Erdharz) genannt, wahrscheinlich ein Lehnwort aus dem Assyrischen.¹ Schon Herodot gebraucht dieses Wort.² Die persische Bezeichnung war „mumia“, wovon sich die Bezeichnung „Mumie“ für einen konservierten Leichnam ableitet.³

Das sehr zähflüssige Rohöl, das im Nymphaion von Appolonia herausquoll, wird von Poseidonios⁴ „βῶλος ἀσφαλτῆτις“ (asphaltische Erdscholle) genannt. Für ein solches Produkt prägt Dioskurides⁵ die Bezeichnung „πισσάσφαλτος“ (Pissasphalt). In demselben Fragment nennt Poseidonios ein Asphaltprodukt, das zur Schädlingsbekämpfung in den Weinbergen eingesetzt wurde, „ἀμπελίτις γῆ ἀσφαλτώδης“ (asphalthaltige Weinbergerde).

Im lateinischen Sprachraum wurden zwar auch die griechischen Namen für Erdöl und Asphalt benutzt, aber im allgemeinen hatte sich die Bezeichnung „bitumen“⁶, abgeleitet von „pix tumens“ (Gräberpech), als Oberbegriff für alle Erdölarten und Asphalte eingebürgert. Erdöl war „bitumen liquidum“ (flüssiges Erdharz), z. B. bei Vitruv⁷ und Plinius⁸, oder auch „bituminatum oleum“ (bitumenhaltiges Öl), zum Beispiel bei Priscianus Lydus⁹. Plinius trifft noch eine weitere Unterscheidung und kennzeichnet Petrolether und Leichtbenzin als „bitumen liquidum candidum“ (flüssiges, hellgelbes Erdharz)¹⁰, was dem poseidonischen „naphtha leukon“ entspricht. Als allgemeinen Begriff für alle möglichen Arten von Bitumen übernimmt Plinius¹¹ von Dioskurides die Bezeichnung „Pissasphaltos“, und einen brennbaren Schlamm in der Kommagene, bei dem es sich um ein sehr zähflüssiges Rohöl gehandelt haben dürfte, nennt er „maltha“¹², eine Bezeichnung, die er an anderer Stelle¹ für Kitt anwendet. Die Griechen verstanden unter „maltha“ sowohl eine Mischung von Pech und Wachs, die zum Abdichten und zum Bemalen von Schiffen benutzt wurde, wie auch ein weiches Wachs zum Bestreichen von Schreibtäfelchen. Asphalte aus dem Toten Meer hießen auch „bitumen Judaicum“ (Judenpech). Dieser Name war ein Markenzeichen für dieses in der Antike so begehrte Produkt, denn es zeichnete sich durch besondere Reinheit aus. Ebenso

¹ Die Herkunft des Wortes ist umstritten. Forbes S. 22: „Lidell-Scott hat recht, das Wort ‚asphaltos‘ von dem Verb sphallo = spalten abzuleiten.“

² Hdt. I. 179; VI. 119.

³ Forbes, S. 104.

⁴ Strab. 7, 5, 8.

⁵ Diosk. I. 100.

⁶ Die Herkunft des Wortes „Bitumen“ läßt sich etymologisch nicht eindeutig festlegen.

⁷ Vitr. VIII. 3, 8.

⁸ Plin. nat. II. 235.

⁹ Priscianus Lydus. Solutiones ad Chosroem VI. 76,17

¹⁰ Plin. nat. XXXV 178.

¹¹ Ebd.

¹² Plin. nat. II 235. Die Bezeichnung „maltha“ für zähes Rohöl hatte sich nicht allgemein durchgesetzt.

wurde die bituminöse Erde für die Schädlingsbekämpfung im Weinbau unter der Bezeichnung „ampelitis“ gehandelt². Wenn Vitruv von „lapidicinae bituminis duri“ (Steinbrüche von hartem Erdpech) spricht,³ so dürfte es sich um Asphaltgestein gehandelt haben.

Das griechische Wort „πίσσα“, att. „πίττα“, bezeichnete ebenso wie das lateinische „pix“ sowohl Pech als auch Teer. In der Literatur⁴ sind diese Namen auch des öfteren für Erdöl und Asphalt benutzt worden. Da die Herstellung von Teer und Pech aus Holz allgemein bekannt war, dürfte es sich bei diesen Verwechslungen wohl mehr um eine Nachlässigkeit als um mangelndes Unterscheidungsvermögen der Autoren gehandelt haben.

Während das griechische Wort „ἀσφαλτος“ weitgehend mit dem heutigen „Asphalt“ deckungsgleich ist – beide Worte bezeichnen eine Mischung von Bitumen und Mineralstoffen –, ist dies bei dem lateinischen Wort „bitumen“ nicht der Fall. Sowohl in den lateinischen Schriften der Antike wie auch in den lateinischen Schriften über Alchemie, Medizin und Technik des Mittelalters und der frühen Neuzeit wird die Bezeichnung „bitumen“ unterschiedslos für alle Erdöl- und Asphaltarten, oft auch für Teer und Pech gebraucht. Noch in der deutschen chemischen Fachliteratur des 18. und teilweise auch des 19. Jahrhunderts wird dieser Ausdruck undifferenziert angewendet. Erst die Einführung von exakt definierten Bezeichnungen, wie sie vor einigen Jahrzehnten in der Erdölchemie erfolgt ist, hat eine endgültige Klärung geschaffen.

6.2 Vorkommen und Gewinnung von Erdöl und Asphalt

6.2.1 Die gegenwärtigen Erdölvorkommen in der Alten Welt

Die reichsten Erdölvorkommen in der Welt weist mit über 50% des gesamten Vorkommens auf der Erde der Nahe Osten auf. In Mesopotamien liegen im Irak riesige Erdöllagerstätten in den Uferzonen am Tigris bei Mossul und am Unterlauf des Euphrat bei Abu Gir nördlich von Basra. Ebenfalls große Vorkommen werden im Iran im Gebiet um Schuchtar, das an den Persischen Golf grenzt, bei Teheran und am Kaspischen Meer ausgebeutet. Im Nordiran wird

¹ Plin. nat. XXXVI. 181: „Maltha bereitet man aus frischem Kalk: Ein Klumpen davon wird in Wein gelöscht, dann mit Schweinefett und einer Feige zerrieben [und so] auf doppelte Weise gemildert. Der Kitt ist die zähste Substanz von allen und übertrifft die Härte des Steins.“

² Siehe auch Plin. nat. XXXV 194; Diosk. V 180.

³ Vitr. 8, 3, 8.

⁴ Beispiele: Herodot (IV. 195) gebraucht das Wort „πίσσα“ für das auf Zakyntos gewonnene Erdöl, das in der deutschen Übersetzung als „Harz“ bezeichnet wird. Bei Strabon (16, 2, 44) wird gesagt, daß „σταγόρες πίττης“ (Pechtränen) bei Masada am Toten Meer aus Felsspalten austrete. Dieses Fragment wird Poseidonius zugeschrieben, der sonst das Wort „Pech“ nicht benutzt. Sollte ein Abschreibfehler seitens Strabons vorliegen?

auch Erdgas gewonnen. Alle diese Fundstätten waren schon in der Antike bekannt. Jedoch wurden damals vorwiegend Asphalte und schweres Erdöl gewonnen, weil für leichteres Erdöl nur geringe Verwendungsmöglichkeiten bestanden.

Die heute reichsten Erdöllagerstätten befinden sich auf der arabischen Halbinsel in der Uferzone am Persischen Golf. Sie gehören zu Saudi-Arabien und den Emiraten. In der Antike waren sie unbekannt.

Ebensowenig wußte man von den Erdgas- und Erdölvorkommen am Kaspischen Meer bei Baku¹, wo sich die Erdölfelder am Nordfuß des Kaukasus entlangziehen. Außer diesen Vorkommen besitzt Rußland noch große Lagerstätten im Gebiet um Ufa, Kuibyschew und Saratow westlich des Urals.

In Nordafrika sind Algerien und Libyen wichtige Erdölproduzenten, und auch in Ägypten wird Erdöl in geringen Mengen beiderseits des Suezkanals gewonnen. Auch von diesen Vorkommen im Wüstensand wußte man in der Antike nichts. Der in Ägypten so begehrte Asphalt wurde dort nicht gefunden. Sein Vorkommen im Toten Meer ist wegen der geringen Ausbeute heute uninteressant.

In Europa ist lediglich Rumänien ein Erdölproduzent. Die geringen Vorkommen in Norddeutschland, auf Sizilien und dem Balkan spielen keine Rolle. In Albanien wird noch etwas Asphalt bei Selenizza gewonnen, und diese Asphaltfundstätten wurden auch in der Antike ausgebeutet.

In den letzten Jahrzehnten sind reiche Erdgas- und Erdölvorkommen in der Nordsee vor Schottland, den Niederlanden und Norwegen entdeckt worden. Mit modernster Technik ist es gelungen, diese Vorkommen zu erschließen und mit Gewinn auszubeuten.

Auf dem amerikanischen Kontinent sind die USA, Kanada, Mexiko und Venezuela wichtige Erdölproduzenten, und in Asien beuten China und Indonesien ihre ergiebigen Erdöllagerstätten aus. Dennoch hat der Nahe Osten den höchsten Anteil an der Welterdölförderung. Ein Drittel der Erdölmenge wird in diesem Teil der Erde produziert.

6.2.2 Vorkommen von Erdöl und Asphalt in der Antike

Bei den in der Antike bekannten Erdölvorkommen handelt es sich immer um Oberflächenlagerstätten. Das Rohöl war in nicht sehr großer Tiefe in Sandstein, Kalkstein oder Tonschichten eingelagert und drang auf natürliche Weise durch Felsspalten und

¹ Die erdöl- und erdgasgespeisten Feuer im Kaukasusgebiet waren von besonderer Bedeutung für die Anhänger der Zarathustra-Religion. Nach dem Einfall der Araber in Persien im 7. Jahrhundert n. Chr. hatten sie sich hierhin zurückgezogen. In Europa wurde die Kunde erst durch Marco Polo im 13. Jahrhundert n. Chr. verbreitet.

Wüstensand an die Erdoberfläche. Oft führten Erdbeben zu Erdgas- und Erdölausbrüchen. An vielen Stellen in Mesopotamien und Persien hatten sich Tümpel gebildet, in denen sich ein mehr oder weniger zähflüssiges Erdöl ansammelte. Wenn durch Witterungseinflüsse die leichter flüchtigen Anteile eines solchen Öls verdampften, blieben feste Asphalte zurück. Häufig führten auch Wasserquellen und Bäche Öllachen und Asphaltbrocken mit sich. Eine Besonderheit waren die Asphaltvorkommen im Toten Meer, wo in unregelmäßigen Zeitabständen Asphaltbrocken vom Meeresgrund an die Oberfläche emporgetragen wurden. Asphaltgesteine mit verhältnismäßig geringem Bitumenanteil wurden in der Uferzone des östlichen Mittelmeeres gewonnen. Seit dem 3. Jahrtausend v. Chr. waren Erdöl und Asphalt im Vorderen Orient bekannt. Sumerer und Elamiter, Assyrer und Babylonier gebrauchten diese Substanzen für die verschiedensten Zwecke im Bauwesen und in der Medizin.

Ein reiches Erdölvorkommen wies die Landschaft Susiana, die heute zum Iran gehörende Provinz Chusistan, auf. Die Susiana, von Herodot „das Land Kissian“ genannt¹, wurde im Norden vom Zagros-Gebirge und im Süden vom Persischen Golf begrenzt. Die Landschaft wurde vom Choaspes durchflossen, der im Zagros-Gebirge entsprang, nach Aufnahme des Pasatigris „Eulaios“ genannt wurde und in den Persischen Golf mündete². Der Verlauf dieses Flusses in der Antike ist wegen der physischen Veränderungen in den vergangenen Jahrhunderten nicht mehr genau festzulegen, jedoch könnte er im Oberlauf dem heutigen Karkheh und im Unterlauf dem heutigen Karun entsprochen haben. Der Karun erreicht als einziger Fluß in Chusistan mit einem Flußarm den Persischen Golf. Am Choaspes lag Susa (heute ein Ruinenfeld bei dem kleinen Dorf Schuch), die Winterresidenz der persischen Großkönige. Herodot, der auf seinen Reisen bis Susa kam, sagt: „Dann folgt das Land Kissia, darin liegt hier an diesem Fluß Choaspes die bekannte Hauptstadt Susa, wo der Großkönig Hof hält und die Schatzhäuser stehen.“³ Herodot beschreibt auch eine Ölquelle bei Arderikka (Kir-Ab), ungefähr 60 km nördlich von Susa gelegen:

Arderikka ist etwa 210 Stadien (37,3 km) von Susa entfernt und 40 Stadien (7,1 km) von dem berühmten Brunnen, der Erzeugnisse in dreifacher Form liefert: Man gewinnt nämlich Asphalt, Salz und Öl aus ihm.⁴

¹ Hdt. V. 49.

² Ausführliche Diskussion des Flußsystems Choaspes-Eulaios von Weisbach. RE III 2354–55 Nr. 1: Choaspes; RE 6 1061–1063 Nr. 1: Eulaios.

³ Hdt. V. 49.

⁴ Hdt. VI. 119. Herodot legt als Maßstab das attische Stadion zugrunde: 1 Fuß = 296 mm; 1 Stadion = 600 Fuß = 177,6 m. Die angegebene Distanz Arderikka-Susa ist zu klein. Die Entfernung beträgt ungefähr 337,8 Stadien (60 km).

Eratosthenes berichtet ebenfalls von Erdölvorkommen bei Susa: „Das flüssige, welches man Naphtha nennt, erzeugt sich in Susia, das trockene aber, welches man erhärten kann, in Babylon.“¹

Philostratos vermerkt nur ein Asphaltvorkommen in dieser Gegend: „Der Boden [Kissia] ist von Asphalt durchnäßt und schwierig zu bepflanzen.“²

Einen ausführlicheren Bericht über eine Ölquelle in der Susiana gibt Priscianus Lydus:

Jene Quelle, die, wie man sagt, in der Region Cisia Persicae vorhanden und so beschaffen ist, daß sie dort eine vielfältige Spezies ausdünstet und hervorbringt: es ist nämlich ein bitumenhaltiges Öl, das sie *νάφθα* nennen, aber auch Wasser. Solche verschiedenartigen Bestandteile soll das Herausgeschöpfte enthalten.³

Die hier genannte Zusammensetzung des Rohölgemisches deutet darauf hin, daß Priscianus Lydus dasselbe Erdölvorkommen meint, von dem Herodot berichtet. Priscianus Lydus hat diese Beschreibung an den Schluß seiner Ausführungen über die Gezeiten und ihre Ursachen gesetzt, wofür er nach eigenem Bekunden auch den Geminus-Kommentar zu Poseidonios' „Meteorologie“ als Vorlage benutzte.⁴ Ob er die Originalschrift gelesen hat, ist nicht zu klären. Ebenso wenig kann entschieden werden, ob diese Beschreibung poseidonisch ist.⁵ Sollte Poseidonios diesen Bericht in seiner „Meteorologie“ aufgenommen haben, dann wird er seine Kenntnisse aus der Literatur gewonnen haben. Die Susiana war den Griechen seit den Alexanderzügen bestens vertraut. Eine Reise des Poseidonios in diese Gegend ist auszuschließen.

Gegenwärtig wird in der Provinz Chusistan beiderseits des Karun Erdöl in großen Mengen gefördert und in Schuchtar⁶, in der Antike das völlig unbedeutende Sostra, am Westufer des Karun gelegen, aufgearbeitet. Von dort führt eine Pipeline zum Verladehafen Abadan am Persischen Golf.

Über die Erdöl- und Asphaltvorkommen im alten Assyrien liegen kaum Informationen aus der Antike vor. Diese Landschaft am Tigris entsprach etwa dem nördlichen Teil des heutigen

¹ Strab. 16, 1, 15.

² Philostr. Vita Apollonii I. 24. – Die Schrift entstand nach 217 n. Chr. und ist eine Biographie des Apollonios von Tyana. Philostratos stilisiert den pythagoräischen Wandersmann zu einem gottähnlichen Übermenschen.

³ Priscianus Lydus. *Solutiones ad Choroem* VI. 76, 17. – Priscianus Lydus, einer der letzten heidnischen Lehrer in Athen, wurde 531 n. Chr. von Kaiser Justinian vertrieben und ging an den persischen Hof zu König Chosroes I., für den er eine Schrift über philosophische und wissenschaftliche Fragen verfaßte: *Solutiones eorum de quibus dulitavit Chosroes Persarum rex*. Das in Griechisch geschriebene Werk ist in einer lateinischen Übersetzung erhalten geblieben.

⁴ Priscianus Lydus. *Solutiones ad Choroem*. Prooemium 42. 8–11. – Das Erklärungswerk des Geminus steht im Literaturverzeichnis: *adhuc etiam ex commento Gemini Posidonii de Μετεώρων*, ohne die Epitomierung zu erwähnen. Die Meteorologie des Poseidonios und die Epitome sind verlorengegangen.

⁵ Edelstein-Kid halten die Beschreibung für poseidonisch (F 219), Theiler nicht (F 313), dort fehlt sie.

⁶ Schuchtar, am Austritt des Karun aus dem Sgnosgebirge gelegen, weist eine Raffinerie auf, daneben Baumwoll- und Glasindustrie. Antike Ruinen sind kaum vorhanden.

Staates Irak. Die südlichste Stadt war die Hauptstadt Assur (Qalat Scherpat) am westlichen Tigrisufer. Weiter nördlich am östlichen Tigrisufer lag Ninive (heute Ruinen), am Westufer gegenüber liegt Mossul, heute wichtiger Mittelpunkt der Erdölindustrie und Ausgangspunkt der Pipeline nach Tripoli. Die Einwohner des Landes benutzten den Asphalt beim Bau ihrer Städte zum Vermörteln der Ziegel. Die Assyrer eroberten seit 1400 v. Chr. das gesamte Land zwischen Armenien, Persien und der syrisch-arabischen Wüste unter Einschluß Babyloniens. Im 7. Jahrhundert v. Chr. brach das Reich unter dem Druck der Meder und Babylonier zusammen. Mit der Verlagerung der Zentralgewalt nach Babylon wurden die Erdöl- und Asphaltvorkommen in Assyrien bedeutungslos und gerieten in Vergessenheit. Herodot erwähnt sie überhaupt nicht, und Strabon nennt nur eine Erdölquelle bei Arbela (Erbil)¹, einer Stadt östlich des oberen Tigris, ohne weitere Erklärungen. Nur aus der Spätantike hat sich eine ausführliche Beschreibung des Ammianus Marcellinus erhalten. Dieser hatte am Feldzug des Kaisers Julian gegen die Sassaniden im Jahre 363 n. Chr. teilgenommen und kannte Mesopotamien aus eigener Anschauung. Er schreibt:

Am nächsten von allen ist uns Assyrien, ein an Bevölkerung, Größe und vielfältigen Bodenerzeugnissen sehr reiches Land ... Hier entsteht mitten unter dem Reichtum an Obst und üblichen Feldfrüchten das Erdpech in der Nähe des Sees Sosingites, durch dessen Bett der Tigris verschlungen wird. Er fließt dann unterirdisch weiter und taucht erst wieder auf, nachdem er eine weite Entfernung durchmessen hat. Hier tritt auch das Naphtha zutage, das zäh wie Pech ist und dem Erdpech ähnelt. Wenn sich auch nur ein kleiner Vogel darauf niederläßt, verliert er das Flugvermögen, sinkt unter und verschwindet gänzlich. Fängt diese flüssige Masse an zu brennen, so findet der menschliche Verstand kein anderes Mittel, den Brand zu löschen, als Sand.²

Besonders reiche Vorkommen an Erdöl und Asphalt wies die Umgebung von Babylon auf. Babylon, einst die Hauptstadt des Neubabylonischen Weltreiches, hatte zwar nach der Eroberung durch die Perser unter Kyros seine politische Vormachtstellung verloren, war aber unter der Herrschaft der Perser, der Seleukiden und dann der Parther eine wichtige Handelsmetropole geblieben. So ist es nicht verwunderlich, daß die Ölquellen und Asphaltfunde den Griechen und Römern allgemein bekannt waren. Ergiebige Ölquellen bei Is (Hit) am Euphrat lieferten ein sehr dickes Erdöl, das an der Luft zu einer zähen Masse erstarrte. Herodot schreibt:

Acht Tagereisen von Babylon entfernt liegt noch eine andere Stadt, sie heißt Is. Dort fließt ein nicht gerade großer Fluß mit gleichem Namen. Er mündet in den Euphrat. Das Wasser dieses Is spült zahlreiche Klumpen von Erdharz mit. Von dort holte man das Erdharz für den Mauerbau von Babylon.³

¹ Strab. 16, 1, 4.

² Ammianus Marcellinus. Res Gestae XXIII. 6, 15. – Der See Sosingites wird außer bei Ammian nicht erwähnt. Die Namensform ist bei ihm entstellt aus Thospites. Es handelt sich um den heutigen Van-See. Ammianus' Angabe, der Tigris fließe hindurch, beruht auf einem Irrtum.

³ Hdt. I. 179.

Noch heute wird bei Hit ein schweres Rohöl mit einem hohen Anteil an Bitumen gewonnen, das sich in Tümpeln sammelt. Die Stadt liegt auf einem Hügel, und der Rauch des abgefackelten Erdgases ist weithin sichtbar. Der Fluß Is, der schon in der Antike nur wenig Wasser führte, ist heute nur noch ein dürftiges Rinnsal. Weitere Quellen sind jetzt weiter südlich bei Abu Gir erschlossen worden. Allerdings hat die Gewinnung des Naturasphalts zugunsten des Erdöls an Bedeutung verloren.

Is war nicht der einzige Fundort von Erdöl, jedoch werden in der Literatur keine genauen Ortsangaben über Vorkommen im Euphratbereich gemacht. Eratosthenes spricht von einer Quelle unweit des Euphrats:

In Babylonien bildet sich auch viel Erdpech, von welchem Eratosthenes folgendes berichtet: „Das flüssige, welches man Naphtha nennt, erzeugt sich in Susis, das trockene aber, welches erhärten kann, in Babylonien. Seine Quelle findet sich unweit des Euphrat. Wenn dieser beim Schneeschmelzen austritt, füllt sich auch jene und ergießt sich in den Strom hinüber; hier aber bilden sich große, beim Häuserbau aus gebrannten Ziegeln brauchbare Klumpen.“ Andere behaupten, auch das flüssige Erdpech erzeuge sich in Babylon.¹

Wenn Vitruv allerdings sagt: „Bei Babylon hat ein See von ganz beträchtlicher Größe, der ‚Asphaltsee‘ genannt wird, an seiner Oberfläche flüssiges Erdpech schwimmen“², so liegt hier entweder eine Verwechslung mit dem Toten Meer vor oder eine übertriebene Beschreibung eines Teiches, in dem sich Rohöl gesammelt hat.

Zu denen, die auch das flüssige Erdpech, also das leichtere Erdöl, erwähnen, gehört Poseidonios: „Poseidonios sagt von den Naphthaquellen in Babylon, daß die einen ein weißes und die anderen ein schwarzes Naphtha gäben.“³

Es ist nicht auszuschließen, daß Poseidonios in jungen Jahren eine Reise nach Babylon unternahm und dabei Erdölquellen besichtigte. Eine technische Verwendung in größerem Ausmaße hatte man in jener Zeit nur für dickeres Öl und Asphaltprodukte. Deshalb werden diese Produkte auch bevorzugt in der Literatur erwähnt. Auch Diodoros sagt nichts über leichtes Naphtha. Für ihn ist von besonderem Interesse, daß die Erdölquellen nicht versiegen:

Von den vielen merkwürdigen Dingen in Babylonien ist eines der verwunderlichsten mit das Erdpech, das dort in großer Menge zutage tritt. Es gibt davon so viel, daß es nicht nur für den Bau der Häuser reicht, so wie man sie dort errichtet, sondern zudem auch von den Einwohnern, die sich an der entsprechenden Stelle sammeln, unbegrenzt geschöpft wird, um dann anstelle von Holz verbrannt zu werden. Und obwohl unzählige Menschen davon wie Wasser aus einer großen Quelle entnehmen, so bleibt diese Quelle doch stets gefüllt.⁴

¹ Strab. 16, 1, 15.

² Vitr. VIII. 3, 8.

³ Strab. 16, 1, 15.

⁴ Diod. II. 12.

Eine besondere Erscheinung in Persien waren die brennenden Erdgasquellen. Dem Rohöl ist immer ein mehr oder weniger hoher Anteil an Erdgas beigemischt. In der Region am Kaspischen Meer in Nordpersien drang an vielen Stellen reines Erdgas in großer Menge aus dem Boden. Gemäß der Lehre des Zoroastres, dt. Zarathustra, wurde in Persien das Feuer als heilig verehrt. In den Feuertempeln dienten brennende Erdgasquellen kultischen Zwecken. Im südlichen Persien waren es Quellen von weißem Naphtha, die in den Türmen brannten. In allen bedeutenden Städten wie Pasargadai und Persepolis (heute Ruinenfelder östlich von Schiraz), Susa (Ruinen bei dem Dorf Schuch) und Raga (Ruinen bei Teheran) waren Feuertürme gebaut. Merkwürdigerweise sagt Herodot¹ nichts über diese Türme mit den Feuern, weder in der Beschreibung des Kaspischen Meeres noch in der Darstellung der religiösen Riten. Auch Poseidonios erwähnt die Feuertürme nicht.

Plinius schreibt über brennende Erde, jedoch ist zu beachten, daß diese Brände im Zusammenhang mit Vulkanausbrüchen genannt werden und keine Unterscheidung zwischen glühender Lava und brennendem Erdgas gemacht wird:

Der Ätna brennt immer in der Nacht und nach so langer Zeit ist seine Feuermasse noch nicht erschöpft ... In der Gegend von Phaselis brennt der Berg Chimära, und zwar Tag und Nacht mit nie verlöschender Flamme ... In Lykien brennen auch die Berge des Hephaistos heftig ... Es brennt in Baktrien der Gipfel des Kophantos in den Nächten; es brennt der Boden in Medien und in Sittakene an der Grenze der Persis, zu Susa beim weißen Turm brennt es aus fünfzehn Kratern, aus dem größten auch tagsüber.²

Für die Perser waren die brennenden Gasquellen ein wichtiger Bestandteil im religiösen Ritual, in Mesopotamien wurden sie nur als lästig empfunden, da hier eine Verehrung des Feuers nicht üblich war. Bei Babylon scheint ein größerer Tümpel mit Erdöl in Brand geraten zu sein, von dem Plinius berichtet: „Bei Babylon brennt es aus einer Art Fischteich von der Größe eines Juchart.“³ Wahrscheinlich war dieser Teich so groß, daß er nicht mit Sand zugeschüttet werden konnte, um das Feuer zu löschen.

Eine interessante Bemerkung macht Plinius über ein Erdölvorkommen in der Kommagene. Dieses sehr zähflüssige Öl wurde von den Einheimischen als Waffe im Kampf gegen die Römer eingesetzt:

In der Stadt Samosata in Kommagene liegt ein Sumpf, der einen brennbaren Schlamm, Maltha genannt, auswirft; er hängt sich an jeden festen Körper, den er erreichen kann; wer ihn berührt, dem folgt er nach, auch wenn er flieht. Auf diese Weise verteidigten die Einwohner ihre Stadt, als sie von Lucullus belagert wurde: die

¹ Hdt. I 202; VII. 54.

² Plin. nat. II. 237. – Chimära war ein feuerspeiender Berg in der Nähe der Stadt Phaselis (Tekir Ova) in Lykien. Durch ihn entstand die Fabel von der Chimäre, einem feuerspeienden Ungeheuer, das teils Löwe, teils Ziege, teils Schlange war. – Baktrien entsprach etwa dem heutigen Afghanistan, Kophantus war ein nicht weiter zu bestimmender Berg in Baktrien. – Sittakene war ein Gau im nördlichen Babylonien mit der Hauptstadt Sittake in der Nähe vom heutigen Bagdad.

³ Plin. nat. II. 237. – 1 Juchart = 1 Joch = ~ 2523 m².

Soldaten brannten mit ihren Waffen.¹

Die Verteidigung der Stadt mit brennendem Öl muß sehr wirkungsvoll gewesen sein, sonst hätte Plinius sie wohl nicht erwähnt. Wirtschaftlich hatte diese Maltha keine Bedeutung.

In der Küstenregion des östlichen Mittelmeeres gab es nirgendwo flüssiges Erdöl, wohl aber wurden Asphalte mit mehr oder weniger großem Anteil an Bitumen an vielen Stellen in Kilikien bis hinunter nach Palästina gefunden. Die meisten dieser Fundorte wird Poseidonios gekannt haben. Die Vorkommen in Kilikien, die recht unbedeutend waren, werden von Theophrast und Vitruv genannt: „In Kilikien gibt es eine Erde, die, wenn sie sich erwärmt, viskos wird.“² – „So gibt es bei Soloi, einer Stadt Kilikiens, einen Fluß namens Liparis, in dem die Leute, die darin schwimmen oder baden, vom Wasser selbst eingeeilt werden.“³

In der Nähe von Poseidonios' Heimatstadt Apameia lag an der Mündung des Orontes unterhalb des Berges Pieria die Hafenstadt Seleukeia Pieria (Samandag), wo ein asphalthaltiger Kalk abgebaut wurde. Poseidonios erwähnt dieses Asphaltprodukt, das unter dem Namen „ampelitis“ gehandelt wurde, im Zusammenhang mit der auf Rhodos gebrauchten Weinbergerde: „Er sagt auch, daß die im Pierischen Seleukeia abgebaute asphalthaltige Weinbergerde ein Mittel für die von Krankheit befallenen Weinstöcke sei.“⁴

Von Plinius werden Asphalterden bei Sidon angeführt: „Als Erde findet sich das Erdpech in Syrien bei der Hafenstadt Sidon.“⁵

Vitruv erwähnt ein Asphaltgestein bei Joppe: „Bei Joppe in Syrien sind zahlreiche Minen von hartem Erdpech.“⁶ Es handelt sich bei diesem Asphaltgestein um einen mit Bitumen durchsetzten Sandstein von erheblicher Härte.

Von großer Bedeutung waren die Asphalte, die im Toten Meer gewonnen wurden, denn diese bestanden aus fast reinem Bitumen und waren deshalb in der Medizin und für die Mumifizierung äußerst begehrt. Diese Asphalte waren ein lukrativer Exportartikel nach Ägypten und brachten dem jeweiligen Herrscher über diesen Landstrich hohe Einkünfte. In der antiken Literatur wird der Reichtum an Asphalt im Toten Meer hervorgehoben. Es war jedoch vornehmlich die Güte des Produktes, die diesen Asphalt so berühmt machte. Mengenmäßig waren die Erdöl- und Asphaltvorkommen in Mesopotamien wesentlich ergiebiger.

¹ Plin. nat. II. 235. – Die Belagerung durch L. Lucinus Lucullus erfolgte im Jahr 69 v. Chr. im 3. Mithridatischen Krieg und konnte erfolgreich abgewehrt werden. Die Pfeile waren mit Erdöl getränkt und wurden brennend auf die Belagerer abgeschossen.

² Theophr. De lapid. VII. 49.

³ Vitr. VIII. 3, 8.

⁴ Strab. 7, 5, 8.

⁵ Plin. nat. XXXV 178.

⁶ Vitr. III 196.

Die älteste Beschreibung des Vorkommens im Toten Meer stammt von Hieronymus von Kardia¹ und ist bei Diodoros überliefert:

Das Tote Meer ist ein großer See, der viel Asphalt hervorbringt und von welchem ein keineswegs geringfügiger Ertrag herausgefischt wird. Der See mißt ungefähr 600 (111 km) Stadien in der Länge und 60 (11 km) Stadien in der Weite. Das Wasser stinkt und ist äußerst bitter, so daß kein Fisch darin leben kann, noch kommt irgendein anderes Wassertier darin vor. Obgleich große Flüsse mit viel frischem Wasser sich in den See ergießen, bleibt er bitter. Jedes Jahr treibt eine große Menge Asphalt in Stücken von mehr als drei Plethra² in der Mitte des Sees, aber oft sind sie nur zwei Plethra lang. Deshalb nennen die Barbaren, die an den Ufern des Sees leben, die großen Stücke ‚Stiere‘ und die kleinen Stücke ‚Kälber‘. Wenn der Asphalt in der Mitte des Wassers schwimmt, sieht er für jene, die am Ufer stehen, wie eine Insel aus. Das Erscheinen des Asphalts wird 20 Tage vor seinem Auftauchen angezeigt. Überall rings um den See wird der Gestank durch den Wind über viele Stadien hinweggetragen, und alles Silber, Gold und Kupfer in der Nachbarschaft wird trübe. Aber die Trübung verschwindet wieder, wenn der Asphalt an die Oberfläche emporsteigt. Der Distrikt in der näheren Umgebung, der leicht entzündlich und von einem unangenehmen Geruch durchdrungen ist, macht die Körper der Bewohner krank, und sie sterben jung.³

Auch Poseidonios gibt eine Beschreibung des Asphaltvorkommens im Toten Meer, die von Strabon überliefert ist:

Der (Sirbonis-)See ist groß; einige haben seinen Umfang mit tausend (185 km) Stadien angegeben. An der Küste entlang ist er freilich nicht länger als zweihundert (37 km) Stadien, gleich am Ufer tief, und von ganz schwerem Wasser, so daß man keinen Taucher brauchen kann; wer hineinsteigt und bis zum Nabel in den See geht, wird sofort emporgetragen. Der See ist voll von Asphalt. Der Asphalt wird zu unbestimmten Zeiten aus der Mitte des Sees emporgeblasen, unter Blasenbildung, als würde das Wasser sieden. Die gekrümmte Oberfläche des Sees bietet dann den Anblick eines Hügels. Es wird auch viel Ruß emporgetragen, der rauchig und für die Augen nicht erkennbar ist; Eisen und Silber und alles Glänzende bis selbst zum Gold rosten davon. Die Umwohner des Sees erkennen am Rosten ihrer Geräte die beginnende Aufschwemmung des Asphalts und bereiten dessen Abbau vor, indem sie Flöße aus dem Schilf fertigen.

Der Asphalt ist ein Klumpen Erde, der von der Hitze verflüssigt wird und sich an der Oberfläche des Sees ausbreitet; dann verändert sich der Asphalt durch das kalte Wasser, wie es das Wasser des Sees ist, wieder zu fester Form, so daß man die Masse schneiden und klopfen muß. Dann schwimmt der Asphalt obenauf aufgrund der Natur des Wassers, von der wir sagen, daß man einen Taucher nicht brauchen kann, und daß jemand, der in den See hineingeht, nicht untertauchen kann, sondern emporgetragen wird. Die Leute fahren mit ihren Flößen heran, schlagen Asphalt-

¹ Hieronymus von Kardia, geboren um 360 v. Chr., schildert in seinem Geschichtswerk die Diadochenkämpfe nach Alexanders Tod. Er war größtenteils Augenzeuge, denn er stand im Dienst des Antigonos Monophthalmos, der sein Reich vom Hellespont bis zum Euphrat aufbaute. Welche Aufgaben ihm übertragen wurden, ist nur unzureichend überliefert, zumindest führte er Aufsicht über das Gebiet um das Tote Meer und kontrollierte die Asphaltgewinnung.

² Plethron = 100 Fuß = 1/6 Stadion. Seine Größe variiert je nach verwendeter Fußnorm zwischen 27 und 35 m. Als Flächenmaß bildet das Plethron ein Quadrat dieser Seitenlänge. – Hieronymus' Größenangaben sind mit Sicherheit weit übertrieben. Die Asphaltstücke müssen kleinere Ausmaße gehabt haben. Vermutliche sammelten sich die Stücke an bestimmten Stellen auf der Wasseroberfläche und erweckten beim Betrachter am Ufer den Eindruck sehr großer zusammenhängender Flächen.

³ Diod. XIX. 98–99 (= Stern Nr. 62).

Brocken ab und schaffen soviel davon weg, wie sie können ...

Daß sich das alles in der Mitte des Sees abspielt, ist verständlich, weil auch die Quelle des Feuers und die Masse des Asphalts in der Mitte des Sees sind. Das Aufsprudeln des Asphalts ist unregelmäßig, weil auch die Bewegung des Feuers für uns keine erkennbare Ordnung einhält, wie auch die Bewegung vieler anderer Luftströmungen. So etwas gibt es auch im epirotischen Apollonia.¹

Im Gegensatz zu anderen antiken Autoren beschränkt sich Poseidonios nicht auf eine bloße Beschreibung des Fundortes und der Gewinnungsmethoden, sondern er sucht nach den Ursachen der Bildung von Asphalt im Toten Meer. Mit diesen Bestrebungen, die Entstehung von Asphalt zu erklären, steht Poseidonios allein da. Plinius beschränkt sich auf eine kurze Darstellung:

Der Asphaltsee erzeugt nichts außer Erdpech, woher er auch seinen Namen hat. Er nimmt keinen Tierkörper auf, Stiere und Kamele treiben an der Oberfläche; daher stammt das Gerücht, daß in ihm nichts versinke.²

Auch Flavius Josephus gibt nur eine bloße Beschreibung, wie die Asphaltmasse auf der Wasseroberfläche erscheint und eingesammelt wird:

An vielen Stellen stößt er schwarze Asphaltklumpen aus, die, an Gestalt und Größe kopflosen Stieren vergleichbar, auf dem Wasser schwimmen. Die Arbeiter auf dem See rudern an sie heran, packen die zusammenhängenden Massen an und ziehen sie in die Kähne; haben sie diese gefüllt, so wird es ihnen nicht leicht, die Klumpen loszumachen, da sie infolge ihrer Zähflüssigkeit an dem Boot klebenbleiben, bis sie durch Menstruationsblut oder Harn gelöst werden; denn das vermögen diese Flüssigkeiten allein.³

In den nachfolgenden Jahrhunderten bewahrte das Tote Meer mit seiner wunderbaren Erscheinung der emportauchenden Asphaltbrocken seine Berühmtheit, auch als mit der Christianisierung Ägyptens die Mumifizierung aufhörte und dafür kein Bitumen mehr gebraucht wurde.

Hinweise finden sich in den Schriften des Bischofs Isidoros von Hispalis⁴ und in der Suda⁵. Noch Agricola hat in seinem berühmten Handbuch des Berg- und Hüttenwesens: „De re metallica libri XII“ das mit Bitumen angefüllte Tote Meer aufgeführt.⁶

Die Ufer des Toten Meeres boten einen trostlosen Anblick. Strabon gibt eine Beschreibung, die Poseidonios zugeschrieben wird:

Daß die Gegend feuerhaltig ist, dafür gibt man noch viele andere Beweise. Man zeigt einige verbrannte schroffe Felsen bei Masada, allerorten Erdspalten und aschenartigen Boden, Pechtropfen⁷, die aus Klippen hervorquellen, und siedende, auf

¹ Strab. 16, 2, 42–43.

Die Lebendigkeit der Darstellung läßt vermuten, daß Poseidonios aus eigener Anschauung berichtet.

² Plin. nat. V. 72.

³ Flavius Josephus. De bello Judaico. IV. 478.

⁴ Isidoros, Bischof von Hispalis (600–636 n. Chr.). Origium sive etymologiarum libri XX. Lib. XVI. Kap. 2. 4. Ed. W. M. Lindsay. 1911.

⁵ Suda. Bibliographica (Adler), S. 396.

⁶ Agricola. De re metallica libri XII.

⁷ Die Bezeichnung „Pechtropfen“ ist falsch, es handelt sich um Bitumen.

weite Entfernung hin übelriechende Flüsse, und hier und da zerstörte Siedlungen. Man könnte folglich den von den Einheimischen verbreiteten Geschichten glauben, daß hier früher einmal dreizehn Städte bewohnt wurden, von deren Metropolis Sodom sich ein Gebiet von sechzig (11 km) Stadien Umfang erhalten habe. Denn von Erdbeben, von den Ausbrüchen von Feuer und von heißem Asphalt- und Schwefelwasser sei der See über die Ufer getreten, und die Felsen seien von Flammen umschlossen gewesen; die Städte seien zum Teil versunken, und die anderen seien von denen, die noch fliehen konnten, verlassen worden. Eratosthenes¹ sagt darüber das Gegenteil – daß nämlich das Gebirge ursprünglich ein See gewesen sei, und daß der größte Teil durch Ausbrüche des Sees nach außen freigelegt worden sei ...²

Die ganze Umgebung des Toten Meeres stank nach „Pech und Schwefel“, das heißt nach Petroleum, Schwefelwasserstoff und Mercaptanen. In den Ritzen und Spalten der fast senkrecht zum Wasser abfallenden Felswände wurde von der sengenden Sonne reines Bitumen in Form von Tropfen herausgeschmolzen und sammelte sich in kleinen Lachen. Viele Bächen führten ein widerlich stinkendes Wasser. Der flache Teil des Toten Meeres südlich der Halbinsel el-Lisan, nach der Überlieferung der Bibel³ einst das fruchtbare Tal Siddim mit den Städten Sodom und Gomorrah und anderen Ortschaften, war reich an Asphalt, aber auch in der sich an das Südufer anschließenden bittersalzigen Marschniederung waren stark mit Sand vermischte kleinere Asphaltvorkommen vorhanden. „Das Tal Siddim aber hatte viele Erdharzgruben.“⁴

Für die Gewinnung spielten die Asphaltvorkommen in der Uferzone keine Rolle, weil diese Proben größtenteils zu stark verunreinigt waren.

Im europäischen Raum waren Erdölvorkommen nur spärlich vorhanden. Ein sehr zähflüssiges Erdöl wurde auf der Insel Zakynthos (Zante), der südlichsten der Ionischen Inseln vor der Westküste Griechenlands, gefunden. Plinius⁵ erwähnt dieses Vorkommen, während Strabon⁶ die Insel nur in der Aufzählung der Ionischen Inseln vermerkt. Eine genaue Beschreibung gibt Herodot:

... wie ich ja auch auf Zakynthos persönlich erlebt habe, daß man aus einem See und aus Quellen Harz hervorholte. Es gibt sogar mehrere Seen daselbst, der größte von ihnen mißt 70 Fuß Umfang und ist zwei Klafter tief. Die Mädchen stecken eine Ruderstange hinein, an die sie unten Myrtenzweige gebunden haben. Damit bringen sie Harz herauf, das den Geruch von Erdharz hat, im übrigen aber besser ist als das Pech in Pierien. Dieses Harz schütten sie in eine Grube nahe dem See. Wenn sie voll

¹ Wenn Strabons Verwechslung des Toten Meeres mit dem Sirbonis-See in Ägypten richtig ist, spricht Eratosthenes hier vom Sirbonis-See und nicht vom Toten Meer. Vgl. Reinhardt. Ursprung und Entartung. S. 69 f.

² Strab. 16, 2, 44.

³ 1. Moses 14, 3.

⁴ 1. Moses 14, 10. Luther übersetzt: „Tongruben“.

⁵ Plin. nat.

⁶ Strab. 10, 2, 18.

ist, holen sie das Harz aus der Vertiefung und schütten es in Krüge.¹

Die Erdölquellen befanden sich in Gestalt kleiner Teiche in einer sumpfigen Niederung nahe der Südwestküste der Insel. Die Ufer und der Grund der Teiche waren stark mit einem sehr schweren Rohöl belegt, das herausgefischt wurde. Auch jetzt noch tritt ein sehr weiches, wasserhaltiges Asphaltprodukt auf Zante zutage.

Derselbe Vorgang fand auch auf Sizilien statt. Hier drang am Ufer des Akragas (Biagio) östlich von Agrigentum (Agrigento) ein schweres Erdöl aus dem Boden, das von dem Fluß mitgeführt wurde. Erstaunlicherweise wird auch dieses Vorkommen nicht von Strabon erwähnt, wohl aber von Plinius und Dioskorides:

Auf Sizilien, in einer Quelle bei Agrigentum, findet sich auch ein fettes, öliges Erdharz, das dem Wasser eines Baches Färbung gibt. Die Bewohner sammeln es mit den Büschelblüten des Rohres, an die es sich sehr rasch anhängt, und verwenden es an Stelle von Öl für das Licht ihrer Lampen.²

[Asphalt] entsteht auch bei Agrigentum, einem Landstrich auf Sicilien, wo er als Flüssigkeit auf den Quellen schwimmt; sie gebrauchen ihn statt des Öls auf Lampen und nennen ihn irrtümlich sicilisches Öl. Es ist aber eine Art flüssigen Asphalts.³

Das Erdölvorkommen auf Sizilien wird in keinem Poseidonios-Fragment genannt, jedoch dürfte Poseidonios über diesen Fundort informiert gewesen sein, zumindest vom Hörensagen, vielleicht auch aus eigener Anschauung, denn er hätte Agrigentum und die Umgebung ohne Schwierigkeiten auf seiner Reise durch Sizilien besuchen können.

Das Vorkommen einer bitumenhaltigen Erde auf Rhodos, die als Weinbergerde Verwendung fand, wird von Poseidonios bezeugt: „Eine solche Erde sei auch auf Rhodos gefunden worden, als er Prytan gewesen sei.“⁴

Aus eigener Anschauung kannte Poseidonios die Erdöl- und Asphaltvorkommen in Illyrien am Unterlauf des Aaos (Viosa, Vijose) in der Nähe der kleinen Stadt Apollonia (Poian). Hier lag das berühmte Nymphaion, ein Heiligtum mit einem nie verlöschenden Feuer und einem Orakel. Die genaue Lage des Nymphaions ist immer noch umstritten. Nach Angaben von Plinius lag das Heiligtum südlich von Apollonia zwischen Byllis (Ruinen südlich von Vajze) und Amantia (Ruinen nördlich von Vajze):

Apollonia, einst eine Niederlassung der Korinther, 4000 Schritte (6 km) vom Meer zurückliegend, in deren Gebiet die barbarischen Bewohner von Amantia und Byllis um das berühmte Nymphaion wohnen.⁵

¹ Hdt. IV. 195.

² Plin. XXXV. 179.

³ Diosk. I. 99.

⁴ Strab. 7, 5, 8.

⁵ Plin. nat. III. 145. An der Stelle, wo das Nymphaion gelegen haben soll, liegt heute ein Kloster der Panagia.

In der Antike war das Nymphaion¹ eine Touristenattraktion, um ein modernes Wort zu gebrauchen. Seine Bedeutung fand sichtbaren Ausdruck auf den in Apollonia geprägten Münzen², die das Feuer umtanzende Nymphen zeigen. Welche Faszination dieser Ort auf die Besucher ausübte, zeigen die überlieferten Beschreibungen. Eine frühe Darstellung findet sich bei Ps.-Aristoteles³; sie wird Theopompos⁴ zugeschrieben:

In Apollonia, in der Nähe des Gebietes der Atintaner, soll es Asphalt und Erdpech geben, das auf dieselbe Weise aus der Erde hervorquillt wie sonst das Wasser. Es unterscheidet sich in nichts von dem makedonischen, nur sei es schwärzer und dicker als jenes. Nicht weit von dieser Gegend befindet sich ein Feuer, das allezeit brennt, wie die Einwohner jener Gegend berichten. Die brennende Stelle ist nicht groß, wie es scheint, sondern hat höchstens die Größe von fünf Lagerstätten. Sie riecht aber nach Schwefel und Alaun, und es wächst um sie herum tiefes Gras, worüber man sich wohl am meisten wundern kann, und große Bäume, nur etwa vier Ellen vom Feuer entfernt.

Poseidonios' Interesse galt nicht nur dem ewig brennenden Feuer, sondern besonders der Asphaltquelle, und wie beim Vorkommen im Toten Meer suchte er auch hier nach der Ursache für das Entstehen des Asphalts:

Im Land der Apolloniaten gibt es eine Stelle namens Nymphaion, das ist ein feuerspeiender Felsen. Unterhalb des Felsens fließen Quellen von warmem Wasser und Asphalt, vermutlich, weil die feste Asphaltmasse verbrennt. Nahebei ist eine Asphaltgrube auf einem Hügel; der herausgelöste Asphalt ergänzt sich wieder im Laufe der Zeit, da sich die in die Grube geschüttete Erde in Asphalt verwandelt, wie Poseidonios sagt.⁵

Eine ähnliche Beschreibung ist von Ailianos überliefert:

Die Apolloniaten bewohnen eine Epidamnos benachbarte Stadt am Ionischen Meerbusen. An nahe gelegenen Stellen wird Asphalt ausgegraben, und Pech entspringt aus der Erde auf dieselbe Art und Weise wie auch die meisten Wasserquellen. Nicht weit entfernt wird auch das unsterbliche Feuer verehrt. Die brennende Quelle ist jedoch klein, erstreckt sich nicht weit und hat keine weite Umfassung, riecht aber nach Schwefel und Alaun⁶. Um sie herum befinden sich üppig gedeihende Bäume und frisches Gras, und das benachbarte Feuer, das in voller Kraft steht, beeinträchtigt weder das Wachstum der Bäume noch das Sprießen des Grases. Das Feuer aber brennt bei Nacht und bei Tag und verlischt niemals, wie die

¹ Cassius Dio. XLI 45: Beschreibung des Nymphaions in seiner „Römischen Geschichte“, die im 3. Jahrhundert n. Chr. verfaßt wurde.

L. Ampelius. Liber memorialis 8. Der Autor soll erst im 4. Jahrhundert n. Chr. seine Schrift verfaßt haben, in der sich ebenfalls eine Beschreibung des Nymphaions befindet. In der Spätantike war dieser Ort immer noch ein Anziehungspunkt für Besucher.

² A. Maier. Num. ZS XLI (Wien 1908) Nr. 120–165. S. 15 f.

³ Ps.-Aristoteles. De mirabilibus auscultationibus 127.

⁴ Theop. FGh 115, 316; 320.

Das Fragment, in dem das Nymphaion bei Apollonia genannt wird, wird der Schrift „Hellenika“ zugerechnet. Vgl. Ed. Meyer. Theopompos' Hellenika. Halle 1909. – Poseidonios dürfte Theopompos' Schriften gekannt haben.

⁵ Strab. 7, 5, 8.

⁶ Der Geruch wurde durch Schwefelverbindungen, hauptsächlich Schwefelwasserstoff, verursacht. Elementarer Schwefel hat nur einen schwachen, charakteristischen Geruch, und Alaun (Kaliumalaun $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$) ist vollkommen geruchlos und war in dem Heiligtum gar nicht vorhanden.

Apolloniaten sagen.¹

Ein gelegentliches Verlöschen der Flamme wurde, wie Plinius sagt, als böses Vorzeichen gedeutet:

Denn wenn jener liebliche Krater des Nymphaeums nachgelassen hat, der das Laub des dichten, oberhalb von ihm gelegenen Haines nicht versengt und neben einer kalten Quelle immer brennt, dann zeigt er, wie Theopompos überliefert hat, den Bewohnern des nahen Apollonia Unglück an; durch Regen wird seine Wirkung gesteigert, und er wirft dabei ein Erdpech aus, welches durch jene nicht trinkbare Quelle verdünnt werden muß, im übrigen aber schon dünnflüssiger ist als alles andere Erdpech.²

Wie aus diesen Beschreibungen hervorgeht, war das Heiligtum ein umfriedetes Areal mit einem von Flammen umloderten Felsen. Das Feuer wurde von aus den Felsspalten austretendem Erdgas und Benzin unterhalten. Der Felsen war von einem Hain mit großen Bäumen und Rasenflächen umgeben, und für die Besucher war es ein wundersamer Anblick, daß das Laub der Bäume und das Gras nicht von dem Feuer versengt wurden. Neben dem Felsen sprudelte eine Quelle, die nach Poseidonios warmes, nach Plinius kaltes Wasser führte, und außerdem drang dort ein sehr zähflüssiges, dickes Erdöl aus dem Boden, das aber dünnflüssiger als weicher Asphalt war. Dieses Produkt wird bei Dioskorides „Pissasphaltos“ genannt, weil es in seiner Konsistenz wie eine Mischung von Pech und Asphalt erscheint:

Eine Art wird auch Pissasphaltos genannt, welche zu Apollonia in der Nähe von Epidamnos erzeugt wird. Dieser wird von den keraunischen Bergen durch die Gewalt des Flusses herabgeführt und an die Ufer ausgeworfen, ist in Klumpen zusammengebacken und riecht nach Asphalt und Pech zugleich. Der Pissasphalt wirkt dasselbe wie Pech und Asphalt zusammengemischt.³

Brennende Erdgasausbrüche wurden noch vor einigen Jahrzehnten am linken Ufer des Vijose bei Romzi, etwa 25 km flußaufwärts von Apollonia (Poina) entfernt beobachtet. In der Uferzone tritt immer noch an mehreren Stellen ein stark nach Schwefelverbindungen riechendes zähflüssiges Erdöl zutage, das aus Kostengründen nicht mehr gefördert wird. Bei dem Hügel mit der Asphaltgrube, der nur von Poseidonios erwähnt wird, könnte es sich um die Asphaltlagerstätte bei Selenizza handeln, die noch heute ausgebeutet wird.⁴

Die Erdöl- und Asphaltvorkommen, die den Römern zur Verfügung standen, befanden sich nur in den östlichen Teilen des Reiches und waren mit Ausnahme des Asphaltvorkommens im Toten Meer im Vergleich zu Mesopotamien ziemlich unergiebig. Die

¹ Ailianos (Claudius Aelianus). *Varia historia* XIII. 16.

Ailianos war ein Sophist des 2. Jahrhunderts n. Chr. Seine Beschreibung weist große Ähnlichkeit mit der bei Ps.-Aristoteles überlieferten auf.

² Plin. nat. II. 237.

In diesem Abschnitt wird Theopompos namentlich genannt, das heißt, Plinius bezieht sich auf dessen Schrift.

³ Diosk. I. 100.

⁴ Engler/Höfer. *Das Erdöl*. II. 2.

Römer verwendeten deshalb für technische Zwecke vorwiegend Teerprodukte¹, die aus Holz gewonnen wurden. Das dafür benötigte Holz stand besonders in den nördlichen Provinzen in ausreichender Menge zur Verfügung, und neben der Produktion von Holzkohle war das Teerkochen ein wichtiger Wirtschaftszweig in walddreichen Gegenden.

6.2.3 Entstehung von Erdöl

6.2.3.1 Moderne Erklärung

Nach heutiger Auffassung sind die Erdöle aus Kohlenhydraten, Eiweißstoffen und Fetten von Kleinpflanzen und Kleintieren unter Einfluß von Bakterien und Enzymen, Druck und Hitze in flachen, küstennahen Gewässern aus Faulschlamm hervorgegangen.² Diese Ansicht wird durch das Auffinden von optisch aktiven Bestandteilen im Erdöl und von Abbauprodukten des Chlorophylls und des Hämins im Erdöl gestützt. Erdöl hat sich vor allem in den barrenreichen Küstenregionen am Außenrand von Kettengebirgen gebildet. In ruhigen Meeresbuchten mit Landbarren war das Wasser an den tieferen Stellen zugleich sauerstoffarm und reich an Schwefelwasserstoff, so daß die Organismen in dieser Zone zugrunde gingen, aber gleichzeitig vor völliger Verwesung geschützt wurden. Es fand ein anaerober Abbau statt, wobei Kohlenhydrate, Eiweißstoffe und Fette unter Abspaltung von CO₂ zu Kohlenwasserstoffen abgebaut wurden.³

Ursprünglich ist Erdöl nur in Tonablagerungsschichten als dem eigentlichen Erdöl-Muttergestein entstanden, denn in Sandsteinablagerungsschichten wäre viel Sauerstoff zugeführt worden, der eine vollständige Zersetzung der Organismenreste bewirkt hätte. Da aber heute rund 90 % aller abbauwürdigen Erdöllager in Sanden und Sandgestein liegen, muß das Öl aus den Tonschichten in diese Sandschichten hineingewandert sein. Wahrscheinlich wurden die Tone durch Druck der darüber lagernden Gesteinsschichten wie ein Schwamm ausgepreßt, und das Öl wanderte in Ausweichbezirke, also in Spalten, Klüfte und Sande (Erdölfallen). Erdöl findet sich fast nie in Erstarrungsgesteinen, sondern nur in Sedimentgesteinen, was auch für seine organische Entstehung spricht. Die ältesten Erdöllager sind vor ungefähr 500 Millionen Jahren entstanden. In vielen Ölfeldern hat entsprechend der Dichte eine Trennung in Schichten stattgefunden, von denen die untersten Wasser, die mittleren Erdöl und die obersten Erdgas führen. Da die Bildung meistens in salzreichen und

¹ Über Teer und Pech in der Antike siehe A. Schramm. RE 37, 2, S. 1–5.

² Hans-Joachim Neumann. Erdöl-Entstehung und Lagerstättenbildung. Chemie uns. Zeit 1 (1967): 178–183.

³ Zur Mikrobiologie der Erdölentstehung vgl. E. Schwarz: Mikrobiologie des Erdöls – von der Entstehung bis zur Lagerstätte. Naturwissenschaften 59 (1972): 356–360.

spezifisch schweren Schichten eines Meeres erfolgte, kommen Erdgas und Erdöl häufig gemeinsam mit Salz vor.

Naturasphalte sind Rückstände von Erdöl und durch Verdunstung der leichtflüchtigen Bestandteile des Öles und oxidative Polymerisation der schwerflüchtigen Bestandteile entstanden, wobei der Gehalt an Mineralstoffen Schwankungen unterworfen ist. Während Erdöle in größerer Tiefe lagern – es sind schon Bohrungen bis zu 8.000 m niedergebracht worden –, sind Asphalte in Oberflächengesteinen und Binnenseen zu finden. In die Gesteine sind die Asphalte häufig in kleinen Mengen zerstreut eingebettet und nur in den Binnenseen in größerer Konzentration vorhanden.

6.2.4 Poseidonios' Theorie der Entstehung von Asphalt und Erdöl

Die antiken Autoren beschränken sich im allgemeinen auf die bloße Beschreibung von Vorkommen und Eigenschaften von Erdöl und Asphalt. Nur Poseidonios hat eine Theorie über die Entstehung von Asphalt entwickelt. Diese basiert auf der Naturphilosophie der Stoiker¹, die besagt, daß die Welt aus einer feurigen Ursubstanz entstanden ist und am Ende in einem Weltenbrand (Ekpyrosis) in diesen feurigen Urzustand zurückkehrt, um gereinigt wieder neu geschaffen zu werden. Nach Poseidonios' Theorie werden Asphalte aus Erde unter Einfluß von Feuer gebildet. Im Toten Meer geschieht dies in der feurigen Tiefe in der Mitte des Sees. Wenn der Asphalt hochgetrieben wird, kocht das Wasser. Die Blasen sind ein Indiz des unterirdischen Feuers. Mit dem Asphalt steigen Erddünste auf, die zwar für das Auge nicht wahrnehmbar sind, sich jedoch durch Oxidation von Metallen anzeigen, die regelmäßig mit dem Aufwallen beginnt. Die Wasseroberfläche wölbt sich dabei wie ein Hügel.

Der Asphalt ist eine besondere Form von Erde, die geschmolzen ist, in diesem Zustand aufwallt, zerfließt und im kalten Wasser wieder zu einer festen Kruste erstarrt – unter Einwirkung von Hitze, Nässe und Kälte. Weil das Wasser des Toten Meeres durch den Salzgehalt so schwer ist, treibt der Asphalt auf der Wasseroberfläche. Poseidonios betont, daß der Asphalt in der Mitte des Sees zu unregelmäßigen Zeiten aufsteigt, denn die Feuerquelle und die Hauptmasse des Asphaltes befinden sich eben dort auf dem Grunde. Das Aufwallen findet nicht in Perioden statt, weil die Bewegungen des Feuers keine Regelmäßigkeiten aufweisen. Dies gilt sowohl für die Feuer auf der Erdoberfläche wie für die in den Erdadern. Auch die Dämpfe im Erdinnern, die sich plötzlich in Erdbeben und Eruptionen entladen, weisen keine Regelmäßigkeiten auf.

¹ Vgl. Pohlenz. Stoa. S. 75–81.

Auch im Nymphaion in Apollonia wird Asphalt aus Erde gebildet. Hier verhindern warme Wasserquellen eine vollständige Verfestigung, so daß der Asphalt im halbfesten Zustand als sehr dickes Öl aus der Erde quillt. Auch hier sieht Poseidonios wieder die Ursache der Asphaltbildung in der Umwandlung von Erde in feuriger Tiefe. So kann durch eine solche Umwandlung fortwährend Asphalt nachwachsen, wie das in einer nahegelegenen Grube bei Apollonia geschieht. Hinsichtlich des flüssigen Erdöls betont Poseidonios zwar den feurigen Charakter des weißen Naphthas, ordnet diese Substanz aber nicht in das Entstehungsschema des Asphaltes ein.

Poseidonios erweist sich als ein Verfechter des Vulkanismus. Seine Betrachtungsweise ist eine Übertragung der Theorie der Wirkung von Feuer- oder Pneumaadern im Erdinneren bei der Schaffung der Materie auf den speziellen Fall der Asphaltbildung. Anderslautende Erklärungen für die Entstehung von Asphalt finden sich in der antiken Literatur nicht.

6.2.5 Moderne Verfahren zur Gewinnung und Aufarbeitung von Erdöl

Nur selten sickert das Erdöl von selbst aus der Erde. Daher gewinnt man es fast ausnahmslos durch Anbohren von Lagerstätten in tiefen, ölreichen Schichten mit rotierenden Bohrern, die an Stahlrohren befestigt sind und oft kilometertief in die Erde gesenkt werden. Die Bohrtürme sind bis zu 60 m hoch. Wenn sich in der Erde über dem Öl hochgespanntes Erdgas angesammelt hat, kann dieses das angebohrte Erdöl im Bohrloch emporpressen. Bei ärmeren Vorkommen muß man das Öl herauspumpen. Die Lebensdauer einer Bohrung ist ziemlich begrenzt, im Durchschnitt beträgt sie sieben Jahre. Bei einem Nachlassen des Ölflusses kann die Ausbeute durch Einpressen von Erdgas oder Wasser noch einmal verbessert werden. Auf See werden heute Erdölquellen auf dem Meeresgrund von schwimmenden Bohrrinseln aus angebohrt, im allgemeinen bis zu 100 m Wassertiefe.

Das Rohöl wird zunächst in großen Tanks aufbewahrt, damit sich das mitgeführte Wasser absetzen kann. Sodann werden häufig schon auf dem Ölfeld die flüchtigen Bestandteile Methan, Ethan, Propan und Butan entfernt. Dieses Erdgas dient als Heizmaterial. Das Rohöl wird dann durch Rohrleitungen (Pipelines), mit Tankwagen und -schiffen zu den Raffinerien geleitet. In den Raffinerien wird das Rohöl durch fraktionierte Destillation¹ in verschieden

¹ Fraktionierte Destillation: Bei der fraktionierten Destillation werden die einzelnen Fraktionen nicht einfach bei bestimmten Siedetemperaturen verdampft, kondensiert und getrennt aufgefangen, sondern es findet eine partielle Rückkondensierung statt. Das Flüssigkeitsgemisch wird verdampft, der Dampf strömt durch eine Kolonne oder Säule und wird von deren „Kopf“ wieder kondensiert. Ein Teil des Kondensates wird abgezogen, der Rest läuft als „Phlegma“ durch die Kolonne und kommt in enge Berührung mit dem ihm entgegenströmenden Dampf, wobei sich der emporsteigende Dampf mit niedrigsiedenden, das zurücklaufende „Phlegma“ mit höhersiedenden Verbindungen anreichert, wodurch eine genaue Trennung einzelner Fraktionen bei jeder Temperaturstufe möglich ist.

hoch siedende Anteile zerlegt und auf chemischem und physikalischem Wege gereinigt. Man erhitzt das Öl in Röhrenöfen auf 280–400 °C, leitet es in einen Fraktionierturm und trennt dort die einzelnen Fraktionen unter Atmosphärendruck. Anschließend wird das noch verbleibende Öl im Vakuum erneut getrennt, wobei die Schmieröle und als Rest das Bitumen anfallen. Besonders wichtig ist die anschließende Entschwefelung der einzelnen Fraktionen, wofür heute verschiedene katalytische Verfahren zur Verfügung stehen.¹

Infolge des außerordentlichen Anwachsens des Automobil- und Flugzeugverkehrs in den letzten Jahrzehnten ist der Bedarf an Benzin- und Dieselmotorkraftstoff enorm gestiegen. Deshalb ist es nötig, den Anteil an niedrigsiedenden Fraktionen im Erdöl zu erhöhen. Dies gelingt durch Aufspaltung der höhersiedenden langkettigen Öle in einer Zersetzungsdestillation (Cracking) mittels spezieller Katalysatoren, wodurch niedermolekulare Öle gewonnen werden, die kürzere Ketten aufweisen und in den gewünschten Siedebereichen liegen. Durch weitere Aufbereitungsverfahren (Reforming)² können die Eigenschaften der Benzin- und Dieselmotorkraftstoffe verbessert werden. Auch hierfür stehen Katalysatoren zur Verfügung. So kann das lästige „Klopfen“ der Motoren verhindert werden. Außerdem werden mit den Crack- und Reformingprozessen eine Vielzahl organischer Produkte – zum Beispiel Ethanol, Acetylen, Methanol usw. – gewonnen, die als organische Grundchemikalien in der chemischen Industrie gebraucht werden. Diese Verfahrenstechnik zur Herstellung und Verarbeitung der aus Erdöl gewinnbaren Produkte ist die Petrochemie, die in vielen Bereichen die Kohlechemie verdrängt hat und immer weiter an Bedeutung zunimmt.

Erwähnt werden muß noch die Herstellung von künstlichem Asphalt³ aus Bitumen. Dieses fällt in reichem Maße bei der Erdölverarbeitung an und wird mit Sand, Kies und Schotter in bestimmten Mengen je nach Verwendungszweck vermischt. Diese Asphaltprodukte zeichnen sich durch genau festlegbare Zusammensetzung von Bitumen und Mineralstoffen aus und weisen eine gleichbleibende Qualität auf. Wegen der preisgünstigen Herstellung und des großen Angebotes haben die künstlichen Asphaltprodukte den Naturasphalt weitgehend verdrängt.

¹ Entschwefelungsverfahren:

Benzin: Merox-Verfahren der UOP.

Heizöle: Hydrierung mit Wolfram-Nickel-Katalysatoren bzw. Kobalt-Molybdän-Katalysatoren bei Atmosphärendruck.

Anschließend werden die Schwefelwasserstoffe an Aktivkohle, Kieselgele und ähnlichem adsorbiert.

² Reformierprozesse werden ebenfalls mit Katalysatoren durchgeführt. Durch gezielten Einsatz bestimmter Metalle, zum Beispiel Platin, können Dehydrierungen, Isomerisierungen, Dehydrocyclisierungen, Hydrogenolyse usw. stattfinden und damit die Vielzahl der Verbindungen aus Erdöl hergestellt werden.

³ Übersichtsartikel zu Bitumen und Asphalt: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Bd. 8. Weinheim 1974. Stichwort: Bitumen; Römpf Chemielexikon. Bd. A–Cl. 1995. Stichwort: Asphalt. Stichwort: Bitumen: S. 377.

6.2.6 Gewinnung und Reinigung von Erdöl und Asphalt in der Antike

Die Gewinnung von Erdöl konnte nur durch Ausschöpfen der Erdölquellen erfolgen. Für ein Anbohren und Abpumpen von Fundstellen waren noch keine Geräte erfunden worden.

Nach Herodots Bericht wurde die Erdölquelle bei Arderikka mit einem Schlauch, der an einem Pumpenschwengel befestigt war, wie Wasser aus einem Brunnen ausgeschöpft:

Man gewinnt nämlich Erdharz, Salz und Öl aus ihm auf folgende Weise: Emporgehoben wird die Flüssigkeit mit einem Pumpenschwengel; doch ist an Stelle eines Eimers ein halber Schlauch an ihm befestigt. Man läßt den Schlauch hinunter, zieht ihn wieder herauf und gießt den Inhalt in eine Zisterne. Wenn die Flüssigkeit daraus in eine anderes Gefäß umgeschüttet wird, zerfällt sie in drei Bestandteile. Das Erdharz und das Salz setzten sich sofort ab, das Öl aber ... Die Perser nennen es Rhadinake; es ist schwarz und hat einen widerlichen Geruch.¹

Die geförderte Flüssigkeit bestand aus einem dunklen, unangenehm riechenden Rohöl, einer Salzsole und einem Asphalt. Das Öl wurde abgeschöpft. Ferner setzte sich ein Erdharz ab, ein durch mineralische Begleitstoffe und durch Oxidation und Verdunstung leichter Bestandteile entstandenes, ziemlich festes Asphaltprodukt. Außerdem fiel eine Salzsole an, aus der sich durch Verdunstung des Wassers Salz abschied.

Bei stark wasserhaltigen Erdölen bewirkte ein hoher Salzgehalt eine bessere Auftrennung der Komponenten. Zugleich wurde dadurch die Brennbarkeit herabgesetzt.

Nach Plinius ergab ein zu Babylon in Salinen übergeleitetes Brunnenwasser bei der ersten Kondensation ein ölähnliches, flüssiges Bitumen, das auch für den Betrieb von Lampen Verwendung fand. War dieses abgezogen, kristallisierte sich nach weiterer Kondensation das Salz aus.

Salz wird auch durch Überleiten von Brunnenwasser in Salinen produziert. Bei Babylon sammelt sich bei der ersten Verdichtung ein ölähnliches, flüssiges Bitumen, das auch in Lampen gebraucht wird. Ist dieses abgezogen, findet sich darunter [nach weiterer Verdichtung] das Salz.²

Eine andere Methode der Erdölgewinnung bestand darin, die Haftfähigkeit von zähem Rohöl auszunutzen. Auf Zakynthos wurde das Erdöl mit Hilfe von Myrtenzweigen, die an Stangen befestigt waren, aus den teichartigen Sickerstellen gewissermaßen aus dem Wasser herausgesiebt. Das zähe Öl blieb an den Zweigen kleben und wurde in einer Grube abgestreift. Hatte man genügend davon gesammelt, so füllte man es in Krüge ab. Herodot berichtet:

Die Mädchen stecken eine Ruderstange hinein, an die sie unten Myrtenzweige gebunden haben. Damit bringen sie das Harz herauf, das den Geruch von Erdharz

¹ Hdt. VI. 119.

² Plin. nat. XXXI. 82.

hat, im übrigen aber besser ist als das Pech in Pierien. Dieses Harz schütten sie in eine Grube nahe dem See. Wenn sie voll ist, holen sie das Harz aus der Vertiefung und schütten es in Krüge.¹

Die Masse, die auf diese Weise gewonnen wurde, war mit sehr viel weniger Mineralstoffen belastet als die Asphalterde in Seleukeia Pieria, sie enthielt also sehr viel mehr Bitumen und war deshalb qualitativ wertvoller.

Auf Sizilien wurde das Erdöl, das auf dem Akragas schwamm, mit Hilfe von Schilfbüscheln mechanisch vom Wasser abgetrennt, wie Plinius berichtet: „Die Bewohner sammeln es mit den Büschelblüten des Rohres, an die es sich sehr rasch anhängt.“²

Ein besonderes Problem dürfte die Reinigung von Erdöl gewesen sein, denn für viele technische Zwecke konnte nur ein verhältnismäßig reines Öl verwendet werden. So mußte das Erdöl, das als Lampenöl verwendet werden sollte, unbedingt von Fasern und Pflanzenresten befreit werden. Dioskurides sagt, daß Naphtha durch Abseihen vom festen Asphalt abgetrennt wurde:

Eine Art heißt auch Naphtha, welche das Abgeseihete vom babylonischen Asphalt ist; sie ist von weißer Farbe, doch wird auch eine schwarze gefunden, und hat die gierige Kraft des Feuers.³

Die Angabe ist etwas verwirrend. Weißes Naphtha (Leichtbenzin und Benzin) durch Abseihen mittels eines Tuchs oder eines feinen Siebes zu reinigen, dürfte wegen der hohen Verdunstung und der Brandgefahr äußerst schwierig gewesen sein. Schwarzes Naphtha, wozu auch Petroleum gerechnet wurde, hätte man mit größter Sorgfalt schon eher auf diese Weise reinigen können. Schwerere Erdöle mit ihren höheren Flammpunkten waren natürlich auch leichter zu handhaben. Bei Agricola wird folgende Reinigungsmethode erwähnt:

Flüssiges Bitumen, das in größeren Mengen auf dem Wasser von Quellen oder Flüssen schwimmt, wird mit Eimern oder anderen Gefäßen abgeschöpft. Kleine Mengen werden mit Hilfe von Gansflügeln, leinenen Tüchern, Haarbüscheln, Häutchen von Binsenrohr und anderen Dingen, an denen sich das Bitumen leicht anhängt, gesammelt, in großen kupfernen oder eisernen Gefäßen gekocht und in der Wärme verdichtet.⁴

Bei diesem Verfahren trat gleichzeitig eine Verdickung des Bitumens ein, weil die flüchtigeren Bestandteile verdunsteten. Ein solches Verfahren zur Verbesserung der Qualität von Teer wird von Plinius beschrieben:

Die nächste, schon etwas dickere Flüssigkeit liefert den Teer. Dieser wird nochmals in kupferne Kessel gegossen und mit Essig als Gerinnungsmittel verdichtet; er erhält dann, wenn er zusammengefahren ist, den Beinamen „bruttisches Pech“.⁵

¹ Hdt. IV. 195.

² Plin. nat. XXXV. 179.

³ Diosk. I. 101.

⁴ Georg Agricola. De re metallica libri XII. 12. Buch.

⁵ Plin. nat. XVI. 53.

Die Wirkung des zugesetzten Essigs ist fragwürdig. Die Ähnlichkeit der beiden Verfahren ist nicht zu übersehen und erlaubt wohl den Rückschluß, daß das von Agricola angegebene Verfahren auch schon in der Antike für die Aufarbeitung sowohl von Erdöl wie auch von Teer angewendet wurde.

Ein Eindicken des Erdöls auf natürliche Weise wurde erreicht, wenn man dieses der Sonne aussetzte, bis die leichter siedenden Bestandteile verdampft waren. So geschah es mit dem an sich schon recht zähen Erdöl, das am Euphrat, unter anderem bei Is, gefördert wurde. Man erhielt so ein recht festes Bitumen, das nach Ägypten ausgeführt werden konnte.¹

Die Destillation war noch nicht erfunden worden. Man versteht darunter die Verdampfung einer leichter siedenden Fraktion einer Flüssigkeit durch Erhitzen und anschließende Kondensation des Dampfes durch Kühlung mit Luft oder Wasser außerhalb des Destillierkolbens, wodurch eine Auftrennung der verschiedenen Fraktionen einer Flüssigkeit entsprechend ihrer Siedepunkte zu erreicht wird. Angeblich wurde die Destillation im 1. Jahrhundert n. Chr. in Ägypten entwickelt. Die frühesten Schriften, in denen Beschreibungen von Destilliergeräten aufgezeichnet sind, werden einer Alchemistin mit Namen „Maria die Jüdin“² zugeschrieben. Wie es scheint, wurde zuerst Alkohol aus Wein und Essig aus wäßriger Lösung durch Destillation hergestellt. Die Gewinnung niedrig siedender Fraktionen aus dem Erdöl mittels Destillation ist erst für die Zeit um 1000 n. Chr. nachweisbar.³

Von Poseidonios sind keine Ausführungen über Gewinnung und Reinigung des Erdöls überliefert, wohl aber einiges über die Gewinnung und Aufarbeitung des Asphalts aus dem Toten Meer.

Es wird auch viel Ruß emporgetragen, der rauchig und für die Augen nicht erkennbar ist; Eisen und Silber und alles Glänzende bis selbst zum Gold rosten davon.

Die Umwohner des Sees erkennen am Rosten ihrer Geräte die beginnende Aufschwemmung des Asphalts und bereiten sich auf dessen Abbau vor, indem sie Flöße aus Schilf fertigen. Der Asphalt ist ein Klumpen Erde, der von der Hitze verflüssigt ist, dann hochgetrieben wird und sich an der Oberfläche des Sees ausbreitet; dann verändert sich der Asphalt durch das kalte Wasser, wie es das Wasser des Sees ist, wieder zu fester Form, so daß man die Masse schneiden und klopfen muß. Dann schwimmt der Asphalt obenauf aufgrund der Natur des Wassers, von der wir sagen, daß man einen Taucher nicht brauchen kann, sondern emporgetragen wird. Die Leute fahren mit ihren Flößen dann heran, schlagen Asphaltbrocken ab und schaffen soviel davon weg wie sie können. So sieht also der

¹ Forbes, *Studies in Ancient Technology* I. S. 64.

² Über die Verfasser der magisch-alchemistischen Schriften aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. ist nichts Näheres bekannt. Die mythische Gestalt der Jüdin Maria wurde später mit Mirjam, der Schwester des Moses, gleichgesetzt. Sie wurde auch als eine Prinzessin von Saba bezeichnet. In ihren Schriften finden sich die ersten Beschreibungen der Destilliergeräte, die bereits aus Füllgefäß, Abflußrohr und Vorlage bestehen. Berthelot. *Collection des anciens alchimistes grecs*. Paris 1888. II. 224 ff.

Siehe auch: Georg Lockemann. *Geschichte der Chemie* I. Berlin 1950. (Sammlung Göschen Bd. 264) S. 29; Wilhelm Ganzenmüller. *Die Alchemie im Mittelalter*. Paderborn 1938. S. 19–34.

³ Forbes, S. 48.

Abbau des Asphalts aus.

Poseidonios aber sagt, die Leute seien Gaukler und nähmen Zaubersprüche zu Hilfe und Urin und andere übelriechende Flüssigkeiten, die sie auf den Asphalt gössen, dann wieder herauskneteten, um den Asphalt zu festigen, und dann würden sie ihn schneiden – wenn nicht in diesen Säften eine eigentümliche Kraft liegt, wie auch in den Blasen der Steinkranken, und aus dem Kinderurin bildet sich ja das Chrysokollon.¹

Eine ähnliche Beschreibung gibt Hieronymus von Kardia:

Den aufsteigenden Asphalt rauben die Anwohner von den beiderseitigen Ufern, da sie sich im feindlichen Zustand miteinander befinden; ohne Schiffe bewältigen sie in eigentümlicher Weise das Einsammeln. Sie fertigen nämlich sehr große Bündel aus Schilfrohr an und werfen sie in den See. Auf ihnen nehmen nicht mehr als drei Mann Platz, von denen zwei die Ruder, die daran befestigt sind, bedienen, der eine aber Pfeil und Bogen trägt, um die abzuwehren, die von drüben herans segeln oder Gewaltanwendung wagen. Wenn sie nahe an den Asphalt herangekommen sind, springen sie mit Beilen versehen hinauf und hauen davon Brocken ab wie von weichem Gestein und beladen damit das Floß; hernach segeln sie zum Ufer zurück. Wenn sich aber das Bündel auflöst und einer von ihnen herunterfällt, der nicht schwimmen kann, geht er nicht wie in den anderen Gewässern unter, sondern er schwimmt oben wie Leute, die schwimmen können. Denn es liegt in der Natur dieser Flüssigkeit, daß sie einen schweren Körper trägt, welcher in der Lage ist, an Wachstum und Atmung teilzunehmen, außer harten Körpern, die etwa eine ähnliche Dichte haben wie Silber, Gold, Blei und dergleichen. Auch diese gehen viel langsamer unter als die in andere Seen hineingeworfenen Körper.²

Das Einbringen des Asphalts war sehr einfach. Die Arbeiter fuhren hinaus und sammelten die Asphaltstücke von der Wasseroberfläche ab. Die Klumpen waren zum Teil recht groß, wie „kopfloze Stiere“. Da ein Untergehen der Kähne auf dem Toten Meer nicht möglich und sogar ein Kentern ungefährlich war und ohne große Folgen blieb, konnten in Leichtbauweise hergestellte Wasserfahrzeuge eingesetzt werden. Poseidonios spricht von Flößen aus Schilf. Josephus schildert die Asphaltgewinnung genauso:

Die Arbeiter auf dem See rudern an sie heran, packen die zusammenhängenden Massen an und ziehen sie in die Kähne; haben sie diese gefüllt, so wird es ihnen nicht leicht, die Klumpen loszumachen, da sie infolge ihrer Zähflüssigkeit an dem Boot klebenbleiben, bis sie durch Menstruationsblut und Harn gelöst werden; denn das vermögen diese Flüssigkeiten allein.³

Der Asphalt aus dem Toten Meer bestand aus fast reinem Bitumen, so daß sich eine Aufarbeitung erübrigte. Es war allenfalls nötig, Salzkrusten von den Klumpen abzuwaschen und diese zu zerkleinern, da sie teilweise so groß waren.

Poseidonios und Josephus sagen, daß die Arbeiter den Asphalt mit Urin und anderen übelriechenden Flüssigkeiten wie Menstruationsblut behandelten, um ihn zu verfestigen und damit schnittfest zu machen oder ihn vom Boden der Kähne zu lösen. Auch würden laut

¹ Strab. 16, 2, 42–43.

² Diod. 19, 99.

³ Flavius Josephus. De bello Judaico 4, 8, 4.

Poseidonios Zaubersprüche dabei gemurmelt. Natürlich wurde die Beschaffenheit des Asphalts durch Übergießen und Durchkneten mit Urin und Blut überhaupt nicht verändert. Der Einsatz von Urin ist jedoch so zu erklären, daß er anstelle des sehr knappen Wassers zum Abwaschen von Salz gebraucht wurde. Auch die Klebrigkeit könnte durch Urin herabgesetzt worden sein. Wenn man die Messer mit Urin befeuchtete, wurde wahrscheinlich verhindert, daß die klebrige Masse beim Schneiden an der Messerklinge hängenblieb. Vielleicht war dieses Zerkleinerungsverfahren ein Betriebsgeheimnis und das Hersagen von Zaubersprüchen und die Verwendung von Menstruationsblut, dem allgemein eine magische Wirkung¹ zugeschrieben wurde, sollte Außenstehende verwirren und die Geheimhaltung des Verfahrens gewährleisten.² Menstruationsblut hätte schon rein mengenmäßig zum Abwaschen und zum Befeuchten der Messer nicht ausgereicht. Aber noch Tacitus war von einer besonderen Wirkung des Blutes auf Asphalt überzeugt: „Der Asphalt verträgt nicht die Berührung mit Blutspuren, auch nicht mit einem Tuch, das von monatlichem Bluterguß einer Frau benetzt ist.“³

Poseidonios, der jeder Magie abhold war, glaubte nicht an Zauberkräfte. Er hielt die Arbeiter für Gaukler und suchte nach einer naturwissenschaftlichen Erklärung für den Einsatz von Urin. Er sah Parallelen in der Medizin und der Goldschmiedekunst.

In der Medizin wurde Urin als Heilmittel äußerlich bei Verbrennungen und Hauterkrankungen aller Art und innerlich bei Vergiftungen, Atemnot und anderen Kreislaufstörungen verschrieben. Dioskurides zählt eine lange Reihe von Krankheiten auf, die mit Harn gelindert und geheilt werden können:

Der Menschenurin, der eigene getrunken, hilft gegen den Biß der Viper, gegen tödliche Gifte und gegen beginnende Wassersucht, gegen den Biß des Meerigels, des Meerskorpions und Meerdrachen, wenn er darauf gegossen wird. Mit Natron ist er ein Schmiermittel bei Aussatz und Jucken; der alte [Urin] entfernt noch besser bösen Grind, Schorf, Krätze und nässenden Ausschlag; fressende Geschwüre, auch an den Schamteilen, hält er auf. Als Injektion macht er bei eiterflüssigen Ohren trocken, wenn er in der Schale des Granatapfels gekocht wird, wirft er auch die in den Ohren befindlichen Würmer heraus. Der Urin eines unschuldigen Knaben geschlürft hilft gegen Orthopnöe⁴; mit Honig in einem Kupfergefäß gekocht bringt er Narben, Leukome und Verdunkelungen [der Augen] weg. Es wird aus ihm und Kupfererz eine für Gold geeignete Lötsubstanz bereitet. Der Absatz des Harns beseitigt, eingerieben, roseartige Entzündungen. Mit Kyrossalbe erhitzt und als Zäpfchen eingelegt, besänftigt er Schmerzen der Gebärmutter, lindert Gebärmutterkrämpfe, glättet die Augenlider und reinigt die Wunden im Auge.⁵

¹ Plin. nat. 28, 77–87.

² Forbes. S. 55.

³ Tac. Hist. V. 6, 3.

⁴ Orthopnöe (von πνέω = atmen): Höchste Atemnot, wobei die Kranken nur aufrecht sitzen und nicht liegen können und nach Luft schnappen müssen.

⁵ Diosk. II. 99.

Auch Plinius beschreibt ausführlich die heilende Wirkung des Urins bei vielen Krankheiten.¹ Besonders hervorgehoben wird immer wieder die besondere Heilkraft des Knabenurins. Poseidonios erwähnt den Gebrauch von Urin bei Steinleiden. Als Heilmittel wird übereinstimmend von Plinius und Dioskurides der Urin von Schweinen empfohlen:

Bei Schmerzen in der Blase und bei Steinleiden hilft der Harn des Wildschweines und seine Blase selbst als Speise genommen.²

Der Schweineurin hat dieselbe Kraft; spezifisch aber ist ihm eigen, Blasensteine zu zerstören und auszuschleiden.³

Zum anderen erwähnt Poseidonios die Bildung von Chrysokolla aus Kinderurin. In der Goldschmiedekunst wurde Chrysokolla (Goldleim) zum Auflöten von Goldkugeln und dünnen Golddrähten auf Goldplatten benutzt. So entstanden die wunderbaren Filigranarbeiten. „Chrysokolla“ wurden die in der Natur weitverbreiteten, wenn auch nur in kleinen Mengen vorkommenden basischen Kupfercarbonate Malachit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) und Azurit ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) sowie das künstlich gewonnene Kupferacetat Grünspan ($\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) genannt.⁴ Natürliche Kupfercarbonate waren Begleiter in allen Erzgruben, in denen Kupfer vorkam. Um die Ausbeute zu erhöhen, wurde Wasser in die Gruben geleitet und monatelang stehengelassen. Dadurch wurde eine Lösung von Kupfersalzen erhalten, die nach dem Eintrocknen einen Rückstand aus wasserhaltigem Kupfersilikat ($\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) und Malachit ergab. Der Vorgang wird bei Plinius so beschrieben:

In allen diesen Bergwerken aber wird auch eine weit unter jener natürlichen stehende Art künstlich hergestellt, indem man während des ganzen Winters bis zum Monat Juni Wasser langsam der Grube zuführt; dann läßt man es im Juni und Juli vertrocknen, so daß klar hervorgeht, daß die Chrysokolla nichts anderes ist als eine zersetzte Ader. Die natürliche Chrysokolla unterscheidet sich am meisten durch ihre Härte; man nennt sie „Traube“ (uva).⁵

Das Gemisch wurde fein vermahlen und als Malerfarbe verwendet. Es wurde auch als „Berggrün“ oder „Kupfergrün“ bezeichnet. Zum Goldlöten war es wegen des Silikatanteils nicht geeignet. Hierfür benötigte man die reinen Kupfersalze Malachit, Azurit oder auch Grünspan. Letzterer konnte aus Kupfer gewonnen werden, indem man starke Essigsäure auf Kupferblech einwirken ließ und den Grünspan abkratzte. Dioskurides sagt:

Der abgekratzte Grünspan ist so herzustellen: In ein Weinflaß oder ähnliches Gefäß

¹ Plin. nat. XXVIII. 65–69.

² Plin. nat. XXVIII. 212.

³ Diosk. II. 99.

⁴ H. Remy. Lehrbuch der anorganischen Chemie. Berlin 1973. Bd. II. 9. Kapitel: Kupfer. S. 512–541. Kupfersilikat $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ trägt als Mineral den Namen „Chrysokoll“. Es darf nicht mit der Chrysokolla, dem Goldleim, verwechselt werden. Zum Goldlöten ist es völlig ungeeignet. Farabbildungen der Mineralien in: Rudolf Börner. Was ist das für ein Stein? Stuttgart 1938 (Kosmos Naturführer).

⁵ Plin. nat. XXXIII. 87.

gieße stärksten Essig und decke darüber ein kupfernes Gefäß, es ist gut, wenn dieses gewölbt ist, sonst kann es auch flach sein; aber es muß blank sein und darf keine Öffnung haben. Nach zehn Tagen nimm das Gefäß weg und schabe den Überzug von Grünspan ab.

Oder: Mach eine Platte von Kupfer selbst und hänge sie so in das Gefäß, daß sie vom Essig nicht berührt werde, und kratze sie nach ebensoviel Tagen ab.¹

Dieser Grünspan bestand aus dem neutralen Salz. Durch die Einwirkung der aus gärenden Weintrestern entwickelten Essigsäuredämpfe auf Kupferplatten bei Anwesenheit von Luft wurden basische Kupferacetate gewonnen. Dies war der gewöhnliche Grünspan, der je nach Arbeitsbedingungen grün oder blau gefärbt war: „Oder: Zwischen nicht mehr frische, säuernde Weintrester lege einen oder mehrere Barren oder Platten und schabe sie in derselben Weise ab.“²

Nach Dioskurides wurde ein Grünspan von besonders schöner Farbe gewonnen, wenn Kupfer mit einem Teil Essig und zwei Teilen altem Urin und Alaun, Steinsalz oder Natron verrieben wurde. „Er wird aber kräftig und von schöner Farbe, wenn man 1 Teil Essig nimmt, 2 Teile alten Urin und das übrige, wie angegeben ist.“³

Der Gebrauch von Urin, der schwach basisch ist, bewirkte die Bildung von basischem Kupferacetat. Wurde ein Überschuß an Natron (Natriumcarbonat Na_2CO_3) eingesetzt, konnte sich das Kupferacetat in Kupfercarbonat, also Malachit und Azurit, umwandeln.

Malachit ist ein schwärzlichgrün bis smaragdgrün gefärbtes Mineral, Azurit ist ein lasurblaues Mineral. Beide weisen eine Härte von 3 bis 4 auf und kristallisieren in traubenförmigen Gebilden, wie Plinius sehr richtig angibt. Diese Mineralien, die eigentliche Chrysoykolla, waren in reiner Form besonders begehrt. Sowohl in der Malerei wie auch in der Goldschmiedekunst waren verunreinigte Proben nicht zu gebrauchen, wie Dioskurides vermerkt:

Die beste Chrysoykolla ist die armenische, von gesättigt lauchgrüner Farbe, dann kommt die makedonische, darauf die kyprische, und dabei zieht man die reine vor; die voll Erde und Steinen ist, muß man verwerfen.⁴

Mit diesen Mineralien ist es möglich, feine Goldkugeln und -drähte auf dünnem Goldblech festzuleimen. Das Verfahren wurde zum Ende des dritten Jahrtausends wahrscheinlich in Mesopotamien erfunden und verbreitete sich schnell in der gesamten alten Welt. Schon Theophrast erwähnt die Chrysoykolla:

Der falsche Smaragd kommt an bekannten Stellen vor, besonders in den Kupfergruben Kyprens, wo er Gänge füllt, die sich verschiedentlich durchkreuzen ... Den meisten benutzt man zum Löten des Goldes, wozu er sich ebenso gut eignet wie die Chrysoykolla. Einige glauben, er sei von der Chrysoykolla nicht wesentlich

¹ Diosk. V. 91.

² Diosk. V. 91.

³ Diosk. V. 92.

⁴ Diosk. V. 104.

verschieden, jedenfalls hat er dieselbe Farbe.¹

Der falsche Smaragd war natürlich Malachit. Das Verfahren basiert auf einer punktuellen Bildung einer Kupfer-Gold-Legierung, wobei das Kupfer aus der Chrysokolla durch Reduktion freigesetzt wird und in das Gold sowohl der Kügelchen wie der Goldplatte hineindiffundiert und dadurch die Teile miteinander verbindet. Im Gegensatz zum Legieren in der Schmelze erfolgt das Legieren hier im festen Zustand.² Der Trick des Verfahrens ist, daß die Chrysokolla mit einem organischen Bindemittel angeteigt wird, das folgende Eigenschaften haben soll: Es muß die Kügelchen und Drähte auf das Blech aufkleben und festhalten können und es darf beim Erhitzen nicht flüssig werden, sondern muß unter Hinterlassung eines festen Kohlenstoffgerüsts verschwelen. In der Antike benutzte man zum Anteigen der Chrysokolla Urin und Natron, wobei der Urin den benötigten Kohlenstoff lieferte und das Natron, d. h. Natriumcarbonat = Soda, als Flußmittel diente. Das Löten erfolgte außerdem auf Holzkohle, wodurch eine reduzierende Atmosphäre erzeugt wurde. Plinius nennt folgendes Verfahren, das sicherlich allgemein bekannt war:

Auch die Goldschmiede beanspruchen für sich eine Chrysokolla zum Löten des Goldes und behaupten, daß alle ähnlich grünen Substanzen davon ihren Namen haben. Man verfertigt sie aber aus einer Mischung von kyprischem Grünspan und dem Harn eines noch nicht mannbaren Knaben unter dem Zusatz von Natron und zerreibt dies mit einem kupfernen Pistill in kupfernen Mörsern; bei uns heißt diese Mischung santerna. So wird Gold gelötet, das man das silberhaltige nennt. Man erkennt es daran, daß es nach Zusatz von santerna Glanz bekommt. Das kupferhaltige zieht sich dagegen zusammen, wird stumpf und läßt sich schwer löten. Zu diesem Zweck macht man eine Lötmasse, indem man zu den oben genannten Stoffen Gold und den siebenten Teil Silber hinzufügt und zusammenreibt.³

Daß auch Grünspan zum Löten verwendet wurde, zeigt eine Bemerkung von Dioskurides: „Es gibt auch einen von den Goldarbeitern mittels eines kupfernen Mörsers samt Keule und Knabenurins hergestellten Grünspan, mit dem sie das Gold löten.“⁴

Durch das Hinzufügen von Silber bekam das Gold einen helleren Glanz, außerdem wurde der Schmelzpunkt des Goldes herabgesetzt.⁵ Aus der Beschreibung des Verfahrens geht nicht

¹ Theophrast. De lapid. 26.

² Es handelt sich bei diesem Verfahren um das sogenannte Hartlöten. H. Moesta gibt eine genaue Erklärung dieses Vorganges und auch eine Versuchsanleitung zur Herstellung einer Filigranarbeit: Fein verriebener Malachit wird mit einem pektinreichen Extrakt aus Äpfeln und Quitten angeteigt. Mit dieser Masse werden kleine Goldkügelchen auf einem dünnen Goldblech zu einem Ornament festgeklebt. Dann wird das Blech auf ein Stück Holzkohle gelegt und mit der Spitze der Flamme eines Brenners vorsichtig erhitzt. Nach wenigen Minuten sind die Kügelchen fest auf das Blech gelötet. Der Pektinextrakt hat dieselbe Funktion wie Urin. Er verschwelt zu Kohlenstoff und bewirkt die Reduktion der eingebetteten Malachitkörner zu Kupfer.

³ Plin. nat. XXXIII. 93.

⁴ Diosk. V. 92.

⁵ Natürliches Gold enthält immer einen Anteil an Silber. Weit verbreitet war das Elektron, eine natürlich vorkommende Legierung von etwa 75 % Gold und 25 % Silber mit einem Schmelzpunkt von 1040 °C. Gold schmilzt bei 1063 °C. Elektron, ein helles Weißgold, wurde deshalb zum Hartlöten bevorzugt. Viele Goldproben enthielten Kupfer und waren rötlich gefärbt. Enthält Gold außer Kupfer auch Silber, so kann der Schmelzpunkt enorm gesenkt werden. Eine Beimengung von 5 % Kupfer zum Elektron, die das Auge

hervor, ob der Urin in irgendeiner Weise eingeengt wurde, um den Gehalt an Harnstoff zu erhöhen. Der Urin eines erwachsenen Menschen enthält ungefähr 20 Gramm Harnstoff pro Liter. Was die Anwendung von Harn eines „noch nicht mannbaren Knaben“ betrifft, so dürfte dies auf Aberglauben und einer Geheimniskrämerei der Handwerker beruhen.

Poseidonios' Überlegungen, eine Wechselwirkung zwischen Urin und Asphalt zu finden, sind also gar nicht so abwegig. Seine kurzen Bemerkungen über Harn und Chrysokolla zeigen, daß er über ihre Verwendung in Medizin und Goldschmiedekunst unterrichtet war. Allerdings scheint ihm verborgen geblieben zu sein, zu welchem Zweck die Arbeiter am Toten Meer den Urin benutzten. Bei dem damaligen Wissensstand hätte er auch nicht erkennen können, daß beim Goldlöten chemische Veränderungen der Chrysokolla und des Urins vorgingen, während der Urin bei der Asphaltaufbereitung nur eine mechanische Reinigungsfunktion hatte.

Mit dem Loslösen der Asphaltstücke vom Grunde des Sees wurden gleichzeitig gasförmige Schwefelverbindungen freigesetzt, hauptsächlich Schwefelwasserstoff. Dieser „Ruß“ war für das Auge nicht erkenntlich, wohl aber durch seinen Gestank wahrnehmbar. Er bildete mit Silber und Kupfer schwarzgefärbte Sulfide, mit Eisen Sulfide, die unter Einfluß des Luftsauerstoffs in Oxide, den eigentlichen Rost, übergingen. Gold wird von Schwefelwasserstoff nicht angegriffen. Sollte Gold eine Verfärbung zeigen, dann muß eine Legierung mit überwiegend Silber oder Kupfer vorgelegen haben. Das „Rosten“ der Metalle wird schon von Hieronymos¹ erwähnt; allerdings liegt hier ein Irrtum vor, wenn behauptet wird, daß die Trübung der Metalle mit dem Auftauchen der Asphaltstücke verschwindet. Silbersulfid ist äußerst beständig, Kupfersulfid und Eisensulfide reagieren mit dem Luftsauerstoff zu Sulfaten und Oxiden.

Das von Vitruv² erwähnte Asphaltgestein enthielt wahrscheinlich nur wenig Bitumen und wurde, wie es scheint, in einem Steinbruch abgebaut. Ob das Bitumen aus dem Gestein durch Ausschmelzen gewonnen wurde, ist fraglich. Die Herstellung wäre sehr teuer und in Hinblick auf die profitable Gewinnung des Asphalts im nahegelegenen Toten Meer nicht konkurrenzfähig gewesen. Wahrscheinlich wurde dieses Gestein mitsamt dem eingelagerten Bitumen für Bauzwecke verwendet.

kaum erkennt, senkt den Schmelzpunkt auf etwa 990 °C. Eine Zugabe von 10 % Kupfer zum Elektron gibt diesem einen erkennbar wärmeren Goldton und bewirkt eine weitere Absenkung des Schmelzpunktes auf 950 °C.

Die Zugabe von einem „siebenten Teil Silber“ zum Gold, von dem Plinius spricht, war vermutlich bei einem kupferhaltigen Gold notwendig, um diesem den gewünschten Silberton zu geben.

Zur Bestimmung der Schmelzpunkte des Systems Gold-Silber-Kupfer siehe Moesta S. 122.

¹ Hieronymos bei Diod. 19, 98 (= Stern Nr. 62).

² Vitr. VIII 3, 8.

Die von Plinius¹ genannte Erde bei Sidon war höchstwahrscheinlich ein bitumenhaltiger Mergel mit hohem Tonanteil. Mergel ist ein stark mit feinem Kalkstein und Dolomit vermengter Ton von außerordentlicher Fruchtbarkeit. Aus einem solchen Mergel bestand auch die Weinbergerde (ampelitis), die in der Umgebung von Seleukeia Pieria gewonnen wurde. Poseidonios vergleicht sie mit der Weinbergerde auf Rhodos, die offensichtlich mehr Gestein enthielt und dadurch viel spröder war:

Er sagt auch, daß die in Pieria Seleukeia abgebaute asphalthaltige Weinbergerde ein Mittel für von Krankheit befallene Weinstöcke sei; das Ungeziefer ginge zugrunde, wenn man den Weinstock mit Öl und der Asphalterde einreibe, bevor es auf die Triebe der Wurzeln gekrochen sei. Solche Erde sei auch auf Rhodos gefunden worden, als er Prytan gewesen sei, doch habe man dabei mehr Öl gebraucht.²

Für die Anwendung im Pflanzenschutz mußte die Weinbergerde nur zu einem Pulver vermahlen werden, was bei der Weichheit des Materials keine Schwierigkeiten bot.

6.3 Chemische Zusammensetzung und Eigenschaften von Erdöl

6.3.1. Die moderne Erdölchemie

Erdöle stellen ein sehr komplexes Gemisch von Kohlenwasserstoffen der Paraffin- und Naphtenreihe dar. Ihre Zusammensetzung ist je nach Herkunftsland recht verschieden.

Paraffine oder Alkane sind gesättigte Kohlenwasserstoffe mit der allgemeinen Summenformel C_nH_{2n+2} . Die Stammverbindung ist das Methan. Die C-Atome sind kettenförmig miteinander verknüpft und durch H-Atome abgesättigt.

			Siedepunkt (°C)
Methan	H-CH ₂ -H	CH ₄	—161,5
Ethan	H ₃ C-CH ₃	C ₂ H ₆	—88,6
Propan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₃	C ₃ H ₈	—42,1
n-Butan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₄ H ₁₀	—0,5
n-Pentan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₅ H ₁₂	+36
n-Hexan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₆ H ₁₄	+68,8
n-Heptan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₇ H ₁₆	+98,5
n-Oktan	H ₃ C-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃	C ₈ H ₁₈	+125
	•		
	•		
	•		

¹ Plin. nat. XXXV. 178.

² Strab. 7, 5, 8.

n-Heptadekan	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{15}-\text{CH}_3$	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	+303
•			
•			
•			
			Schmelzpunkt
			(°C)
n-Eikosan	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{18}-\text{CH}_3$	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	+36,7
•			
•			
usw.			

Bei den ersten drei Paraffinen der homologen Reihe ist nur eine geradkettige Anordnung der C-Atome möglich, bei den nun folgenden Kohlenwasserstoffen können auch verzweigte Ketten auftreten. Man spricht von isomeren Kohlenwasserstoffen. So existieren vom Butan bereits eine gerade Kette, das n-Butan, und eine verzweigte Kette, das Isobutan oder i-Butan, die sich nur durch verschiedene C-Anordnung unterscheiden. Bei den höheren Homologen steigt die Zahl der Isomere. Heptan weist schon 9 Isomere auf. Isomere Verbindungen haben bei gleicher Summenformel verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften. So liegen die Siedepunkte der n-Paraffine ausnahmslos höher als die der i-Paraffine. Die ersten vier Paraffine sind gasförmig, die folgenden vom n-Pentan bis zum Heptadekan sind flüssig, und die nun folgenden Paraffine sind fest. Während die gasförmigen und festen Paraffine geruchslos sind, haftet den flüssigen der typische Benzingeruch an. In Wasser sind sie sämtlich unlöslich, und ihr chemisches Verhalten ist wenig differenziert. Mit Luftsauerstoff vermischt sind die gasförmigen Paraffine äußerst explosiv und ebenso wie die kurzkettigen flüssigen Paraffine sehr leicht entzündlich.

Naphtene oder Cycloalkane sind gesättigte Ringkohlenwasserstoffe mit der allgemeinen Summenformel C_nH_{2n} . Die wichtigsten Naphtene im Erdöl sind:

		Siedepunkt (°C)
Cyclopentan	C_5H_{10}	50
Cyclohexan	C_6H_{12}	81
Cycloheptan	C_7H_{14}	118

Die Rohöle sind hellgelb bis fast schwarz gefärbt, fluoreszieren gelb bis grünblau und dunkeln im Licht nach. Ihre Dichte liegt zwischen 0,65 und 1,02. Die Viskosität steigt mit dem Siedepunkt und nimmt bei längerem Aufenthalt an der Luft zu, da die leichtflüchtigen

Bestandteile verdunsten. Je nach Fundort überwiegen die Paraffine oder die Naphtene. Im rumänischen und russischen Erdöl sind bis zu 80 % Naphtene vorhanden, während im Erdöl aus dem Nahen Osten die Paraffine überwiegen.

Erdgas besteht aus fast reinem Methan, das farb- und geruchlos ist und mit schwach leuchtender Flamme verbrennt. Mit Luftsauerstoff vermischt ist es äußerst explosibel („schlagende Wetter“).

Propan und Butan fallen in großen Mengen bei der Erdölraffination an und können zu Flüssiggas komprimiert werden (Propangas für Heizzwecke, das in Stahlflaschen geliefert wird). Auch diese Gase sind, mit Luftsauerstoff vermischt, sehr explosibel.

Petrolether und Benzin sind fast farblos bis leicht hellgelb gefärbt. Infolge der niedrigen Siedepunkte ist der Verdunstungsgrad sehr hoch, und die Benzindämpfe sind auch äußerst leicht entzündlich und explosibel.

Mit steigender Kettenlänge vertieft sich die Farbe. Petroleum und Dieselöl sind tiefgelb gefärbt, aber nicht mehr so leicht entzündlich und deshalb für Beleuchtungszwecke geeignet.

Das schwere Heizöl ist wie das daraus gewonnene Schmieröl dunkelbraun bis schwarz gefärbt, während die festen Paraffine (Vaseline, Stearin) schön weiß sind.

Der Vakuumrückstand, das Bitumen, ist eine schwarze, glänzende, halb feste bis springharte Masse, die leicht schmelzbar ist. Bitumen besteht aus einem Gemisch von hochmolekularen Kohlenwasserstoffen, auch sind unterschiedliche Mengen an heterocyclischen Verbindungen sowie Spuren von Metallen, vor allem Eisen, Nickel und Vanadium, darin enthalten. Der Schwefelgehalt kann bis zu 8 Massenprozent betragen. Bitumen ist in Wasser völlig unlöslich, besonders leicht löslich in Schwefelkohlenstoff, außerdem löslich in Benzol, Chloroform und Terpentinöl.

Naturasphalt ist ein Gemisch aus Bitumen und Mineralstoffen, deren Gehalt sehr schwankt. Die Mineralstoffe bestehen aus Kalk, Kalkgestein, Silikaten oder Sand. Asphaltite, zum Beispiel Gilsanit und syrischer Asphalt, weisen einen sehr niedrigen Gehalt an Mineralstoffen auf und sind von großer Härte, während Asphaltgesteine einen hohen Anteil an Kalk oder Sand haben. Gewöhnlicher Asphalt bildet feste braunschwarze bis schwarze, matte bis fettglänzende Stücke. Der Bitumenanteil kann mit Schwefelkohlenstoff CS_2 herausgelöst und so quantitativ bestimmt werden. Bei gewöhnlicher Temperatur ist Asphalt ziemlich fest und wasserabstoßend.

Der Gehalt an Benzin und Dieselöl ist im Rohöl nicht sehr hoch und übersteigt nur in wenigen Erdölsorten 50 %. Demgegenüber ist der Bedarf an diesen Treibstoffen sehr groß. Deshalb werden die längeren Ketten der höher siedenden Kohlenwasserstoffe unter Einwirkung eines Katalysators in kürzere Ketten und damit tiefer siedende

Kohlenwasserstoffe aufgespalten (Crackverfahren). Der Benzinanteil einer Rohölmenge kann dadurch auf die doppelte Menge erhöht werden.

Erdöle enthalten zwischen 0,1 und 7 Massenprozent Schwefel, der als Schwefelwasserstoff H_2S und organisch gebunden als Mercaptane $R-SH$, Thioether $R-S-R$, Disulfide $R-S-S-R$, cyclische Sulfide und Benzothiopene vorliegt. Elementarer Schwefel findet sich nur vereinzelt und in sehr geringen Mengen im Erdöl. 80 bis 90 % der Schwefelverbindungen kommen in den höher siedenden Fraktionen vor. Während der Aufarbeitung zersetzen sie sich zu einfachen Schwefelverbindungen, und bei der Verbrennung bilden sie das schädliche Schwefeldioxid SO_2 . Die meisten organischen Schwefelverbindungen sind Flüssigkeiten von äußerst widerlichem Geruch, und durch ihre Kontaktgiftwirkung erschweren sie die Raffination des Rohöls. Der unangenehme Geruch des Rohöls wird durch die Schwefelverbindungen hervorgerufen.

Außerdem sind geringe Mengen stickstoffhaltiger Basen wie Pyridin- und Chinolinderivate sowie als sauerstoffhaltige Verbindungen Naphtensäuren im Erdöl vorhanden. Naphtensäuren sind Dicarbonsäuren des Cyclopentans mit der Formel $C_5H_8(COOH)_2$.

Teer wird durch trockene Destillation von Holz und Steinkohle gewonnen. Holzkohlenteer ist eine schwarze, charakteristisch riechende Flüssigkeit, die bei der Verkokung von festen Hölzern als Nebenprodukt oder bei der Verschwelung von harzreichen Hölzern, vornehmlich Kiefern, erhalten wird. Steinkohlenteer fällt als wertvolles Nebenprodukt bei der Verkokung der Steinkohle in Kokereien und Gaswerken an. Teer besteht aus einem Gemisch, in dem bis heute 350 verschiedene aromatische Kohlenwasserstoffe mit Sicherheit nachgewiesen wurden. Aromatische Kohlenstoffverbindungen sind Abkömmlinge des Benzols C_6H_6 .

Im Benzolring sind die C-Atome mit einer Doppelbindung miteinander verbunden, die nicht genau fixiert ist. Darauf beruht die große Stabilität der aromatischen Kohlenwasserstoffe.

Die technische Aufarbeitung des Steinkohlenteers erfolgt durch fraktionierte Destillation, bei der etwa 24 % des Rohteers als Destillat übergehen.

		Siedepunkt (°C)
Leichtöl (1–2 %)	Benzol	80–170
	Toluol	
	Xylol	
	Pyridin	
	Anilin	
Carbolöl und Naphthalinöl	Naphthalin	170–240

(2–10 %)	Phenol Kresol	
Waschöl (8–10 %)	Phenolderivate Reste von Naphthalin und Phenolderivaten	230–290
Anthracenöl (18–25 %)	Biphenyl Anthracen Phenanthren	270–350

Das zurückbleibende Pech, etwa 55 % und mit einem Erweichungspunkt von 60 bis 75 °C, ist ein chemisch schwer definierbares Stoffgemenge, das vorwiegend aus mehrkernigen Aromaten besteht.

6.3.2 Wissensstand über die Eigenschaften von Erdöl und Asphalt in der Antike

Über die Natur des Erdgases war man sich in der Antike nicht im klaren. In Persien, wo das Feuer als heilig betrachtet und verehrt wurde, dürfte die Priesterschaft gewußt haben, daß die in den Tempeltürmen lodernden Flammen von irgendwelchen luftförmigen Stoffen, die aus dem Erdboden austraten, unterhalten wurden. Das gewöhnliche Volk aber glaubte, diese Flammen bedürften keiner Nahrung, worauf auch das persische Wort „varishnak“ (ohne Nahrung)¹ hinweist. So ganz falsch war diese Ansicht nicht, denn an vielen Stellen in Nordpersien trat reines Erdgas ohne Beimengungen von Erdöl aus, das farb- und geruchlos war und gar nicht mit den Sinnen wahrgenommen werden konnte.

In Mesopotamien wurde der Feuerkult nicht ausgeübt. Auch hier wurde das Erdgas nicht als solches wahrgenommen. Eine interessante Beschreibung findet sich allerdings auf einem Keilschrifttext des assyrischen Königs Tukulti Ninurta II.: „Gegenüber von Is, nahe den Bitumenquellen, rastete ich an dem Platz, wo die Stimme der Götter aus dem Felsen kommt.“² Dieses Geräusch wurde offensichtlich durch Erdgas hervorgerufen, denn beim Austreten von Erdgas aus Gesteinsspalten wird häufig ein zischendes oder röhrendes Geräusch vernommen, wie noch heute in der Umgebung von Kirkuk, wo diese tönenden Gasaustritte „kirkik baba“ oder „abu ger“ heißen, was soviel wie „Vater von Geräuschen“ bedeutet.³

In anderen Teilen Persiens und in Mesopotamien war oft dem Erdöl auch Erdgas beigemischt. An vielen Orten bestand der entweichende Anteil des Erdöls dann nicht nur aus

¹ Herzfeld. *Archaeological History of Iran*. London 1936. S. 93. – Siehe: Forbes S. 38.

² Tukulti Ninurta II (888–884 v. Chr.). O. Schröder. *Keilschrifttexte aus Assur verschiedenen Inhalts*. Leipzig. 1920. XIV; V. Scheil und A. Gauthier. *Annales de Tukulti Ninip II*. Paris 1909. Nr. 178.

³ Forbes. S. 39.

den Kohlenwasserstoffen, die heute als Erdgas und Flüssiggas bezeichnet werden, also aus Methan, Propan und Butan, sondern auch aus den Dämpfen der niedrigsiedenden Fraktionen des Erdöls, also aus Petrolether und Benzin. Alle diese Verbindungen entzündeten sich ungeheuer leicht und brennen ohne Unterlaß. In der antiken Literatur wird von solchen brennenden Quellen des öfteren berichtet. So schreibt Plutarch in seiner Alexanderbiographie:

Auf seinem Zuge nach Babylonien [...] bewunderte er namentlich den Schlund bei Ekbatana, aus welchem beständig, wie aus einer Quelle, Feuer hervorsprudelt, und den Fluß des Naphtha, das wegen der Menge unweit des Schlundes eine Art von Teich bildet.¹

Aus diesem Bericht, der auf der Alexanderbiographie des Aristobulos² beruhen könnte, läßt sich entnehmen, daß hier bei Ekbatana (Hamadah) neben einer brennenden Quelle auch ein flüssiges Erdöl aus dem Boden sprudelte, und dieses Erdöl war äußerst leicht entzündlich, wie Plutarch weiter schreibt:

Dieses Naphtha hat einige Ähnlichkeit mit dem Asphalt, ist aber gegen Feuer so empfindlich, daß es, ehe die Flamme noch daran kommt, durch den bloßen Schein des Lichtes entbrennt und oft die dazwischen befindliche Luft mit entzündet. Um dem Könige die besondere Eigenschaft und Wirksamkeit des Naphtha zu zeigen, beträufelten die Barbaren die nach seinem Quartier führende Gasse nur ganz leicht mit dieser Materie, stellten sich dann, als es finster geworden war, an das eine Ende und hielten Leuchten an die benetzten Teile. Der vorderste Platz fing sogleich Feuer, welches sich im Augenblick weiter verbreitete und, ehe man sich's versah, bis an das andere Ende fortlief, so daß die ganze Gasse plötzlich im Feuer stand.³

Die Beobachtung, daß sich die Luft mit entzündet, ist richtig. Die Dämpfe dieses Naphthas, das Poseidonios „naphtha leukon“ nennt, waren äußerst feuergefährlich. Die Bewohner der Gegend hatten auch die Verwandtschaft dieser Substanz mit dem nur schwer brennbaren Asphalt erkannt. Andererseits zeigt es sich, daß sie sehr wohl in der Lage waren, mit diesem Naphtha umzugehen, wie ihre Demonstration der Feuergefährlichkeit dieser Flüssigkeit darlegt.

Von Poseidonios ist eine Abhandlung überliefert, die seinem Ozeanbuch zugeordnet werden kann:

In Babylon bildet sich auch viel Asphalt, von welchem Eratosthenes folgendes berichtet: „Der flüssige [Asphalt], den man Naphtha nennt, erzeugt sich in Sisis, der trockene aber, welcher erhärten kann, in Babylonien. Seine Quelle findet sich unweit

¹ Plut. Alexander 35.

² Aristobulos von Kassandrea nahm am Feldzug Alexanders d. Gr. teil und verfaßte nach dessen Tod ein Werk über den Feldzug. Der Titel ist unbekannt. Aristobulos beschränkte sich nicht auf eine Schilderung der kriegerischen Taten Alexanders, sondern richtete sein Augenmerk auch auf die geographischen Besonderheiten und beschrieb Flora und Fauna, Orographie und Hydrographie der Gegenden, die das Heer durchzog. Sein Werk hat Strabon, Plutarch und Arrian noch vollständig vorgelegen. Strabon benutzte es für die Beschreibung Indiens (Buch 15) und Mesopotamiens (Buch 16), Plutarch und Arrian für die Abfassung ihrer Alexanderbiographien. Die Schilderung der Erdölquellen bei Ekbatana und das Alexander vorgeführte Experiment mit Naphtha lassen sich auf Aristobulos zurückführen. – Siehe: Franz Wenger. Die Alexandergeschichte des Aristobul von Kassandrea. Ansbach 1914.

³ Plut. Alexander 35.

des Euphrat. Wenn dieser beim Schmelzen des Schnees austritt, füllt sich auch jene und ergießt sich in den Strom hinüber; hier aber bilden sich große, beim Häuserbau aus gebrannten Ziegeln brauchbare Klumpen.“ Andere behaupten, auch der flüssige Asphalt erzeuge sich in Babylon. Vom trockenen ist bereits angeführt, wie nützlich er namentlich beim Häuserbau ist; man sagt aber auch, daß Fahrzeuge geflochten und durch einen Überzug von Asphalt wasserdicht gemacht werden. Der flüssige aber, welchen man Naphtha nennt, hat sonderbare Eigenschaften. Dem Feuer nahegebracht, reißt er dasselbe an sich, und wenn man einen damit bestrichenen Gegenstand dem Feuer nähert, so brennt er an und läßt sich nicht durch Wasser löschen (denn er entbrennt dann um so mehr), ausgenommen durch eine sehr große Masse; aber durch Lehm, Essig, Alaun und Vogelleim erstickt, erlischt es. Eines Versuches wegen soll Alexander im Bade einen Knaben mit Naphtha begossen und ihm ein Licht genähert haben. Sogleich sei der Knabe angebrannt und dem Tode nahegekommen, wenn nicht die Umstehenden mit vielem über ihn geschütteten Wasser die Flammen erstickt und ihn gerettet hätten. Poseidonios sagt, die Quellen in Babylon gäben teils weißes, teils schwarzes Naphtha. Die einen gäben flüssigen Schwefel – ich meine die Quellen von weißem Naphtha –, das seien die, die die Flammen anzögen; die Quellen von schwarzem Naphtha aber gäben flüssigen Asphalt, mit dem man anstelle des Öls die Lampen brennen läßt.¹

Poseidonios hat sich hier offenbar mit Eratosthenes² auseinandergesetzt, und das Eratosthenes-Zitat dürfte von ihm selbst stammen. Auch die Beschreibung des Experimentes, das Alexander an dem Knaben durchführen ließ, könnte er in sein Ozeanbuch aufgenommen haben, denn die Berichte der Alexanderbiographen waren ihm vertraut.³ Die Schilderung dieser Begebenheit kann Aristobulos zugeschrieben werden. Sie findet sich fast gleichlautend bei Plutarch:

Unter denen, die den König beim Salben und Baden zu bedienen hatten und durch allerlei Scherze aufzuheitern pflegten, befand sich ein gewisser Athenophanes aus Athen. Da nun gerade in dem Badezimmer ein Knabe neben Alexander stand, der von häßlichem und lächerlichem Äußeren war, aber sehr schön sang, er hieß übrigens Stephanos, sagte dieser Athenophanes: „Willst du, König, daß wir an Stephanos eine Probe mit diesem Stoff machen? Denn wenn er den erfaßt und nicht ausgeht, dann will ich glauben, daß seine Kraft ganz unwiderstehlich und furchtbar ist.“ Auch der Knabe erklärte sich bereitwillig mit dem Versuch einverstanden. Aber im Augenblick, da man ihn bestrich und ansteckte, loderte eine so mächtige Flamme von dem Körper auf und war der ganze Raum von Feuer erfüllt, daß Alexander ganz außer sich vor Furcht war, und wenn nicht zum Glück viele Diener zur Stelle

¹ Strab. 16, 1, 15.

² Eratosthenes hatte in seinem Werk „Über die Vermessung der Erde“ neben Berechnungen der Erdperipherie und anderer Daten der Erdmessung geographische Beschreibungen vieler Länder zusammengetragen. Bei seinen Nachforschungen stützte er sich auch auf die Schriften der Begleiter des Alexanderzuges. Eigene Forschungsreisen hatte er nicht unternommen. Sein Werk wurde von Poseidonios und Strabon, durch den wichtige Teile überliefert wurden, benutzt. – Siehe A. Berger. Die geographischen Fragmente des Eratosthenes. Leipzig 1880.

³ Poseidonios berichtet im 22. Buch seiner Historien über den Makedonen Harpalos und dessen Geliebte (Athenonios p. 594 D–E). Die biographischen Angaben über Harpalos, Feldherr und Freund Alexanders d. Gr., der sich der Veruntreuung von Geld schuldig machte, sind bei Arrianus (Anabasis III. 6, 3 ff.) überliefert. Nach Kornemann sind sie Ptolemaios, nach Wenger Aristobulos zuzuschreiben. – Ernst Kornemann. Die Alexandergeschichte des Königs Ptolemaios I. von Ägypten. Leipzig 1935. S. 129 und 251; Franz Wenger. Aristobul. S. 17 und 109. – In jedem Fall kann diesen Angaben entnommen werden, daß Poseidonios seinen Bericht über Harpalos aus den Schriften der Alexanderhistoriker entnommen hat.

gewesen wären, die Gefäße mit Badewasser in den Händen trugen, hätte man die Ausbreitung des Feuers wohl nicht eindämmen können. Auch so konnte man den über und über in Flammen stehenden Körper des Knaben nur mit Mühe ablöschen, und er befand sich danach sehr übel.¹

Offensichtlich erlitt der Knabe schwere Verbrennungen. Ob er überlebte, ist nicht überliefert.

Während bei Plutarch nur die Feuergefährlichkeit und die Schwierigkeiten beim Löschen mit Wasser besprochen werden, sind in dem Poseidonios-Fragment auch die zum Löschen geeigneten Stoffe angeführt. Das weiße Naphtha war unzweifelhaft ein schwach hellgelb gefärbtes Benzingemisch. Brennendes Benzin kann nur gelöscht werden, wenn die Luftsauerstoffzufuhr vollständig unterbunden wird. Ein Bespritzen mit Wasser reicht dazu nicht aus. Wie jedermann weiß, kann ein in Brand geratenes Auto nicht mit Wasser aus einem Gartenschlauch gelöscht werden, das Feuer flammt im Gegenteil noch heftiger auf. Ein brennender Gegenstand muß schon vollständig in Wasser eingetaucht werden, um den Luftsauerstoff fernzuhalten. Dabei kann es passieren, daß sich auf der Wasseroberfläche Benzinlachen abscheiden, die weiterbrennen. Ein Ersticken der Flammen kann jedoch mit Lehm oder Sand², mit Essig, Salzen (im Text wird Alaun genannt) und mit Vogelkot herbeigeführt werden. Unbekannt ist, ob jemals versucht worden ist, eine größere brennende Ölquelle zu löschen. Durch Zuschütten mit Sand hätte dies unter Umständen erreicht werden können.

Die Feuergefährlichkeit des Naphthas muß den Griechen schon früh bewußt gewesen sein, wie die Argonautensage zeigt. Auf der leichten Entflammbarkeit beruhte die Kraft des Zaubermittels der Medea. Sie tränkte das Prunkgewand ihrer Nebenbuhlerin Glauke mit Naphtha. Als diese sich während der Opferzeremonie dem Feuer näherte, stand ihr Kleid sofort in Flammen, und Glauke starb an den Verbrennungen.³

Während Eratosthenes nur eine Unterscheidung zwischen flüssigem und festem Asphalt vornahm, differenzierte Poseidonios noch zwischen den niedrigsiedenden Erdölfraktionen, dem weißen Naphtha, und den höher siedenden Erdölfraktionen, dem schwarzen Naphtha. Interessanterweise ist nirgendwo der typische Benzingeruch des weißen Naphthas vermerkt. Über den scheußlichen Gestank des Rohöls, der durch die Schwefelverbindungen hervorgerufen wurde, sagt Herodot: „Das Erdharz und das Salz setzen sich sofort ab, das Öl

¹ Plut. Alexander 35.

² Ammianus sagt ebenfalls, daß brennendes Erdöl nur mit Sand zu löschen ist.

³ Euripides hat das Schicksal der Medea in seinem gleichnamigen Drama gestaltet: Medea, Tochter des Königs Aietes von Kolchis, hilft Jason bei der Gewinnung des Goldenen Vlieses, wird später seine Frau. Sie gebiert zwei Kinder und wird von Jason verstoßen, weil dieser Glauke, die Tochter König Kreons von Korinth, heiraten will. Medea schickt daraufhin Glauke ein Prunkgewand, das Feuer fängt, und Glauke und Kreon verbrennen in den Flammen. Um ihre Rache an Jason vollkommen zu machen, tötet Medea ihre eigenen Kinder. – Plinius (nat. II. 235) führt das Entflammen des Gewandes darauf zurück, daß Medea dieses vorher in Naphtha tauchte.

... Die Perser nennen es rhadinake; es ist schwarz und hat einen widerlichen Geruch.“¹ Leider ist die Textstelle etwas verstümmelt. Vermutlich hatte Herodot vermerkt, daß das Öl auf dem Wasser schwimmt, vielleicht waren auch Angaben über die Brennbarkeit dieses Öls eingefügt.

Über das schwarze Naphtha sagt Poseidonios nur, daß es anstelle von anderem Öl für Beleuchtungszwecke gebraucht wurde. Ein solches Lampenöl mußte die Konsistenz von Olivenöl aufweisen und deshalb einen hohen Anteil an Petroleum enthalten. Reines Petroleum (Siedepunkt 175–180 °C) ist dunkelgelb gefärbt. Die schwarze Farbe des von Poseidonios genannten schwarzen Naphthas rührte von Beimengungen von Schweröl und Bitumen her und verursachte sicherlich beim Abbrennen eine starke Qualmentwicklung. Das als „silicisches Öl“ bekannte Lampenöl dürfte ein stark verunreinigtes Petroleum gewesen sein.

Petroleum mit einer Dichte von 0,75 schwimmt auf dem Wasser wie das „silicische Öl“, und auch bei Susa und in der Umgebung von Babylon wurde ein leichtes Erdöl gewonnen, das durchaus als Lampenöl gebraucht werden konnte. Das bei Is (Hit) gewonnene Erdöl muß jedoch schon damals eine äußerst zähflüssige und klebrige Masse gewesen sein. Herodot spricht von Erdharzklumpen.² Der Anteil an niedrigsiedenden Kohlenwasserstoffen muß äußerst gering gewesen sein, denn das Material wurde nach Ägypten ausgeführt und dort zur Mumifizierung gebraucht. Das war nur möglich, wenn durch Stehenlassen an der Luft die niedrigsiedenden Anteile verdampften und eine zähe Bitumenmasse zurückblieb. Das gegenwärtig dort geförderte Erdöl ist eine halbfeste Masse von widerlichem Geruch und infolge des Fehlens niedrigsiedender Anteile nur schwer entflammbar. Als Brennstoff für Öllampen wäre es durchaus ungeeignet. Die Analyse ergibt einen hohen Gehalt an Schwefelverbindungen und Wasser:³

	Prozent
Bitumen	64
Mineralstoffe	0
Wasser	36
Schwefelgehalt im Bitumen	8,3
Schmelzpunkt	47,5 °C

¹ Hdt. VI. 119.

² Hdt. I. 179.

³ Forbes. S. 65, Tabelle V.

Nach den vorliegenden Berichten aus der Antike dürfte sich die Zusammensetzung dieses Erdöls nicht wesentlich verändert haben. Bemerkenswert ist das Fehlen von Mineralstoffen, weshalb dieses Öl ein begehrtes Handelsprodukt war.

Poseidonios' Bemerkung, die Quellen von weißem Naphtha gäben flüssigen Schwefel, ist so nicht richtig, denn die Petrolether-Benzinfraktion enthält keinen flüssigen Schwefel, und die Schwefelverbindungen sind überwiegend in den höher siedenden Fraktionen vorhanden. Ein sehr helles und niedrigsiedendes Erdöl wie das weiße Naphtha kann nur sehr niedrig siedende organische Schwefelverbindungen wie Ethylmercaptan (C_2H_5SH ; Sdpkt. 37 °C), Propylmercaptan (C_3H_7SH ; Sdpkt. 67 °C) und Ethyldisulfid ($C_2H_5SSC_2H_5$; Sdpkt. 153 °C) und gasförmigen Schwefelwasserstoff (H_2S) enthalten. Diese Stoffe würden beim Verdunsten mit dem Petrolether und dem Benzin entweichen und beim Verbrennen in jedem Fall Schwefeldioxid (SO_2) bilden.

So stellt sich die Frage, was Poseidonios mit diesem flüssigen Schwefel meinte; wahrscheinlich gar nicht den elementaren Schwefel, sondern Schwefelwasserstoff oder ein schwefelwasserstoffhaltiges Wasser. Solche Wasser, die gewöhnlich „Schwefelquellen“ genannt werden, sind ebenso wie Vorkommen von elementarem Schwefel häufig mit Erdöl- und Asphaltlagerstätten vergesellschaftet.

Ogleich kein Fragment überliefert ist, in dem Poseidonios den Schwefel behandelt, darf angenommen werden, daß er mit den Eigenschaften des elementaren Schwefels vertraut war, denn dieser war zu seiner Zeit bereits seit Jahrhunderten bekannt und wurde technisch und medizinisch genutzt. Schon Homer¹ erwähnt ihn als Reinigungsmittel. Der Schwefel kommt in beträchtlicher Menge vor, meist in der Nähe von Vulkanen. Die Vorkommen auf den Liparischen Inseln, in Kampanien in der Nähe des Vesuvs und besonders die reichen Vorkommen in der Umgebung des Ätnas auf Sizilien² konnte Poseidonios auf seinen Reisen kennenlernen und die Gewinnung des Schwefels³ beobachten. Das schwefelhaltige Gestein wurde in großen Meilern aufgeschichtet, die von senkrechten Luftschächten durchzogen und mit Lehm abgedichtet waren. Die Meiler wurden von oben entzündet, worauf der Schwefel langsam abbrannte, während der untere Schwefel schmolz und abfloß. Man fing ihn in Formen auf und ließ ihn erkalten. Auf Sizilien wurde dieses Verfahren jahrhundertlang

¹ Homer. Ilias XVI. 228 f.; Odyssee XXII. 481, 493; XXIII. 50.

² Plin. nat. XXXV. 174. – Seltsamerweise erwähnt Plinius das reiche Schwefelvorkommen auf Sizilien nicht. Auch Dioskurides (V. 123) spricht nur von der Insel Melos und den Liparischen Inseln.

³ Das Ausschmelzen eines großen Meilers (Calcasoni) dauerte je nach Größe ein bis drei Monate. Die Ausbeute an Schwefel betrug 50 bis 70 Prozent. Wegen der schädigenden Wirkung des Schwefeldioxids war der Betrieb der Meiler gesetzlich auf die Zeit von August bis Dezember eingeschränkt. Siehe: Remy. Lehrbuch der Anorganischen Chemie. S. 847.

angewandt und ist erst in der Gegenwart durch modernere Technik¹ ersetzt worden, da das Ausschmelzen mit erheblicher Umweltschädigung verbunden ist. Ein recht großer Teil des Schwefels entweicht als Schwefeldioxid und zerstört den Pflanzenwuchs in großem Umkreis der Meiler.

Elementarer Schwefel tritt in mehreren Modifikationen auf. Die bei gewöhnlicher Temperatur stabile Modifikation ist der rhombische Schwefel (α -Schwefel), der die bekannte gelbe Farbe hat. Der α -Schwefel ist in Wasser unlöslich, nur gering löslich in Alkohol, Benzin und Petroleum, dagegen sehr gut löslich in Schwefelkohlenstoff (CS_2).² Oberhalb von 110 °C schmilzt der rhombische Schwefel zu einer gelben, leicht beweglichen Flüssigkeit. Läßt man diese durch langsame Abkühlung erstarren, scheidet sich der monokline Schwefel, die β -Modifikation, in nadeligen, fast farblosen Kristallen aus. Die β -Modifikation schmilzt bei 119 °C und ist bei gewöhnlicher Temperatur nicht beständig. Die Nadeln werden nach einiger Zeit trübe und zerfallen unter Bildung kleiner rhombischer Kristalle. Der Umwandlungspunkt liegt bei 94,5 °C. Oberhalb dieser Temperatur geht der rhombische Schwefel (β -Modifikation) in den monoklinen Schwefel (β -Modifikation) über, unterhalb dieser Temperatur verläuft der Prozeß umgekehrt. Diese Umwandlung muß schon in der Antike beobachtet worden sein. Dioskurides schreibt:

Als bester Schwefel ist der anzusehen, der noch nicht im Feuer gewesen ist, eine glänzende Farbe hat, durchscheinend und steinfrei ist; von dem aber, der mit dem Feuer in Berührung gekommen ist, der gelblichgrüne und sehr fette.³

Der gelblichgrüne, sehr fette Schwefel war natürlich die α -Modifikation, die sich beim Abkühlen und Stehenlassen in jedem Fall bildete. Aber die Ausführungen von Dioskurides zeigen, daß auch ein farbloser Schwefel anfiel. Dieser Schwefel war die β -Modifikation, der wegen seiner Unbeständigkeit nutzlos war. Man mußte warten, bis er sich in den beständigen Schwefel umgewandelt hatte.

Als besonders wertvoll galt der durch Ausgraben und nicht durch Ausschmelzen gewonnene Schwefel, zum Beispiel von der Insel Melos. Die Griechen nannten ihn „ $\alpha\pi\rho\nu\phi$ “ (feuerlos). Er war besonders in der Medizin begehrt.⁴

Der Schwefel fand allgemein Verwendung in der Medizin in Form von Salben und Pasten, wozu er mit Soda und Öl verrieben und in Essig und Alkohol aufgeschlämmt wurde. Die Lösungseigenschaften des Schwefels waren also in der Antike bekannt.

¹ Schwefelführende Gesteine werden durch Erhitzen in mit überhitztem Wasserdampf beheizten Kesseln ausgeschmolzen.

² Schwefelkohlenstoff ist eine nahezu farblose, ätherisch riechende Flüssigkeit vom Siedepunkt 46,3 °C, leicht entzündlich und giftig. In der Antike war diese Schwefelverbindung unbekannt.

³ Diosk. V. 123.

⁴ Medizinische Verwendung des Schwefels wird sowohl von Plinius (nat. XXXV. 176–177) wie auch von Dioskurides (V. 123) beschrieben.

Der geschmolzene Schwefel ist eine gelbe, leicht bewegliche Flüssigkeit, die bei 444,6 °C siedet. Der Schwefeldampf ist orange bis hellgelb gefärbt. Da der Schwefel in der Antike in offenen Gefäßen geschmolzen und verdampft wurde, bildete sich meistens kein reiner Schwefeldampf, sondern der größte Teil oxidierte zu Schwefeldioxid.

Schwefel ist leicht entzündlich und bildet bei der Verbrennung Schwefeldioxid (SO₂), ein farbloses, stechend riechendes Gas, das selbst weder leicht brennbar ist noch die Verbrennung zu unterhalten vermag. In größerer Menge eingeatmet, wirkt es giftig. Plinius schreibt:

Im übrigen hat der Schwefel eine solche Stärke, daß er, auf das Feuer gelegt, durch seinen Qualm die Epilepsie erkennen läßt ... und keine Substanz fängt leichter Feuer, woraus ersichtlich ist, daß ihm eine bedeutende Feuerkraft innewohnt.¹

Man hielt das Schwefeldioxid für eine Art Schwefeldampf, also für eine besondere Form des Schwefels. Diese Auffassung wurde durch die Beobachtung gestützt, daß Wasserdampf eine andere Zustandsform des flüssigen Wassers ist.

Gasförmige Schwefelverbindungen konnten als solche in der Antike nicht erkannt werden. Die organischen Schwefelverbindungen, die den widerlichen Geruch des Rohöls verursachen, wurden erst Ende des 19. Jahrhunderts entdeckt und ihre Konstitution aufgeklärt. So sah man denn auch bei den vielen heißen Schwefelquellen, die den Geruch nach „faulen Eiern“ aufwiesen, einen Zusammenhang mit dem elementaren Schwefel. Man glaubte, daß in dem heißen Wasser ein besonders aktiver Schwefel gelöst war, wie Pindar sagt: „Man spürt seine Kraft auch in den heißen Gewässern.“² Der „gelöste Schwefel“ war Schwefelwasserstoff (H₂S), ein stark giftiges Gas, das sich im Wasser in erheblichem Maße löst (2,75 Vol.-% bei 18 °C) und in der Natur in vulkanischen Gasen, in Gasen, die in vulkanischen Gegenden aus der Erde entweichen, im Erdöl und in dem Wasser der Schwefelquellen vorkommt.

Auch in Mesopotamien waren Schwefelquellen und Schwefelvorkommen in der Nachbarschaft von Erdöl- und Asphaltvorkommen vorhanden. Aus Texten, die in der Bibliothek des Assurbanipal gefunden wurden, läßt sich entnehmen, daß am westlichen Tigrisufer südlich von Ninive heiße Schwefelquellen existierten und dort gelber und schwarzer Schwefel gefunden wurde. Die schwarze Farbe einiger Schwefelsorten rührte von Bitumenbeimengungen her. Daneben wurde Asphalt gewonnen. Bei Mossul befinden sich noch heute heiße Schwefelquellen und Schwefelvorkommen. Bei Is (Hit) am Euphrat, dort wo Erdöl austrat, haben geologische Untersuchungen ergeben, daß das Gestein aus Gips (Calciumsulfat CaSO₄·2H₂O), durchfurcht von Asphalt- und Schwefelschichten, besteht.³

¹ Plin. nat. XXXV. 176. Da SO₂ bei Epileptikern Krämpfe auslösen sollte, wandte man dies Mittel beim Ankauf von Sklaven an, um zu erkennen, ob sie Epileptiker waren.

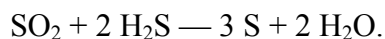
² Plin. nat. XXXV. 177.

³ Forbes. S. 39.

Über Gewässer in Palästina, die stark mit Schwefelwasserstoff und wahrscheinlich auch mit Schwefeldioxid belastet und dadurch ungenießbar waren, wird in einem Poseidonios-Fragment berichtet: „In Gadaris gibt es auch übles Sumpfwasser, und wenn das Vieh davon trinkt, verliert es Haare, Hufe und Hörner.“¹

Poseidonios hatte die toxische Wirkung dieses Wassers beobachtet, das jedoch wahrscheinlich nicht nur durch Schwefelverbindungen, sondern auch durch Typhusbakterien² verunreinigt war. Darauf deutet der Haarausfall der Tiere hin, eine typische Erscheinung typhöser Erkrankungen. Auch in der Schilderung³ des Unterganges von Sodom und Gomorrha ist von heißem Asphalt und Schwefelwasser die Rede.

Die Schwefelverbindungen in den bei einem Vulkanausbruch ausgestoßenen Gasen bestehen überwiegend aus Schwefeldioxid, weniger aus Schwefelwasserstoff. Bei sehr großen Ausbrüchen steigen die Gase bis in die Stratosphäre auf. Dort wird bei Anwesenheit von Wasser und Ozon (O₃) das Schwefeldioxid (SO₂) zu Schwefelsäure (H₂SO₄) oxidiert. Auf natürliche Weise entsteht so ein saurer Regen. In niedrigeren Höhen reagieren Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff miteinander, wodurch sich Wolken mit feinverteiltem Schwefel bilden:



Je heftiger die Eruptionen verlaufen, desto dichter erscheinen die Schwefelwolken, die zusammen mit dem Aschenregen besonders in der Antike die Menschen in Panik versetzten. Sehr zutreffend steht in der Bibel geschrieben: „Da ließ der Herr Schwefel und Feuer regnen – von dem Herrn vom Himmel herab – auf Sodom und Gomorrha.“⁴

Abschließend kann gesagt werden, daß in der Antike umfassende Kenntnisse über Schwefel und seine Verbindungen Schwefeldioxid und Schwefelwasserstoff vorlagen. Die Schwefelverbindungen wurden jedoch für eine besondere Form des elementaren Schwefels angesehen und waren nicht mit eigenen Namen belegt.

Als Resultat der aufgeführten Darlegungen über den Schwefel kann wohl behauptet werden, daß Poseidonios in der Tat mit seiner Aussage, das weiße Naphtha gebe flüssigen Schwefel, nicht den elementaren Schwefel meinte, sondern den Schwefelwasserstoff. Es ist möglich, daß Poseidonios in seinem Ozeanbuch einen allgemeinen Überblick über die Vorkommen von Erdöl und Asphalt und auch von Schwefel im Römischen Reich und den angrenzenden Ländern gegeben hatte. Unter dieser Voraussetzung wäre das unverständliche Fragment bei Strabon nur der sehr verstümmelte Rest eines Textes, der außer den Be-

¹ Strab. 16, 2, 45.

² Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch. Berlin 1964. Stichwort: Salmonellen.

³ Strab. 16, 2, 44.

⁴ 1. Moses 19, 24. – Psalm 11, 6: „Er wird regnen lassen über die Gottlosen Blitze, Feuer und Schwefel.“

schreibungen von Naphtha und Asphalt auch solche von Schwefel und Schwefelverbindungen enthielt. Eine solche Darstellung findet sich bei Plinius.¹ Es werden zunächst Vorkommen, Gewinnung, Eigenschaften und Verwendung von Schwefel und daran anschließend von Naphtha und Asphalt beschrieben.

Über das bei Babylon geförderte schwarze Naphtha sagt Poseidonios nur, daß es als Brennmaterial für Lampen tauglich sei.² Weitere Angaben über Eigenschaften wie Geruch und Konsistenz fehlen. Solche Angaben fehlen auch in seiner Beschreibung der Erdölquelle im Nymphaion.³ Während Theopompos, Ailianos und andere⁴ die Konsistenz dieses zähen Erdöls mit seinem widerlichen Schwefelgeruch vermerken, beschäftigt sich Poseidonios mit der Frage, warum der Felsen in Flammen steht und daneben warmes Wasser und jenes dickflüssige Erdöl austreten, das Dioskurides „Pissasphaltos“ nennt¹. Poseidonios kommt zu dem Ergebnis, daß hier bitumenhaltige Erdklumpen verbrennen, wodurch das Wasser erwärmt und der Asphalt teilweise verflüssigt wird. Daß Erdöl und Asphalt sich nicht mit Wasser vermischen, hatte er am Toten Meer beobachten können. Plinius' Bemerkung, das Erdöl werde durch das Quellwasser verdünnt, ist falsch und beruht vermutlich nicht auf einer persönlichen Beobachtung. Poseidonios hat sehr richtig den Zusammenhang zwischen dem herausquellenden Erdöl und den aus dem Felsen austretenden Flammen erkannt. Er konnte nicht wissen, daß das weiße Naphtha, dessen leichtes Entflammen er an anderer Stelle beschreibt, auch ein Bestandteil von schwarzem Rohöl ist und hier die Nahrung für das Feuer lieferte. Eine Auftrennung der Fraktionen war noch nicht möglich. Die Vorgänge im Nymphaion waren für Poseidonios ein Beweis für seine Theorie über die Entstehung der Asphalte. Er wollte nicht nur eine Ortsbeschreibung geben, sondern Ursachenforschung betreiben, und mit diesen Bestrebungen übertraf er seine Zeitgenossen bei weitem.

Wegen der vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten war das Interesse an den festen Asphaltprodukten naturgemäß viel größer. So nimmt es nicht wunder, daß die Eigenschaften von Asphalt besser untersucht und bekannt waren als die von Erdöl. Zudem konnte man feste Stoffe leichter handhaben als Flüssigkeiten. Asphaltprodukte waren um so wertvoller, je höher der Bitumen- und je geringer der Mineralanteil war. Bitumen ist eine tiefschwarze, glänzende Masse mit einem Purpurschimmer, die leicht schmilzt (Schmpkt. 100–130 °C). In Sonnenhitze erweicht Bitumen. Der Erweichungspunkt hängt von der Härte der Bitumensorte ab. Weiche Sorten haben sehr niedrige Erweichungspunkte von 40 bis 70 °C, pechartige von 40 bis 85 °C und harte von 75 bis 130 °C. Die Dichte des Bitumens beträgt 1,07 bis 1,16. Da

¹ Plin. nat. XXXV. 174–182.

² Strab. 16, 1, 15.

³ Strab. 7, 5, 8.

⁴ Ps.-Aristoteles, De mir. ausc. 127; Ail. var. XIII. 16; Plin. nat. II. 237.

das Salzwasser des Toten Meeres eine Dichte von 1,19 bis 1,21 aufweist, schwimmen die Asphaltbrocken auf der Wasseroberfläche. Bitumen wurde oft mit Pech verfälscht, was nur an der Farbe erkannt werden konnte. Das Produkt verlor seinen Glanz und nahm eine matte Schwarzfärbung an. Plinius vermerkt: „Die Echtheit des Erdpeches erkennt man daran, daß es sehr glänzt, schwer von Gewicht und stark riechend ist; das schwarze aber glänzt mäßig, da es mit Pech verfälscht ist.“² Eine genauere Beschreibung liefert Dioskurides:

Der jüdische Asphalt verdient den Vorzug vor den übrigen. Als schön gilt der purpurfarbig glänzende, durch Geruch und Schwere ausgezeichnete, der schwarze und schmutzige ist schlecht; denn verfälscht wird er durch zugemischtes Pech.³

Die Fälschung konnte nur an der Farbe erkannt werden, denn das Schmelzverhalten ändert sich durch Zumischung von Pech nicht. Der Asphalt aus dem Toten Meer war das begehrteste Produkt, weil es aus fast reinem Bitumen bestand und die Asphaltbrocken kein Wasser enthielten.

Die Analyse⁴ ergibt folgende Werte:

	Prozent
Bitumen	98
Mineralstoffe	2
Wasser	0
Schwefelgehalt im Bitumen	6,5
Schmelzpunkt	130 °C

Zum Vergleich soll die Analyse¹ eines Asphaltproduktes vom Euphratufer südlich von Is (Hit) beim heutigen Abu Gir angeführt werden. Bemerkenswert ist der hohe Anteil an Mineralien.

	Prozent
Bitumen	86,5
Mineralstoffe (Calcium-, Magnesium-, Eisenverbindungen)	10,0
Wasser	3,5
Schwefelgehalt im Bitumen	7,3
Schmelzpunkt	127 °C

Poseidonios vermerkt über die Eigenschaften des Asphalts seine Verflüssigung durch Erhitzen und sein sofortiges Erhärten in kaltem Wasser.² Auch hier galt sein Interesse dem

¹ Diosk. I. 100.

² Plin. nat. XXXV. 180.

³ Diosk. I. 99.

⁴ Forbes. S. 65, Tabelle V.

Auftreten dieses Produktes, in dem er eine Bestätigung seiner Theorie über die Entstehung des Asphaltens sah. Die sonstigen Eigenschaften waren für ihn von geringerer Bedeutung. Von besonderem Interesse waren für ihn die Asphaltgesteine, die als Weinbergerde³ im Weinbau Verwendung fanden. Dieses Produkt enthielt als Mineralanteil Kalkstein (Calciumcarbonat CaCO_3), der mit Ton vermischt war. Ton ist eine mehr oder weniger plastische, hauptsächlich aus Aluminiumoxid (Al_2O_3), Siliciumdioxid (SiO_2) und Wasser aufgebaute Masse. Enthält der Kalkstein einen sehr hohen Tonanteil, so spricht man von Mergel (40–75 % CaCO_3). Wegen ihres Kalkgehaltes war die Weinbergerde gleichzeitig ein Düngemittel. Zum Gebrauch wurde sie mit Olivenöl angeteigt. Der Bitumenanteil war manchmal nur gering, wie die Analyse⁴ eines Asphaltgesteins aus der Umgebung von Laodikeia (Lattakie) an der Mittelmeerküste zeigt:

	Prozent
Bitumen	6,2
Mineralstoffe (Mergel mit 30 % Ton)	93,8
Wasser	0,0
Schwefelgehalt im Bitumen	4,3
Schmelzpunkt	10,5 °C

Eine solche Erde wurde nicht so geschätzt, weil ihre Wirkung geringer war als die einer Erde mit einem höheren Bitumenanteil. Der Bitumengehalt war unschwer an der Farbe zu erkennen, wie Dioskurides sagt:

Von der Weinstockerde, welche einige auch Pharmakitis nennen und die bei Seleukia in Syrien entsteht, muß man die schwarze auswählen, welche großen Fichtenkohlen ähnlich, feinsplitterartig und ebenso glänzend ist, welche ferner nicht schwer zerfließt, wenn sie fein gerieben mit etwas Öl übergossen wird. Die dünne, aschfarbige und nicht zerfließende ist für schlecht zu halten.⁵

Die Weinbergerde auf Rhodos, von der Poseidonios spricht, muß außer Kalkstein auch Sandstein (SiO_2) enthalten haben. Sie wies eine größere Härte auf, denn sie benötigte mehr Öl zum Anteigen.

Die allgemeinen Kenntnisse über die Eigenschaften von Erdöl und Asphalt in der Antike waren durch den Umgang mit diesen Stoffen erworben worden und nicht durch

¹ Ebd.

² Strab. 16, 2, 42–43.

³ Strab. 7, 5, 8.

⁴ Forbes. S. 65, Tabelle V.

⁵ Diosk. V. 180.

wissenschaftliche Untersuchungen. Poseidonios war der einzige, der nach der Ursache für die Entstehung von Asphalt suchte und eine Theorie aufstellte.

6.4 Verwendung von Naphtha und Asphalt

Erdgas und weißes Naphtha konnten in der Antike nur für kultische Zwecke genutzt werden. Eine besondere Stellung nahm hierbei in der Religion des Zarathustra¹, der um 600 v. Chr. wirkte, das Feuer ein. Im Gottesdienst seiner Anhänger bildete das auf dem Altar brennende immerwährende Feuer den eigentlichen Mittelpunkt der Verehrung.² Bis zum Einfall der Araber und der damit verbundenen Ausbreitung des Islams wurde diese Religion in Persien ausgeübt. Unter den Sassaniden (224–651 n. Chr.) war sie zur alleinigen Staatsreligion erhoben worden. Die Feuer brannten in den Feuertürmen, deren Konstruktion auf den Münzen³ gut zu erkennen ist. Reste solcher Türme⁴ wurden in den Tempelanlagen vieler Städte ausgegraben, so in Pasargadai (Ruinen bei dem Dorf Mâdar-i Sulaimân in der iranischen Provinz Fars), Persepolis (Ruinen, die heute Takht-i Dschemschid heißen, 60 km nordöstlich von Schiras gelegen), Susa (Ruinen bei dem Dorf Schuch). Besonders beeindruckend waren die Feuer in den Tempeln im Kaukasusgebiet, wo sie noch bis ins Mittelalter hinein brannten und wo noch heute gut erhaltene Reste der Tempel zu besichtigen sind. Marco Polo hat sie in seinem Reisebericht beschrieben.⁵ Die Konstanz der kultischen Feuerstellen setzte den arabischen Weltreisenden Abû Dulaf in Erstaunen, wenn er in einem Reisebericht über den Persischen Raum aus der zweiten Hälfte des 10. Jahrhunderts⁶ hervorhebt, daß das Feuer in dem Feuertempel der Stadt Siz bereits „seit 700 Jahren brennt, ohne daß überhaupt Asche darin zu finden ist. Und das Brennen hat in der ganzen Zeit nicht eine Stunde ausgesetzt.“

Ausschließlich Magier waren berechtigt, als Priester die religiösen Handlungen zu vollziehen. Das Feuer wurde meistens auf einem Tragealtar aus dem Tempel herausgetragen und zur Anbetung vor das Volk gestellt.⁷ Strabon beschreibt die religiösen Gebräuche, die er nach eigenem Bekunden in den vielen Tempeln persischer Gottheiten in Kappadokien gesehen hat, folgendermaßen:

Auch gibt es dort Feuertempel, gewisse ansehnliche Gemächer, in deren Mitte ein

¹ Zarathustra = Zoroastres; Quellen bei C. Clemen. *Fontes historiae rel. Persicae*. 1920.

² Xenophon. *Kyropaideia* 8, 3.

³ H. H. von der Osten. *Die Welt der Perser*. Stuttgart 1956. Tafel 68.

⁴ Ebd., Tafel 47.

⁵ Marco Polo berichtete nach seiner Rückkehr aus China im Jahre 1295 über die Erdölquellen im Kaukasus, die er bei seiner Durchquerung Armeniens 1271–1273 n. Chr. gesehen hatte. S. *Die Reisen des Venezianers Marco Polo im 13. Jahrhundert*. Bearb. und hg. von Hans Lemke. Hamburg 1908. S. 70.

⁶ *Die zweite Risâla des Abû Dulaf*. Hg. und übersetzt von Winfried Petri. Diss. Berlin 1943. S. 51.

⁷ Xenophon. *Kyr.* 8, 3.

Altar steht, auf welchem die Magier viel glühende Asche und ein unauslöschliches Feuer unterhalten. Täglich gehen sie hinein und singen etwa eine Stunde lang vor dem Feuer, das Rutenbündel haltend und mit Filzturbanen bedeckt, deren Backenstücke auf beiden Seiten so weit hinabreichen, daß sie die Lippen verhüllen.¹

Von Poseidonios ist in keinem Fragment eine Stellungnahme zu dieser Religionsausübung überliefert, obgleich er sicherlich darüber informiert war.

Die Verwendung von schwarzem Naphtha als Lampenöl wird von Poseidonios, Plinius und Dioskurides erwähnt. Lampen² gab es schon in den verschiedensten Formen und Ausführungen, aus Ton oder Bronze, mit einem oder mehreren Dochten. Sogar Hängelampen waren schon im Gebrauch. Die antike Lampe gab bei verhältnismäßig großem Ölverbrauch nur ein schwaches, in seiner Farbtönung allerdings warmes Licht. Infolge ungenügender Luftzufuhr zu dem recht schwer brennbaren Öl rauchten und qualmten die Lampen sehr stark. Die Dochte wurden aus Papyrus, Binsenmark, Flachs, Hanf, aus Blättern des Wollkrauts und aus Teilen der Rizinuspflanze hergestellt Infolge der mangelnden Luftzufuhr setzte sich Ölruß an den Schnuppen ab, so daß diese durch Schneuzen mit einer kleinen Zange entfernt werden mußten. Als Brennmaterial wurden Oliven-, Rizinus-, Rüb- oder Leinöle verwendet, von denen das Rizinusöl nur eine schwache Flamme gab. Das schwarze Naphtha muß stark gequalmt haben, denn trotz des hohen Anteils an Petroleum bewirkten die Beimengungen von schwerem Heizöl und Bitumen eine starke Rußbildung. Petroleum verbrennt ziemlich rußfrei nur im Destillationsbereich von 175 bis 280 °C und bereits geringe Anteile höher siedender Fraktionen verursachen ein Blaken der Flamme und eine Rußbildung. Außerdem enthielt dieses Rohpetroleum Schwefelverbindungen, die zu dem giftigen Schwefeldioxid verbrannten und in geschlossenen Räumen die Atmung sehr erschwerten. Deshalb ist es nur schwer vorstellbar, daß solche Petroleumlampen im Bergbau Verwendung fanden. Es gibt darüber auch keine Hinweise in der antiken Literatur.

Als Brennstoff wurde außerdem Talg benutzt, der flüssig in den Lampenbehälter hineingegossen wurde und darin erstarrte. Um der Gefahr des Entflammens vorzubeugen, wurde dem Brennmaterial oft Salz³ zugesetzt. Das Salz sollte einer Überhitzung entgegenwirken. Im frühen Mittelalter wurde dem Talg zum gleichen Zweck Sand beigemischt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dies auch schon in der Antike vorgenommen wurde.

Da man die Lampen aus Aberglauben nicht auslöschte, sondern ausbrennen ließ, wurde der Ölvorrat der Brennzeit entsprechend abgemessen und diente gleichzeitig als Zeitmaß.

¹ Strab. 15, 15.

² Albert Neuburger. Die Technik des Altertums. Leipzig 1919. Kapitel: Lampen und Kerzen. S. 238–247.

³ Hdt. II. 62.

Versuche mit antiken Lampen, die in Bergwerken gefunden wurden, haben eine Brenndauer von zehn Stunden ergeben; so lange dauerte für die Bergleute die Schicht unter Tage.

Im Umkreis des Zweistromlandes zwischen Euphrat und Tigris läßt sich die praktische Verwendung von bituminösen Stoffen beim Hausbau bis 4000 v. Chr. zurückverfolgen.¹ Die Wände der Hütten aus Flechtwerk und Rohrmatten wurden mit Asphalt bestrichen. Um 3000 v. Chr. errichteten die Sumerer in Nippur, Eridu und Ur Ziegelbauten, die mit Asphaltmischungen vermörtelt waren. Der Asphalt mit einem hohen Anteil an Bitumen stammte aus Isamchana am Euphrat. Der Mörtel bestand aus rund 40 % Bitumen, dem beim Erhitzen in einem Ofen Sand, Lehm oder Kies beigemischt wurde. Die gebrannten Ziegel wurden mit Bitumenmörtel verstrichen, wobei das Bitumen in die Ziegeloberfläche hineindiffundierte und diese dadurch konservierte. Die Zikkurats in Ur und Uruk zeugen noch heute von der Baukunst der Sumerer, die von den Akkadern, Assyrern und Babyloniern fortgeführt wurde. Besonders eindrucksvoll war die Zikkurat in Babylon, von der schon in der Bibel im Zusammenhang mit dem Turmbau zu Babel berichtet wird: „Wohlan, laßt uns Ziegel streichen und hart brennen! Und es diene ihnen der Ziegel als Stein, und der Asphalt diene ihnen als Mörtel.“² Diese Zikkurat wurde wahrscheinlich unter Nebukadnezar I. im zwölften Jahrhundert v. Chr. begonnen und unter Nebukadnezar II. im 6. Jahrhundert v. Chr. vollendet. Zu Poseidonios' Zeiten war sie weitgehend zerstört.³ Unter der Herrschaft Nebukadnezar II. hatte das neubabylonische Reich mit der Errichtung gewaltiger Prunkbauten einen Höhepunkt erreicht. Hierzu zählen der Bau der Prozessionsstraße mit dem eindrucksvollen Ishtar-Tor, der Umbau der Burg und die Schaffung der hängenden Gärten. Mit dem Untergang des Reiches brach die lange Tradition der mesopotamischen Bitumenindustrie als wichtiger Baustofflieferant allmählich ab. Die neuen Herrscher, die Perser und Seleukiden, bevorzugten bei ihren Bauten den anspruchsloseren Lehmörtel und wiesen der Asphaltgewinnung und -nutzung nur noch einen minderen lokalen Rang zu.

Asphalt wurde außerdem für den Bau von Fußböden und zum Abdichten von Wasser- und Badebecken, für die Kanalisation und im Schiffsbau verwendet. Das Kalfatern der Schiffe läßt sich ebenfalls bis 4000 v. Chr. zurückverfolgen. Im Gilgamesch-Epos⁴ wie in der Bibel⁵ wird im Zusammenhang mit der großen Flut geschildert, wie das Schiff, das Tiere und

¹ Übersicht bei: Lothar Suhling. Erdöl und Erdölprodukte in der Geschichte. München 1975. S. 9–14. S. a. Forbes, S. 67–83.

² 1. Mose 11, 3.

³ Sollte Poseidonios als junger Mann Babylon besucht haben, konnte er von den gewaltigen Prunkbauten nur noch wenig sehen.

⁴ Gilgamesch-Epos Tafel XI. Vgl. W. v. Soden. Das Gilgamesch-Epos neu übersetzt und mit Anmerkungen versehen. 1959.

⁵ 1. Mose 6–8.

Menschen aufnehmen soll, mit einer Asphaltmasse bestrichen wird, um es wasserfest zu machen.

Griechen und Römer verwendeten keine Asphaltprodukte im Bauwesen und für technische Zwecke. Ein Grund mag die politische Situation gewesen sein, die den freien Zugang zu den ergiebigen Fundstätten im Nahen Osten verwehrte. Zum anderen standen mit Teer und Pech,¹ die als billige Nebenprodukte bei der Holzverschmelzung in reichem Maße anfielen oder in waldreichen Gegenden in Teeröfen gewonnen wurden, Stoffe zur Verfügung, die genauso gut zum Imprägnieren und Abdichten dienen konnten. Im Bauwesen wurden Kalkmörtel und Zement eingesetzt, während die Ägypter im allgemeinen Gips verwendeten.²

Zur Herstellung von Kalkmörtel wird noch heute der gebrannte Kalk (Calciumoxid CaO) durch Erhitzen von Kalkstein (CaCO_3) in Brennöfen bei einer Temperatur von rund $900\text{ }^\circ\text{C}$ gewonnen, ein Verfahren, das schon Griechen und Römer³ perfekt beherrschten. Mit Wasser vereinigt sich der gebrannte Kalk unter starker Erwärmung zum gelöschten Kalk (Calciumhydroxid Ca(OH)_2). Dieser Kalkbrei wird mit Sand vermischt und ist ein geeignetes Bindemittel zum Verkitten von Steinen und Ziegeln. Das Erhärten, auch „Abbinden“ genannt, beruht auf dem Übergang in Calciumcarbonat (CaCO_3) durch Aufnahme von Kohlendioxid aus der Luft und Abgabe von Wasser. Das Abbinden schreitet im Mauerwerk nur sehr langsam von außen nach innen weiter, und noch an hundertjährigen Bauwerken kann man feststellen, daß der Kalk im Innern der Wände nicht vollständig in Carbonat übergegangen ist.

Kalkmörtel ist im Gegensatz zum hydraulischen Mörtel unter Wasser nicht beständig. Ein solcher Mörtel ist der Zement⁴, eine Mischung aus Kalk und Aluminiumsilikaten. Zur Herstellung des Portlandzementes werden Kalkstein und Ton oder Kalkmergel und Tonmergel miteinander vermischt und gebrannt. Zum Bereiten des Zementmörtels wird das Material für Wasserbauten mit ein bis zwei, für Hochbauten mit drei Teilen Sand und mit Wasser angemischt. Das Abbinden beruht im wesentlichen darauf, daß sich Calciumsilikat bildet, das noch durch Aluminate und Ferrite verfilzt und verfestigt wird. Beim Kalkmörtel ist die Calciumcarbonatbildung maßgebend, während beim Zement die Calciumsilikatbildung für die Verfestigung verantwortlich ist.

Griechen und Römer stellten Zement durch Vermischen von gebranntem Kalk mit vulkanischen Aschen her, die von Natur aus hydraulische Eigenschaften aufwiesen.⁵ Auf der Insel Thera (Santorin) wurde Lavagestein gewonnen, das die Griechen unter anderem für ihre

¹ Die Produktion von Teer aus Holz wurde schon von Theophrast, *historia planetarum* IX. 3, 1 beschrieben; vgl. auch Plin. nat. XIV. 122, 127; XVI. 38–52.

² Allgemeine Übersicht: H. Remy. *Lehrbuch der Anorganischen Chemie*. Bd. 1, S. 311.

³ H. Blümner. Bd. III. S. 105–106.

⁴ Übersicht: Remy, S. 628–630.

⁵ H. Blümner. Bd. III. S. 107.

Hafenanlagen im Piräus verwendeten. Die Römer stellten Zement aus vermahlenem Lavagestein her, das den Namen „puteolanus pulvis“¹ (Puzzolanerde) nach der großartigen Hafenanlage in Puteoli führte, wo dieser Mörtel in ausgedehnter Weise zur Anwendung gelangt war. Die Puzzolanerde wurde nicht nur in dieser Gegend gewonnen. So war auch der durch Vermahlen von Tuffsteinen aus der Eifel gewonnene Traß ein natürlicher Zementanteil.

Natürlich war den Griechen und Römern der Gebrauch von Bitumenmörtel im Zweistromland bekannt. Schon Herodot hatte darüber berichtet: „Von dort [Is] holte man das Erdharz für den Mauerbau von Babylon.“² Ebenso äußern sich Vitruv³ und Plinius⁴, und Poseidonios vermerkt: „Vom trockenen [Erdpech] ist bereits angeführt, wie nützlich es namentlich beim Häuserbau ist.“⁵

An anderer Stelle ist bei Strabon⁶ eine ausführliche Beschreibung von Babylon und den hängenden Gärten, die der Sage nach für die Königin Semiramis geschaffen wurden, überliefert. Mauern, Pfeiler und Gewölbe waren aus gebrannten Ziegeln und Erdpech aufgeführt. Ausführungen über griechische und römische Bauten im allgemeinen sind von Poseidonios nicht überliefert. Obgleich er die Hafenanlagen in Puteoli kannte, sind von ihm in den Fragmenten nur Bemerkungen über die Fruchtbarkeit der Lava und nichts über ihre technische Verwendung zu finden.

Über den Gebrauch von Asphalt im Schiffbau sagt Poseidonios nur: „Man sagt aber auch, daß Fahrzeuge geflochten und durch einen Überzug von Erdpech wasserdicht gemacht werden.“⁷ Mit dieser Bemerkung wird Poseidonios die leichten Kähne, mit denen die Arbeiter die Asphaltbrocken auf dem Toten Meer einsammelten, gemeint haben. Über die gebräuchlichen Methoden des Kalfaterns von Seeschiffen mit Asphalt oder Teer äußert sich Poseidonios nicht.

Auch der Gebrauch von Asphalt beziehungsweise Bitumen in der Heilkunst wird in keinem Poseidonios-Fragment erwähnt. Stellvertretend für die Fülle der Belege soll an dieser Stelle Plinius zitiert werden:

[Bitumen] hat die gleiche Wirkung wie der Schwefel: es stillt, verteilt, zieht und klebt zusammen. Angezündet vertreibt es durch seinen Qualm die Schlangen. Gegen blutunterlaufene Augen und weiße Flecken soll das babylonische Erdpech wirksam sein, ebenso gegen Aussatz, Flechten und Jucken am Körper. Man bestreicht damit auch bei der Gicht. Alle Arten aber biegen lästige Haare an den Augen zurück und heilen, zusammen mit Natron eingerieben, Zahnschmerzen. Das Erdpech lindert alten Husten und, mit Wein getrunken, Kurzatmigkeit; auf die gleiche Weise gibt

¹ Sen. nat. III. 20, 3.

² Hdt. II. 179.

³ Vitr. I. 5, 8.

⁴ Plin. n. l. XXXV. 182.

⁵ Strab. 16, 1, 15.

⁶ Strab. 16, 1, 5.

⁷ Strab. 16, 1, 15.

man es auch den Ruhrkranken, und es stillt den Durchfall. Mit Essig aber getrunken zerteilt und entfernt es geronnenes Blut. Es lindert Schmerzen an den Lenden, ebenso an den Gelenken, mit Gerstenmehl aufgelegt, stellt es ein besonderes Pflaster unter einem eigenen Namen dar. Es stillt das Blut, schließt die Wunden und läßt Sehnen wieder zusammenwachsen. Man verwendet auch gegen Viertagefieber eine Drachme Erdpech und ebensoviel mit einem Obolos Myrrhe vermengte Krauseminze. Beim Verbrennen erkennt man die Epilepsie. Die Krämpfe der Gebärmutter löst es als Riechmittel zusammen mit Wein und Bibergeil, als Räuchermittel hält es den Vorfall zurück und wirkt, in Wein getrunken, menstruationsfördernd.¹

Asphalt beziehungsweise Bitumen wurde eine Heilwirkung bei den verschiedensten Erkrankungen zugeschrieben. Neben dem babylonischen Asphalt aus Is war der Asphalt vom Toten Meer, das bitumen Judaicum, besonders begehrt. Dieses Bitumen war auch das bevorzugte Produkt für die Mumifizierung der Toten im alten Ägypten.

Seit dem Ende der dritten Dynastie um 2600 v. Chr. war es in Ägypten üblich, die Körper der Verstorbenen zu konservieren. In der religiösen Vorstellung der Ägypter brauchte die Seele des Menschen seinen Körper, um sich darauf niederzulassen. Zum Weiterleben im Jenseits war deshalb die Erhaltung des irdischen Körpers notwendig. Nach der bisherigen Fundlage zu urteilen, schrieben die Ägypter kein „Handbuch der Balsamierungstechnik“. Die Mumifizierung war ein Handwerk, dessen Ausübung durch die Praxis gelernt und weitergegeben wurde. Der einzige schriftliche Beleg aus vorrömischer Zeit über den Ablauf der Mumifizierung stammt von Herodot:

Dann bringt man die Leiche zur Einbalsamierung. Es gibt Leute, die sich zu diesem Gewerbe niedergelassen haben und die Kunst berufsmäßig ausüben. Sie zeigen denen, die den Toten bringen, hölzerne Musterstücke von Leichen in Malerei zur Auswahl vor. Ich halte es aus religiösen Gründen nicht für statthaft, bei der teuersten Malerei den Namen des dabei Dargestellten zu nennen. Sie zeigen dann auch noch eine zweite, die geringer ist und billiger als die erste. Die dritte Methode ist die billigste. Dann fragen sie, nach welcher Art man den Leichnam behandelt sehen möchte. Hat man den Preis vereinbart, gehen die Angehörigen heim, und jene bleiben im Geschäft und machen sich sorgfältig an die Einbalsamierung. Zuerst ziehen sie mit einem gekrümmten Eisendraht das Gehirn durch die Nasenlöcher heraus, genauer gesagt, nur einen Teil davon; den Rest beseitigen sie, indem sie auflösende Flüssigkeiten eingießen. Danach schneiden sie mit einem scharfen aithiopischen Stein den Leib in den Weichen auf und nehmen das ganze Innere heraus. Es wird mit Palmwein gereinigt und mit zerriebenen Spezereien durchspült. Darauf füllen sie die Bauchhöhle mit reiner zerriebener Myrrhe, mit Kasia² und den übrigen Spezereien, aber nicht mit Weihrauch. Nun nähen sie alles wieder zu und legen die Leiche 70 Tage ganz in Natron. Länger darf die Beizung nicht dauern. Nach 70 Tagen wird der Körper gewaschen, mit Streifen von Leinwand aus Byssos rings umwickelt und mit Gummi bestrichen, den die Ägypter an Stelle von Leim verwenden. Nun holen die Angehörigen die Leiche ab, zimmern einen hölzernen Sarg in Menschengestalt und schließen den Körper ein. Die so eingesargte Leiche bergen sie in der Familienkammer, aufrecht an die Wand gelehnt.

¹ Plin. nat. XXXV. 180–182.

² Kasia = Zimt, Rinde des Cinnamomum-Strauches (Cinnamomum cassia).

Das ist die Art, die Leichen auf die teuerste Weise zu behandeln. Wer die zu hohen Kosten scheut und die mittlere Einbalsamierung vorzieht, den bedient man folgendermaßen: Man füllt die Klysterspritze mit Zedernöl und führt das Öl in den Leib der Leiche ein, ohne ihn aufzuschneiden und die Eingeweide herauszunehmen. Man spritzt es durch den After hinein und verhindert den Ausfluß. Dann wird die Leiche die vorgeschriebenen Tage in Natron gelegt. Am letzten Tag läßt man das vorher eingeführte Zedernöl wieder heraus; es hat eine so große Kraft, daß Magen und Eingeweide aufgelöst und mit herausgespült werden. Das Fleisch wird durch das Natron zersetzt, so daß an der Leiche nur Haut und Knochen übrigbleiben. Nach dieser Behandlung gibt man den toten Körper zurück, ohne noch etwas daran zu tun. Die dritte Einbalsamierungsart, die nur die Armen interessiert, ist folgende: Der Leib wird mit Rettichöl ausgespült und die Leiche dann 70 Tage eingelegt. So wird sie zum Abholen zurückgegeben.¹

Aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. sind zwei Papyri mit dem sogenannten Balsamierungsritual erhalten,² das jedoch nur das rituelle Salben und das Umwickeln des Leichnams mit Leinentüchern beschreibt. Grabmalereien, die den genauen Ablauf der Mumifizierung zeigen, gibt es nicht.

Nach der Beschreibung Herodots wurde der Leib des Toten geöffnet und die inneren Organe entfernt. Ebenso wurde das Gehirn aus dem Schädel herausgezogen. Das Herz als Sitz der Seele wurde dagegen im Körper gelassen. Die entleerte und ausgewaschene Leibeshöhle wurde mit Leinenstreifen, Nilschlamm oder Sägespänen von Koniferenholz gefüllt. Den Füllstoffen wurden vielfach duftende Spezereien wie Myrrhe und Kasia zugesetzt. Nach dem Zunähen der Leiche wurde diese 70 Tage lang in festes Natron³, ein Gemisch aus Natriumcarbonat (Na_2CO_3) und Natriumhydrocarbonat (NaHCO_3), gebettet. Das Salz bewirkte eine Dehydrierung und damit Konservierung des Körpergewebes. Anschließend wurde der Leichnam gesalbt und mit Leinenstreifen umwickelt, die mit Gummi arabicum verklebt wurden. Danach konnte der so konservierte Leichnam in einem Holzsarg in der Grabkammer aufbewahrt werden. Die inneren Organe Magen, Leber, Lunge und Eingeweide wurden einzeln einbalsamiert und in eigens für sie hergestellten Gefäßen, den Kanopenkrügen, aufbewahrt.

Die Salböle sind heute zu einer schwarzen Masse erstarrt. Lange Zeit wurde sehr kontrovers über die Zusammensetzung der Öle diskutiert⁴. Wurde den Salbölen Bitumen

¹ Hdt. II. 86.

² Serge Sauneron. *Ritual de l'embaumement*. Kairo 1952. S. 34–36.

³ Nach Plinius (XXXI 106) wurde Nitron = Natron in Ägypten künstlich gewonnen, indem man das Wasser der Natronseen, deren zwei nach Strabon (17, 1, 23) oberhalb von Memphis lagen, in Gruben leitete und eintrocknen ließ. Das in großen Mengen anfallende braungefärbte Salz war sehr unrein und bestand größtenteils aus einem Gemisch von Soda (Natriumcarbonat) und Natron (Natriumhydrogencarbonat).

⁴ A. Lucas. *Ancient Egyptian Materials and Industries*. London 1962. Lucas vertritt die Auffassung, daß Harze und Gummisorten zur Einbalsamierung verwendet wurden, die nachgedunkelt sind. *The question of the use of bitumen or pitch by the ancient Egyptians in mummification*. *Journ. Egypt. Archaeol.* 1 (1914) 241–245. Seine Analysemethoden beruhen auf Unterschieden in der Löslichkeit der Salbölproben in Ether, Alkohol und heißem Wasser. Widersprochen wurde ihm von Spielmann, der neben dem Fluoreszenz-

zugesetzt oder bestanden sie nur aus Mischungen von Pflanzenharzen und Bienenwachs? In der antiken Literatur sind nur eine Anmerkung von Diodoros, die auf Hieronymos von Kardia zurückgeht, und die Aussage von Poseidonios bei Strabon zu finden, die eindeutig die Verwendung von Bitumen zur Mumifizierung bezeugen. Bei Diodoros steht:

Die Barbaren, die diese Einnahmequelle innehaben, bringen den Asphalt nach Ägypten und verkaufen ihn dort an Werkstätten zum Einbalsamieren der Leichen. Denn wenn dieser nicht den übrigen Aromastoffen beigemischt wird, ist die Konservierung der Körper auf Dauer nicht gewährleistet.¹

Poseidonios' Anmerkung bei Strabon lautet: „Die Ägypter brauchen den Asphalt für die Einbalsamierung ihrer Toten.“²

Mit den modernen Analysemethoden, die zerstörungsfreie Untersuchungen der Mumien ermöglichen, konnte die Zusammensetzung der Salböle eindeutig geklärt werden. Proben von Salbölen wurden durch Flüssigkeitschromatographie in Fraktionen getrennt und gaschromatographisch in diesen Fraktionen Koniferenharze, Bienenwachs und Bitumen als Hauptbestandteile nachgewiesen.³ Koniferenharze enthalten hauptsächlich Terpene, polyzyclische Kohlenwasserstoffe mit einem Gerüst aus zwei bis acht Isopreneinheiten ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$).⁴ Bienenwachs ist eine Estermischung⁵ aus Palmitinsäure ($\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$) und den Alkoholen $\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$ und $\text{C}_{32}\text{H}_{65}\text{OH}$. Als dritter Hauptbestandteil der Salböle konnte in der Tat Bitumen identifiziert werden. Man fand einen großen Anteil an gesättigten Kohlenwasserstoffen mit langen Kohlenwasserstoffketten ($\text{C}_{23}-\text{C}_{33}$), wie sie in Erdölprodukten vorliegen. Es ließen sich aber noch andere charakteristische Substanzen nachweisen, und zwar die Verbindungen Pristan ($\text{C}_{19}\text{H}_{40}$) und Phytan ($\text{C}_{20}\text{H}_{42}$).⁶ Diese langkettigen, sehr stark verzweigten Kohlenwasserstoffe fehlen in rezent lebenden

Verhalten auch den Aschengehalt und mit Hilfe der Spektralanalyse einige Spurenelemente wie Vanadium, Nickel und Molybdän bestimmte und zu dem Schluß kam, daß Gemische von Bitumen und Harzen verwandt wurden. P. E. Spielmann: To what an extent did the ancient egyptians employ bitumen for embalming. Journ. Egypt. Archaeol. 12 (1932): 177–180.

¹ Diod. 19, 99.

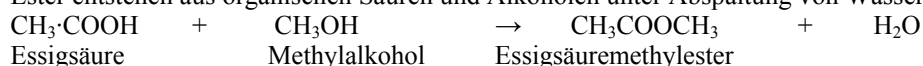
² Strab. 16, 2.

³ J. Rullkötter, A. Nissenbaum. Dead Sea Asphalt in Egyptian Mummies: Molecular Evidence. In: Naturwissenschaften 25 (1988) 618–621. Nachweis von Bitumen in Salbölen bei Mumien aus der ptolemäischen Zeit.

J. Cunac, D. Dessort. Du bitume de la Mer Morte dans les baumes d'une momie égyptienne. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences 309, Série II (1989) 1665–1672. Du bitumen dans les baumes de momies égyptienne (1295 v. Chr. bis 300 n. Chr.): détermination de sa origine et évaluation de sa quantité. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences 312, Série II (1991) 1445–1452.

⁴ In vielen Mumiensalbölen wurde ein Pinienharz nachgewiesen, das als Hauptbestandteil Longifolen enthielt, ein Sesquiterpen mit 15 CH_2 -Atomen. Dieses Produkt ist ein charakteristischer Bestandteil des Harzes der Aleppo-Kiefer.

⁵ Ester entstehen aus organischen Säuren und Alkoholen unter Abspaltung von Wasser, z. B.



Essigsäure Methylalkohol Essigsäuremethylester

⁶ Pristan = Norphytan $\text{C}_{19}\text{H}_{40}$ 2,6,10,14-Tetramethylpentadecan. MG 268; D 0,78. Farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit, leicht brennbar, Sdpkt. 158 °C (13,33 hPa).

Organismen, also in Koniferenhölzern, kommen aber in fossilen Substanzen wie Erdöl und Asphalt vor. Die quantitative Bestimmung mittels Massenspektrometrie ergab einen Bitumengehalt von 10 bis 30 %. Diese Werte zeigen, daß Bitumen ein wesentlicher Bestandteil der Salböle war.

Der Nachweis von Pristan und Phytan in den Salbölen ist der endgültige Beweis, daß die Ägypter für die Einbalsamierung der Toten neben Koniferenharzen und Bienenwachs auch Bitumen verwendeten. Massenspektrometrisch konnte auch die Herkunft des benutzten Bitumens aufgeklärt werden. Dabei wurde festgestellt, daß die meisten untersuchten Salbölproben Asphalt aus dem Toten Meer, einige jedoch Asphalt aus Is (Hit) am Euphrat enthielten. Während man bisher meinte, die Verwendung von Bitumen sei – wenn überhaupt – erst in der ptolemäischen Zeit erfolgt, haben neuere Untersuchungen ergeben, daß Bitumen bereits im Neuen Reich in der 19. Dynastie (1295–1188 v. Chr.) verwendet wurde.

Es stellt sich noch die Frage, warum die Ägypter überhaupt Bitumen zur Konservierung ihrer Toten benutzten. Zum einen war wohl hierfür ausschlaggebend, daß Bitumen als Heilmittel, dem man antiseptische Eigenschaften zuschrieb, in der Medizin gebraucht wurde.¹ Auch die Beobachtung, daß Holzobjekte durch einen Bitumenüberzug vor Zerstörung durch Pilze und Insekten geschützt werden konnten,² war ein Grund, diese Substanz bei der Mumifizierung anzuwenden. Zum anderen war es die schwarze Farbe des Bitumens, die eine wichtige Rolle spielte. Schwarz war im alten Ägypten nicht die Farbe der Trauer, sondern ein Symbol der Wiedergeburt. Mit dem Einreiben der Mumie mit einem schwarz gefärbten Salböl sollte eine magische Wiedergeburt des Toten erreicht werden.³

Aus Poseidonios' kurzer Bemerkung über den Verwendungszweck des nach Ägypten verkauften Asphalts läßt sich nicht herauslesen, ob er mit der Technik der Einbalsamierung vertraut war. Ebenso sind in den Fragmenten keine Ausführungen über seine Einstellung zu den Jenseitsvorstellungen der Ägypter zu finden.

Aktuell wirkt noch heute die Verwertung von Erdölprodukten in der Landwirtschaft. Die unter dem Namen „Ampelitis“⁴ allgemein bekannte asphalthaltige Erde, die in großen Mengen bei Seleukeia Pieria gewonnen wurde, war wegen ihres hohen Mergelanteils gleichzeitig ein Düngemittel. Die Erde wurde mit Pflanzenöl angerührt und auf die Rebstämme gestrichen, um die Schädlinge abzuhalten und durch Werkzeuge verursachte

Phytan $C_{40}H_{82}$ 2,6,10,14-Tetramethylhexadecan. MG 282; D 0,80. Wie Pristan eine farblose, leichtbewegliche Flüssigkeit, leicht brennbar, Sdpkt. 169,5 °C (13,33 hPa).

¹ Plin. nat. XXXV. 180–182.

² Plin. nat. XXXIV. 15.

³ Auf dem Sarg des Djed-Bastet-inef-anch aus der Zeit um 600 v. Chr. ist eine Mumie als schwarzer Körper abgebildet. Pelizaeus-Museum Hildesheim, Inventar-Nr. 1954.

⁴ Ampelitis wird von vielen antiken Autoren genannt: Diosk. (V. 181), Plin. (nat. 35, 194), Oribasius (Bk 13), Aitios (II. 9) und Galenos (De simpl med fac. Opera Omnia. Vol. XII. 186 (Kühn)

Wunden sachgemäß zu verschließen. Besonders gefürchtet war der Traubenwickler (*Tortricida uvana* s. *ambiguella*).¹ Die Raupen der ersten Generation fressen zur Zeit der Heuernte die Blüten und Knospen der Reben aus, und die Raupen der zweiten Generation fressen die Beeren an, die anfällig für Pilz- und Bakterienbefall werden und sauer reifen.

Die auf Rhodos gewonnene Ampelitis benötigte mehr Olivenöl zum Anteigen, wie Poseidonios vermerkt. Der rhodische Wein gehörte zu den weniger geschätzten Sorten. Poseidonios' Bemerkung ist ein Hinweis, daß er mit dem Weinbau vertraut war, wahrscheinlich selbst Weinbergbesitzer war und vielleicht erst die Schädlingsbekämpfung mit Asphalterde in Gang gebracht hatte.

Die kriegstechnische Verwendung von Erdölprodukten wie das Werfen von Bitumenfackeln, Schleudern von Brandsätzen, Verschießen von Brandpfeilen bis hin zum gelegentlichen Einsatz von Flammenwerfern auf Mineralölbasis wird von vielen antiken Autoren bezeugt.² So beschreibt Plinius, wie die Verteidiger von Samosata (Samsat) in der Kommagene Lucullus besiegten, indem sie das dort vorkommende, „Maltha“ genannte, schwere Öl brennend auf die Angreifer schleuderten.³

Große Bedeutung erlangte diese Waffe aber erst mit der Entwicklung der Destillationstechnik in der Spätantike und dem frühen Mittelalter, weil durch die neue Technik der Anteil an leichter entzündlichem Erdöl erhöht werden konnte. Das „flüssige Feuer“ mit seiner besonders wirkungsvollen, furchterregenden Wirkung wurde zur erfolgreichen Waffe des byzantinischen Staates im Kampf gegen die nach Nordosten strebenden Araber.⁴

Poseidonios hatte ein Buch über „Taktik“ verfaßt, das von seinem Schüler Asklepiodotos⁵ für eine Schrift über Taktik, Ἀσκληπιოდότου φιλοσόφου τακτικὰ κεφάλαια (Hauptsache der Taktik des Philosophen Asklepiodotos) benutzt wurde, die überliefert ist. Vielleicht war er sogar nur der Herausgeber der poseidonischen Schrift. Beschrieben wird die Elementartaktik der Hoplitenphalanx der hellenistischen Zeit, aber Hinweise auf eine kriegstechnische Verwendung von Bitumen fehlen. Somit muß offenbleiben, ob Poseidonios der Einsatz von Erdölprodukten in der Kriegsführung bekannt war und ob er sie beschrieben hat.

¹ Die Reblaus (*Phylloxera vastatrix*) wurde erst im 19. Jahrhundert von Nordamerika nach Europa eingeschleppt.

² R. J. Forbes. *More Studies in Early Petroleum History 1869-80*. Leiden 1959. S. 70–78. Forbes zitiert aus den Schriften von namhaften antiken Autoren, angefangen bei Homer und Thukydides bis zu den spätrömischen Autoren Aeneas, Tacitus und Vegetius.

³ Plin. nat. II. 235.

⁴ Vgl. H. Hecht. *Das Erdöl als Kriegsmittel bis zur Erfindung des Schießpulvers*. Öl und Kohle. Jg. 39 (1943) 117–128; A. R. Hall. *A Note on Military Pyrotechnics*. In: Charles Singer et al. *A History of Technology*. Vol. II. Oxford 1956. S. 374–382.

⁵ Asklep. *Tactica*. Die Schrift wurde von Arrianus und Ailianos für eigene Abfassungen von Schriften über Taktik benutzt.

7 Metalle und Bergwerkswesen

7.1 Vorbemerkung

Poseidonios' Interesse für Metalle, vorwiegend für Edelmetalle, Kupfer und Zinn, galt insbesondere ihrem Vorkommen und ihrer Gewinnung in den „neuen Ländern“ Spanien und Südgalien, die von den Römern erobert worden waren und ihnen einen ungeheuren Reichtum an Gold und Silber bescherten. Auf seiner langen Reise in den Westen konnte Poseidonios sich persönlich über die Metallvorkommen und auch über das Bergwerkswesen unterrichten und hierbei auch auf Berichte von seinen Vorgängern, zum Beispiel Polybios, zurückgreifen. Für die Römer waren Poseidonios' Schilderungen von größtem Interesse, zumal sie auf seinen persönlichen Beobachtungen beruhten. Aber nicht nur der Wissenschaftler, sondern auch der Philosoph kam zu Wort. Für Poseidonios waren auch die Lebens- und Arbeitsbedingungen der Bergleute wichtig, die als Sklaven schuften mußten und deren Schicksal ihn heftig bewegte. Ebenso wichtig waren für ihn die ethischen Überlegungen über die Berechtigung und Notwendigkeit, Gold und Silber zu gebrauchen, als Zahlungsmittel, als Opfergaben, als Schmuck oder als Luxusgeschirr.

Selbstverständlich war Poseidonios über Gold- und Silbervorkommen im östlichen Mittelmeerraum und, wie sein Bericht über einen Aufstand der Bergwerkssklaven in Laureion beweist, über die attischen Silberbergwerke unterrichtet. Jedoch fehlen in den Fragmenten Berichte über Grubenanlagen und Gewinnung der Metalle, die eventuell in den Originalschriften vorhanden waren.

Die Auswertung der überlieferten Abhandlungen über Metalle und Bergbau soll sich geographisch auf den Mittelmeerraum unter Einbeziehung Ägyptens beschränken. Die Gebiete im übrigen Afrika und in Asien sollen ausgespart bleiben.

7.2 Gold, χρυσός, aurum

7.2.1 Eigenschaften

Reines Gold ist ein gelbrotes weiches Metall, Dichte 19,3, welches bei 1063 °C zu einer grün leuchtenden Flüssigkeit schmilzt und bei 2.700 °C siedet. Gold ist sehr dehnbar und kann zu blaugrünen durchscheinenden Blättchen von nur 0,0001 mm Dicke ausgeschlagen werden. Es wird von Luft und Säuren nicht angegriffen. Lösungsmittel für Gold sind nur starke Oxidationsmittel wie Chlorwasser, Königswasser – eine Mischung von konzentrierter

Salzsäure und konzentrierter Salpetersäure (3:1 Raumteile) – und wäßrige Kaliumcyanidlösung. Diese Lösungsmittel waren in der Antike unbekannt. Gold galt als nicht angreifbar und war deshalb so begehrt.

7.2.2 Berggold und Seifengold

Gediegenes Gold kommt in der Natur entweder eingewachsen im Gestein als Berggold oder aus dem Gestein herausgelöst als Seifengold vor. Berggold ist besonders in thermal entstandenen Quarz- und Erzgängen angereichert. Da die Gänge festes Gestein durchziehen, ist zur Ausbeutung des Goldes ein regelrechter Bergbau von Stollen und Schächten aus mit entsprechendem Aufwand an Betriebsmitteln nötig. Das geförderte Erz muß auf Gold aufgearbeitet werden. Ist das Berggold Tellurgold oder mit Sulfiden oder Arseniden verwachsen – man nennt dieses Golderz „Schlichgold“ –, dann genügt die mechanische Aufbereitung vielfach nicht. Es bleibt dann zur Steigerung des Ausbringens nur die Verhüttung.

Das Seifengold ist gegenüber dem primären Berggold von sekundärer Entstehung. Dieses Gold ist das Verwitterungs- oder Abtragungsprodukt der Berggoldlagerstätten, den sogenannten Rhizoden. Teils liegt das Seifengold als Eluvialgold durch Verwitterung herausgelöst und angereichert als „Hutschutt“ oder „Hangschutt“ auf und neben der primären Berggoldlagerstätte, teils ist es als Alluvialgold, als Flußgold, von Bächen und Flüssen mit Sand und Kies abgelagert worden. Alluvial- oder Flußgold ist meist in Lockerschichten eingebettet. Diese goldführenden Lockerschichten sind leichter und mit einfacheren Mitteln, zum Beispiel durch Abschaufeln, Abspritzen und Abbaggern, gewinnbar als das Roherz der Berggoldlagerstätten. Nur dort, wo Seifengold von mächtigeren tauben Deckschichten überlagert ist, müssen Schächte und Stollen, wohl auch tiefere Tagebaue angelegt werden. Aus dem geförderten Goldsand und Goldkies wird das spezifisch schwerere Gold durch Auswaschen gewonnen. Abarten von Seifengold sind Strandseifen, Windseifen und Eisschuttseifen, die allerdings stets von geringer Bedeutung gewesen sind.

Das Rohgold ist fast immer silberhaltig. Meist ist das Seifengold weniger silberhaltig als das Berggold, denn durch Verwitterung und Abrollung hat das Seifengold oft an der Oberfläche einen Teil des Silbergehaltes eingebüßt. So enthält der Kern dieser Goldkörner manchmal bis zu 7 % Silber mehr als die äußere Schale. Bei einem Goldgehalt von 90 % zeigt Rohgold eine Goldfarbe, zwischen 90 und 75 % erscheint es hell. In der Antike wurde dieses Gold wegen seiner dem Sonnenglanz ähnlichen Farbe „Elektron“ genannt. Bei 75 bis 50 % Goldgehalt hat das Rohgold einen Stich ins Grüne, von 50 bis 40 % Goldgehalt wird das Gold weißlich, unter 40 % Goldgehalt ist es silberweiß. Die künstliche Gold-Silber-Legierung in

der Antike, ebenfalls „Elektron“ genannt, enthielt zur Zeit des Plinius 80 % Gold und 20 % Silber.¹

Außer durch die Farbe verrät sich ein höherer Silbergehalt auch durch die Dichte, denn Gold hat die Dichte 19,3 und Silber die Dichte 10,5, so daß ein Dichteverhältnis von 1,84 zu 1 besteht. Bei gleichem Volumen wiegt deshalb reines Gold weniger als eine Gold-Silber-Legierung. Einen größeren Kupfergehalt hat Rohgold nie.

Seifengold enthält oft Beimengungen von Zinn, das beim Aufschmelzen von Goldkörnern erhebliche Schwierigkeiten bereitet.

7.2.3 Goldvorkommen in Südgallien, in der Provinz Gallia Narbonensis

Dieses Gebiet, das die Römer im 2. Jahrhundert v. Chr. unterworfen hatten, galt als besonders goldreich. Das Gold wurde als Seifengold aus den Flüssen und Bächen gewaschen, wie die folgende Beschreibung bei Diodoros zeigt, die Poseidonios zugeordnet wird:

In Gallien gibt es überhaupt kein Silber, dafür aber viel Gold, das die Natur den Einheimischen ohne Bergbau und ohne große Mühsal gewährt. Da der Lauf der Flüsse scharfe Biegungen macht, auf die Hänge der Berge prallt und größere Brocken abreißt, ist das Wasser voll von Goldstaub. Die mit der Gewinnung des Goldes Beschäftigten sammeln die goldhaltige Erde und mahlen sie oder zerstampfen die Klumpen; mit Wasser waschen sie dann den erdigen Teil aus und geben den Rest zum Schmelzen in die Öfen. Auf diese Weise häufen sie eine große Menge Goldes auf, und nicht nur die Frauen benutzen es als Schmuck, sondern auch die Männer. Um die Handgelenke und die Arme tragen sie Reifen, um den Hals dicke Ketten aus massivem Gold und wertvolle Fingerringe, und selbst Brustpanzer aus Gold. Etwas Eigentümliches und Merkwürdiges bei den weiter nördlich wohnenden Kelten ist ein Brauch in den Heiligtümern der Götter – in den Tempeln und den in ihrem Land eingerichteten heiligen Bezirken wird vieles den Göttern geweihtes Gold ausgestreut, und keiner von den Einheimischen rührt es an aus Furcht vor den Göttern, obwohl die Kelten außerordentlich habsüchtig sind.²

Die Flüsse und Bäche, die an den Abhängen der Alpes Cottii (Cottischen Alpen), von dem Cebenna Mons (Cevennen), dem zentralen Gebirgsland in Gallia Celtica, später Aquitania (Auvergne) genannt, und an den Nordhängen der Pyrenaei Montes (Pyrenäen) herabfließen, führten so viel Gold mit sich, das sie den dort lebenden Keltenstämmen zu großem Reichtum verhelfen. Namentlich überliefert sind nur die großen Flüsse wie Rhodanus (Rhône), Druentia (Durance), Isara (Isère), Arauris (Hérault), Orbis (Orb), Atax (Aude) und Garunna (Garonne). Viele Fließchen und Bäche, die den großen Flüssen zuströmten, werden Lokalnamen getragen haben, aber diese sind nicht in der antiken Literatur aufgeführt, obgleich anzunehmen ist, daß in ihnen das meiste Gold ausgewaschen wurde. Über Atax und

¹ Plin. nat. XXX. 80.

² Diod. V. 27, 1.

Garunna sagt Mela¹, daß ihr Oberlauf sehr seicht und wenig wasserführend ist, ideal für Goldwäsche. Nur zur Zeit der Schneeschmelze schwellen die Flüsse stark an.

Zu den reichsten Stämmen gehörten die Vovontii, Hauptort Vasio (Vaison), und Allobogri, Hauptort Vienna (Vienne, Depart. Isère), die Helvii, Hauptort Alba Augusta Helviorum (Alba, Depart. Ardèche), zwischen Cevennen und Rhône, die Volcae im Gebiet südlich der Cevennen, der heutigen Languedoc, Hauptort Nemausus (Nîmes), die Arverni, Hauptstadt Nemossus, später umgenannt in Augustonemetum (Clermont-Ferrand; wichtig auch die Festung Gergovia), in der heutigen Auvergne und die Tectosagi, Hauptstadt Tolosa (Toulouse) am Nordrand der Pyrenäen. Strabon zählt im 4. Buch seiner Geographica die einzelnen Keltenstämme und ihre Wohnsitze in der Provinz Gallia Narbonensis genau auf. Ob er sich an Berichten von Poseidonios orientiert hat, kann nicht nachgeprüft werden.

Anhand seiner Reiseroute kann nachgewiesen werden, daß Poseidonios die Gelegenheit hatte, bei seinen Besuchen einzelner Keltenstämme auch die Goldwäsche in den Flüssen kennenzulernen. Poseidonios nennt die Cevennen und die Pyrenäen:

Die Gallier behaupten zwar, die Goldminen bei ihnen, sowohl die im Kemmenischen Gebirge (Cevennen) als auch die in den Pyrenäen selbst versteckt liegenden, wären die besten, aber die iberischen Goldminen werden mehr geschätzt.²

Es ist zu beachten, daß in Südgallien das Gold nur aus den Flüssen ausgewaschen und nicht bergmännisch gefördert wurde.

Von den vielen Keltenstämmen werden von Poseidonios nur die Arverner, die Tektosagen, die in Südgallien ansässig waren, und die Helvetier, die in den Alpen wohnten, genannt.

Das mächtigste Volk in Südgallien waren die Arverner, die das zentrale Gebirgsland in der heutigen Auvergne bewohnten. Ihre Herrschaft erstreckte sich bis zu den Cevennen, dem Mittelmeer und den Pyrenäen. Im Kampf mit den Römern wurden sie 121 v. Chr. besiegt. Zwar behielten sie ihre Freiheit und wurden den Römern nicht zinspflichtig, aber sie mußten den südlichsten Teil ihres Herrschaftsgebietes, und zwar den Strich südlich der Cevennen bis zum Mittelmeer und den oberen Lauf der Garonne bis nach Tolosa an die Römer abtreten, die dieses Gebiet ihrer neuen Provinz Gallia Narbonensis einverleibten. Da sich die Örtlichkeiten, wo Goldgewinnung möglich war, auch innerhalb ihres Berglandes befanden, blieb den Arvernern der Zugang zu diesen Schätzen erhalten. Poseidonios schildert die prachtvolle Hofhaltung des Arvernerkönigs Luernios:

Poseidonios berichtet auch von dem Reichtum des Luernios, Vater des Bituitos, den die Römer absetzten. Um die Gunst der Menge zu gewinnen, fuhr er im Wagen über das Land und streute Gold und Silber den Tausenden von Kelten aus, die ihm

¹ Mela II. 81; III. 21.

² Strab. 3, 2, 8.

folgten.¹

Diese Schilderung von der Großzügigkeit eines Arvernerkönigs läßt allerdings nicht unbedingt den Schluß zu, daß Poseidonios auf seinen Reisen bis in das Gebiet der Arverner vorgedrungen ist. Er könnte die Geschichte auch vom Hörensagen kennen.

Über das Goldvorkommen bei den Helvetii berichtet Poseidonios in seiner Historie im Zusammenhang mit dem Zug der Kimbern und Teutonen² und in einem Essay über ethische Bedenken, die der Besitz von Edelmetallen auslöst³. Die Helvetier bewohnten zu dieser Zeit das schweizerische Mittelland zwischen Lacus Venetus (Bodensee), Lacus Lemannus (Genfer See) und den Alpen. Goldführend waren die Aare und ihre Nebenflüsse, die beiden Emmen.⁴ Daß Poseidonios diese Gegend persönlich erkundet hat, ist auszuschließen. Aber er hebt hervor, daß alte Männer, die keine andere schwere Tätigkeit mehr verrichten konnten, und Frauen die Goldwäsche betreiben:

Beispielsweise gibt es ja manche Metalle von der Art, daß sie sich nahe an der Erdoberfläche finden, zumal in den entferntesten Gegenden der bewohnten Erde auch ganz unbedeutende Flößchen Goldstaub führen und Weiber und kraftlose Männer diesen Goldstaub zusammen mit dem Sand reiben und davon trennen und waschen und dann auf einen Schmelztiegel legen, wie das laut Poseidonios, meinem Landsmann, bei den Helvetiern geschieht.⁵

Sehr goldreich waren auch die Flüsse am Nordhang der Pyrenäen, die von den Tektosagen ausgebeutet wurden. Sie bewohnten das Gebiet zwischen Mittelmeer und Garumna (Garonne). In den Heiligtümern ihrer Hauptstadt Tolosa bewahrten sie große Mengen an Gold und Silber auf, die von den Römern geraubt wurden. Dieser Frevel wird von Poseidonios berichtet und kommentiert. Über die Einwohner und über die Kelten im allgemeinen sagt Poseidonios:

Vielmehr, wie Poseidonios gesagt hat und viele andere, war das Land goldreich und wurde bewohnt von gottesfürchtigen und in ihrer Lebensweise nicht aufwendigen Menschen, und so gab es überall im Keltenland Schätze. Besonders die Teiche, in die sie die Gold- und Silberbarren versenkten, gewährten den Schätzen Schutz vor Diebstahl. Als sich nun die Römer dieses Gebietes bemächtigt hatten, verkauften sie die Teiche von Staats wegen, und viele Käufer fanden massive Silberbrocken. In Tolosa fand sich auch das Heiligtum, das von den Ureinwohnern sehr verehrt wurde, und es gab besonders viele Reichtümer, da viele dort ihre Geschenke weihten und keiner daran zu rühren wagte.⁶

Das hier erwähnte Silber wurde nicht im eigenen Land gewonnen, sondern aus Nordspanien importiert.

¹ Athen. IV. 151 e; vgl. Strab. 4, 2, 3.

² Strab. 7, 2, 2.

³ Athen. VI. 233 a–234 c.

⁴ Norden. German. Urgeschichte 230 f.

⁵ Athen. VI. 234 c.

⁶ Strab. 4, 1, 13.

7.2.4 Goldvorkommen auf der iberischen Halbinsel, in den Provinzen Hispania Citerior, Hispania Ulterior, Hispania Tarraconensis und Lusitania

Der dortige Goldreichtum war für die Griechen und Römer um so bedeutsamer, als sie im eigenen Land nur sehr wenig Gold besaßen. Gold wurde schon um 2500 v. Chr. in Spanien abgebaut und bearbeitet, wie die Goldsachen in den aus dieser Zeit stammenden Minen von Almeria zeigen. In Ägypten ist Gold schon um 4000 v. Chr. bearbeitet worden, und in Spanien ist es wohl auch das am frühesten benutzte Metall gewesen, da es sich im Geröll der Flüsse gediegen fand und durch einfaches Hämmern zu bearbeiten war.¹

In Südspanien kannte Poseidonios die Provinz Baetica, das heutige Andalusien, aus eigener Anschauung. Über den Metallreichtum dieser Provinz Baetica sagt er:

Indem nun Iberien mit so vielen Gütern ausgestattet ist, muß man auch nicht am wenigsten, sondern selbst am meisten seinen Reichtum an Metallen rühmen und bewundern. Denn das ganze Land der Iberer ist voll davon, obgleich nicht alles so fruchtbar und gesegnet ist und teilweise besonders mit Metallen versehen ist. Selten nämlich ist es, mit beidem gesegnet zu sein, selten aber auch, daß dasselbe Land in kleinem Raume mit mancherlei Metallen angefüllt ist. Turdetanien aber und sein Nachbarland läßt denen, die diesen Vorzug rühmen wollen, keinen seiner würdigen Lobspruch übrig. Denn weder Gold noch Silber, weder Kupfer noch Eisen ist bis jetzt an irgendeinem Orte der Erde weder in solcher Menge noch in solcher Güte erzeugt gefunden worden.²

Der Name Baetica ersetzte nach der Eroberung der Landschaft durch die Römer den älteren Namen Turdetanien, amtlich wurde die Provinz Hispania Ulterior genannt.³ Der Name ist von dem Namen des Flusses Baetis (Guadalquivir) abgeleitet, entspricht also einer geographischen, nicht einer ethnographischen Gegebenheit. Von den alten ethnographischen Namen wie Turdetanien wurde abgegangen, entweder weil politischer Wille die Traditionen verwischen wollte oder weil die Identität der Turdetaner durch die karthagische Eroberung, die keltischen Einwanderungen und die schnelle Romanisierung nicht mehr genau feststellbar war. Das Nachbarland, das Poseidonios erwähnt, war entweder der Ostteil der iberischen Halbinsel, das heißt die Provinz Hispania Citerior, die Poseidonios besucht hatte, oder Lusitania, das Poseidonios nur aus Berichten kannte.

7.2.5 Seifengold

7.2.5.1 Vorkommen

Nach Aussage von Poseidonios war die Ausbeute von Seifengold ergiebiger als die von Berggold:

¹ Zur Geschichte des spanischen Bergbaus siehe Adolf Schulten. Iberische Landeskunde. Baden-Baden 1974.

² Strab. 3, 2, 8.

³ Strab. 3, 1, 6.

Das Gold wird nicht nur gegraben, sondern auch ausgewaschen, denn die Flüsse und Waldbäche führen den Goldsand herab, der sich oft auch an wasserlosen Orten befindet. Dort ist er freilich unsichtbar, an den von Wasser bespülten Stellen aber glänzt der Goldstaub hervor. Deshalb bespült man die wasserlosen Stellen, indem man Wasser darüber leitet, und macht den Goldstaub glänzend. Auch indem man Brunnen gräbt und andere künstliche Mittel ersinnt, gewinnt man durch Auswaschen des Sandes Gold, und es gibt jetzt mehr sogenannte Goldwäschen als Goldgruben. Zwar behaupten die Gallier, die Metalle bei ihnen, sowohl die im Kemmenischen Gebirge (Cevennen) als die in den Pyrenäen selbst versteckt liegenden, wären die besten, aber dennoch werden die aus Iberien mehr geschätzt. In dem Goldstaub sollen sich bisweilen halbpfündige Klumpen befinden, die man Palai, *πάλαι*¹, nennt, und die nur geringer Läuterung bedürfen. Auch in zerschlagenen Steinen, sagt man, fänden sich den Brustwarzen ähnliche Klümpchen.²

Poseidonios nennt keine Namen von goldführenden Flüssen und Bächen. Persönlich konnte er sich nur in der Baetica und im Ostteil Iberiens über die Goldwäsche unterrichten, das Vorkommen von Gold in den Flüssen weiter westlich kannte er nur vom Hörensagen. In der antiken Literatur werden einige Flüsse als goldführend genannt, jedoch sind die Aufzeichnungen recht spärlich und entsprechen nicht der tatsächlichen Anzahl, zumal auch hier die Namen der vielen Nebenflüsse und Bäche fehlen:

- Tader (Segura). Der Fluß entspringt in der Sierra de Segura, die zum Andalusischen Diagonalsystem gehört, nicht weit von der Quelle des Baetis entfernt, fließt nach Osten in das Gebiet von Carthago Nova (Cartagena) und mündet nördlich von Cartagena bei Guardamar del Segura in das Mittelmeer.³
- Barbesula (Guadiaro). Der Fluß mündet nordöstlich von Calpe (Gibraltar) bei der gleichnamigen Stadt in das Mittelmeer. Im Periplus wird er Chrysus (gr. χρυσός, Goldfluß) genannt.⁴
- Tagus (span. Tajo, port. Tejo) ist mit 1.010 Kilometern der längste Fluß der iberischen Halbinsel mit einem Einzugsgebiet von 79.800 Quadratkilometern. Der Tagus entspringt in den Montes Universales (Iberisches Randgebirge), durchmißt westwärts das Hochland von Neukastilien⁵ und erreicht bei Alcantara (eine antike Stadt existierte hier nicht) die Grenze zu Portugal.⁶ Der Tagus durchfließt nun das portugiesische Tiefland und mündet bei Olisipo (Lissabon) in den Atlantik. Die Schiffbarkeit reichte für Seeschiffe bis Moron (Almerim), 100 Kilometer vom Meer, und für Flußschiffe

¹ Palai ist ein iberischer Name.

² Strab. 3, 2, 8.

³ Plin. nat. III. 9; Avien 456; Ps.-Aristot. De mirab. ausc. 46.

⁴ Avien 419.

⁵ Das Hochland wurde von Alexander von Humboldt erforscht und „Meseta“ genannt.

⁶ Bei Alcantara überspannt die berühmte römische Brücke den Tagus. Sie wurde 103 v. Chr. unter Trajan von C. Iulius Lacer gebaut und von elf Städten finanziert. CIL. II. 759.

noch weiter.¹ Der Tagus war berühmt für seinen Goldreichtum, vielfach gepriesen und mit den Prädikaten „aurifer“, „aurifluus“ und „aureus“ versehen. Goldreich waren auch die Nebenflüsse, die von der Iuga Carpetana (Kastilisches Scheidegebirge)² und von dem Mons Herminius (Serra da Estrella) herabflossen.

- Munda (Mondego) wird als erster Fluß nördlich des Tagus erwähnt.³ Der Munda entspringt in der Serra da Estrella, deshalb ist anzunehmen, daß er goldführend war.
- Durius (span. Duero, port. Douro) ist 935 Kilometer lang und hat ein Einzugsgebiet von 79.000 Quadratkilometern. Er entspringt aus den vier schönen, klaren Bergseen des Pic Urbion im Nordost-Randgebirge. Oberhalb von Numantia tritt er in die Hochebene von Altkastilien ein und durchfließt diesen Teil der Meseta bis Ocelum Duri (Zamora), wendet sich dann nach Südwesten und bildet auf 123 Kilometern die heutige Grenze zwischen Spanien und Portugal. Dann beschreibt der Fluß einen Knick nach Westen und durchströmt portugiesisches Gebiet und mündet unterhalb von Portus Cale (Porto) in den Atlantik.⁴ In der Antike bildete der Durius einen Teil der Nordgrenze und die Westgrenze der Provinz Lusitania. Die Grenzen wurden erst nach der endgültigen Eroberung des Nordwestens der iberischen Halbinsel durch die Römer unter der Herrschaft des Augustus um 12 v. Chr. festgelegt.⁵ Viel Gold wurde im Durius und seinen Nebenflüssen gewaschen.⁶
- Minius (span. Mino, port. Minho) kommt aus den Bergen auf der Grenze von Galicia und Asturien und bezeichnet, nordsüdlich fließend, die Grenze zwischen der kantabrisch-asturischen Kette. Strabon verzeichnet über den Ursprung des Minius zwei Ansichten. Nach der einen, wohl Polybios‘, kam er aus dem Gebiet der Keltiberer und Vaccaeer, nach Poseidonios aus dem Gebiet der Kantabrer: „Poseidonios aber sagt, er ströme aus Kantabrien.“⁷ Die Ansicht des Poseidonios ist richtig, wenn man den Namen der Kantabrer bis zu den Asturern ausdehnt.⁸ Der Minius empfängt bei Orense seinen größten Nebenfluß, den Sil, und mündet bei La Guardia in den Atlantik.⁹ Minius und Sil führten viel Goldsand mit sich.¹⁰

¹ Strab. 3, 3, 1.

² Plin. nat. III. 6.

³ Strab. 3, 3, 4.

⁴ Der Unterlauf des Durius war 800 Stadien (174,9 km) weit mit großen Schiffen befahrbar. Strab. 3, 3, 4.

⁵ Seit dem 2. Jahrhunderts v. Chr. war der Durius den Römern bestens bekannt durch die Auseinandersetzungen mit den Lusitanern im Tiefland und mit den Keltiberern und den Kampf um ihre Hauptstadt Numantia auf dem Hochland.

⁶ Sil. I. 234.

⁷ Strab. 3, 3, 4.

⁸ Der Minius war der letzte Fluß, den Brutus Callaicus erreichte, aber nicht mehr überschritt. Strab. 3, 3, 4; Appian 74.

⁹ Wie der Durius war der Minius in seinem Unterlauf 800 Stadien (174,9 km) weit befahrbar.

¹⁰ Sil. I. 235.

Gallaecia (Galicien) im Nordwesten der iberischen Halbinsel wird als besonders reich an Gold, Silber und Zinn bezeichnet. Die Artabri, die hier ansässig waren, erzielten hohe Ausbeute an Flußgold, wie Poseidonios berichtet:

Bei den Artabrern, die im fernen Nordwesten Lusitaniens wohnen, sagt er, blitze die Erde von Silber, von Zinn und von weißem Gold – es ist nämlich mit Silber vermischt. Solche Erde führten die Flüsse mit sich, und die Frauen schaufelten sie zusammen und wuschen sie über einem Kasten in geflochtenen Sieben. So berichtet Poseidonios über die Bergwerke.¹

Die Goldwäscherinnen erwähnt auch Silius,² und Plinius rühmt die Reinheit des gallaecischen Goldes³. Nach ihm enthielt das Gold des metallum Albucarense nur 1/36 Silber, also kaum 3%.⁴ Poseidonios rechnet Gallaecia (Galizien) noch zu Lusitanien, seine Kenntnisse über Goldgewinnung in diesem Gebiet hat er wahrscheinlich von Händlern oder auch Soldaten erworben.⁵

An den genannten Flüssen wurden die Reste alter Waschanlagen entdeckt.⁶ In Hinsicht auf Poseidonios' Spanienreise sind die Reste von Goldwaschanlagen am Singilis (Jenil) besonders zu beachten. Der Singilis kommt aus dem Mons Salurius (Sierra Nevada) und mündet unterhalb von Corduba in den Baetis. Plinius sagt, daß Astigi (Ecija) an ihm liege und der Fluß von hier ab schiffbar sei.⁷ Goldwaschanlagen sind oberhalb von Astigi gefunden worden. Es ist nicht auszuschließen, daß sich Poseidonios hier über die Gewinnung von Seifengold informiert hat.

7.2.5.2 Gewinnung von Seifengold

Im Flußsand werden die Goldkörner wegen ihrer hohen Dichte von 19,3 wesentlich langsamer fortgeführt als die Sandkörner. An Biegungen und kleinen Hindernissen wie Kieselsteinen sammeln sich die Körner vermehrt an, und an solchen Stellen ist die Gewinnung am ergiebigsten. Die Gewinnung erfolgte durch Ausschaufeln des Sandes aus dem Flußbett und Abschlämmen mit Wasser auf einem schräggestellten hölzernen Waschbrett. Wegen seiner geringeren Dichte von ~2,4 wurde der Sand weggeschwemmt, und die Goldkörner blieben zurück. Die Goldwäscherei wurde hauptsächlich von Frauen und alten Männern, die nicht mehr fähig waren, eine schwere Tätigkeit auszuüben, betrieben. Die

¹ Strab. 3, 2, 9. Das weiße Gold war Elektron.

² Sil. II. 602.

³ Plin. nat. XXX. 80.

⁴ Die Lage des Fundortes ist unbekannt, eine Inschrift (CIL 2598) nennt einen Proc(urator) metall(orum) Alboc(rarensium).

⁵ Bei der endgültigen Aufteilung Spaniens wurde Gallaecia der Provinz Hispania Tarraconensis zugeschlagen.

⁶ Oliver Davies. Roman Mines in Europe. Oxford 1935. S. 110.

⁷ Plin. nat. III. 12.

Frauen der Artraber schlämmten den Sand in geflochtenen Sieben über einem hölzernen Kasten, wie Poseidonios sagt. Dieses primitive und nicht sehr effektive Verfahren wurde noch 1937 in den Flußtäälern Nordwestspaniens ausgeführt.¹

Andere Methoden, um das Gold aus den Flüssen aufzufangen, waren das Hineinlegen von Schaffellen in den Fluß, wobei sich die Goldkörner und -flitter im Pelz verfangen², und das Zurückhalten der Goldkörner mit Strauchwerk, zum Beispiel Stechginster. Sowohl die Felle wie das Strauchwerk wurden verbrannt und das Gold aus der Asche ausgewaschen.

In wasserlosen Gegenden konnte das Gold durch Überfluten des Bodens mit Wasser gewonnen werden. Dieses Gold stammte aus dicht unter der Oberfläche gelegenen Goldadern, die durch Erosion ausgewaschen und abgelagert wurden, teils unter hohen Erd- und Gesteinsmassen. Zum Freilegen des Goldes wurde das Wasser aus kleinen Flüssen und Bächen der Umgebung in Reservoirs oberhalb der Goldlager gesammelt. Durch Öffnen des Reservoirs stürzte das Wasser auf die oberen Erdschichten und schwemmte diese fort. Anschließend wurde das Gold aus dem freigelegten Erdreich durch einen stetigen Wasserstrom ausgewaschen und in Gräben aufgefangen.

In den nordwestlichen Regionen Spaniens wurde vor allem Alluvialgold gefunden, das die Römer nach der Eroberung dieser Region in großem Maßstab ausbeuteten, indem sie riesige Tanks anlegten. So hatten Tanks in Los Castellones am Rio Duerna eine Größe von 57 mal 16, 65 mal 20 und 50 mal 18 Metern. Die Wasserleitungen waren oft weit mehr als zehn Meter lang und wurden in schwierigstem Gelände, teilweise an nahezu senkrechten Felswänden entlang gebaut. Eine weitere Entwicklung der Goldgewinnung war der Bruchbergbau, den Plinius beschreibt,³ der jedoch erst im 1. Jahrhundert n. Chr. in Betrieb genommen wurde.

Zu beachten ist auch, daß viele Flüsse und Bäche im Sommer trocken fielen, also überhaupt kein Wasser zum Auswaschen vorhanden war. Wenn die Fundstelle klein war, wird manchmal auch das Graben eines Brunnens geholfen haben, der genügend Wasser zum Auswaschen des goldführenden Sandes spendete.

¹ Heinrich Quiring. *Prähist. Ztschr.* 30/31 (1939/40) 400: „In seiner Primitivität glich die Seifengoldgewinnung in den Flußtäälern des römischen Nordwestspaniens fast vollkommen der gegenwärtigen der Goldwäscherinnen, wie ich 1937 bei Villar de Ciervos beobachtete. Die spanischen Goldwäscherinnen haben es weder im Altertum, noch im Mittelalter und in der Neuzeit bis zum schrägen Waschbrett gebracht.“

² Diese Methode zum Auffangen des Goldes war in einigen Gegenden, zum Beispiel in Kolchis, üblich und darauf beruht die Sage von dem goldenen Vlies, die schon in der Antike bekannt war. *Strab.* 1, 2, 39; *Plin. nat.* XXX. 52.

³ *Plin. nat.* XXXIII. 70–78.

7.2.6 Berggold

7.2.6.1 Vorkommen

Nach der vollständigen Eroberung der iberischen Halbinsel durch die Römer wurde der Goldbergbau intensiviert. Das traditionelle Goldwaschen wurde zwar noch weiter betrieben, verlor jedoch an Bedeutung. Abgebaut wurden die primären goldführenden Erzsulfidgänge. Die Quarzgänge wurden nicht angegriffen, weil sie zum einen nur wenig Gold enthielten, zum andern wegen der Härte des Gesteins nur äußerst schwierig zu brechen waren.

- Baetica: Goldminen waren bei Ilipa (Alcala del Rio) und Corduba¹ vorhanden.
- Montes Mariani (Sierra Morena): Dieses südliche Randgebirge der Meseta, das sich bis zum Tagus erstreckte, wies ein reiches Goldvorkommen auf. Benannt wurde es nach Sextus Marius, Besitzer vieler Gold- und Kupferminen in dem Gebirge. Er galt als der reichste Mann Spaniens. Tiberius ließ ihn umbringen und konfiszierte seine Gold- und Kupferminen.²
- Cotinae. Die Lage der Stadt konnte nicht ermittelt werden.³ Nach Strabon wurde hier sowohl Kupfer als auch Gold gefunden.⁴
- Die Kupferminen am Hiberus (Rio Tinto)⁵ in der Umgebung von Onuba (Huelva) enthielten auch Gold: „Einige der Kupfergruben nennt man Goldgruben, woraus man den Schluß zieht, daß früher Gold aus ihnen gegraben worden sei.“⁶
- Galizien und Asturien. Hier war viel Gold vorhanden, das jedoch nicht in mächtigen Gängen, sondern in einzelnen Erzsulfidnestern und -imprägnationen im paläozoischen Schiefer konzentriert war. Da eine Gewinnung der einzelnen Erzlinsen und -nester im Tiefbau zu kostspielig war, suchte man nach anderen Abbaumöglichkeiten und erfand den Bruchbergbau: Die Gesteinszone wurde in den Arrugien im Ganzen abgebaut. Bei Plinius ist dieses Verfahren genau beschrieben⁷ und durch Ausgrabungen im letzten Jahrhundert bestätigt worden. Mächtige Arrugien wurden bei Rivadeo (ca. 100 km westlich von Oviedo), bei Salas (35 km westlich von Oviedo), bei Pola Allanda und im Somedo-Gebirge entdeckt. Auch in Nordportugal bei Pedras Salgadas wurde eine Arrugie gefunden.⁸

¹ Sil. III. 401.

² Tac. Ann. 6, 19.

³ Tovar S. 50.

⁴ Strab. 3, 2, 3.

⁵ Später heißt der Fluß Luxia, so bei Plin. nat. III. 7.

⁶ Strab. 3, 2, 8.

⁷ Plin. nat. XXX. 70–78. Das Verfahren wird im Anschluß an die Ausführungen über den Bergbau beschrieben.

⁸ Ausführliche Abhandlung bei Heinrich Quiring. Der römische Goldbergbau in Hispanien und die Arrugien des Plinius. Ztschr. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 81 (1933): B 270–279.

Poseidonios konnte von diesem Abbauverfahren noch keine Kenntnis haben. Erst nach der Eroberung des Ostteils der iberischen Halbinsel durch die Römer und Einrichtung der Gebiete als Provinz Hispania Tarraconensis wurde der Bruchbergbau geschaffen und entwickelte sich in der Kaiserzeit zu einem blühenden Unternehmen.

Da die Gewinnung des Goldes im Untertagebau nach denselben Methoden erfolgte wie die Gewinnung der Silber- und Kupfererze, soll die Metallgewinnung allgemein in dem Abschnitt über den Bergbau in Spanien besprochen werden.

7.3 Silber, ἄργυρος, argentum

7.3.1 Eigenschaften

Silber ist ein weißglänzendes Metall, Dichte 10,5, welches bei 950 °C schmilzt und bei 1.980 °C siedet. Silber ist so weich, daß es sich zu feinsten, blaugrün durchscheinenden Folien von 0,002 bis 0,003 Millimeter Dicke aushämmern und zu dünnem, bei zwei Kilometern Länge nur ein Gramm wiegendem Filigrandraht ausziehen läßt. Im geschmolzenen Zustand löst es leicht Sauerstoff, der dann beim Erstarren des Silbers unter Aufplatzen der Oberfläche wieder entweicht. Dieses Verhalten des Silbers wird „Spratzen“ genannt und war in der Antike ein Beweis für die Reinheit des Silbers. Silber wird vom Luftsauerstoff nicht oxidiert. Das schwärzliche Anlaufen des Silbers an der Luft beruht auf einer Reaktion mit dem in bewohnten Räumen stets spurenweise vorhandenen Schwefelwasserstoff, wobei sich schwarzes Silbersulfid Ag_2S bildet. Nichtoxidierende Säuren wie Salzsäure greifen Silber nicht an. In Salpetersäure löst es sich sehr leicht, in konzentrierter Schwefelsäure erst bei erhöhter Temperatur unter Bildung von Nitrat und Sulfat. Durch Erhitzen mit Kochsalz NaCl bildet sich Silberchlorid AgCl , das in Wasser schwer löslich ist. Dieses Salz siedet bei 450 °C und beginnt bei 1.000 °C, sich merklich zu verflüchtigen. Dabei erleidet es keine Zersetzung. Dieser Vorgang wurde in der Antike zur Trennung von Gold und Silber benutzt, indem man Gold-Silber-Legierungen mit Kochsalz erhitzte.¹

7.3.2 Vorkommen

Elementares Silber kommt in der Natur vielfach in kleinen Mengen gediegen vor. Das meiste Silber liegt in gebundenem Zustand vor. Reine Silbererze sind Silberglanz (Argentit) Ag_2S , Kupfersilberglanz $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{Ag}_2\text{S}$ und sowie Silberdoppelsulfide mit Arsen- und Antimonsulfid. Unter den silberhaltigen Erzen ist vor allem der Bleiglanz PbS zu nennen, dem das Silber in

Mengen bis zu 2 % isomorph beigemischt ist. Auf der iberischen Halbinsel betrug der Silbergehalt 0,02 bis 1 %, nur an wenigen Stellen lag er noch etwas darüber. Auch der Kupferkies CuFeS_2 ist oft silberhaltig. Silberchlorid findet sich in der Natur als Hornsilber (Kerargyrit) AgCl , in größeren Mengen nur in den USA. Elementares Silber, Silbererze und silberhaltige Erze sind in Erzadern im Gestein unter Tage zu finden und können nur bergmännisch gewonnen werden.

7.3.2.1 Vorkommen auf der iberischen Halbinsel

Silberreich waren besonders die Ostküste Spaniens von Calpe bis Cathago Nova und der obere Teil der Baetica. Zahlreiche Gruben sind in der Literatur aufgeführt, aber auch durch archäologische Erkundungen nachgewiesen worden. Aufzählungen von Polybios könnte Poseidonios in seinen Schriften aufgenommen haben, und die Benennungen von Fundstätten bei Strabon sind vielleicht auch Poseidonios zuzuschreiben. Poseidonios' Angaben über die Pyrenäen sind nur allgemein gehalten. Das Silbervorkommen in Katalonien wird nur von Livius und Cato erwähnt und läßt sich archäologisch nur durch Münzfund beweisen.

Allgemein und ohne Angaben von Fundorten wird das spanische Silber erwähnt bei Makkabäer, Mela, Plinius, Martial, Solinus und anderen.²

7.3.2.1.1 Vorkommen im Gebiet an der Ostküste

- Carthago Nova (Cartagena). Eine genaue Beschreibung der dortigen Silberminen ist von Polybios überliefert:

Polybios aber sagt, indem er der Silbergruben bei Carthago Nova gedenkt, daß sie die größten und von der Stadt etwa 20 Stadien [3,7 km] entfernt sind und einen Umkreis von 400 Stadien [74 km] umfassen, worauf beständig 40.000 Arbeiter beschäftigt sind, welche damals dem römischen Volk an jedem Tag 25.000 Drachmen einbrachten.³

Die Phönizier waren die ersten, die die reichen Minen ausbeuteten, darauf deutet der etruskische Name des Entdeckers Aletes hin.⁴ Seit 500 v. Chr. waren die Gruben im Besitz der Karthager und wurden im Jahre 209 v. Chr. Eigentum der Römer.⁵

- Minendistrikt von Mazarron, ungefähr 30 Kilometer südlich von Carthago Nova. Der Distrikt erstreckte sich bis Ilucro (Lorca), nördlich von Mazzaron. Die Silberminen

¹ Silberchlorid und Silberbromid werden wegen ihrer Lichtempfindlichkeit als Filmmaterial in der Photographie gebraucht. Da diese Verwendung in der Antike noch nicht angewandt wurde, soll hier nicht weiter darauf eingegangen werden.

² Makkabäer 8, 2; Mela 2, 86; Plin. XXXIII. 96; Martial 7, 86, 7; Solinus 115 ed. Mommsen und andere.

³ Strab 3, 2, 10; Polyb. 10, 10, 11.

⁴ Polyb. 10, 10, 11.

⁵ In diesem Jahr wurde die Stadt von P. Scipio Africanus erobert.

lagen in der Nähe der Stadt in dem Mons Ilucroniensis (Sierra Almanara). Auf einem Bleibarren von 100 Pfund liest man: SOCIET(ATIS) ARGENT(I) FOD(INARUM) MONT(IS) ILUCR(ONIENSIS) GAL(ENA). Man erfährt durch diese Inschrift den Namen der Gesellschaft, die diese Mine ausbeutete. In der Grube Coto Fortuna hat man Bleibarren mit dem Stempel Societ. Mont. Argent Ilucro gefunden.¹

- Herrerias. Das Silber lag hier in ziemlichen Mengen gediegen vor. Die Gruben befanden sich hundert Kilometer südwestlich von Carthago Nova am Fluß Almanzora² (der antike Namen ist unbekannt), nur drei Kilometer von der Küste entfernt. Auf dem Nordufer lag die Stadt Baria (Villaricos), die von Augustus nach Murgi (Dalias), 30 Kilometer westlich der jetzigen Hauptstadt Almeria, verlegt wurde.³ Der kleine Fluß hat große Bedeutung, weil er um 2500 v. Chr. Seefahrer aus dem Osten zu dem Silber in den Bergen seines Tales führte, woraus sich der älteste Bergbau Spaniens entwickelte. In den antiken Gruben wurden silberne Diademe aus dieser Zeit gefunden.⁴

7.3.2.1.2 Vorkommen in der Baetica:

- Castulo (Ruinen bei Linares). Die Umgebung von Castulo war außerordentlich silberreich. Das Gebirge, aus dem der Baetis kam, heißt schon bei Stesichoros „Silberberg“, und Strabon benutzt denselben Namen für den Berg, in dem Silber gefördert wird: „Nicht weit von Castulo liegt auch der Berg, aus welchem der Baetis hervorquellen soll und welchen man der in ihm befindlichen Silbergruben wegen den Silberberg nennt.“⁵

Polybios lokalisiert die Silberbergwerke zwischen Castulo und Baecula (Bailen).⁶

Die bedeutende Rolle, die Castulo wegen seiner Silberminen spielte, zeigt sich auch darin, daß man das Gebirge oberhalb der Stadt „Saltus Castuloniensis“ genannt hatte. Bei Linares sind zahlreiche Spuren des antiken Bergbaus gefunden worden, unter anderem ein Relief, das Bergarbeiter mit ihren Geräten darstellt. Die Gruben wurden schon von den Karthagern ausgebeutet. Dies ist bezeugt, denn Hannibals Frau stammte aus Castulo.⁷

- Ilipa (Alcala del Rio). Neben Gold wurde hier auch Silber abgebaut.

Neben dem Flusse [Baetis] ziehen sich parallel mit ihm einige Bergreihen hin, die sich ihm gegen Norden bald mehr bald weniger nähern und reich an Metallen sind.

¹ Rev. Arch. 1920.

² Der Fluß bildete bis 7 v. Chr. die Grenze zwischen Hispania Citerior und Ulterior.

³ Plin. nat. XXX. 19.

⁴ Louis Siret. Villaricos y Herrerias. Madrid 1908.

⁵ Strab. 3, 2, 11. Plinius bezeichnet als den Ursprung des Baetis den Berg saltus Tugiensis, der nach dem in der Nähe der Quelle gelegenen Tugia (Toya) heißt.

⁶ Polyb. 10, 38, 7.

⁷ Liv. 24, 41, 7.

Das meiste Silber findet sich in den Gegenden um Ilipa und Sisapo (Almaden).¹

- Baebelo. Die Lage dieser Grube ist heute unbekannt. Plinius schreibt über sie:
Merkwürdig ist, daß die von Hannibal in den spanischen Provinzen angelegten Gruben noch jetzt in Tätigkeit sind. Sie tragen die Namen ihrer Entdecker; eine von ihnen heißt heute noch Baebelo, die jeden Tag Hannibal 300 Pfund [98,100 kg] lieferte. Da der Berg bereits auf 1500 passus (2,2 km) ausgehöhlt ist, sind auf diese Entfernung Männer zum Wasserschöpfen aufgestellt.²

Es ist durchaus möglich, daß sich die Grube Baebelo im Distrikt um Linares befunden hat.

7.3.2.1.3 Vorkommen in Lusitanien:

- Vipasca (Aljustrel, südlich von Beja). Hier wurden Kupfer und Silber abgebaut. Auf zwei Bronzetafeln, die in dem Bergwerksdistrikt geborgen wurden, sind zwei *leges* aufgeschrieben, *lex metallis dicta* und *lex metalli Vipascensis*, nach welchen die Rechtsgeschäfte, also Verpachtungen, Betrieb der Gruben, Verkauf der gewonnenen Metalle, Behandlung der Arbeiter usw. abgewickelt werden sollten. Hierzu ist zu sagen, daß diese Nachrichten aus der Zeit des Kaisers Hadrian stammen, also aus dem Beginn des 2. Jahrhunderts n. Chr. Da frühere Dokumentationen fehlen, kann über den Betrieb vor der Zeitenwende nichts gesagt werden.

Die Bemerkungen von Strabon³, daß das Land reich an Gold und Silber ist, sind reichlich vage.

7.3.2.1.4 Vorkommen in den Pyrenäen

Poseidonios sagt über den Silberreichtum in diesem Gebirge:

Obwohl es jetzt in den Pyrenäen viele und dichtgewachsene Wälder gibt, sagt man, daß in alter Zeit ein von Hirten achtlos zurückgelassenes Feuer das gesamte bewaldete Gebirge niedergebrannt hat. Da das Feuer viele Tage unaufhörlich gebrannt habe, sei die Oberfläche der Erde verbrannt worden und das Gebirge sei wegen dieses Unglücks „Pyrenäen“ genannt worden, die Oberfläche der verbrannten Erde sei von vielem Silber übergeflossen, und dadurch, daß der Grundstoff, aus dem das Silber gewonnen wird, geschmolzen war, hätten sich viele Bäche reinen Silbers gebildet.⁴

In den westlichen Pyrenäen sind antike Silbergruben in Aldituro bei Oyarzun und in Bagnères de Luchon⁵ gefunden worden. Im Osten des Gebirges konnte antiker Bergbau nicht nachgewiesen werden. Das Silber wurde von den Massalieten angekauft.

¹ Strab. 3, 2, 3.

² Plin. nat. XXXIII. 97.

³ Strab. 3, 3, 5.

⁴ Diod. 5, 35, 3.

⁵ Davies. 96.

7.3.2.1.5 Vorkommen im Gebiet nördlich des Iberus (Ebro), im heutigen Katalonien

- Bergium (Berga am oberen Llobregat). In dieser Gegend befanden sich Silber- und Eisengruben, die Cato¹ viel Geld einbrachten, wie Livius berichtet². Aus den Gruben bei Bergium stammte das Silber, woraus in Osca (Huesca) die als argentum Oscense mit iberischer Schrift versehenen Denare geprägt wurden.³ Cato selbst schreibt über die Bergwerke nördlich des Iberus (Ebro):

Indessen gibt es in diesen Gegenden die herrlichsten Eisen- und Silbergruben und einen großen Berg aus reinem Salz, der nur größer zu werden scheint, je mehr man davon wegnimmt.⁴

Mit dem „Berg aus reinem Salz“ ist der berühmte Salzberg von Cardona, nordöstlich von Barcelona gelegen, gemeint. Demnach müssen sich auch die Silber- und Eisengruben im katalanischen Bergland befunden haben.⁵

7.3.2.1.6 Vorkommen in Keltiberien

Das Hochland hatte keine Silberbergwerke. Die Tribute an Silber, die die Bewohner nach der Eroberung durch die Römer an diese abliefern mußten, wurden aus den gehorteten Schätzen bezahlt, die durch Handel oder auch als Kriegsbeute erworben wurden. Die Silbergruben von Hiendelaencina am Südfuße der Sierra Guadarrama, die reines Silber enthielten, sind in der Antike noch nicht ausgebeutet worden. Sie wurden erst 1847 entdeckt.⁶

7.4 Kupfer, χαλκός, aes, cuprum

7.4.1 Eigenschaften

Kupfer ist ein hellrotes Metall, Dichte 8,9, welches bei 1.083 °C schmilzt und bei 2.350 °C siedet. Kupfer ist ein verhältnismäßig weiches, aber sehr zähes und dehnbares Metall, das sich zu sehr feinem Draht ausziehen und zu äußerst dünnen, grün durchscheinenden Blättchen ausschlagen läßt. Es besitzt nach dem Silber die beste elektrische Leitfähigkeit unter allen Metallen. An der Luft oxidiert sich Kupfer oberflächlich langsam zu rotem Kupfer(I)-oxid Cu₂O, das an der Oberfläche fest haftet und dem Kupfer die bekannte rote Kupferfarbe verleiht. Bei Gegenwart von Kohlendioxid bildet sich auf dem Kupfer allmählich ein Überzug

¹ M. Porcius Cato (234–149 v. Chr.), 195 v. Chr. Konsul, wurde im gleichen Jahr vom Senat nach Hispania Citerior geschickt, um dort einen Aufstand zu unterdrücken.

² Liv. 34, 46.

³ Cato lieferte im Jahre 194 v. Chr. 688.000 Pfund Silber in das Aerar nach Rom. Ein Großteil dieses Silbers stammte mit Sicherheit aus gehorteten Schätzen, die von den Römern beschlagnahmt wurden.

⁴ Gell. Noct. Att. 2, 22, 29.

⁵ Südlich von Cardona erhebt sich die 80 Meter hohe Montana de Sal mit einem Umfang von fünf Kilometern. Der Berg besteht aus reinem Steinsalz von etwa 500 Millionen Tonnen.

⁶ Calderon I/62.

von grünem basischem Carbonat, „Patina“, welches das darunterliegende Metall vor weiterer Zerstörung schützt. Kupfer wird nur von oxidierenden Säuren wie Salpetersäure und Schwefelsäure, nicht dagegen von nichtoxidierenden Säuren wie Salzsäure gelöst. Feuchtes Chlor greift Kupfer schon bei gewöhnlicher Temperatur schnell unter Bildung von Kupfer(II)-chlorid CuCl_2 an. Auch mit den übrigen Halogenen Brom und Jod verbindet sich Kupfer leicht. Eine ausgesprochene Affinität hat Kupfer zum Schwefel und auch zum Selen. Dagegen wirkt gasförmiger Stickstoff, auch bei höherer Temperatur, nicht merklich auf Kupfer ein. In seinen chemischen Verbindungen tritt das Kupfer ein- und zweiwertig auf, wobei die zweiwertige Stufe die beständigere ist. Aus seinen Salzlösungen wird das Kupfer elementar durch unedlere Metalle wie Eisen, Zink und Magnesium abgeschieden. Mit Zink, Zinn, Nickel und Aluminium bildet es die Legierungen Messing, Bronze, Konstantan und Aluminiumbronze.

7.4.2 Vorkommen

Gediegenes Kupfer findet sich nur in Nordamerika, zum Beispiel am Lake Superior, in Chile und Australien. Im gebundenen Zustand kommt es in Form von Oxiden und Sulfiden vor. Von den Sulfiden ist der Kupferkies (Chalkopyrit) CuFeS_2 das weitaus häufigste und wichtigste Kupfererz. Andere Kupfersulfide sind Buntkupfererz (Bornit) Cu_3FeS_3 und Kupferglanz (Chalkosin) Cu_2S . Zu den oxidischen Kupfererzen gehören Rotkupfererz (Cuprit) Cu_2O und die basischen Carbonate, der grüne Malachit $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ und der blaue Azurit $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$. Diese Kupfererze liegen nur in der Oxidationszone, sie sind aus Kupferkies und anderen Kupfersulfiden entstanden. Die Oxidationszone ist der oberhalb des Grundwasserspiegels liegende Bereich von Erzlagerstätten oder erzführenden Gesteinen, in den von der Erdoberfläche her Niederschläge als reichlich Sauerstoff und Kohlensäure enthaltende Sickerwässer eindringen und die primären Erzminerale, zum Beispiel Sulfide, verändern. Die Sulfide werden in wasserlösliche Sulfate umgewandelt, die teilweise mit dem Sickerwasser nach unten geführt, teilweise durch die Kohlensäure in Carbonate umgewandelt werden. Die Kupfersalze sind grün bis blau gefärbt, wenn sie Kristallwasser enthalten. Im wasserfreien Zustand sind sie weiß.

7.4.2.1 Kupfervorkommen in den spanischen Provinzen

Wie Gold und Silber wurde auch Kupfer schon in prähistorischer Zeit abgebaut.¹ Die ältesten Kupferminen sind die in der heutigen Provinz Almeria. Sie wurden schon um 3000 v. Chr. ausgebeutet. Die Erzeugnisse dieser Zeit waren noch aus reinem Kupfer, um 2000 v. Chr.

begann die Bronzeherstellung. Die schriftlichen Mitteilungen über Kupfervorkommen bei Mela² und Plinius³ sind sehr allgemein gehalten und vermitteln keine genauen Ortsangaben. Poseidonios rühmt den Kupferreichtum, aber auch er nennt keine Namen.⁴ Auskunft über die Kupfergewinnung können die freigelegten Reste der antiken Bergwerke geben.

7.4.2.1.1 Vorkommen in der Baetica

- Corduba. In den Gruben am Cerro Muriano, ca. 15 Kilometer nördlich von Corduba gelegen, wurde bereits um 3000 v. Chr. nach Kupfererz geschürft.⁵ Im Bereich der Eisenerzgrube Filipina bei Villanueva del Rey ist man einem wenig mächtigen Malachitgang nachgegangen, die Eisenerze blieben unberührt. Die Grube gehörte Sextus Marius. Von der Güte des Kupfererzes sagt Plinius: „Das höchste Ansehen hat sich nun dem marianischen Kupfer zugewandt, das auch das cordubische genannt wird.“⁶
- Bergbaudistrikt am Rio Tinto. Die reichsten Kupferminen lagen am Oberlauf des bei Onuba (Huelva) mündenden Hiberus (Rio Tinto). Die Minen wurden schon von den Tartessern ausgebeutet und das Kupfer an die Phönizier verkauft. Spuren der Karthager wurden nicht gefunden, wohl aber zahlreiche der Römer.⁷ Die antiken Reste aus der Römerzeit sind so zahlreich, daß eine Rekonstruktion des Grubenbetriebes möglich ist. Der Bergbau wurde bis zum Einfall der Germanen betrieben, denn die letzten gefundenen Münzen stammen aus dem Anfang des 5. Jahrhunderts n. Chr.

7.4.2.1.2 Vorkommen in den westlichen Gebieten

- Asturien. Bei Oviedo und Cangas de Onis wurden Spuren von prähistorischem Bergbau gefunden. In der Römerzeit waren diese Vorkommen unwichtig geworden und wurden nicht mehr ausgenutzt.
- Galicien. Die reiche prähistorische Bronzeindustrie Galiciens beruhte auf dem Vorhandensein von Kupfer und Zinn, aber sie war in der Römerzeit bedeutungslos geworden

7.4.2.1.3 Vorkommen in den Pyrenäen

¹ H. Quiring. Die Schächte, Stollen und Abbauräume der Steinzeit und des Altertums. Ztschr. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 80 (1932): B 274–297; Vorgeschichtliche Studien in Bergwerken Südspaniens. Ztschr. Berg-, Hütten- und Salinenwesen 1935.

² Mela II. 86.

³ Plin. nat. III. 30.

⁴ Diod. 5, 36, 2; Strab. 3, 2, 9.

⁵ Davies. 119; 131.

⁶ Plin. nat. XXXIV. 4.

⁷ Davies. 118.

Bei Baigorri (Navarra) hat man römische Kupferminen mit Erzen gefunden, die 20 % Kupfer lieferten.¹

7.5 Blei, μόλυβδος, plumbum nigrum

Die iberische Halbinsel ist sehr reich an Bleierzen, die literarischen Nachrichten sind dagegen ziemlich spärlich, ganz im Gegensatz zu den Berichten über Gold und Silber. Da jedoch das Silber aus dem Bleiglanz gewonnen wurde, beziehen sich die Berichte über Silber auch auf Blei. Das meiste Blei bezogen die Römer aus Spanien, wo es bei der Verhüttung der Erze auf Silber als Nebenprodukt in großen Mengen anfiel, und dann erst folgten die anderen Provinzen des Westens, Gallien und Britannien.² Hierbei ist zu beachten, daß diese Angaben bei Plinius sich auf die Kaiserzeit beziehen, als ganz Gallien und Britannien sich im Besitz der Römer befanden. Poseidonios' Kenntnisse über Bleivorkommen beschränkten sich auf die iberische Halbinsel.

7.5.1 Eigenschaften

Blei ist ein bläulich-graues, weiches und dehnbares Schwermetall mit einer Dichte von 11,3, das bei 327,4 °C schmilzt und bei 1.750 °C siedet. Es läßt sich leicht zu Blech auswalzen und zu Drähten ausziehen, die aber nur geringe Festigkeit aufweisen. An der Luft überzieht sich das Blei schnell mit einer mattgrauen, dünnen Oxidschicht, die das darunterliegende Metall vor weiterer oxidativer Zerstörung schützt. Feinverteiltes Blei, „pyrophores Blei“, entzündet sich an der Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur von selbst. Beim Schmelzen bedeckt sich Blei zunächst mit einer grauen Oxidschicht, der Bleiasche, die bei fortgesetztem Erhitzen in gelbes Bleioxid PbO , Bleiglätte, übergeht. Wenn man die Bleiglätte bei reichlichem Luftzutritt weiter nicht zu stark erhitzt, geht diese in rote Mennige Pb_3O_4 über. Bleiglätte schmilzt bei 884 °C und siedet bei 1.470 °C und ist schon unterhalb ihres Schmelzpunktes merklich flüchtig. Durch Reduktionsmittel wie Wasserstoff, Kohle, Kohlenoxid, Kaliumcyanid läßt sie sich in der Hitze sehr leicht zum Metall reduzieren. Auch mit Schwefel und Chlor vereinigt sich Blei in der Hitze direkt. Gegenüber Säuren wie Schwefelsäure und Salzsäure, die mit Blei die schwerlöslichen Salze Bleisulfat $PbSO_4$ und Bleichlorid $PbCl_2$ bilden, ist es beständig, weil sich auf der Oberfläche ein schwerlöslicher und schützender Überzug bildet. Bei Gegenwart von Luftsauerstoff löst sich Blei langsam in Wasser unter Bildung von Bleihydroxid $Pb(OH)_2$ auf. In Essigsäure löst sich Blei bei Zutritt von Luftsauerstoff ziemlich langsam auf, Bleioxid dagegen sehr leicht. Es bildet sich Bleiacetat

¹ Davies. 99.

² Plin. nat. XXXIV. 164.

$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, das wegen seines süßen Geschmacks auch „Bleizucker“ genannt wird und außerordentlich giftig ist. Alle Bleisalze sind giftig, weshalb keine Gefäße mit Bleiglasur zum Bereiten von Speisen verwendet werden sollten.

7.5.2 Vorkommen

Das wichtigste und am meisten verbreitete Bleierz ist der Bleiglanz (Galenit) PbS , graphitfarbene, metallisch glänzende, meist würfelförmige Kristalle. Als Zersetzungsprodukte des Bleiglanzes trifft man in den Verwitterungszonen Weißbleierz (Cerussit) PbCO_3 und Bleivitriol (Anglesit) PbSO_4 an. Von weiteren Mineralien, die aber für die Verhüttung nicht in Betracht kommen, seien genannt Rotbleierz (Krokoit) PbCrO_4 , Gelbbleierz (Wulfenit) PbMoO_4 und Scheelbleierz (Stolzit) PbWO_4 (Oxidverbindungen mit Chrom, Molybdän und Wolfram).

7.5.2.1 Vorkommen auf der iberischen Halbinsel

Bleigruben sind schon für das 6. Jahrhundert v. Chr. bezeugt, und zwar durch den von Hekateios genannten Ort „Molybdine“ (Bleistadt).¹ Der Ort soll an der Südostküste gelegen haben, Genaueres weiß man nicht.

Die Bleivorkommen waren meistens mit den Silbervorkommen identisch, allerdings war in manchen Minen der Gehalt an Silber so gering, daß sich eine Aufarbeitung auf Silber nicht lohnte. Bei Strabon steht:

Bei Castulo aber und an anderen Orten findet sich ein eigenes Metall von gegrabenem Blei, dem zwar auch etwas Silber beigemischt ist, jedoch so wenig, daß es nicht der Mühe lohnt, es auszuscheiden.²

Einige Orte waren nach Bleifunden benannt, zum Beispiel Metallum Samariense und Metallum Antonianum;³ beide Gruben sind nicht bestimmbar.

Aus der Antike sind Bleibarren erhalten geblieben. Von insgesamt 170 Barren mit Stempel stammen 60 aus Südspanien.⁴ Ihr Gewicht schwankt zwischen 30 und 35 Kilogramm, im Mittel sind es 32,7 Kilogramm.⁵ Sie haben die Form eines Brotes (panis)⁶, sind etwa 45 cm lang, 10 cm breit und 7 cm hoch. Die Stempel nennen die Eigentümer oder Pächter der Minen, nur in einem Fall auch den Ortsnamen. Gefunden wurden sie bei Orihuela (Provinz Alicante), Cartagena, Mazzaron, Canjagar (Provinz Granada), Alcaracejos (Provinz Cordoba) und Linares. Bleibarren sind in Rom und dem übrigen Italien und auch in anderen

¹ Stephanos Byzantios, s. u. Μολυβδίνη, p. 201 Westermann.

² Strab. 3, 2, 10.

³ Plin. nat. XXXIV. 165.

⁴ Verzeichnis bei Besnier. Le commerce du plomb à l'époque romaine d'après les lingots estampillés. Revue Archéologique 1920–21.

⁵ 32,7 kg sind 100 römische Pfund zu 327 g.

⁶ Plin. nat. XXXIV. 107: panes aerei.

römischen Provinzen gefunden worden. Eine genaue Zuordnung zu einzelnen Herstellungsorten könnte die Isotopen-Analyse¹ des Bleis ergeben. Untersuchungen liegen für den ägäischen Raum vor.² Umfassende Analysen von Bleibarren aus dem iberischen Raum liegen jedoch nicht vor.

7.6 Zinn, *κασσίτερος*, *plumbum album*

Zinn war in der Antike noch wichtiger als Blei, da es zur Herstellung von Bronze diente.

7.6.1 Eigenschaften

Zinn ist ein silberweißes, stark glänzendes Metall, Dichte 7,28, das bei 231,8 °C schmilzt und bei 2.362 °C siedet. Es zeigt eine geringe Härte, aber bedeutende Dehnbarkeit, läßt sich bei gewöhnlicher Temperatur zu dünnen Folien (Zinnfolie, Stanniol) auswalzen und bei 100 °C zu Draht ausziehen.

Aus dem Schmelzfluß erstarrt das Zinn in weiße tetragonale Kristalle, β -Zinn, das sich unterhalb von 13,2 °C in α -Zinn, ein graues Pulver, umwandelt. Oberhalb von 161 °C verwandelt sich β -Zinn in γ -Zinn in Form von spröden, rhombischen Kristallen. Der Übergang von β -Zinn in α -Zinn erfolgt für gewöhnlich mit unendlich kleiner Geschwindigkeit. Haben sich aber, zum Beispiel bei anhaltender großer Kälte, an vereinzelt Stellen des β -Zinns Pusteln von grauem Zinn gebildet, dann wirken diese als Kristallisationskeime für andere Stellen, so daß sich die zerstörende Umwandlung wie eine ansteckende Krankheit ausbreitet. Der Gegenstand zerfällt zu Staub. Diesen Vorgang, der um so schneller abläuft, je tiefer die Temperatur ist, nennt man „Zinnpest“.

Zinn ist bei gewöhnlicher Temperatur gegen Wasser und Luft beständig, bei starker Hitze verbrennt es zu Zindioxid SnO_2 , „Zinnasche“. Auch gegen schwache Säuren und Laugen ist es recht beständig. Es müssen schon sehr starke Säuren, zum Beispiel konzentrierte Salzsäure oder Salpetersäure, und sehr starke Laugen, zum Beispiel konzentrierte Natronlauge, angewandt werden, um eine Verbindung herzustellen. Zinn(II)-chlorid SnCl_2 wirkt stark reduzierend und fällt Metalle wie Silber, Kupfer und Quecksilber aus den Lösungen ihrer Salze aus, indem es selbst in die vierwertige Stufe übergeht.

¹ Isotopen sind Nuklide gleicher Kernladungs- oder Ordnungszahl (Protonenzahl), die sich nur durch die Anzahl der im Atomkern enthaltenen Neutronen unterscheiden. Isotop sind also Atomkerne, die gleich viele Protonen, aber infolge der unterschiedlichen Neutronenzahl verschiedene Massen haben. Blei mit dem mittleren Atomgewicht weist die Isotopen 204 (1,5 %), 206 (23,6 %), 207 (22,6 %) und 208 (52,3 %) auf. Letztere Isotope kommt also am häufigsten vor. Die Isotopen-Konzentration kann mit einem Massenspektrometer gemessen werden.

² N. H. Gale und Z. Stos-Gale. Lead and Silver in the Ancient Aegean. *Scientific American* 6 (1981): 142–152; Moesta. S. 88–92.

Die wichtigste Legierung ist die Bronze, die durch Verschmelzen mit Kupfer gewonnen wird. Andere Legierungen sind das Weichlot, das mit Blei und Kupfer gewonnen wird, und das Britanniametall, das durch Verschmelzen mit Antimon und etwas Kupfer hergestellt wird.

7.6.2 Vorkommen

Das wichtigste, fast alleinige Zinnerz ist der Zinnstein (Kassiterit) SnO_2 . Das glänzende Mineral findet sich als „Bergzinn“ auf den primären Lagerstätten in anderen Gesteinen, vor allem Granit, eingesprengt, und als „Seifenzinn“ auf sekundären Lagerstätten in kleinen Körnchen, die stark mit Sand oder Ton vermischt sind, so daß der Zinngehalt oft nur wenige Prozent beträgt, während das reine Dioxid 78,6 % Zinn enthält. Als ziemlich seltenen Begleiter des Zinnsteins findet man Zinnkies (Stannin) $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{FeS}\cdot\text{SnS}_2$. Das Mineral ist für die Zinnengewinnung völlig uninteressant.

7.6.2.1 Vorkommen in Galicien und Lusitanien

Zinnvorkommen waren im Nordwesten Iberiens auf dem Festland und auf den der Küste vorgelagerten Inseln, den Kassiteriden, vorhanden und wurden dort schon in prähistorischer Zeit ausgebeutet. Aber auch die reichen Zinnvorkommen im Süden Britanniens, dem heutigen Cornwall, wurden ausgebeutet. Bereits die Karthager holten das Zinn von dorthier und trieben einen regen Handel mit den Ländern am Mittelmeer. Nach der Eroberung durch die Römer war Britannien der wichtigste Zinnlieferant.

Poseidonios hat sich recht ausführlich über die Zinnvorkommen auf den Kassiteriden geäußert und erwähnt auch das Zinn in Britannien und den Handel mit den Massalieten. Bei Diodor steht:

Es gibt auch Zinn an vielen Stellen Iberiens, das aber nicht an der Oberfläche gefunden wird, wie es einige in ihren Geschichtswerken fabuliert haben, sondern es wird ausgegraben und ausgeschmolzen wie Silber und Gold. Jenseits des Gebietes der Lusitaner gibt es nämlich viele Zinnbergwerke, auf den Inseln im Ozean, die Iberien vorgelagert sind und die deswegen Kassiteriden genannt werden. Viel Zinn wird auch von den britannischen Inseln zum gegenüberliegenden Gallien gebracht, und durch das Binnenland Galliens wird es auf Pferden von den Kaufleuten zu den Massalieten gebracht¹ und zu der Narbo genannten Stadt. Narbo ist eine Kolonie der Römer, die wegen ihrer vorteilhaften Lage den bedeutendsten Handelsplatz in dieser Gegend besitzt.¹

Poseidonios vermerkt sehr richtig, daß das Zinn nicht an der Oberfläche wie Gold gefunden wird, sondern bergmännisch abgebaut werden muß. Wie es scheint, korrigiert er hier seine Vorgänger in der Geschichtsschreibung, gemeint ist wahrscheinlich Polybios.

Auch bei Strabon wird das Vorkommen von Zinn erwähnt:

¹ Über den Zinnhandel mit den Massalieten konnte sich Poseidonios bei seinem Aufenthalt in Massalia unterrichten.

Das Zinn, sagt er, werde nicht an der Oberfläche gefunden, wie die Historiker fabulieren, sondern müsse ausgegraben werden. Es werde gefördert von den nördlich von Lusitanien wohnenden Barbaren und auf den Kassiteriden, und auch von den britannischen Inseln werde das Zinn nach Massalia gebracht. Bei den Artabrern, die im fernen Nordwesten Lusitaniens wohnen, sagt er, blitze die Erde von Silber, von Zinn und von weißem Gold – es ist nämlich mit Silber vermischt.²

Die Zinninseln hat Poseidonios noch genauer beschrieben, wie der folgende Abschnitt bei Strabon zeigt:

Die Kassiteriden sind zehn Inseln, die nahe beieinander liegen, auf hoher See, nördlich vom Hafen der Artabrer. Eine von ihnen ist unbewohnt; die anderen bewohnen Menschen in schwarzen Mänteln, in fußlangen Gewändern, um die Brust gegürtet, und sie gehen mit Stäben einher, ähnlich den Furien in der Tragödie. Meistens leben sie wie Nomaden von ihren Herden. Sie haben Zinn- und Bleigruben und tauschen von den Händlern Geschirr und Salz und Kupfererz ein gegen die Erträge ihrer Gruben und gegen Felle. Früher nun betrieben allein die Phönizier den Handel von Gades aus und hielten die Route vor allen geheim.³ Als die Römer einem Kapitän folgten, damit auch sie die Märkte kennenlernten, ließ der Kapitän aus Mißgunst sein Schiff aus freien Stücken auf eine Untiefe laufen. So führte er seine Verfolger in das gleiche Unglück, rettete sich auf seinem Wrack und erhielt den Wert der verlorenen Ware aus der Staatskasse ersetzt. Nach vielen Versuchen lernten die Römer die Fahrtroute doch kennen, und nachdem P. Crassus auf die Inseln übersetzt war, erkannte er, daß die Metalle aus geringer Tiefe gefördert würden und die Bewohner friedfertig seien, und zeigte denen, die auf jenem Meere Handel treiben wollten, alles so gut er konnte, obwohl der Seeweg dorthin weiter als bis nach Britannien ist.⁴

Plinius gibt ebenfalls als Fundorte der Zinnerze Galicien an, aber er nennt auch Lusitanien, ohne genaue Ortsangaben:

Es folgt das Blei (*natura plumbi*), von dem es zwei Arten gibt, eine schwarze und eine weiße.⁵ Am wertvollsten davon ist letztere, von den Griechen *cassiterum* genannt; der Sage nach steuerte man die Inseln des Atlantischen Ozeans⁶ an und führte das weiße Blei von dort auf geflochtenen und mit Haut vernähten Schiffen herbei. Nun ist aber gewiß, daß diese Art in Lusitanien und Gallaecien in der obersten Erdschicht vorkommt, wo diese sandig und von schwarzer Farbe ist. Nur an der Schwere wird sie dort erkannt.

Eingelagert sind auch kleine Steine, am meisten in trockenen Bachläufen. Die Erzsucher waschen diesen Sand aus, und was sich gesetzt hat, schmelzen sie in Öfen.⁷

¹ Diod. 5, 38, 4–5.

² Strab. 3, 2, 5.

³ Mit den Phöniziern sind hier die Karthager gemeint, die die Straße von Gibraltar gesperrt hatten und dadurch den Atlantik allein befahren konnten.

⁴ Strab. 3, 5, 11. – Die Länge des Seeweges muß ein Irrtum Strabons sein, der die Kassiteriden am Anfang seiner Beschreibung völlig richtig lokalisiert hat. Sein Irrtum beruht auf Polybios, der die richtige Zeichnung des Pythias von der Ozeanküste verwarf und sie geradlinig, ohne Biskaya und Bretagne zeichnete und die Südwestspitze von Britannien nördlich vom Westende der Pyrenäen ansetzte. Berger 152.

⁵ Das Lateinische benennt Blei und Zinn mit dem gemeinsamen Namen *plumbum* und differenziert: *plumbum nigrum* = Blei und *plumbum album* bzw. *candidum* = Zinn.

⁶ Hiermit dürfte Britannien gemeint sein.

⁷ Plin. nat. XXXIV. 156–157.

Poseidonios sagt, daß auf den Zinninseln und im Gebiet der Artabrer, also in Gallaecia (Galicien) neben Zinn auch Blei gefunden wurde, während Plinius dies verneint: „Blei kommt nicht in Gallaecien vor, während das benachbarte Cantabrien geradezu einen Überfluß daran hat.“¹

Außer in Galicien und Lusitanien scheint man in der Antike auf der iberischen Halbinsel kein Zinn gefunden zu haben. Auf den Zinninseln gibt es heute kaum noch Zinn, wohl aber in der Küstenregion am Mino, wo noch Kassiterit lagert und abgebaut wird. In der Provinz Pontevedra existieren noch drei Zinnschmelzen.

Das Zinn war als Zinnstein alluvial in der oberen Erdschicht, im Geröll ausgetrockneter Bachläufe und als Begleiter von Seifengold in Flußläufen abgelagert, und auch im Berggold war des öfteren Zinnstein vorhanden.

7.7 Zink

Zink als reines Metall war in der Antike unbekannt. In Europa hat man es erst gegen Ende des Mittelalters kennengelernt. Georg Agricola erkannte um 1550 in dem Staube der Schmelzöfen in Goslar ein Metall, wußte aber nicht, daß es aus dem Galmei stammte. 1718 spricht Georg Stahl² bei der Theorie der Messingbereitung die Ansicht aus, daß aus dem Galmei zunächst Zink reduziert werde, welches sich dann mit dem Kupfer legiere. Aus China kam schon sehr früh Zink unter dem Namen „Spiauter“³ in den Handel. 1746 gelang Andreas Marggraf⁴ die erste Darstellung von reinem Zink. Nach neuesten Berichten könnte in Indien schon um die Zeitenwende metallisches Zink hergestellt worden sein.⁵

7.7.1 Eigenschaften

Zink ist ein bläulich-weißes Metall, Dichte 7,1, das bei 419,4 °C schmilzt und bei 906 °C siedet. An der Luft ist Zink beständig, da es sich mit einer dünnen, festhaftenden Schutzschicht von Zinkoxid beziehungsweise basischem Zinkcarbonat überzieht. Wegen dieser Luftbeständigkeit wird es zum Verzinken von Eisenblechen, Eisendraht und anderen Gegenständen, zum Beispiel Gießkannen, gebraucht. Beim Erhitzen an der Luft bis zum Siedepunkt verbrennt das Zink unter intensiver Lichterscheinung zu Zinkoxid ZnO. Das Oxid,

¹ Plin. nat. XXXIV. 158.

² Stahl erweiterte die von Johannes Becher aufgestellte Phlogistontheorie, wonach bei der Verbrennung ein besonderer Stoff, das Phlogiston, entweiche und ein Phlegma zurückbleibe. Die Gewichtszunahme bei der Oxidation, zum Beispiel beim Rosten von Eisen, konnte mit dieser Theorie nicht erklärt werden. Die Phlogistontheorie wurde von Antoine Lavoisier 1775 widerlegt.

³ Dieser Name wurde als „Spialter“ noch lange von den Hüttenleuten in Aachen und Stolberg gebraucht.

⁴ Andreas Sigismund Marggraf (1709–1782) war königlich preußischer Hofapotheker. Er machte sich sehr um die Weiterentwicklung der chemischen Analyse verdient.

⁵ Sarah Bunney. New Scientist 183, S. 738.

Schmelzpunkt $1.260\text{ }^{\circ}\text{C}$, wird unter dem Namen „Zinkweiß“ als weiße Malerfarbe verwendet. Die Anstriche sind schwefelwasserstoff- und lichtbeständig, werden also nicht schwarz. Zinksulfid ZnS , das bei $1.180\text{ }^{\circ}\text{C}$ sublimiert, läßt sich leicht aus Lösungen von Zinksalzen mit Schwefelwasserstoff ausfällen. Vermischt mit Bariumsulfat BaSO_4 dient es ebenfalls als weiße Malerfarbe (Lithopon). Kristallisiertes Zinksulfid, das Spuren von Schwermetallen ($\sim 0,01\%$) enthält, hat, wie die Sulfide der Erdalkalimetalle, die Fähigkeit, nach Belichtung im Dunkeln weiterzuleuchten. Diese Phosphoreszenz tritt auch beim Bestrahlen mit unsichtbaren Strahlen wie ultraviolettem Licht, Röntgenstrahlen, Kathodenstrahlen und radioaktiven Strahlen auf, so daß diese Strahlen mit Zinksulfid sichtbar gemacht werden können. Durch Verschmelzen von Zinkverbindungen mit Kupfer erhält man das gelbglänzende Messing, das schon in der Antike hergestellt wurde. Das Zinkmetall kann durch Reduktion mit Kohle in einem geschlossenen Destilliergefäß (Muffeln) aus feuerfestem Ton bei 1.100 bis $1.300\text{ }^{\circ}\text{C}$ gewonnen werden. Wegen der hohen Temperatur entweicht das Zink dampfförmig und wird unter Luftabschluß in Vorlagen kondensiert. Bei Luftzutritt wird das Zink sofort wieder oxidiert.

7.7.2 Vorkommen

Die am weitesten verbreiteten Zinkerze sind Zinkspat (edler Galmei) ZnCO_3 und Zinkblende (Blende) ZnS . Zinkspat ist gelb, braun, farblos, silberweiß oder graugrünlich, Zinkblende gelb, rot oder braun bis schwarz gefärbt. Ein Verwitterungsprodukt des Zinkspats ist das schneeweiße Hydrozinkit (Zinkblüte) $2\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn(OH)}_2$. Ferner sind auch einige Silicate als Zinkerze von Bedeutung, nämlich Kieselzinkerz (Kieselgalmei, gemeiner Galmei) $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Willemit Zn_2SiO_4 und Troostit $(\text{ZnMn})_2\text{SiO}_4$. Diese Mineralien sind weiß, lichtgrün, gelb bis braun, aber auch blaugrün gefärbt.

Zinkblende ist ein häufiger Begleiter von Silber- und Bleiglanz und Kupferkies, woraus es bei der Verhüttung zu Zink reduziert wird, wegen seines niedrigen Siedepunktes als Dampf entweicht, aber sofort durch den Luftsauerstoff zu Zinkoxid oxidiert wird und sich als Zinkoxid im Schlot des Hochofens absetzt. Wenn der untere Teil des Schlots recht heiß ist, setzt sich das Zinkoxid im oberen, kühleren Teil als sehr reines, weißes Produkt ab. Bei mangelnder Erwärmung setzt es sich schon im unteren Teil ab und ist häufig mit Aschenstaub verunreinigt.

Zinkspat (Galmei) ist wie die Kupferminerale Malachit und Azurit nur in der Oxidationszone zu finden und ist wie diese Kupferminerale aus dem Sulfid gebildet worden.

In der Antike waren die Kenntnisse über die Zinkminerale äußerst dürftig, zumal keine hervorstechenden Farbunterschiede eine klare Unterscheidung erlaubten. Die Griechen

bezeichneten die natürlichen Mineralien καδμεία oder καδμεία λίθος, im Lateinischen lautete die Bezeichnung dann cadmea bzw. cadmea lapis. Dem Wort liegt ein semitischer Wortstamm zugrunde. Es ist allerdings fraglich, ob direkter orientalischer Einfluß zu der Wortbildung geführt hat. Das griechische Wort καδμεία kann auch eine Ableitung von Kadmeia, der Burg Thebens sein, die der Sage nach von Kadmos gegründet wurde.¹ In der Nähe der Stadt wurde Zinkerz gefunden, und deshalb leiten Sprachforscher die Wortbildung von dem Namen der Stadt ab.² Aus dem griechischen Wort ist über das arabische kalmeia das mittelhochdeutsche kalemine und das neuhochdeutsche Galmei entstanden. Die blaugrünen Arten der Kieselzinkerze wurden als Schmucksteine verarbeitet. Solche Stücke sind in Laureion gefunden worden. Es ist durchaus möglich, daß man mit καδμεία λίθος diesen Stein meinte.

Das Zinkoxid, das bei der Verhüttung gewonnen wurde, war ein wertvolles Nebenprodukt, das als Farbe und in der Medizin eingesetzt wurde. Man unterschied das besonders reine Produkt, das „Hüttenrauch“ (πομφώλυγος) genannt wurde, von dem unreinen „Ofenbruch“ (σποδός)³. Man wußte in der Antike nicht, aus welchem Mineral und wie sich dieses Produkt bildete und wie es sich von dem natürlichen Galmei unterschied. Bis zur Entdeckung des reinen Zinkmetalls wurden Galmei und Kieselzinkerz als „Erden“ für die Messingherstellung gebraucht, ohne daß der Charakter dieser Mineralien erkannt wurde. Oftmals wurde in der Antike aber auch das künstlich hergestellte Zinkoxid cadmea genannt und dadurch ist in den Beschreibungen vielfach keine klare Unterscheidung zu den natürlichen Zinkmineralien gegeben, was die Verwirrung in den antiken Texten noch erhöht.⁴

7.7.2.1 Vorkommen auf der iberischen Halbinsel

Vorkommen von Zinkcarbonaten wie Galmei und Zinkblüte sowie Kieselzinkerz werden in der antiken Literatur nicht genau lokalisiert, sie lassen sich jedoch geologisch nachweisen. Diese Erze waren in kleineren Mengen im Distrikt Mazzaron und Cartagena vorhanden. In Kantabrien wurden ergiebige Galmeilagerstätten im niedrigen Küstenlande und im Gebirge, zum Beispiel an der Ostseite der über 2.600 Meter hohen Picos de Europa, ausgebeutet. Poseidonios konnte kaum Kenntnisse von den Vorkommen dieses Mineral in Kantabrien haben, zumal die Herstellung von Messing in größerem Umfang erst in der Kaiserzeit an Be-

¹ Kadmos wurde von seinem Vater ausgesandt, seine entführte Schwester Europe zu suchen. Das delphische Orakel befahl ihm, einer Kuh mit mondformigen Flecken zu folgen und an ihrem Rastplatz eine Stadt zu gründen. So gründete Kadmos an ihrem Rastplatz in Boiotien die Kadmeia, die Burg des späteren Thebens.

² Pierre Chantraine. Dictionnaire étymologique de la langue grecque. Paris 1970. Tome II.

³ σποδός heißt im Griechischen Asche oder Staub, auf den Ofenbruch angewandt, bedeutet es, daß dieses Produkt das graue Aussehen von Asche hatte.

⁴ Diosk. V. 84 u. 85; Plin. nat. XXXIV. 128–131.

deutung gewann und die Ausbeute in dieser Gegend in großem Umfange erst nach der Eroberung durch die Römer möglich war.

Zinkblende war auch auf der iberischen Halbinsel ein Begleiter von Silber- und Bleiglanz und von Kupferkies, wurde mit diesen Erzen bergmännisch gefördert und fiel bei der Verhüttung als Zinkoxid an. Allerdings war der Zinkgehalt der Erze nicht sehr hoch, er betrug in den Silber-Blei-Erzen an der Ostküste 2 bis 3 %, im Kupferkies in der Baetica 0,2 bis 0,3 %. Die Silber-Blei-Erze um Linares waren praktisch zinkfrei.

Die schriftlichen Nachrichten sind äußerst dürftig. Von Poseidonios liegt ein Fragment vor, das nur schwer zu deuten ist. Er spricht von Zinkmineralien im Zusammenhang mit den Tieren Iberiens:

Iberien hat viele Rehe und wilde Pferde. Hier und da sind auch die Seen voll von Geflügel, und dies sind Schwäne und ähnliche Vogelarten, auch gibt es viele Trappen. Die Flüsse nähren Biber; das Bibergeil hat aber nicht dieselbe Kraft wie das pontische; denn dem pontischen wohnt eine eigentümliche Heilkraft inne wie vielen andren Dingen.

Übrigens sagt Poseidonios, daß nur das zyprische Kupfer die Kadmeia (καδμεία λίθος) und Chalcanthos (χαλκάνθος) und Spodos (σποδός) hervorbringt.

Als eine Eigentümlichkeit Iberiens berichtet Poseidonios auch, daß dort die Krähen nicht schwarz sind und daß die scheckigen Pferde der Keltiberer, wenn sie ins äußere Iberiens versetzt werden, die Farbe ändern.¹

Eine eindeutige Erklärung dieser Aussage von Poseidonios ist äußerst schwierig. Die Annahme, mit dem zyprischen Kupfer sei das Kupfererz, das auf der Insel Zypern gewonnen wurde, gemeint, ergibt keinen Sinn, denn die Aussage von Poseidonios ist eingebettet in eine Aufzählung der Tierarten Iberiens. Wahrscheinlicher ist, daß Poseidonios zum Ausdruck bringen wollte, das spanische Kupfererz sei in Qualität und Quantität dem auf Zypern gewonnenen gleichwertig.

Das Kupfererz war Kupferkies CuFeS_2 , der unter Einwirkung von Wasser und Luft auf natürlichem Wege zu Kupfersulfat (Kupfervitriol) $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, in der Antike „Chalcanthos“ genannt, verwitterte. Dieses Kupfervitriol löste sich in dem Grubenwasser, das sich in Vertiefungen sammelte und daraus abgeschieden wurde. Plinius gibt eine Beschreibung dieses Vorganges:

Die Griechen haben durch den Namen eine Verwandtschaft des Kupfers auch mit der Schusterschwärze (atramentum sutorium) angezeigt; sie nennen diese nämlich chalcanthon. Nichts anderes hat eine gleiche wunderbare Beschaffenheit. Sie bildet sich in Spanien in Brunnen und Sümpfen, die Wasser dieser Art enthalten. Man kocht es ein, fügt die gleiche Menge Süßwasser hinzu und gießt es in hölzerne Behälter. Über diesen hängen an unbeweglichen Querhölzern mit kleinen Steinen angespannte Schnüre herab, an die sich die Ausscheidung ansetzt, die infolge ihrer gläsernen Beeren das Aussehen einer Traube zeigt. Nach dem Herausnehmen wird sie 30 Tage lang getrocknet. Ihre Farbe ist blau, mit einem sehr ansehnlichen Glanz,

¹ Strab. 3, 4, 15.

so daß man sie für Glas halten könnte; durch Auflösen erhält man Schusterschwärze zum Färben der Häute.¹

Eine Zuordnung von Kadmeia ist schier unmöglich. Die Kupfererze im Rio-Tinto-Gebiet enthielten in der Oxidationszone Kupfercarbonate, also Malachit und Azurit. Bei Cordoba wurde, wie schon erwähnt, einem Malachitgang nachgegangen, was Poseidonios bekannt gewesen sein dürfte. Vergesellschaftet mit diesem Kupfermineral könnte Galmei in sehr geringen Mengen gewesen sein, der vielleicht für Poseidonios nur von geologischem Interesse war. In den Gruben am Rio Tinto war der Gehalt an Zinkblende im Kupferkies mit 0,2 bis 0,3 % nicht sehr hoch.² Somit bleibt die Frage offen: Hatte Poseidonios in Spanien bei seinen Erkundungen der Metallvorkommen natürliches Zinkmineral, Galmei, neben den Kupfercarbonaten gefunden, oder verstand er unter Kadmeia die Ablagerung von Hüttenrauch und trifft so wie Dioskurides eine Unterscheidung zum Ofenbruch, dem Spodos, der das schlechtere Produkt darstellte? Die Gewinnung von Hüttenrauch und Ofenbruch muß Poseidonios gekannt haben. In Laureion wurde sehr viel Zinkoxid bei der Verhüttung der Silbererze gewonnen, denn diese Erze enthielten 9 bis 10 % Zink. Dieses Nebenprodukt war sehr begehrt und erbrachte für die Bergwerksbetreiber einen guten Verdienst.

Die Annahme³, Poseidonios habe das Bibergeil aus dem Pontos nach seiner medizinischen Wirkung mit dem Kupfer aus Zypern verglichen, ist auch nicht recht einleuchtend, denn wie aus den Fragmenten hervorgeht, bekundete Poseidonios kein Interesse für medizinische Fragen.

Plinius beschreibt die Herstellung von Messing, aurichalcum, aus kordubischem Kupfer und cadmea ohne Angabe der Herkunft der cadmea.⁴ Da diese Messingherstellung mit Sicherheit in Spanien erfolgte, ist anzunehmen, daß das Zinkmineral aus Kantabrien kam.

Die oben angeführte Aussage über Bildung von Kadmeia, Chalcanthos und Spodos ist das einzige Poseidonios-Fragment, in dem diese Mineralien erwähnt werden. Auch von Messing ist in keinem Fragment die Rede, was aber nicht weiter verwunderlich ist, da zu seiner Zeit die Herstellung von Messing noch kaum betrieben wurde.

¹ Plin. nat. XXXIV. 123. – Das Kupfervitriol färbt das Leder, indem es sich mit dem darin enthaltenen Gerbstoff zu einem schwarzen Farbstoff verbindet.

² Die Entstehung von Galmei aus Zinkblende ist erst in der Neuzeit aufgeklärt worden.

³ Theiler. F 24, Erläuterungen.

⁴ Plin. nat. XXXIV. 4.

7.8 Quecksilber, ἄργυρος χυτός, ὑδράργυρος, argentum vivum, hydrargyrum

Quecksilber gehört zu den sieben im Altertum bekannten Metallen und seine Gewinnung aus Zinnober wurde schon von Theophrast beschrieben,¹ und arabische Edelleute sollen in ihren Gärten Quecksilberteiche als besondere Attraktion gehabt haben. In der römischen Kaiserzeit wurden bereits Amalgame benutzt, wie sich an der Feuervergoldung der Pferdequadriga von San Marco in Venedig zeigen läßt. In der Spätantike benutzte man Quecksilber zur Gewinnung von Gold aus Golderzen. Die Alchemisten hielten das Quecksilber für den gemeinsamen Bestandteil aller Metalle und sahen in ihm das Flüssigkeitsprinzip. Schon in der Antike wurden Quecksilber und Zinnober als Heilmittel gebraucht.² Paracelsus beschrieb 1527 Salben mit feinverteiltem Quecksilber.

Das chemische Symbol Hg ist von dem lateinischen hydrargyrum abgeleitet. Das deutsche Wort geht auf das althochdeutsche quecsilabar, das heißt lebendiges Silber, zurück

7.8.1 Eigenschaften

Quecksilber ist das einzige bei Zimmertemperatur flüssige Metall. Es zeigt lebhaften Silberglanz, erstarrt bei $-38,8\text{ °C}$ und siedet bei $356,9\text{ °C}$ unter Bildung eines einatomigen Dampfes. Wegen seiner hohen Dichte von 13,59 bei 0 °C dient es zum Füllen von Barometern und Manometern. Das elektrische Leitvermögen diente früher zur Definition der Widerstandseinheit: Bei 0 °C hat eine Quecksilbersäule von 1 Quadratmillimeter Querschnitt und 106,3 Zentimetern Länge den Widerstand von 1 Ohm.³ Durch elektrische Entladungen wird der Quecksilberdampf zu intensivem Leuchten angeregt, wobei er ein an ultravioletten Strahlen reiches Licht ausstrahlt, das zur Auslösung photochemischer Reaktionen und zu Heilzwecken als künstliche Höhensonne genutzt werden kann.

Quecksilber ist schon bei Zimmertemperatur merklich flüchtig, und diese Dämpfe sind äußerst giftig. Auch allergeringste Mengen können bei dauernder Einwirkung schwere Schädigungen hervorrufen.

An trockener Luft oxidiert sich reines Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur nicht, an feuchter Luft oder in unreinem Zustand bedeckt es sich mit einem Oxidhäutchen. Oberhalb von 300 °C vereinigt es sich mit Sauerstoff zum Oxid HgO, das bei stärkerem Erhitzen über $\sim 400\text{ °C}$ wieder in die Elemente zu zerfallen beginnt. Sehr lebhaft wird Quecksilber schon bei

¹ Theophr. De lapid. IX. 60.

² Diosk. V. 109, 110.

³ Heute wird das Ohm als international gültige Widerstandseinheit folgendermaßen definiert: Ein Draht hat den Widerstand von 1 Ohm, wenn bei einer an ihn angelegten Spannung von 1 Volt durch ihn ein Strom von der Stärke 1 Ampere hindurchfließt.

gewöhnlicher Temperatur durch Chlor unter Bildung von Chloriden angegriffen. Das Quecksilber(I)-chlorid Hg_2Cl_2 , eine bei 383 °C sublimierende weiße, wasserunlösliche Substanz, die die Alchemisten „Sublimat“ nannten, färbt sich im Licht infolge Abscheidung von Metall dunkel und wird beim Übergießen mit Ammoniak schwarz (analytischer Nachweis von Quecksilber). Wegen dieser Schwarzfärbung nannten die Alchemisten diese Substanz „Kalomel“ (καλός = schön, μέλας = schwarz). Mit feinverteiltem Schwefel verbindet es sich schon durch Verreiben zu Quecksilbersulfid HgS . In Wasser und Salzlösungen löst sich Quecksilber in Gegenwart von Luft spurenweise, weshalb das Metall seine Giftwirkung bei ständiger Einleitung in Wasser entfalten kann. Von verdünnter Salz- und Schwefelsäure wird es praktisch nicht, von verdünnter Salpetersäure langsam angegriffen.

Mit zahlreichen Metallen bildet Quecksilber Legierungen, die sogenannten „Amalgame“. Besonders leicht amalgamiert es sich mit Natrium, Kalium, Silber, Gold, auch mit Zink, Cadmium, Zinn und Blei, mit Kupfer nur, wenn dieses fein verteilt ist. Gar nicht legiert es sich mit Mangan, Eisen, Kobalt und Nickel, weshalb Eisengefäße zur Aufbewahrung von Quecksilber dienen können.

7.8.2 Vorkommen

Quecksilber kommt in der Natur vorwiegend als Zinnober (Cinnabarit) HgS vor, in Form von hochroten, hexagonalen Kristallen, die bei 580 °C sublimieren. In Begleitung von Zinnober findet sich Quecksilber auch gediegen, in kleinen Tröpfchen im Gestein.

Zinnober hieß griechisch κιννάβαρι nach dem ebenso genannten roten Saft des Drachenbaumes (*Dracaena draco*), dem Drachenblut. Im Lateinischen wurde der Zinnober minium genannt, aber auch die Bezeichnung cinnabari hatte sich eingebürgert. Daraus wurde das deutsche Wort „Zinnober“. Das Wort „Mennige“ kommt zwar von minium, bezeichnet aber die aus Bleiweiß durch Erhitzen an der Luft gewonnene Farbe, die im Lateinischen cerussa usta hieß.¹

Die Hauptfundstätten für Zinnober sind Almaden in Südspanien, Monte Amiata (erloschener Vulkan) der Provinz Siena und Idria in Krain (250 km nördlich von Triest). Andere kleine Fundorte in Deutschland, den USA, Mexiko und am Donez in Rußland sind unwichtig. Quecksilberminerale ohne technische Bedeutung sind unter anderem Tiemannit HgSe und Quecksilberhornerz Hg_2Cl_2 , die im Harz vorkommen. Außerdem enthalten Blei-Silber-Erze, Zinkblenden und einige Fahlerze² oft geringe Mengen von Zinnober. In dem

¹ Blümner IV. S. 485.

² Fahlerze sind Doppelsulfide von Kupfer mit Arsen, Antimon und Wismut. Ihren Namen haben sie nach dem fahlgrauen Aussehen ihrer Kristalle.

beim Abrösten dieser Erze anfallenden Flugstaub ist das Quecksilber metallisch enthalten. Die Gewinnung von Quecksilber aus Blei-Silber-Erzen war schon Dioskurides geläufig.¹

7.8.2.1 Vorkommen in Hispania

Die reichen Zinnergruben bei Almaden, dem antiken Sisapo, in der Sierra Morena 60 Kilometer nördlich von Corduba gelegen, wurden schon in der Antike ausgebeutet. Noch heute wird dort Zinner gewonnen. Überreste der antiken Gruben sind aufgefunden worden.² Das Erz von Almaden enthält 3,5 %, in tieferen Lagen bis 14 % Quecksilber.

Die erste genaue Nachricht über Gewinnung von Zinner und Quecksilber stammt von Theophrast:

Vom Zinner, κιννάβαρι, gibt es zwei Arten, den natürlichen findet man in Iberien und Kolchis, er ist sehr hart und steinig, der künstliche kommt aus Ephesus, es ist ein feines Pulver, hochrot und durch Auswaschen im Wasser gereinigt.³

Die Frage ist, ob das hier genannte Iberien mit der iberischen Halbinsel identisch ist oder ob es sich um die Landschaft Iberia in Kaukasien, die an Kolchis grenzte, handelt.⁴ Es ist wahrscheinlicher, daß Theophrast das kleinasiatische Iberia meinte, denn die Athener konnten den Zinner leicht mit dem Getreide von dorthier beziehen.⁵ Plinius hat die Stelle des Theophrast abgeschrieben und für Iberia Hispania eingesetzt.⁶

In keinem Fragment von Poseidonios werden Quecksilber und Zinner genannt, und an keiner Stelle bei Strabon und Diodor finden sich Hinweise darauf, auch solche nicht, die auf Poseidonios hindeuten könnten. Damit ist natürlich nicht gesagt, daß Poseidonios das Metall und das Mineral nicht kannte, zumal Quecksilber bei der Silbergewinnung aus den Erzen in Laurion anfiel.

Vitruv behandelt ausführlich die Verarbeitung von Zinner auf Quecksilber und nennt die Zinnergruben Spaniens,⁷ jedoch ohne eine Ortsangabe zu geben. Die Hauptstelle findet man wieder bei Plinius:

Iuba¹ überliefert, daß Zinner auch in Karmanien² vorkommt, Timagenes³ [sagt,]

¹ Diosk. V. 110.

² Davies. 138.

³ Theophr. De lapid. 58.

⁴ Kolchis war eine Landschaft am östlichen Südufer des Schwarzen Meeres, an Armenien und den Kaukasus grenzend, vom Phasis (Rioni) durchflossen, dessen Lauf weitgehend versumpft war, und war der hauptsächliche Schauplatz der Argonautensage. Die Landschaft Iberia grenzte im Westen an Kolchis, vom Kyros (Kura) durchflossen, ihre Hauptstadt war Tiphilis (Tiflis). Kolchis und Iberia gehören heute zu Georgien.

⁵ A. Schulten, S. 515, glaubt, daß sich die Aussage auf die Landschaft am Kaukasus bezieht und führt zum Beweis an, daß noch heute in Daghestan bei Ksumkant Zinner vorkommt. Caley und Richards dagegen wollen wie Plinius Iberien mit Hispania gleichsetzen. E. R. Caley, J. F. C. Richards. Theophrastus On Stones. Columbus/Ohio. 1956. S. 195.

⁶ Plin. nat. XXX. 114.

⁷ Vitruv. De arch. 7, 9, 4.

auch in Äthiopien, aber aus keinem dieser Landstriche wird er zu uns eingeführt, sondern fast nur aus Spanien aus dem für die Einkünfte des römischen Volkes so überaus berühmten Zinnerbergwerk in der Umgebung von Sisapo in der Baetica; nichts wird sorgfältiger bewacht. Es ist nicht erlaubt, den Zinner dort fertigzustellen und auszukochen; das Roherz wird versiegelt nach Rom gebracht, ungefähr 2000 Pfund [655 kg] im Jahr. In Rom aber wird es gewaschen, wobei man für den Verkauf nach einem Gesetz den Preis auf 70 Sesterzen für das Pfund festlegt, damit er das Maß nicht überschreite.⁴

In geringeren Mengen wurde Zinner auch in Asturien gefunden, wie Justin berichtet: „In den Bergwerken von Mieres und Pola de Lava in Asturien wird Zinner gewonnen“⁵, jedoch war der Hauptfundort Sisapo (Almaden) in der Sierra Morena, und er ist es noch heute.

7.9 Eisen, σίδηρος, ferrum

Das oxidische Eisenmineral Hämatit (Roteisenstein) gehört zu den frühesten von Menschen systematisch geförderten und genutzten Materialien. Bereits in der Altsteinzeit wurde der Hämatit als Farbstoff zu künstlerischen und kultischen Anlässen gebraucht. Die Reduzierung zum metallischen Eisen gelang jedoch erst einige Jahrtausende später in der Eisenzeit, die als urgeschichtliche Periode die Bronzezeit ablöste. In Mitteleuropa bezeichnet der Begriff „Eisenzeit“ die Zeitspanne zwischen dem Ende der Bronzezeit um 800 v. Chr. und der abendländischen Zeitenwende.⁶

7.9.1 Eigenschaften

Reines Eisen ist ein weißes, glänzendes Metall von geringer Härte, Dichte 7,86, es schmilzt bei 1.528 °C und siedet bei 3.250 °C. Es kommt in zwei Modifikationen als α - und γ -Eisen vor, deren Umwandlungspunkt bei 906 °C liegt. Das α -Eisen ist wie Kobalt und Nickel ferromagnetisch. Bei 768 °C (Curie-Punkt) verliert sich diese Eigenschaft, und das Eisen wird paramagnetisch. Der Magnetismus ist nur temporär und verliert sich wieder, wenn das erregende äußere Magnetfeld entfernt wird. Dagegen besitzt kohlenstoffhaltiges Eisen, besonders Stahl, permanenten Magnetismus. In trockener Luft überzieht sich Eisen mit einer zusammenhängenden Oxidhaut, in feuchter Luft oder in kohlendioxidhaltigem Wasser wird

¹ König Juba von Mauretanien kompilierte zur Zeit des Augustus in griechischer Sprache verschiedene lateinische und griechische Autoren, unter anderen Aristoteles, Polybios, Varro und Livius. Davon sind nur Fragmente erhalten.

² Landschaft im südlichen Iran, etwa gleich dem heutigen Laristan.

³ Timagenes aus Alexandria (1. Jh. v. Chr.) verfaßte ein umfangreiches universalhistorisches Sammelwerk.

⁴ Plin. nat. XXX. 118.

⁵ Justin. 44, 1, 6.

⁶ Abriß der Geschichte des Eisens: Dierk Raabe. Morde, Macht, Moneten. Metalle zwischen Mythos und High-Tech. Weinheim 2001.

Eisen zu Eisen(II,III)-oxidhydrat Fe_3O_4 , dem Rost; oxidiert. Diese Oxidschicht stellt keine zusammenhängende Haut dar, so daß der Rostvorgang weiter fortschreiten kann, wodurch das Eisen zerstört wird. Einen Schutz bieten nur Anstriche mit spezieller Farbe, zum Beispiel Mennige, oder Überziehen mit Zink oder Zinn.

Eisen löst sich in Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure zu den zweiwertigen Salzen, die dreiwertigen Salze bilden meistens Mischformen. Erwähnt werden sollen noch zwei komplexe Eisenverbindungen, das gelbe Blutlaugensalz $\text{K}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ und das Berliner Blau $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$. (Berliner Blau oder Preußischblau ist eine beliebte Malerfarbe.)

7.9.2 Technische Eisensorten

Roheisen oder Gußeisen heißt solches Eisen, das 2 bis 5 % Kohlenstoff enthält. Es schmilzt ohne vorherige Erweichung und ist nicht schmiedbar, aber gut zum Gießen geeignet, weil es die Formen scharf ausfüllt. Der Schmelzpunkt liegt zwischen 1.100° und 1.200°C . Bei gewöhnlicher Temperatur ist Roheisen spröde.

Schmiedbares Eisen hat einen Kohlenstoffgehalt zwischen 0,04 und 1,5 %. Schmiedbares Eisen schmilzt höher als Roheisen, erweicht in der Hitze allmählich, läßt sich daher schmieden und zusammenschweißen, auch strecken und walzen. Schmiedeeisen im herkömmlichen Sinne enthält höchstens 0,5 % Kohlenstoff und keine wesentlichen Beimengungen von Silicium, Mangan und anderen Metallen.

Stahl im alten Sinne enthält mehr Kohlenstoff als Schmiedeeisen, gewöhnlich zwischen 0,5 und 1 %. Stahl ist schwieriger zu schmieden und zu schweißen als Schmiedeeisen, ist härter als dieses und bei gewöhnlicher Temperatur nicht zäh, sondern elastisch. Außerdem weist Stahl die Eigenschaft der Härtbarkeit auf. Erhitzt man ihn auf helle Glut und kühlt darauf plötzlich durch Eintauchen in Wasser oder Öl ab, so wird er außerordentlich hart und spröde. Die Sprödigkeit läßt sich ohne Verminderung der Härte beseitigen, indem man den gehärteten Stahl anläßt, das heißt, ihn vorsichtig für kurze Zeit auf mäßig hohe Temperatur von 260° bis 300°C erhitzt. Die modernen Spezialstähle enthalten Beimengungen von Silicium, Phosphor, Vanadin, Nickel, Chrom, Wolfram, Mangan, wodurch die Eigenschaften des Stahls variiert werden können. Erwähnt werden soll der nichtrostende V2A-Stahl (Nirosta) mit 18 % Chrom und 8 % Nickel, der auch für Gebrauchsgegenstände, vor allem für Messer, allgemeine Verwendung findet.

7.9.3 Vorkommen

Die Vorkommen sind auf dem Boden der alten Welt sehr zahlreich. In Kleinasien, auf den Inseln in der Ägäis, auf der Peloponnes und dem griechischen Festland wurden Eisenerze gefunden und Eisen produziert. Es erscheint merkwürdig, daß die sehr reichen Eisenerzlager

des Lauriongebirges in Attika nicht ausgebeutet wurden. Den Athenern war nur das Silbererz wichtig. In Italien war die ergiebigste Quelle des Eisens die Insel Ilva (Elba), und berühmt waren die Eisenbergwerke in Noricum, dem heutigen Kärnten, wovon zahlreiche Inschriften Zeugnis geben. Auch in Gallien war die Eisengewinnung und -verarbeitung im ganzen Land verbreitet. Besonders wichtig waren für die Römer die Eisengruben in den spanischen Provinzen. Die Iberer waren hervorragend in der Verarbeitung dieses Metalls, und die hispanischen Waffen waren zur Römerzeit hochberühmt.

Das Eisen gehört zu den verbreitetsten Metallen und ist mit 4,7 % am Aufbau der Erdkruste beteiligt. In gediegenem Zustand ist es nur sehr selten im Gestein anzutreffen, wohl aber in Meteoriten, dort mit Nickel legiert, dessen Anteil im allgemeinen zwischen 5,5 und 20 % schwankt.

Die wichtigsten Eisenerze sind:

- Magnetit (Magnetit) Fe_3O_4 . Das schwarze Mineral ist stark ferromagnetisch, enthält 45 bis 70 % Eisen und kommt in Schweden in riesigen Lagern vor, wird aber auch in Norwegen, im Ural und Nordafrika gefunden.
- Roteisenstein (Hämatit, Eisenglanz, Specularit) Fe_2O_3 . Farbe rötlichgrau bis schwarz, oft mit bunten Anlauffarben, Strichfarbe kirschrot bis rotbraun. Das reine Mineral enthält bis zu 70 % Eisen und ist neben Magnetit das wichtigste Eisenerz. Das größte Roteisenlager liegt am Oberen See in Nordamerika.
- Brauneisenstein (Nadeleisenerz, Limonit) $\text{FeO}(\text{OH})$ ist eines der wichtigsten Erze in den Oxidationszonen primärer eisenhaltiger Lagerstätten, die sich über anderen Mineralschichten abgelagert haben (Eiserner Hut). Als Wiesen- oder Raseneisenerz konnte der Brauneisenstein schon in prähistorischer Zeit abgebaut und auf Eisen verhüttet werden, weil sich das Erz häufig direkt unter der Erdoberfläche befand und in einer Art Tagebau gewonnen wurde. Brauneisenstein ist als nie fehlendes Pigment im Ackerboden und in allen nicht völlig frischen Gesteinen verbreitet. Der Eisengehalt des Erzes erreicht in der Regel 30 bis 40 %, liegt aber oft darunter. In Europa liegen Vorkommen in Lothringen (Minette), die einen hohen Phosphorgehalt aufweisen, im Lahn-Dill-Gebiet und im Raum Salzgitter bei Hildesheim.¹
- Spateisenstein (Siderit, Eisenspat) FeCO_3 besteht aus vollkommen spaltbaren, erbsengelb bis gelblichbraun gefärbten Kristallen. Das reine Mineral enthält 48 % Eisen bzw. 62 % FeO und war in der Antike das Hauptprodukt des Bergbaus in Noricum und in der spanischen Provinz Kantabrien. Die steierischen Siderit-Lagerstätten sind auch

heute noch von Bedeutung, während der ehemals wichtige, bis ins frühe Mittelalter zurückgehende Bergbau im Siegerland aufgelassen wurde.

- Eisenkies (Pyrit, Schwefelkies) FeS_2 ist ein gelbes Mineral, das 47 % Eisen und 53 % Schwefel enthält. Beim Abrösten wird demnach sehr viel Schwefeldioxid entwickelt, das heute zu Schwefelsäure verarbeitet wird. Der zurückbleibende Kiesabbrand, das Purpurerz Fe_2O_3 , kann auf Eisen verarbeitet werden. Enthält der Abbrand mehr als 0,5 % Kupfer, wird neben dem Eisen auch reines Kupfer gewonnen. Kieslagerstätten finden sich am Rio Tinto in Spanien, Meggen/Westfalen, Falun/Schweden, auch in Norwegen und in Tennessee/USA.
- Eisenoxid-Pigmente Ocker und Rötel.

Ocker, abgeleitet von dem griechischen Wort ὄχρα, blaßgelb, ist ein natürlich vorkommendes Verwitterungsprodukt von Eisenerzen. Der Prozeß ist an Gebiete mit warmem bis heißem Wechselklima gebunden. Aus eisenhaltigen Mineralien wurde das Eisen durch Niederschläge herausgelöst. In der Trockenzeit stieg der Wasserstrom im Verwitterungsboden nach oben und verdunstete, und Eisenhydroxid, bestehend hauptsächlich aus Limonit, wurde vermischt mit Kalk, Silicaten, Gips oder auch Schwerspat in der Nähe der Erdoberfläche ausgeschieden. Die Menge und die Konzentration des abgeschiedenen Eisenhydroxids sind um so größer, je stärker die Niederschläge waren und je schärfer ausgeprägt und vollständiger die Trockenzeit war. Ocker findet sich in geringer Tiefe in den Silber- und Kupfergruben in manchmal recht breiten Adern, aber oft auch an Berghängen, wo man es leicht ausgraben konnte. Die Farben variieren von hellgelb, zum Beispiel auf Zypern, bis rot, zum Beispiel in Spanien. Das Produkt wurde zermahlen, geschlämmt und mit Wasser, Casein, Leinöl oder Kalk angerührt und verstrichen. Eine Klassifizierung gibt Plinius:

Der Ocker (ochra) ist eigentlich ein Schlamm. Als der beste davon gilt der sogenannte attische Ocker, dessen Preis zwei Denare für das Pfund beträgt; darauf folgt der marmorhaltige Ocker, der nur die Hälfte des attischen kostet. An dritter Stelle steht die dunkle Sorte, welche andere die skyrische nennen, von der Insel Skyros, aber auch schon aus Achaia; man verwendet sie zu den Schatten in der Malerei, der Preis des Pfundes beträgt zwei Sesterzen; der sogenannte lichte Ocker, der aus Gallien kommt, kostet aber zwei Asses weniger.²

Rötel ist ein stark mit Ton vermishtes, daher weiches Eisen(III)-oxid (Hämatit), das schon in der Antike als rotes Pigment mit Wasser, Kalk oder Mörtel vermischt zu Anstrichen und in der Kunstmalerei verwendet wurde. In der Antike wurde der Rötel „Sinope-Erde“ genannt. Plinius sagt:

Die Sinope-Erde ist zuerst am Pontos gefunden worden; sie hat ihren Namen von der dortigen Stadt Sinope. Sie kommt aber auch in Ägypten, auf den Balearen und in

¹ Die Vorkommen im Lahn-Dill-Gebiet und im Raum Salzgitter werden nicht mehr ausgebeutet.

² Plin. nat. XXXIII. 158 ff. Attischer Ocker wurde in den Silbergruben von Laureion gefunden und abgebaut.

Afrika vor, die beste aber auf Lemnos und in Kappadokien, wo sie aus Höhlen gegraben wird. Der an den Steinen hängende Teil ist vorzüglich. Die Klumpen haben ihre eigene, außen fleckige Farbe. Die Alten verwendeten sie zur Erzielung des Glanzes. Es gibt drei Arten von Sinope-Erde: eine rote, eine weniger rote und eine mitten zwischen zwei liegende. Der Preis der besten beträgt zwei Denare für das Pfund: man verwendet sie für die Malerei, oder wenn man Holz färben möchte.¹

Rötel kann durch Glühen von Ocker gewonnen werden, ein Verfahren, das schon in der Antike bekannt war². Es soll von dem Maler Kydias um 350 v. Chr. erfunden worden sein.³

7.9.3.1 Vorkommen auf der iberischen Halbinsel

Allgemein werden Eisenvorkommen in der Literatur von Justin, Mela, Plinius, Silius und Solinus angeführt.⁴

Spezielle Eisenvorkommen sind für folgende Gegenden bezeugt:

- Keltiberien: Ausgezeichnetes Eisenerz, und zwar Hämatit und Spateisenstein, lieferte der Mons Caius (Moncayo; das Eisenvorkommen wird noch heute ausgebeutet) im nordöstlichen Randgebirge der Meseta, das parallel zu den Pyrenäen verläuft und den Abschluß zum Ebrotal bildet. Strabon sagt:

Das Land zwischen den Pyrenäen und der Nordseite bis zu den Asturern wird besonders von zwei Gebirgen durchschnitten. Von diesen läuft das eine parallel mit den Pyrenäen, hat seinen Anfang bei den Kantabern, sein Ende aber am Meere und wird Idubeda genannt.⁵

An seinem Südfuße lag die für ihre Eisenindustrie berühmte Stadt Bilbilis (heute Ruinen auf dem Cero de Bambola bei Catalayud), umspült von dem Salo (Jalon) und seinem Nebenfluß Birbilis (Ribota). An der Nordseite lag Turiasso (Tarazona), ebenfalls für seine Eisenverarbeitung berühmt. In diesen Orten wurden die keltiberischen Schwerter hergestellt, die zur Ausstattung des karthagischen Heeres gehörten und wegen ihrer Qualität nach dem Sieg über Hannibal von den Römern übernommen wurden, wie Polybios sagt:

Die Schwerter der Keltiberer sind ganz eigentümlich eingerichtet; sie sind nämlich zu einem tüchtigen Stoß und Hieb auf beiden Seiten geeignet. Daher haben denn auch die Römer seit dem Krieg mit Hannibal ihre alten Schwerter abgelegt und dafür die iberischen angenommen, was deren äußere Erscheinung betrifft. Die Trefflichkeit des Eisens dagegen und die anderweitige sorgfältige Behandlung können sie durchaus nicht erreichen.⁶

Ob sich allerdings die Herstellung der Waffen nur auf die Städte Bilbilis und Turiasso beschränkte, darf bezweifelt werden. Es ist anzunehmen, daß sich auch in der Nähe anderer

¹ Plin. nat. XXXV. 31–32.

² Diosk. V. 112.

³ Theophr. De lapid. 53.

⁴ Justin 44, 1, 5; Mela 2, 86; Plin. XXX. 30; Sil. 1, 230; Solin. 115 (Mommsen).

⁵ Strab. 3, 4, 10.

⁶ Polyb. 6, 23: Beschreibung der Ausrüstung eines Legionärs, u. a. mit iberischen Schwertern.

Lagerstätten Werkstätten befanden, wo die Schmiede die Kunst der Stahlherstellung beherrschten.

Auch Poseidonios beschreibt in seiner ethnologischen Abhandlung über die Keltiberer die Güte dieser Schwerter, aber wie Polybios nennt er keine Fundstellen und keine Orte, wo die Fabrikation dieser Waffen stattfand:

Die Keltiberer tragen zweischneidige Schwerter, die aus ausgezeichnetem Eisen geschmiedet sind, und sie haben an der Seite Dolche von der Länge einer Spanne, die sie in der Schlacht im Nahkampf benutzen.¹

Genauere Nachrichten über seine Vaterstadt gibt der in Bilbilis geborene Martial², der die Qualität des hier hergestellten Eisen in seinen Epigrammen immer wieder preist.³ In einem Epigramm sagt er:

Die beste [Stadt] durch das grimmige Metall ist Bilbilis, die das Eisen der Chalbyler und der Noriker besiegt und widerhallt durch [das Schmieden] des Eisens auf dem Platea, das der niedrige, aber reißenden Fluß Salo umfließt, der richtig temperiert ist.⁴

In seinen Ausführungen über die Verarbeitung des Eisens benennt Plinius⁵ ebenfalls die Städte Bilbilis und Turiasso als ein Zentrum der Eisenindustrie. Das hier verarbeitete Eisenerz wurde nicht nur in der Umgebung von Bilbilis und Turiasso gewonnen, sondern auch aus anderen Gegenden Spaniens angeliefert.

- Katalonien: Hier hatte Cato Eisen- und Silbergruben erschlossen.⁶ Die Eisenvorkommen scheinen nicht bedeutend gewesen zu sein. Sie werden sonst nicht in der antiken Literatur erwähnt.
- Kap Ferraria (Kap de la Nao)⁷: In der Nähe des Kaps zwischen der Mündung des Flusses Sukro (Jucar) und Carthago Nova lagen bei Dianium (Denia) Eisengruben. Gefördert wurde hauptsächlich Magnetit. Strabon schreibt:

An der Küste von Carthago Nova bis zum Iberus befinden sich in der Mitte zwischen diesen beiden Punkten der Fluß Sukro (Jucar) und seine Mündung nebst einer gleichnamigen Stadt ...

Zwischen dem Sucro und Carthago liegen drei Städtchen der Massalieten. Das bekannteste darunter ist Hermeroskopium, das auf dem Vorgebirge einen sehr verehrten Tempel der Ephesischen Artemis hat... Es heißt auch Dianium (Denia) oder Artemisium und hat in der Nähe sehr ergiebige Eisengruben.⁸

¹ Diod. 5, 33, 3.

² Martial, geb. ~ 40 n. Chr. in Bilbilis, gest. 103 n. Chr. in Spanien, ging ~ 64 n. Chr. nach Rom, wo er bis 98 n. Chr. als Epigrammatiker wirkt.

³ Martial. 1, 49, 4; 12, 18, 9.

⁴ Martial. 4, 55, 12. – Die Chalbyler sind ein asiatischer Stamm.

⁵ Plin. nat. XXXIV. 144.

⁶ Gell. Noct. Att. 2, 22, 29.

⁷ Der Name wurde von Mela (II. 91) geprägt und bezieht sich eindeutig auf die Eisenlagerstätten in der Nähe.

⁸ Strab. 3, 4, 6. – Die griechische Gründung Artemisium wurde zum römischen Dianium nach einem Dianatempel, dessen Reste noch im Rathaus von Denia zu sehen sind.

Wo das Eisen verarbeitet wurde, ist nicht überliefert. Strabon macht keine weiteren Angaben. Diese Eisengruben hätte Poseidonios erkunden können, da seine Reiseroute an Denia vorbeiführte. Strabons Aussage Poseidonios zuzuschreiben, ist jedoch etwas gewagt.

- Kantabrien: Dieses Gebiet wurde als Teil der Provinz Hispania Tarraconensis zu einem der wichtigsten Eisenerzlieferanten. Der noch heute wichtige Eisenerzdistrikt liegt in geringer Entfernung vom Golf von Biskaya und zwar hauptsächlich zwischen dem Fluß Nervion östlich von Bilbao¹ und dem Rio de Sommorostro. Plinius sagt:

Von allen im Bergbau gewonnenen Erzen kommen die Eisenerze am reichlichsten vor. In dem dem Meere zugewandten Teil Cantabriens, der vom Ozean bespült wird, gibt es einen sehr hohen Berg, der, was unglaublich klingt, ganz aus diesem Stoff besteht, wie wir bei der Besprechung der Küsten des Ozeans gesagt haben.²

Mit dem hohen Berg könnte Plinius den Triano bei Bilbao gemeint haben, denn dieser Berg ist besonders reich an Eisenerz.

Die tiefste Schicht der Eisenerze besteht aus Eisenspat, der größtenteils unter Einwirkung von Luft und Wasser zum festen, wasserarmen Roteisenstein (Campanil) umgewandelt wurde, der nach oben weich und erdig ist (Vena) und als oberste Kappe zellig-stalaktitisches Brauneisenerz (Rubio) führt. Es ist eine große Zahl von recht großen Erzkörpern bekannt, die schon in der Antike im Tagebau ausgebeutet wurden und wegen der nahen Lage am Meer leicht zu versenden waren. Auch sind die Eisenerze dieses Distriktes von vorzüglicher Qualität, denn sie sind fast frei von schädlichen Beimengungen. Der Gehalt an Kieselsäure ist mäßig hoch, und Phosphor und Schwefel fehlen fast vollständig. Wie weit eine Aufarbeitung der Eisenerze überhaupt in Kantabrien erfolgte, ist nicht auszumachen, wahrscheinlich wurde das Eisenerz nur aus den Erzen ausgeschmolzen. Mit Sicherheit erfolgte das Ausschmieden zu hochwertigem Schmiedeeisen und Stahl nicht hier, da die Kantabrer nicht über die notwendigen Kenntnisse verfügten, sondern in für damalige Verhältnisse hochtechnisierten Werkstätten, wie sie zum Beispiel in Bilbilis vorhanden waren.

- Baetica: In der Aufzählung der Metalle, die in Turdetanien vorkommen, erwähnt Poseidonios auch das Eisen.³ In der Sierra Morena liegen Vorkommen an Magnetit, die in der Antike nicht ausgebeutet wurden. Brauneisenstein (Limonit) findet sich auch in der Baetica überall im Erdboden, besonders im Gebiet des Rio Tinto, der seine blutrote Farbe und seinen Namen von der eisenhaltigen Erde erhalten hat. Nach Aussage von Strabon wurde Sinopische-Erde aus Südspanien ausgeführt: „Auch Wachs, Honig und

¹ Bilbao wurde im Jahre 1300 von Diego Lopez de Haro gegründet.

² Plin. nat. XXXIV. 149; s. a. Plin. nat. IV. 12.

³ Strab. 3, 2, 8.

Pech wird ausgeführt, desgleichen viel Kermes und Mennige, die der Sinopischen Erde nicht nachstehen.¹

7.10 Das Bergwerkswesen auf der iberischen Halbinsel

Poseidonios hat ausführliche Berichte über das Bergwerkswesen der Provinzen Hispania citerior und Hispania ulterior verfaßt, wovon ein längeres Exzerpt bei Diodor und ein kürzeres Exzerpt bei Strabon überliefert sind. Diodor schreibt:

(35, 1) Da wir die Iberer behandelt haben, ist es vielleicht nicht unpassend, über die Silberbergwerke dort zu berichten. Denn dieses Gebiet besitzt beinahe die meisten und schönsten aller durch Bergbau geförderten Silbervorkommen und bietet den dort Arbeitenden viele Einkünfte.

(2) Schon in den früheren Büchern beim Bericht über die Taten des Herakles haben wir von dem Gebirge in Iberien gesprochen, das „Pyrenäen“ genannt wird. Dieses Gebirge unterscheidet sich von den anderen durch Höhe und Größe; es reicht nämlich vom südlichen Meer beinahe bis zum Ozean im Norden und trennt Gallien von Iberien und auch von Keltiberien, und es hat eine Ausdehnung von ungefähr 3000 Stadien.

(3) Obwohl es jetzt in den Pyrenäen viele und dichtgewachsene Wälder gibt, sagt man, daß in alter Zeit ein von Hirten achtlos zurückgelassenes Feuer das gesamte bewaldete Gebirge niedergebrannt hat. Da das Feuer viele Tage unaufhörlich gebrannt habe, sei die Oberfläche der Erde verbrannt worden, und das Gebirge sei wegen dieses Unglücks „Pyrenäen“ genannt worden, die Oberfläche der verbrannten Erde sei von vielem Silber übergeflossen, und dadurch, daß der Grundstoff, aus dem das Silber gewonnen wird, geschmolzen war, hätten sich viele Bäche reinen Silbers gebildet.

(4) Da der Nutzen des Silbers bei den Einheimischen unbekannt gewesen sei, hätten die Phönizier, die dort als Kaufleute tätig waren und von dem Ereignis erfuhren, das Silber gekauft für eine geringe Gegengabe anderer Waren. Deshalb seien die Phönizier, die das Silber nach Griechenland und nach Asien und zu allen anderen Völkern brachten, zu großen Reichtümern gekommen. Soweit gingen die Kaufleute in ihrer Gewinnsucht, daß sie, wenn trotz der vollen Beladung ihrer Schiffe noch viel Silber übrig war, das Blei aus den Ankern ausschlugen und das Silber den Dienst des Bleis erfüllen ließen.

(5) Deshalb schickten die Phönizier, als sie lange Zeit hindurch aufgrund dieser Handelsgeschäfte ihre Macht vergrößert hatten, viele Kolonien aus, die einen nach Sizilien und den benachbarten Inseln, die anderen nach Libyen, nach Sardinien und nach Iberien.

(36, 1) Lange Zeit später, als die Iberer die Eigenheiten des Silbers kennengelernt hatten, legten sie ansehnliche Bergwerke an; und weil sie das schönste und beinahe das meiste Silber förderten, kamen sie zu großen Einkünften. Der Bergbau bei den Iberern sieht ungefähr so aus:

(2) Es gibt wunderbare Kupfer-, Gold- und Silberbergwerke. Die Leute im Kupferbau gewinnen den vierten Teil reines Kupfer aus der geförderten Erde, und unter denen, die das Silber auf eigene Rechnung abbauen, gibt es viele, die in drei Tagen ein Euböisches Talent gewinnen. Denn jeder Brocken Erde ist voll von zusammengebackenem leuchtendem Metallstaub. Deshalb könnte man wohl staunen

¹ Strab. 3, 2, 6.

über die Beschaffenheit des Landes und die Arbeitsfreude der Menschen, die es bearbeiten.

(3) Zuerst nun waren im Bergbau beliebige Privatleute rastlos tätig und trugen riesige Gewinne davon wegen der leichten Bearbeitung und der Fülle der silberhaltigen Erde. Später aber, als die Römer Iberien bezwungen hatten, machte sich eine Menge von Italikern in den Bergwerken breit und trug wegen ihrer Gewinnsucht gewaltige Reichtümer davon.

(4) Sie kauften nämlich eine Menge Sklaven und übergaben sie den Aufsehern über die Arbeit in den Bergwerken. Diese lassen an mehreren Stellen die Erde öffnen und in die Tiefe graben, um die Erdschicht mit dem höchsten Silber- und Goldgehalt zu finden. Bei ihrem Vordringen in die Erde graben sie nicht nur Schächte von großer Länge, sondern sie treiben ihre Grabungen auch in die Tiefe auf viele Stadien und legen auf vielfältige Weise nach den Seiten gerichtete und gewundene Schächte an, und so fördern sie aus der Tiefe die Erdbrocken, die ihnen Gewinn bringen.

(37, 1) Ein großer Unterschied ergibt sich, wenn man diese Bergwerke mit denen in Attika vergleicht. Denn die, die die attischen Bergwerke betreiben und große Aufwendungen für die Förderarbeiten machen müssen, gewannen nicht nur das nicht, was sie irgendwann einmal zu gewinnen hofften, sondern sie verloren auch das noch, was sie besaßen, so daß es ihnen ergangen zu sein scheint nach der Art jenes Rätsels.

(2) Die dagegen, die in Spanien den Bergbau betreiben, häufen zugleich mit der Hoffnung aus der geleisteten Arbeit riesige Reichtümer auf. Denn ihre ersten Grabungen sind schon erfolgreich wegen der Vorzüge des Bodens für diese Unternehmung, und sie finden immer prächtigere Adern, die voll sind von Silber und Gold, denn die ganze Erde in diesem Gebiet ist vielfältig durchflochten von den Windungen der metallführenden Adern.

(3) Manchmal stoßen die Bergleute in der Tiefe auf unterirdisch dahinfließende Ströme, deren Kraft sie bändigen, indem sie die Ströme durch seitwärts geführte Grabungen unterbrechen und ableiten, denn geplagt von der nie getrogenen Erwartung auf Gewinn führen sie ihre eigenen Projekte auch aus, und was das merkwürdigste von allem ist: Sie schöpfen die Wasserströme mit der sogenannten ägyptischen Schraube ab, die der Syrakuser Archimedes erfand, als er Ägypten besuchte. Mit Hilfe dieser Schraube leiten sie das Wasser von unten nach oben zur Öffnung des Schachtes, legen damit die Bergwerke trocken und richten sie gut für ihre Arbeit ein.

(4) Dieses Gerät ist außerordentlich sinnreich erdacht und schöpft auf merkwürdige Weise eine unendliche Menge Wasser mit einem unerheblichen Arbeitsaufwand; und der ganze Strom wird mit Leichtigkeit aus der Tiefe an die Oberfläche der Erde hinausgeschüttet. Mit Recht kann man wohl den Scharfsinn des Künstlers nicht allein bei dieser Maschine bewundern, sondern auch bei anderen und bedeutenderen Erfindungen, über die man in der ganzen Welt spricht, und über die wir im einzelnen genau berichten werden, wenn wir zur Lebenszeit des Archimedes kommen.

(38, 1) Die Arbeiter in diesen Bergwerken bringen ihren Herren unglaubliche Einkünfte, sie selbst aber müssen unter der Erde in den Schächten graben bei Tag und Nacht und müssen ihre Körper schinden; viele sterben wegen des Übermaßes der Anstrengung. Denn eine Erholung und eine Arbeitspause gibt es für sie nicht, sondern durch die Schläge der Aufseher werden sie gezwungen, die furchtbaren Leiden zu erdulden, und enden auf diese elende Weise ihr Leben. Einige, die genügend Körperkraft und seelische Widerstandskraft besitzen, halten das Elend lange Zeit durch. Doch wünschenswerter ist für sie der Tod als das Leben wegen der Größe ihrer Leiden.

(2) Obwohl es viele Merkwürdigkeiten bei den erwähnten Bergwerken gibt, könnte man nicht am wenigsten darüber staunen, daß keines der Bergwerke ganz neu ist,

sondern alle Schächte von der Habsucht der Karthager geöffnet worden sind zu der Zeit, als sie über Iberien herrschten. Diese Bergwerke waren die Grundlage ihrer Machterweiterung, denn mit ihrer Hilfe mieteten sie sich die besten Soldaten und führten mit ihnen viele und große Kriege.¹

Ogleich dieser Text sehr ausführlich ist, muß bedacht werden, daß er doch nur einen Auszug aus der ursprünglichen Schrift von Poseidonios darstellt, denn Diodor hat nur das aufgenommen, was ihm als besonders lesenswert erschien. Dazu gehören nebst einem kurzen Abriß des historischen Hintergrundes der Reichtum an Gold, Silber und Kupfer, die Besitzverhältnisse und der Fleiß der Bergwerkssklaven, aber auch ihre grausame Behandlung, die zu einem schnellen Tod führte. Eine genaue Beschreibung der Grubenanlagen wird nicht gegeben. Streckenführung der Schächte und Stollen, Belüftung und Beleuchtung, Einzelheiten über den Transport der Erze fehlen. Dagegen betont Diodor den Einsatz der Wasserschnecke, die von den Römern im Bergbau eingeführt wurde, wodurch eine Entwässerung der Gruben möglich war, die sonst wahrscheinlich abgesoffen wären.

Noch kürzer ist der Abschnitt bei Strabon:

Poseidonios enthält sich beim Lob der Menge und der Qualität des Erzes nicht seiner gewohnten Rhetorik, sondern ergeht sich in verzückten Hyperbeln. Denn er sagt, daß er nicht mehr die Sage bezweifle, daß einst, als die Wälder in Brand geraten seien, die silber- und goldhaltige Erde schmolz und an die Oberfläche hervorquoll, weil jeder Berg und jeder Hügel ein von irgendeiner freigebigen Glücksgöttin aufgehäufter Haufen Materials für die Geldprägung sei. Überhaupt, sagt er, würde wohl jeder, der diese Gegend sehe, zugeben, daß sie Schätze der unversieglischen Natur oder die unerschöpfliche Schatzkammer für die Ausübung einer Herrschaft sind. Nicht nur überreich war das Land, sagt er, sondern auch unterreich, und bei jenen bewohne in der Tat nicht Hades die unterirdische Welt, sondern Pluto. So also spricht er darüber in seiner blumigen Art, als würde er selbst seine vielen Worte aus einem Bergwerk hervorholen.

Den Fleiß der Bergarbeiter charakterisiert er mit einem Wort des Phalereers; er sage über die Silbergruben Attikas, die Menschen dort würden so fleißig graben, als erwarteten sie, Pluto selbst herauszuholen. Er zeigt, daß auch von diesen Bergleuten hier Eifer und Arbeitsfreude ähnlich seien, wie sie schräge und tiefe Schächte grüben und die ihnen begegnenden Wasserströme oft mit ägyptischen Schöpfschrauben auspumpten. Das Ergebnis sei aber nicht dasselbe bei ihnen und bei den attischen Bergwerken. Bei den attischen gleiche der Bergbau jenem Rätsel: „Was sie bekamen, behielten sie nicht, und was sie behielten, verloren sie.“ Bei den turdetanischen Bergwerken sei der Gewinn dagegen höchst ertragreich, da sie aus den Kupfergruben den vierten Teil des Erzes als Kupfer förderten, und einige Besitzer der Silbergruben förderten in drei Tagen ein Euböisches Talent.¹

Wie Diodor betont auch Strabon den Reichtum an Gold, Silber und Kupfer und lobt den Fleiß der Bergarbeiter. Als technisches Detail wird auch hier die Wasserschnecke angeführt, ohne den Namen des Archimedes zu nennen. Bei beiden Autoren wird die Entstehung der Edelmetalle durch einen Brand der Wälder, wodurch die gold- und silberhaltige Erde

¹ Diod. 5, 35, 1–38, 2.

geschmolzen wurde, so daß das Edelmetall an die Erdoberfläche emporquoll, hervorgehoben. Bemerkenswert ist auch, daß nur die enorme Menge an Metallen in Spanien mit der recht klein geworden Ausbeute der attischen Silberbergwerke zu Poseidonios' Zeiten verglichen wird. Jede genauere Angabe über den Grubenbetrieb in Laureion fehlt, obgleich anzunehmen ist, daß Poseidonios über die dortigen Verhältnisse gut unterrichtet war. Schließlich hatte er lange genug in Athen gelebt.

Die verkürzte Darstellung bei Diodor kann durch die archäologischen Untersuchungen der antiken Bergbergwerke auf der iberischen Halbinsel erheblich erweitert werden. In den Gruben von Mazarron wurden viele Gegenstände des antiken Bergbaus gefunden²: Holzverschalungen, Leitern, Flaschenzüge, Förderkörbe aus Spartgras mit hölzernen Gurten, Sandalen und Mützen aus Spartgras, Trinkgefäße und Lampen. Im Gebiet des Rio Tinto wurden unter anderem Archimedische Schrauben und Wasserräder geborgen (Museum in Tharsis). In Galicien konnten die Arrugien aufgefunden und vermessen werden. Diese Gegenstände ergänzen die knappen Berichte bei Diodor und Strabon und bestätigen die Darstellungen bei Plinius.

Der Bericht des Agatharchides von Knidos über den Goldbergbau der Ptolemäer in Ägypten

Zum Vergleich mit den obigen Exzerpten soll die Beschreibung des ptolemäischen Goldbergbaus in Ägypten herangezogen werden, die Agatharchides gegeben hat³:

An Ägyptens Grenzen nach Arabien und Äthiopien hin ist die Gegend der Goldgruben der Ägypter, aus welchen vieler Menschen Hände das Gold ausbringen. Den schwarzen Fels hat die Natur daselbst mit Adern von weißem Marmor durchsetzt, deren Glanz alles übertrifft. Aus diesen Adern gewinnen die Bergleute das Gold durch viele Arbeiter. Die ägyptischen Könige verwenden zu solcher Arbeit Verbrecher und Kriegsgefangene. Die Sträflinge werden teils nur für ihre Person, teils auch samt ihren Angehörigen verurteilt. Sie werden in zahlloser Menge dahin geschickt und müssen mit zusammengebundenen Füßen Tag und Nacht arbeiten. Damit sie nicht entfliehen, werden sie streng bewacht und zwar von ausländischen Soldaten, die fremde Sprachen reden, so daß kein Einverständnis entstehen kann. Das goldhaltige Gestein wird da, wo es sehr hart ist, mit Feuer mürbe gemacht, dann aber von tausend Menschen mit eisernen Werkzeugen ohne Anstrengung losgemacht. Ein dabei gegenwärtiger Werkmeister beurteilt das Gestein und zeigt den Arbeitern die Adern. Die stärksten brechen mit spitzen Eisen das glänzende Gestein und verfolgen so die Richtung der Adern. Weil diese krumm laufen, ist der Arbeiter im Dunkeln, und deshalb trägt er an der Stirn ein Grubenlicht. Ohne Unterlaß treibt ihn ein Aufseher, auch wohl mit Schlägen, zur Arbeit an. Knaben schlagen die abgeworfenen Stücke kleiner und schaffen sie aus der Grube. Ältere

¹ Strab. 3, 2, 9.

² Schulten. S. 488.

³ Agath. De mar. Erythr. 23–30; Photios VII. 152–156 (Henry) und Diod. 3,12–14. Agatharchides von Knidos (~200–120 v. Chr.) war Vorleser und Sekretär des Herakleides Lembos in Alexandria. Aus seinem Werk *De mari Erythraeo*, das von Diodor und Photios ausgiebig exzerpiert wurde, gelten die Ägypten betreffenden Teile als authentisch.

Personen, Dreißiger, zerstampfen diese Steine in Mörsern mit eisernen Keulen bis zur Erbsengröße. Das zerstampfte wird von Weibern und alten Männern in gewissen Mühlen, die da in langer Reihe angebracht sind, so fein wie Mehl gemahlen und es arbeiten immer zwei bis drei an einer Mühle. Diese Unglücklichen gehen dabei nackt, mit kaum bedeckter Scham jämmerlich anzusehen. An Schonung und Nachsicht ist dabei nicht zu denken. Weder Krankheit noch Altersschwäche noch weibliches Unvermögen dient der Entschuldigung. Man peitscht sie, bis sie den Geist aufgeben, und mit Sehnsucht erwarten sie den Tod.

Den gemahlten Staub bearbeiten die Werkmeister weiter. Sie spülen ihn auf schräg liegenden Brettern mit Wasser, das sie darauf gießen, ab, wobei das Erdige mit fortgeschwemmt wird, das schwere Gold aber liegen bleibt. Dieses Waschen wird mehrmals wiederholt. Anfänglich rühren sie den Schlick sanft mit den Händen um; nachher drücken sie ihn mit Schwämmen nieder und suchen das Taube abzutupfen, bis der Goldstaub rein zurückbleibt.

Poseidonios, dem diese Schilderung des Agatharchides sicherlich vertraut war, hatte den Wunsch, diese glanzvolle Partie nachzubilden und womöglich zu verbessern.

Der griechische und römische Bergbau überlappt sich zeitlich mit dem ägyptischen Bergbau. Da in den letzten Jahrhunderten v. Chr. rege Kontakte zwischen den Mittelmeervölkern bestanden, nimmt es nicht wunder, daß der Bergbau im gesamten Mittelmeerraum sich technisch und menschlich sehr ähnlich war.

7.10.1 Die rechtliche Situation im römischen Bergbau

Ein verbindliches Bergrecht, einheitliche Besitztitel oder gleiche soziale Verhältnisse für alle Bergbauprovinzen im Römischen Reich existierten nicht, auch nicht in der späten Kaiserzeit mit ihren stark legalistischen Tendenzen. Die Gegebenheiten in den Bergbaurevieren waren dafür zu unterschiedlich.

Die Besitzverhältnisse der Silber- und Kupferminen in Spanien zur Zeit der karthagischen Herrschaft sind nicht klar, da schriftliche Nachrichten fehlen. Nach der Eroberung durch die Römer wurden die Gruben zunächst in staatlicher Regie betrieben:

Polybios aber sagt, wenn er der Silbergruben bei Carthago Nova gedenkt, daß sie die größten und von der Stadt etwa 20 Stadien [3 km] [entfernt sind] und einen Umfang von 400 Stadien [74 km] umfassen, worauf beständig 40.000 Arbeiter beschäftigt sind, welche damals dem römischen Volke an jedem Tag 25.000 Drachmen einbrachten.¹

Das änderte sich bald, die Silberbergwerke gingen zunächst in den Besitz von Privatleuten über. Poseidonios berichtet von den vielen Italikern, die, getrieben von Gewinnsucht, aus Italien in die spanischen Provinzen hereinströmten. Sie kauften Sklaven, die reichlich zur Verfügung standen, denn die Römer machten in ihren siegreichen Kriegen genügend Kriegsgefangene, die in den Bergwerken eingesetzt werden konnten. Den Übergang vom Staatseigentum zum Privatbesitz dokumentiert auch Strabon:

¹ Strab. 3, 2, 10.

Die Silbergruben bestehen zwar noch jetzt, sind aber nicht mehr Staatseigentum, weder hier noch an anderen Orten, sondern in den Besitz von Privatleuten übergegangen. Die Goldgruben dagegen gehören meistens dem Staate.¹

Zu Beginn der Kaiserzeit nahm durch Vermögensbeschlagnahme der Staats- und Kaiserbesitz an Bergwerken zu, sie wurden auch nicht mehr in allen Fällen zur Verpachtung ausgeschrieben, sondern die Verwaltung lag in der Hand des Provinzstatthalters, der Aufsichtsbeamte und Betriebsführer einsetzte.

Die Goldgruben blieben immer im Staatsbesitz. Die Goldwäscherei stand jedem frei und vor Tiberius brauchten keine Abgaben entrichtet werden, danach mußte in beschränktem Maße eine Steuer an den Staat abgeführt werden.

7.10.2 Prospektion und Schürfarbeit

Die Beobachtung und die Deutung oberflächlicher Bodenverfärbungen und örtlicher Besonderheiten ermöglichten erfahrenen Bergleuten das Auffinden von Erzlagerstätten im Gelände. Goldvorkommen wurde durch Verfärbung des Sandes angezeigt. Man wusch den Sand aus und schloß aus dem Rückstand, ob sich eine Grubenarbeit lohnen würde:

Wer nach Gold sucht, entfernt zuerst das *segulitum*; so heißt das Kennzeichen [für das Vorhandensein von Gold]. Dies ist eine Vertiefung im Sand, die man auswäscht, und man gewinnt aus dem Sediment eine mutmaßliche Annahme, ob Gold vorhanden ist. Manchmal findet man das Gold in einem seltenen Glücksfall ohne weiteres an der Oberfläche der Erde, wie kürzlich unter der Regierung Neros in Dalmatien, mit einer täglichen Ausbeute von sogar fünfzig Pfund. Wird es so in der oberen Schicht gefunden, nennt man es *talutium*, wenn sich darunter auch goldhaltige Erde befindet. Im übrigen zwingt man die trockenen, unfruchtbaren und nichts anderes hervorbringenden Gebirge der spanischen Provinzen, an diesem Schatz ergiebig zu sein.²

Silber- und Kupfererze konnten nur durch Grubenarbeit im Gestein aufgefunden werden. Im spanischen Bergbau machten die Römer die Beobachtung, daß Edelmetallkonzentrationen in der Oxidationszone auf darunterliegende Kupferlager schließen ließen. Plinius sagt, Silbererze seien teils rötlich, teils aschenfarbig, und wo sich eine Ader dieses Erzes findet, seien gewöhnlich auch noch weitere in der Nachbarschaft:

Silber findet sich nur in Schächten und kommt unverhofft vor, nicht wie beim Gold mit leuchtendem Funkeln. Das Erdreich ist bald rot, bald aschefarben.³

Letzte Gewißheit über Erzvorkommen erhielten die Bergleute erst durch Anlegen sogenannter Schürfgräben oder durch Abteufen von Suchschächten und -stollen. Das war um

¹ Strab. 3, 2, 10.

² Plin. nat. XXX. 67.

³ Plin. nat. XXX. 95–96.

so mehr dort erforderlich, wo man eine Erzlagerstätte mit Hilfe der Wünschelrute gefunden zu haben glaubte.¹

7.10.3 Der Grubenbau

Nach dem Auffinden eines abbauwürdigen Erzlagers begann als nächster Schritt das Auffahren eines Grubenbaus. Dafür lag in der Antike kein einheitliches System vor, sondern man war bemüht, den erzführenden Partien nachzufahren und – mit Ausnahme des Schachtabteufens – nicht in das Nebengestein zu geraten. So wie sie sich aus dem Verlauf der abbauwürdigen Erzadern ergeben mochten, zeigen die Grubenbaue eine höchst individuelle Erscheinung, wie auch Poseidonios bemerkt: langgestreckt, gewunden, geteilt und mit all den Veränderungen der Lage, die sich aus dem Verlauf der abbauwürdigen Erzadern ergaben.

Die Schächte waren überwiegend rechteckig mit Weiten von 1,2 bis 2,5 Metern. Elliptische Schächte sind in geringer Zahl in Lusitanien und mit einem Durchmesser von 8 bis 10 Metern in den Pyrenäen gefunden worden. Die Schächte wurden häufig paarweise schräg oder senkrecht abgeteuft. Abgeteuft wurde bis zur 210-Meter-Sohle. Zur Befahrung dienten Stufen oder bei senkrechten Schächten Tritte in gegenüberliegenden Wänden. Auch Steigbäume und Leitern kamen zum Einsatz, und auch Wendeltreppen waren in Fahrschächte eingehauen. Bei Cala in der Provinz Huelva wurde ein 50 Meter tiefer Wendeltreppenschacht gefunden, der noch heute begehbar ist. Bei größeren Grubenbauen wurden vielfach Schächte im Abstand von etwa 30 Metern zu den unterirdischen Strecken und Stollen hin abgeteuft, was zu einer Reihung von Schächten führte. Blindschächte zur Verbindung unterliegender Baue wiesen oft nur eine Weite von etwa einem halben Meter auf. Sie dienten der Luftzirkulation. In lockerem Gestein wurde der Schachtmund ausgemauert. In der Crescentia-Grube bei Carthago Nova ist nur ein Hauptschacht auf 86 Meter Tiefe abgeteuft worden, von dem auf verschiedenen Niveaus Abbaustrecken getrieben wurden, in denen der im Schiefer anstehende silberhaltige Bleiglanz gewonnen wurde.

Die Strecken und Stollen waren in der Regel sehr engräumig und erreichten selten Firstenhöhen, die ein Arbeiten im aufrechten Stand zuließen. Durchschnittlich ist die Breite 2,0 bis 2,2 Fuß (59,2 bis 65,2 cm) und die Höhe 3,0 bis 3,5 Fuß (88,7 bis 103,7 cm). Im harten Gestein wurden Pfeiler zum Abstützen stehen gelassen. In dem harten Kalkgestein der attischen Silbergruben war ein Verzimmern nicht nötig, hier genügte das Stehenlassen von Stützpfeilern. In den spanischen Bergwerken führten viele Stollen und Strecken jedoch durch weiches Gestein und mußten verzimmert werden, um Bruch und Einsturz zu verhindern,

¹ Daß die Wünschelrute bereits bei den Schürfarbeiten der Römer eine Rolle gespielt haben dürfte, wird aus der überlieferten lateinischen Bezeichnung der Rute als *virgula divina* oder *virgula mercurialis* hergeleitet.

wenn sie nicht sogar ausgemauert wurden. Die hölzernen Stempel, die Plinius¹ erwähnt, waren aus Eichenholz. Die große Festigkeit und Beständigkeit von Eichenholz hat bewirkt, daß Teile der Verzimmerung, unter anderem als sogenannte Türstockverzimmerung ausgeführt, in spanischen Bergwerken erhalten geblieben sind, unter anderem in den Kupfergruben am Rio Tinto und in den Silber-Blei-Gruben im Distrikt Mazarron. Zuweilen waren die Strecken in der Firste gewölbt, was die Sicherheit gegen Hereinbrechen von Gestein erhöhen sollte.

Der eigentliche Vortrieb war der jeweiligen Härte des Gesteins angepaßt. Sehr hartes Gestein wurde durch Feuersetzen zermürbt:

Man läßt deshalb häufig Gewölbebögen stehen, um die Berge zu stützen. Bei beiden Bauarten trifft man auf Felsen; diese zersprengt man mit Feuer und Essig, öfter aber, da diese Arbeitsweise in den Stollen durch Dampf und Rauch zum Ersticken führt, zerschlägt man sie mit Sprenghämmern, die mit 150 Pfund Eisen versehen sind.²

Etwas merkwürdig ist die Angabe, daß zum Abschrecken des erhitzten Gesteins Essig verwandt wurde. Wasser hätte denselben Effekt gehabt. In das rissige Gestein wurden Brecheisen getrieben und die Brocken mit Schlägeln losgehauen. Waren diese Brocken noch heiß, wurden sie mit Zangen angefaßt.³

7.10.4 Das Werkzeug

Die gebräuchlichen Werkzeuge (Gezähe) unterschieden sich kaum von jenen in vorrömischer Zeit: Schlägel und Eisen, Spitzhacke und Kratze. Die Hämmer waren teilweise außerordentlich schwer, bis zu 150 Pfund (49,12 kg), wie Plinius angibt.

7.10.5 Die Förderung

Durch die Enge und Regellosigkeit der Grubenbauten war das Herausschaffen der Erze nicht einfach. In vielen Gruben wurden die Erzbrocken zunächst in kleinen Körben aus Espartogras mit Griff und verstärkter Seitenwand zum nächsten Schacht getragen, dort in größere Tröge umgefüllt und dann am Seil nach oben gezogen. Solche Körbe wurden unter anderem im Distrikt von Carthago Nova und in Vipasca (Aljustrel) gefunden. In Aramo (Asturien) wurden hölzerne Schleppträge gefunden, die dem Erztransport dienten. Auch das Weiterreichen von Behältern von Hand zu Hand war in sehr engen Strecken üblich. War das Heraufziehen in einem Schacht nicht möglich, mußte das Fördergut durch Handreichung nach oben transportiert werden. Bei flachgeneigten Schächten konnte es auf dem Rücken getragen werden.

¹ Plin. nat. XXX. 68.

² Plin. nat. XXX. 70.

³ Relief bei Linares, das Arbeiter mit solchen Zangen zeigt; siehe Freise. S. 37.

Ein Fortschritt war die Beförderung durch ein Herausziehen der Erze mittels einer Seilwinde, die über eine Kreuzhaspel (sucula) lief.¹

Bei Vitruv werden Fördermaschinen beschrieben, die nach dem Prinzip eines Flaschenzuges konstruiert waren:

In die Rollen sind Achsen eingefügt, die in Lagerstöcken befestigt wurden. Um diese Rollen ist ein Seil herumgeschlungen. Die hiermit verbundene Haspel bewirkt beim Herumdrehen der Welle an den Hebeln durch geradlinigen Seilzug ein Aufsteigen der Lasten in die Höhe. Die Zapfen dieser Haspel ... und die Hebel, die in den Bohrungen der Haspel eingesetzt sind, rufen ... durch Drehen im Kreise die Aufwärtsbewegung hervor.²

Vitruv gibt an, daß diese Hebevorrichtungen für den Bau von Tempeln und öffentlichen Gebäuden und im Bauwesen eingesetzt wurden, was auch archäologisch bewiesen ist. So stimmt der Kran, der auf dem Grabmonument der Haterier³ dargestellt ist, sehr genau mit der Beschreibung von Vitruv überein. Es ist anzunehmen, daß solche Fördermaschinen auch im Bergbau eingesetzt wurden, zumal der Nachweis von Achslagern und Seilspuren, welche auf eine Verwendung von Drehwinden hinweisen, an vielen Orten erbracht werden konnte. Wahrscheinlich erfolgte der Einsatz solcher Fördermaschinen jedoch erst zum Ende des 1. Jahrhunderts n. Chr., denn Plinius erwähnt sie im Zusammenhang mit dem Bergbau noch nicht. Das bedeutet, daß Poseidonios diese Art der Förderung noch nicht sehen konnte.

7.10.6 Beleuchtung und Bewetterung

Im römischen Bergbau wurden ovale Tonlämpchen von etwa zehn Zentimetern Länge und maximal sieben Zentimetern Weite benutzt. Ihre Brenndauer betrug rund zehn Stunden und war das Maß für eine Schicht unter Tage. Sie wurden in kleinen Nischen in den Stollenwänden aufgestellt, und als Brennmaterial diente Olivenöl. Poseidonios erwähnt den Gebrauch von Naphtha als Leuchtmittel, jedoch ist es unwahrscheinlich, daß dieses Öl unter Tage eingesetzt wurde.

Eine Bewetterung konnte nur durch Abteufen von Luftschächten erreicht werden, wodurch eine natürliche Luftzirkulation entstand, die jedoch von den Witterungsverhältnissen und den Jahreszeiten abhängig und bei einem sehr ausgedehnten Stollennetz oft sehr unzureichend war. Zuweilen bemühte man sich, den Luftzug vor Ort durch Schlagen mit Tüchern zu verbessern.⁴ Gefürchtet waren die „bösen Wetter“ (Giftgase), gegen die man

¹ Das Fördern erhaltigen Gesteins mittels einer Seilwinde unterschied sich kaum von dem Hochheben des Wassers aus einem tiefen Brunnen, wie auch der Bau von Brunnen weitgehend technisch mit dem Schachtbau identisch ist.

² Vitr. De arch. X. 2.

³ Relief vom Grabmal der Haterier. Rom, Lateranmuseum.

⁴ Plin. XXXI. 49.

machtlos war. Strabon¹ berichtet von den kleinasiatischen Arsenikgruben bei Pompeiopolis, daß hier die Arbeiter „wie die Fliegen dahinsterben wegen der Dünste, die aus dem Berg aufsteigen“. Die mehr als 200 Arbeiter mußten immer wieder durch neue ersetzt werden.²

7.10.7 Wasserhaltung

In den attischen Silbergruben in Laurion waren keine Entwässerungsvorkehrungen nötig, da nirgendwo die Stollen unterhalb des Grundwasserspiegels lagen. In den spanischen Bergwerken war der Wasseranfall immer ein schwieriges Problem. Wo es die topographischen Bedingungen zuließen, wurden Entwässerungsstollen angelegt, die unterhalb der am tiefsten gelegenen Abbaustellen das Wasser sammelten und in einem Kanal in der Sohle des Stollens das Wasser im freien Fluß aus dem Berg ableiteten (Wasserlosung).³

Wurde beim Abbau das Niveau eines Entwässerungsstollens unterschritten, dann mußte das Wasser hochgehoben werden (Wasserbewältigung). Zunächst behalf man sich mit dem Ausschöpfen mittels Eimern, mit Asphalt abgedichteten Espartokörben, Schläuchen und kleinen Fässern. Eine Verbesserung war die Konstruktion eines Becherwerkes (Kannenkunst), das durch Aufreihung zahlreicher Schöpfgefäße an eine endlose, über eine angetriebene Welle laufende Kette einen fortwährenden Schöpfbetrieb ermöglichte. Die Nachteile dieser Anlage waren der hohe Verschleiß der Ketten, das Verschütten von Wasser und die verhältnismäßig geringe Menge an Wasser, das gehoben wurde, denn die Anzahl der Eimer war durch das Gewicht begrenzt, das der Arbeiter, der die Welle drehen mußte, bewältigen konnte. Dadurch war auch die Höhe verhältnismäßig klein.

Ein großer Fortschritt war die von den Römern im spanischen Bergbau eingeführte Wasserschnecke (cochlea), die sogenannte Archimedische Schraube, die von Poseidonios als kunstreiche Erfindung gewürdigt wird. In Ägypten hatte Archimedes die Schneckenpumpe, die dort bis heute als Teil landwirtschaftlicher Bewässerungsanlagen verbreitet ist, kennengelernt und beschrieben. Seitdem wird ihm die Erfindung dieser Pumpe zugeschrieben. Eine ausführliche Beschreibung gibt Vitruv:

1. Es gibt aber auch eine Maschine, die Wasserschnecke, die eine große Menge Wasser schöpft, es aber nicht so hoch befördert wie das Schöpfrad. Ihre Herstellung aber erfolgt so: Man nimmt einen Balken. Soviel Fuß er lang ist, soviel Zoll wird seine Dicke hergestellt. Dieser wird nach dem Zirkel zu einer Walze abgerundet. An deren Enden wird deren Peripherie mit einem Zirkel durch Tetranten und Oktanten in

¹ Strab. 12, 3, 40.

² In den Arsenikgruben von Sandaracurgium bei Pompeiopolis bei den heutigen Flüssen Kycyl Irmak und Jeschil Irmak wurden verurteilte Verbrecher beschäftigt. Gefördert wurde das Mineral Sandarach, ein roter Schwefelarsenik. Wegen der hohen Todesrate waren die Erträge sehr gering, und der Betrieb mußte oft unterbrochen werden.

³ Im Mittelalter waren dies die „Erbstollen“, die einem besonderen Recht, dem „Erbstollenrecht“, unterlagen; G. Agricola. De re metallica libri IV.

8 Teile geteilt, und deren Linien sollen so gelegt werden, daß, wenn die Walze waagrecht gelegt ist, die Linien an beiden Enden sich nach der Wasserwaage genau entsprechen. So groß wie der achte Teil der Kreislinie der Walze ist, sollen auch Zwischenräume in der Längsrichtung markiert werden. Ferner sollen, wenn die Walze waagrecht gelegt ist, von einem Ende zum andern Linien nach der Wasserwaage gezogen werden. So werden sich sowohl in der Rundung wie in der Längsrichtung gleiche Zwischenräume ergeben. So werden die Linien, die in der Längsrichtung verlaufen, kreuzweise die Peripherielinien schneiden, und an den Schnittpunkten sind Punkte markiert.

2. Nachdem so die Markierungen genau verzeichnet sind, nimmt man einen dünnen Stab, der aus Weidenholz oder Keuschbaum geschnitten ist, und nachdem man ihn mit flüssigem Pech bestrichen hat, heftet man ihn an dem ersten Schnittpunkt fest. Dann führt man ihn schräg zu den folgenden Schnittpunkten der Längs- und Peripherielinien. Ebenso der Reihe nach weitergehend wird er über die einzelnen Punkte hinweggehend und sich dabei um die Walze herumwindend an den einzelnen Schnittpunkten festgeheftet. Und indem er so von dem ersten zum achten Punkt zurückkommt, gelangt er zu derselben Linie, an der sein Anfang festgeheftet ist, und hier wird er befestigt. Auf diese Weise rückt er ebensoviel Raum, wie er in schräger Richtung und durch 8 Punkte vorrückt, auch in der Längsrichtung zum achten Punkte vor. Nachdem in der gleichen Weise durch den ganzen Raum der Länge und Rundung in schräger Richtung an den einzelnen Schnittpunkten Stäbe festgeheftet sind, bilden sie Rinnen, die sich rundherum durch die 8 Einteilungen der Walzendicke hinziehen, und geben eine richtige und naturgetreue Nachahmung eines spiralförmigen Schneckenhauses.

3. So werden auf dieser Spur andere mit flüssigem Pech bestrichene Stäbe einer über den anderen festgeheftet, und sie werden so weit aufgehöhht, daß die Gesamtdicke gleich einem Achtel der Länge wird. Ringsum werden über diese [Stäbe] Bretter gelegt und festgemacht, die diese Spirale schützen sollen. Dann werden diese Bretter dick mit Pech bestrichen und mit eisernen Bändern zusammengehalten, damit sie nicht durch den Druck des Wassers auseinandergesprengt werden. Die Enden der Holzwalze werden mit Eisen verkleidet. Rechts und links der Schnecke aber werden Pfosten aufgestellt, die an beiden Seiten an den Enden Querbalken angeheftet haben. In diese sind eiserne Zapfenlager eingelassen, und in sie werden die Zapfen [der Schnecke] eingeführt. Und so drehen sich die Schnecken dadurch, daß Menschen eine Tretvorrichtung bedienen.

4. Die Aufrichtung der Schnecke aber muß, was ihre Neigung angeht, so angelegt werden, daß sie der Art entspricht, wie ein pythagoreisches rechtwinkliges Dreieck verzeichnet wird, das heißt die Länge [der Schnecke] soll in fünf Teile geteilt werden, und das Ende der Schnecke wird drei dieser Teile hochgelegt. So wird die Entfernung von der senkrechten Linie bis zur unteren Mündung der Schnecke vier dieser Teile betragen. In welcher Weise dies geschehen muß, zeigt die Figur, die am Schluß des Buches am Ende der Buchrolle selbst verzeichnet ist.¹

Der sich drehende Teil in der Schraube ist ein runder, hölzerner Pfahl, dessen Durchmesser ein Sechzehntel seiner Länge beträgt. Der Umfang wird dann in acht gleiche Abschnitte geteilt, die durch parallele Längslinien angezeigt sind. Die Länge wird in Abschnitte eingeteilt, die alle ein Achtel des Umfangs betragen und durch Ringe am Umfang aufgezeichnet werden. Dadurch entsteht ein Muster von kleinen quadratischen Flächen über

¹ Vitruvius, *De arch.* X, 6, 1–4.

dem ganzen Umfang. Über diese Quadrate sind die Blätter der Schraubenpumpe diagonal angeordnet, und die Steigung der Spirale beträgt 45° . Für die Schraubenblätter wird eine Weidenrute mit Pech bestrichen und ihr Ende an einer der Längslinien an einem Ende des Pfahls befestigt. Die Rute wird schräg um die Rotorwelle gelegt und festgenagelt bis zum Schnittpunkt der nächsten beiden Linien, nämlich ein Achtel vom Umfang ($\pi \cdot d \cdot 1/8$) weiter und um den gleichen Betrag rund um den Pfahl. In dieser Weise wird die Rute schräg über die Schnittpunkte gezogen und befestigt, bis man am achten Schnittpunkt zu der Längslinie zurückkehrt, von der man begonnen hat. Damit ist eine vollständige Umdrehung des Pfahles erreicht. Das Herumführen der Weidenrute wird in derselben Weise fortgeführt, bis das Ende des Pfahles erreicht ist. Insgesamt sind das fünf Umdrehungen. Auf diese eine Rute werden nun weitere Weidenruten mit Pech aufgeklebt und festgenagelt, bis die ganze Schraube einen Durchmesser bekommen hat, der das Zweifache des ursprünglichen Pfahles beträgt, das ist ein Achtel seiner Länge. Die Schraube weist acht Schaufelblätter auf.

Die Schraube wird nun mit Brettern ummantelt, die mit Pech abgedichtet und mit eisernen Reifen zusammengebunden sind. Die Wasserschnecke ist an jeder Seite mit einer eisernen Kappe und einem eisernen Zapfen, der in eine eiserne Muffe an jeder der beiden die Schraube haltenden Stützen eingesetzt ist, versehen. Vitruv gibt an, der bestmögliche Neigungswinkel für die Schnecke sei 37° . Dieser Winkel kann durch Konstruktion eines pythagoreischen Dreiecks¹ mit einem Seitenverhältnis 5:4:3 berechnet werden. Je steiler der Neigungswinkel, desto geringer ist die geförderte Wassermenge.

Nicht ganz klar ist, wie die Schraube gedreht wurde. Vitruv beschreibt einen rechtwinkligen Antrieb. Es ergibt sich daraus, daß die Ingenieure der Antike in der Lage waren, Getriebe zu bauen, die eine waagerechte Tretmühlenwelle mit einer geneigten Pumpenwelle verbinden konnten, allerdings fehlt dafür der archäologische Beweis. Wie dem auch sei, die Pumpe muß irgendwie durch einen Tretvorgang in Bewegung gesetzt worden sein, denn ein Drehen mit einer Kurbel wäre viel zu ermüdend gewesen, um ein effektives Wasserheben zu gewährleisten.

Die Wasserschnecke zeichnet sich durch ein kontinuierliches Fördervermögen und durch eine material- und platzsparende Konstruktion aus. Der Wirkungsgrad der Wasserschnecke kann nur geschätzt werden. Eine genaue Berechnung der Leistung ist nicht möglich. Es sei angenommen, daß die Pumpe 2,4 Meter lang ist und einen Durchmesser von 0,3 Metern hat. Nach Angaben von Vitruv montiert, dürfte sie das Wasser auf eine Höhe von ungefähr 1,16

¹ Ein pythagoreisches Dreieck ist ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Seiten alle durch ganze Zahlen ausgedrückt werden können. Die drei Maßzahlen seiner Seiten bilden ein pythagoreisches Zahlentripel. Das kleinste dieser Tripel ist 5 : 4 : 3, das nächste 13 : 12 : 5, beide waren schon in der Antike bekannt. Die Winkel betragen 90° : 53° : 37° .

Meter heben. Wenn ein Arbeiter das Tretrad mit einer Antriebskraft von $0,1 \text{ PS} = 0,75 \text{ mkp/sek}^1$ betätigt, ergeben sich für die geförderte Wassermenge folgende Werte²:

- bei 60 % Wirkungsgrad etwas über 235 l/min
- bei 50 % Wirkungsgrad etwas über 200 l/min
- bei 40 % Wirkungsgrad ungefähr 160 l/min

Wenn die Reibungsverluste, ungleichmäßige Bewegung des Tretrades und Überlaufen von Wasser mit einbezogen werden, dann dürfte der Wirkungsgrad zwischen 40 und 50 % liegen, das heißt 9 600 bis 12 000 l Wasser konnten gehoben werden, allerdings nur auf eine geringe Höhe.

Die Pumpen wurden in einer Reihe schräg übereinander gestellt, wobei das Wasser bei Schraubenlängen von 3,5 bis 5 Metern und einem Neigungswinkel von 30 bis 40° jeweils um 1,5 bis ca. 2,5 Meter angehoben wurde. Wenn Poseidonios sagt, „eine unendliche Mengen Wasser werde mit einem unerheblichen Arbeitsaufwand geschöpft“, so betont er mit dieser Aussage den Fortschritt, den die Römer mit Einführung der Wasserschnecke im Bergbau bewirkt hatten.

Archäologische Funde bestätigen den Einsatz der Wasserschnecke und lassen darüber hinaus in manchen Gruben eine Weiterentwicklung in der Pumpenausführung der vitruvschen Bauart erkennen. So waren die Gewindegänge der stufenförmig angeordneten Wasserschnecken, die in der Grube von Centenillo bei Linares gefunden wurden, aus Kupferblech von 3,2 Millimeter Stärke angefertigt und durch schmale Metallträger am Pfahl befestigt.

Zwangsläufig mußte man im Laufe der Zeit in immer größere Tiefen abteufen, um die Erze zu gewinnen. Damit war auch die Entfernung des Wassers sehr viel schwieriger zu bewältigen, denn das Wasser mußte viel höher angehoben werden. Ein großer technischer Fortschritt war die Einführung des Wasserrades im Bergbau. Vitruv beschreibt sowohl unterschlächtige wie oberschlächtige Wasserräder, die zum Antreiben von Mühlen und zur Bewässerung der Felder eingesetzt wurden. Seit wann diese im Bergbau eingesetzt wurden, ist nicht genau zu sagen. Plinius erwähnt das Wasserrad noch nicht. Die aufgefundenen Wasserräder im Gebiet des Rio Tinto entstammen der Kaiserzeit. Als Poseidonios Spanien bereiste, waren sie unter Tage mit Sicherheit noch nicht in Betrieb.

Die Konstruktion eines Wasserrades, das in der Grube San Domingos gefunden wurde, zeigt folgenden Aufbau: Das Rad mit einem Durchmesser von 4,5 Metern ist ganz aus Holz gemacht, Nabe und Lager aus Eiche. Es sind auch hölzerne Dübel verwendet worden,

¹ Pferdestärke: PS (veraltet), Kilpond: kp; Arbeit: Hochheben eines Körpers vom Gewicht ein Kilopond um einen Meter; kp·m, Leistung: Quotient aus Arbeit und Zeitbedarf, kp·m/s.

² John Gray Landels. Die technik in der antiken Welt. München 1979. S. 77.

wahrscheinlich wären eiserne Nägel in dem feuchten Betriebsklima zu schnell vom Rost zerfressen worden. Die quadratische Welle ist aus Bronze hergestellt und mit runden Zapfen in die Lager gebettet. Der Radkranz wird von 24 Speichen gehalten und ist mit 24 Behältern versehen, die sich beim Eintauchen in das Wasser füllen und, am höchsten Punkt des Rades angelangt, sich in eine Rinne leeren. Unter Berücksichtigung der Kraftverluste durch Reibung in den Wellenlagern und den Paddeleffekt beim Durchgang des Radkranzes durch das Wasser kann der Wirkungsgrad mit 60 % angesetzt werden. Die Fördermenge beträgt ungefähr 86,4 Liter pro Minute, die theoretische Förderhöhe 3,65 Meter. Der Durchmesser ist zwar größer als dieser Betrag, aber wenn man einen Abzug für die Breite der Behälter, die das Wasser aufnehmen, und für die Auffangrinne, die etwas tiefer angebracht sein muß, um das ausgeschüttete Wasser zu fassen, einbezieht, dann ist die wirkliche Förderhöhe etwa so groß wie die theoretische Annahme. Die Kraft zum Antrieb eines solchen Rades beträgt ungefähr 0,1 PS.

In der Grube Tharsis am Rio Tinto wurde ein Entwässerungssystem mit einer Aufeinanderfolge von acht Paar Wasserrädern entdeckt. Je zwei nebeneinander gelegene Räder liefen in entgegengesetzter Drehrichtung und ergossen das Wasser in eine umlaufende Rinne. Die Anlage hatte die bemerkenswerte Fördermenge von ungefähr 11.160 Litern pro Stunde und eine Förderhöhe von ungefähr 30 Metern. Allerdings müssen die Kosten für diese Anlage beträchtlich gewesen sein, denn zum Antrieb der Räder wurde die volle Arbeitskraft von 16 Männern gebraucht¹.

Untersuchungen an Resten eines Wasserrades aus den Bergwerken von Dolaucothi (Wales) ergaben, daß die Wasserräder erst an Ort und Stelle im Bergwerk zusammengesetzt wurden, denn ein Transport des unzerlegten Gerätes an seinen Standort war in den engen Schächten und Stollen nicht möglich.

7.10.8 Der Bruchbau

Ogleich diese Abbaumethode zur Goldgewinnung erst in der frühen Kaiserzeit begonnen und bis in die Spätantike betrieben wurde und Poseidonios deshalb noch unbekannt war, soll sie hier doch angeführt werden, weil sie enorm zum Reichtum des römischen Staates beitrug. Plinius² gibt eine genaue Beschreibung dieser Anlagen, die er „Arrugien“³ nennt. Zahlreiche Arrugien wurden im 19. und 20. Jahrhundert wieder aufgefunden und untersucht, wodurch

¹ Landels. S. 82–83.

² Plin. nat. XXXIII. 4.

³ Das Wort „Arrugia“ ist der baskisch-etruskischen Sprache entnommen und läßt sich am besten mit „Spülbergwerk“ übersetzen.

der Bericht des Plinius bestätigt wurde.¹ Es handelt sich bei dieser Abbaumethode um eine Kombination von Tagebau und Auswaschen.

Das Bergmassiv wurde in einem langwierigen Vorgang unterhöhlt, wobei man Stützpfeiler stehenließ. Diese wurden, beim letzten anfangend, weggeschlagen, wodurch der Berg zum Einsturz gebracht wurde und die Gesteinsmassen zertrümmert wurden. Danach erfolgte ein Durchspülen und Herausschlämmen mit in Gerinnen herbeigeleitetem und aus 50 bis 100 Metern Höhe herabstürzendem Flußwasser, das in einem riesigen Wasserbecken über der Arrugie gespeichert war. In solchen Becken, die über jeder Arrugie angelegt waren, wurden in der Winterzeit bis zu 12.000 Kubikmeter Wasser gesammelt. Das goldführende Gestein wurde durch Aneinanderreiben weiter zerkleinert, so daß eine künstliche Goldseife entstand. Sie wurde in Abflußrinnen (agogae) oder in schmalen Flußtälern, in die man die goldhaltigen Schlämme hineinleitete, gesammelt und wie natürliches Seifengold ausgewaschen, indem man Stechginster in das fließende Wasser legte, woran die schweren Goldkörner und -flitter hängenblieben. Der Stechginster wurde verbrannt und das Gold aus der Asche ausgewaschen.

Nach Plinius lieferten die Arrugien in Asturien, Gallaecien und Lusitanien jährlich 20.000 römische Pfund (6.550 kg) Gold. Nachdem die Goldbergwerke in Ägypten und Thrakien aufgegeben worden waren, war kein Goldland im römischen Reich so ergiebig wie Nordwestiberien.

7.11 Aufarbeitung der Erze

7.11.1 Zerkleinerung des Gesteins

Die Erzbrocken wurden zunächst ausgeklaut, das heißt vom tauben Gestein ausgesondert. Diese Arbeit oblag meistens betagten, erfahrenen Bergleuten, die für die Arbeit unter Tage zu alt waren. Sodann wurden die Erzbrocken von kräftigen jungen Männern mit schweren Hämmern aus hartem Stein oder Eisen auf Steintischen oder in großen Mörsern aus sehr hartem Gestein mit einem Stößel zerschlagen¹ und wiederum einem Ausleseprozeß mit der Hand unterzogen. Dann wurde das Material in Handmühlen bis zur feinen Korngröße vermahlen. Diese Mühlen bestanden aus zwei Mühlsteinen, von denen der obere Stein mittels einer Kurbel gedreht wurde. Das vermahlene Material auf dem unteren Stein fiel durch einen Schlitz heraus und wurde gesammelt. Es waren auch Mühlen vom Typ der römischen Getreidemühlen in Gebrauch, wobei ein trichterförmiger Kegel in einem großen Steingefäß

¹ H. Quiring. Der römische Goldbergbau in Hispanien und die Arrugien des Plinius. Zeitschr. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen 81 (1933): B 270–279; Die römischen Goldbergwerke bei Astorga und ihre geologische Position. Ztsch. Dt. Geol. Ges. 109, Teil 2 (1957): 361–372.

gedreht wurde.² Die Mühlen wurden mit der Hand gedreht, wie Agatharchides es beschreibt. Aber es waren auch größere Mühlen im Gebrauch, die von Eseln gedreht oder von Wasserkraft angetrieben wurden. Für den letzteren Antrieb war natürlich Voraussetzung, daß das ganze Jahr genügend Wasser zur Verfügung stand, was in Spanien an vielen Stellen nicht der Fall war.

7.11.2 Die Erzwäsche

Die feingemahlten Erzkörner wurden mit Wasser vom beigemischtem Sand befreit. In der attischen Bergwerksregion Laureion sind viele steinerne Waschanlagen gefunden worden. Hier wurde das Mahlgut auf einer leicht geneigten Steinplatte (2 m x 6 m) aufgebracht und mit Wasser in eine umlaufende Steinrinne gespült. Das Erz setzte sich wegen seiner größeren Schwere früher ab als das taube Gestein, das sich erst im letzten Teil der Rinne absetzte. Das Wasser war zum Schluß so klar, daß es erneut zum Waschen eingesetzt werden konnte. Durch diesen Kreislauf konnte Wasser gespart werden, was in dieser wasserarmen Gegend sehr nötig war.

Auf der iberischen Halbinsel wurde ein mehrstufiger Waschprozeß durchgeführt, wobei das Mahlgut zunächst in Wannen gewaschen wurde, dem ein Feinwaschprozeß auf einem hölzernen Brett folgte. In Ägypten wurde dieses Verfahren schon um 2000 v. Chr. angewendet, wie ein Reliefbild aus dem Grab von Baqt bei Beni Hassan zeigt.³ Strabon sagt, das Erz werde in Wannen gewaschen.⁴ Polybios beschreibt eine Wäsche des Silberkieses, wonach das Erz nur über Sieben gewaschen und zwischendurch immer wieder zerstoßen wurde:

Der herangeschlammte Silberkies aber, sagt er, werde zerstoßen und in Sieben über Wasser durchgeseiht; der Bodensatz werde wieder gestoßen, wieder durchgeseiht, und nachdem das Wasser abgossen, nochmals gestoßen. Erst der fünfte Bodensatz aber werde geschmolzen und liefere, nachdem das Blei abgossen, das reine Silber.⁵

Das Silbererz wurde zerstoßen, abgesiebt, der Bodensatz wieder zerstoßen und abgesiebt. Dieser Vorgang wurde fünfmal wiederholt und der letzte Bodensatz auf Silber aufgearbeitet. Die Beschreibung des Polybios ist nicht so recht glaubhaft, denn durch das Vermahlen des Erzgesteins wird ein Gemisch von Sand und Erz von gleicher Korngröße erzeugt, das sich nicht durch Absieben, sondern durch Abschleimen der leichteren Sandteile von den schwereren Erzteilen trennen läßt. Es ist wahrscheinlicher, daß durch das Sieben eine Abtrennung von größerem Material erfolgte, das wie der Bodensatz für sich wieder zermahlen

¹ Diod. 3, 13.

² Solche Getreidemühlen sind in Pompeii ausgegraben worden.

³ J. Notton. Ancient Egyptian Gold-Refining. Gold Bulletin. Vol 7. Nr. 2 (1974).

⁴ Strab. 3, 2, 8.

⁵ Strab. 3, 2, 10.

und erneut gewaschen wurde. Denkbar ist auch, daß der ganze Prozeß auf Waschbrettern vorgenommen wurde, also Polybios diese Bretter vor Augen hatte, denn diese waren mit Rillen versehen, wo die schwereren Erzkörner hängenblieben und so aus dem leichteren Sand ausgesiebt wurden. Mehrmaliges Zerkleinern und Auswaschen würde eine schnellere Konzentration des Erzes ermöglichen. Über die Wasserführung wird nichts gesagt, aber es ist anzunehmen, daß auch hier das Wasser im Kreislauf geführt wurde. Rückhaltebecken in den Bergen sorgten für einen Wasservorrat für Trockenzeiten.

7.11.3 Die Verhüttung der Erze

7.11.3.1 Gold

Reines Gold schmilzt bei 1.063 °C. Das natürliche Rohgold enthält meist Beimischungen von Silber und Kupfer, die den Schmelzpunkt noch erniedrigen, je nach Umfang der Beimischung auf 1.000 °C oder noch darunter. Diese Temperaturen sind mit einem mäßig angefachten Holzkohlenfeuer leicht zu erreichen. Es genügt die Kraft der menschlichen Lunge. Mit einem einfachen Blasrohr hat man über Jahrtausende hinweg Schmelzöfen für Gold betrieben.

7.11.3.1.1 Scheidung von Gold und Silber durch Zementation

Das früheste Verfahren zur Abtrennung von Silber aus einer Gold-Silber-Legierung, dem Elektron, ist die „Zementation“. Das Prinzip dieses Verfahrens beruht darauf, daß gewöhnliches Kochsalz bei heller Rotglut Silber in Silberchlorid überführen kann, während Gold in einer Kochsalzschmelze nicht wesentlich angegriffen wird. Das Verfahren wurde schon um 500 v. Chr. in Ägypten praktiziert, und Agatharchides berichtet:

Diesen [gewaschenen Goldschlich] übernehmen andere Werkmeister, schütten ihn in irdene Tiegel, setzen ihm nach einem bestimmten Gewichtsverhältnis Blei, Salz, ein wenig Zinn und Gerstenkleie zu, schließen die Tiegel mit Deckeln, die sie genau mit Lehm verstreichen, und halten sie fünf Tage und fünf Nächte im Feuer eines Schmelzofens. Nach dessen Erkalten findet man im Tiegel reines Gold, mit geringem Abgange, aber nichts mehr von den Zuschlägen. Auf diese Art wird das Gold an der Grenze Ägyptens gewonnen. Die Entstehung dieser Bergwerke ist uralte, und die Könige der Vorfahren (Pharaonen) sind die Urheber derselben.¹

Der chemische Inhalt des Rezeptes ist verwirrend. Blei als Zuschlag deutet auf einen oxidativen Prozeß, auf Kupellation. Dem widersprechen der Luftabschluß und die Zugabe von organischem Material, wodurch eine reduzierende Atmosphäre hergestellt wurde. Kochsalz bildet bei hoher Temperatur Silberchlorid, das sich oberhalb von 1000 °C ohne Zersetzung verflüchtigt. Die Behauptung, daß man am Ende des Prozesses nichts mehr von den Zuschlägen findet, entspricht der Erwartung Eine Nacharbeitung des Verfahrens² hat

¹ Agath. De mar. Erythr. 28 (Diod. 3, 14, 3).

² Notton. Anmerkung 1 in 7.11.2.

folgendes ergeben: Blei kann höchstens als Flußmittel für Sandreste dienen, und Zinn als Zugabe verschlechtert den Wirkungsgrad so, daß man annehmen muß, die ägyptischen Handwerker haben diese Angabe gemacht, um Fremde irrezuführen. Das einzig wirksame Agens ist das Kochsalz. Eine Gold-Silber-Legierung mit 37,5 % Gold kommt auf eine Legierung mit 93 % (22,3 Karat) Gold, wenn reines Kochsalz eingesetzt wird. Zuschläge von organischem Material, Blei und Zinn vermindern die Reinigung erheblich. Goldverluste traten bei diesen Versuchen nicht auf.

Eine Angabe über den Zementationsprozeß ist auch bei Strabon zu finden, allerdings reichlich verderbt:

Die Schlacke des geschmolzenen und durch alauhaltige Erde gereinigten Goldes wäre das Elektron. Würde dieses, das eine Mischung von Silber und Gold enthält, abermals geschmolzen, so verbrenne das Silber, das Gold aber bleibe zurück; denn dieses ist leichtflüssig und geschmeidig. Daher wird auch das Gold lieber mit Strohfeuer geschmolzen, weil die sanfte Flamme dem nachgiebigen und leicht flüssig werdenden Golde angemessen ist, die Kohle aber, indem sie es durch ihre Gewalt übermäßig schmilzt und aufreibt, viel davon verzehrt.¹

Ohne Zweifel meint Strabon hier den Zementationsprozeß, jedoch ist die Angabe von Alaun als Agens für das Herauslösen des Silbers falsch. Hier liegt eine Verwechslung mit Kochsalz vor. Das „Verbrennen“ des Silbers ist schon richtig beobachtet, denn dieses verflüchtigt sich als Chlorid. Merkwürdig ist auch die Angabe, Stroh sei als Heizmaterial verwendet worden. Strohfeuer ist nämlich nicht mäßig heiß, sondern entwickelt eine sehr starke, aber nur kurz andauernde Hitze, weil das Stroh sehr schnell verbrennt. Es muß also ständig nachgelegt werden. Der Vorteil wäre gewesen, daß Stroh, besonders nach der Getreideernte, in größerer Menge zur Verfügung stand und man Holzkohle sparen konnte. Bei der Zementation muß der Tiegel nur erhitzt werden, während bei der Verhüttung der Silber-, Kupfer- und Eisenerze die Holzkohle zur Reduzierung unerlässlich ist. Besonders interessant ist, daß diese Strabonstelle sich in die Angaben über den Reichtum Turdetaniens², die Poseidonios zugeschrieben werden, und in die Angaben über den Metallreichtum Iberiens im allgemeinen³, wo Poseidonios namentlich genannt wird, einfügt. Da Poseidonios den Bericht des Agatharchides kannte, muß er auch das Verfahren der Gold-Silber-Trennung zur Kenntnis genommen haben. So ist es wohl doch gerechtfertigt, diese Textstelle Poseidonios zuzuschreiben. Die Unklarheiten sind entweder auf mangelndes Verständnis seitens Poseidonios' zurückzuführen, oder es liegen Abschreibfehler von Strabon vor.

¹ Strab. 3, 2, 8.

² Strab. 3, 2, 8.

³ Strab. 3, 2, 9.

7.11.3.2 Silber und Blei

7.11.3.2.1 Die Verhüttung

Das an einigen Stellen vorhandene elementare Silber konnte durch Ausschmelzen aus dem zerkleinerten Gestein gewonnen werden. Die Silber-Blei-Erze, die als Sulfide vorlagen, bedurften einer Reduzierung zu Silber und Blei. Die Verhüttung wurde in Öfen vorgenommen. In diesen Öfen wurden Erz und Holzkohle schichtweise eingebracht und angezündet. Mit Blasebälgen wurde die benötigte Luft zugeführt, um den Ofen auf ca. 1 000 °C zu erhitzen. In Küstennähe wurden die Öfen auf Bergkuppen und Steilhängen oder auch am Strand aufgebaut, um durch die Winde vom Meer zusätzlich Luft zuzuführen. Am Fuße des Ofens führte eine Rinne zu Mulden im Boden, in denen das flüssige Blei-Silber, das Werkblei, aufgefangen wurde. Das Sulfid wurde zu dem giftigen Schwefeldioxid oxidiert und entwich, wodurch die Umgebung der Hüttenwerke stark in Mitleidenschaft gezogen wurde. Es war allgemein bekannt, wie ungesund die Gegenden waren, wo Bergbau betrieben wurde. So sagt Glaukon, der Bruder von Platon, die Schwere der Luft sei ein ausreichender Grund, niemals nach Laureion gekommen zu sein.¹ Die im Erz vorhandenen Mineralien wie Zinksulfid und Antimon- und Arsenverbindungen wurden ebenfalls reduziert, aber wegen ihrer niedrigen Siedepunkte verflüchtigten sie sich und wurden durch den Luftsauerstoff sofort zu Oxiden oxidiert, die sich im Schornstein des Ofens absetzten. Die Schlacken verblieben im Ofen, wodurch sich das Volumen ständig verringerte. Deshalb mußte der Ofen nach einigen Schmelzprozessen abgerissen und neu aufgebaut werden.

Von den antiken Öfen sind nur spärliche Reste übriggeblieben. In Laureion² konnte als äußerer Durchmesser 1,50 Meter ermittelt werden, der innere Durchmesser war nicht zu ermitteln. Die Höhe wird auf 2 bis 3 Meter geschätzt. Die Öfen wurden von oben beschickt. Wie Versuche ergeben haben, lag bei einer Brenndauer von 24 Stunden die Kapazität eines Ofens bei ca. 6 Tonnen erzhaltigen Gesteins, wofür eine Tonne Holzkohle benötigt wurde. Auskunft über die Form der Öfen geben Darstellungen auf Vasen. Demnach ähnelten diese den Öfen, die heute zum Grillen im Garten angeboten werden. In Laureion war die Verhüttung noch nicht sehr effektiv. Es steht zu vermuten, daß zu wenig Holzkohle eingesetzt wurde und die Luftzufuhr ungenügend war. Die auf Halde geworfenen Schlacken enthielten noch soviel Silber, daß ein erneutes Ausschmelzen rentabel war. Dieser Prozeß begann um 150 v. Chr., als der Silberbergbau in Laureion wegen Erschöpfung der Minen erheblich zurückgegangen war:

Die Silberbergwerke Attikas waren anfangs sehr bedeutend, jetzt aber sind sie

¹ Xen. Memor. III. 6, 12.

² Ofenreste bei Puntazeza und Megala Pevka.

erschöpft; und so schmolzen denn die Arbeiter derselben, da der Grubenbau wenig lohnte, sogar die alten Ekboladen und Schlacken noch einmal aus und gewannen aus ihnen reines Silber, weil die Alten unerfahren im Verhütten waren.¹

In den Pyrenäen wurde bei Arles-sur-Tech ein Ofen ausgegraben, der einem riesigen Schmelztiegel von 3,2 Metern Tiefe und 2,50 Metern oberer Weite gleicht. Er war ganz in die Erde eingesenkt, und das geschmolzene Werkblei floß samt der Schlacke in eine schüsselförmige Vorlage, wo die Schlacke abgeschöpft wurde. Das Werkblei wurde in Tiegeln abgefüllt, die in großer Zahl gefunden wurden. Dieser Ofen muß ein vorrömisches Exemplar sein, denn er hatte keinen Schornstein. Bei Strabon wird aber vermerkt, daß die Schornsteine der Öfen sehr hoch seien: „Die Schmelzöfen des Silbers macht man hoch, damit der Dampf aus den Erzmassen in die Höhe aufsteige, denn er ist schädlich und tödlich.“²

Durch einen hohen Schornstein wurde auch der Luftzug verstärkt und damit eine bessere Ausbeute der Erze erreicht. Außerdem setzte sich das Zinkoxid, der Hüttenrauch, in dem oberen Teil des Schornsteins in größerer Reinheit ab und wurde somit ein noch wertvollerer Handelsartikel. So dürfte Poseidonios in den spanischen Hüttenwerken Hochöfen vorgefunden haben, die sehr viel effektiver als jene in Laureion arbeiteten.

7.11.3.2.2 Die Kupellation

Die Trennung von Silber und Blei erfolgt durch den „Kupellation“ genannten Prozeß, der auf der leichten Oxidierbarkeit des Bleis und der Düninflüssigkeit des Bleioxids, der Bleiglätte, beruht. Der Name dürfte daher rühren, daß man in der Renaissance die Oxidation des Bleis auf flachen Herden vornahm, bei denen das Blei zuunterst auf den Herd gelegt wurde, das Feuer darüber brannte und die Luft von oben durch das Feuer auf das Blei gerichtet wurde. Solche Herde waren mit einer abnehmbaren Kuppel überdeckt, und diese Kuppelherde haben vielleicht dem Verfahren den Namen gegeben.

Der älteste chemisch untersuchte Gegenstand ist ein Stück eines Silberbeschlages von einem Kästchen der prädynastischen Naqada-Periode in Ägypten. Der Beschlag enthält 0,4 % Blei und darf als Beweis gelten, daß die Kunst der Kupellation schon um 3600 v. Chr. bekannt war.

Die Silber-Blei-Legierung wird so mit heißer Flamme erhitzt, daß das Blei oxidiert wird und als rote Bleiglätte, Schmelzpunkt 884 °C, abfließt.³ Das Abtreiben wird solange fortgesetzt, bis ein von selbst erstarrendes Silberkorn zurückbleibt. Im Augenblick des

¹ Strab. 9, 1, 23.

² Strab. 3, 2, 8.

³ Die Bleiglätte (Bleioxid) tritt in einer roten tetragonalen Tieftemperatur-Modifikation, als Mineral Lithargit, als Kunstprodukt Lithargyrum, und in einer gelben orthorhombischen Hochtemperatur-Modifikation, Massicotit, auf. Infolge kinetischer Hemmungen verläuft die Umwandlung bei 488 °C sehr langsam und wird von geringen Beimengungen wie zum Beispiel Zinn stark verzögert oder ganz unterdrückt.

Erstarrens reißt das letzte Bleihäutchen und das Silberkorn leuchtet gelb-grün auf. Dies ist der berühmte Silberblick, ein Aufglühen des Korns durch Freiwerden der Schmelzwärme im Augenblick des Erstarrens am Ende des 20 bis 30 Stunden dauernden Treibprozesses. Ist das Silber sehr rein, kann das Korn zersprätzen. Reines Silber löst Sauerstoff aus der Oxidationsflamme, der beim Erstarren des Silbers wieder austritt und zum Zersprätzen des Silbers führt. In der Antike war dies ein Beweis für die Reinheit des Silbers, das man „*argentum pustulatum*“ nannte.

Antike Treiböfen sind bisher nicht gefunden worden. Plinius gibt folgende Beschreibungen der Treibarbeit:

95. Unter der Wirkung des Feuers geht sogar gleichzeitig ein Teil in das Blei ab, das Silber (*argentum*) aber schwimmt oben wie Öl auf dem Wasser.

107. Alle Arten der *spuma argenti* aber entstehen, wenn dieselbe nach völligem Auskochen des jeweiligen Ausgangsmaterials aus dem oberen Tiegel in den unteren abfließt und aus diesem mit Eisenstangen abgehoben und direkt in der Flamme an der Stange solange gedreht wird, bis sie mäßiges Gewicht hat. Die *spuma argenti* ist aber, wie aus dem Namen hervorgeht, der Schaum eines noch brodelnden, im Entstehen begriffenen Stoffes. *Spuma* unterscheidet sich von der Schlacke, wie sich Schaum vom Bodensatz unterscheiden kann: Die Schlacke ist ein Abfall, der entsteht, solange sich der Stoff noch selbst reinigt, die *spuma*, wenn er sich schon gereinigt hat.¹

Die Erklärung dieser Textstellen hat immer wieder erhebliches Kopfzerbrechen verursacht. Physikalisch ist ein Obenschwimmen des Silbers auf dem geschmolzenen Blei unmöglich. Es ist genau umgekehrt. Folgende Lösung ist möglich: Plinius nennt die Bleiglätte, die aus dem silberhaltigen Werkblei entsteht, „*argyritis*“ im Unterschied zu der silberfreien Bleiglätte, die „*molybditis*“ heißt, indem er das griechische Wort ἄργυρος für Silber lateinisch transskribiert. Da die Bezeichnung „*argyritis*“ nur bei Plinius vorkommt, wurde sie wahrscheinlich von den Schreibern falsch verstanden und in das ihnen vertraute Wort „*argentum*“ umgewandelt. Für die Glätte, die nach seiner Auffassung bei der Gewinnung von Silber entsteht, verwendet er auch die Bezeichnung „*spuma argenti*“.

Da keine Überbleibsel von Treiböfen vorhanden sind, wurde versucht, durch Rekonstruktionen das Verfahren, wie es bei Plinius angegeben ist, nachzuarbeiten¹:

Das Abtreiben wurde auf einem Treibofen vorgenommen, der einem flachen, großen Tiegel glich. Das Werkblei wurde darauf ausgeschmolzen und von oben Luft auf die Schmelze geblasen, wodurch das Blei in Bleiglätte überführt wurde, die abließ und in einem Tiegel aufgefangen wurde. Wenn gegen Ende des Anreicherungsverfahrens wegen des abgesunkenen Füllspiegels die Bleiglätte nicht mehr abfließen konnte, wurde mit Eisenstäben weitere Glätte aus dem Tiegel herausgeholt. Durch Eintauchen und Drehen bildete sich ein

¹ Plin. nat. XXX. 95 und 107.

Kegel von Bleiglätte, der herausgehoben und von der Stange abgeschlagen wurde. Er hatte die Form eines Rohres, sofern er nicht schon beim Abschlagen in Stücke zerbrach.

In Laureion sind viele solcher Stücke mit Abdrücken von Rohren neben den Resten der Öfen gefunden worden. Der letzte Beweis für die Richtigkeit dieser Rekonstruktion des Vorganges konnte allerdings bisher nicht erbracht werden, denn es wurde keine Eisenstangen oder Schürhaken gefunden.

Der Rekonstruktionsversuch gibt keine Auskunft darüber, ob das Reichblei, das sich im Tiegel gebildet hatte, hierin bis zum reinen Silber aufgearbeitet wurde, oder ob es auf einen anderen Treibherd überführt und dort durch weiteres Abtreiben vom Restblei getrennt wurde. Es wäre auch möglich gewesen, daß die Bleiglätte in der Endstufe nicht mehr durch Abschöpfen vom Silber getrennt, sondern durch das poröse Material der Mulde des Treibherdes aufgesogen wurde.

7.11.3.3 Kupfer

7.11.3.3.1 Die Verhüttung

Das im Gebiet des Rio Tinto gewonnene Kupfererz war Kupferkies CuFeS_2 . Die Verhüttung von Kupferkies erfolgt in einem mehrstufigen Verfahren, das schon in prähistorischer Zeit angewandt wurde. Genaue Untersuchungen liegen für die Kupfergewinnung in Mitterberg bei Bischofshofen vor, wo in der mittleren Bronzezeit Kupferkies gewonnen und verhüttet wurde.²

Der Kern des Problems liegt in der Tatsache, daß das Mineral entsprechend seiner Formel 34,6% Kupfer, 34,9 % Schwefel und dazu 30,4 % Eisen enthält. Beide Metalle sind also nahezu in gleichen Mengen im Mineral gebunden und müssen sauber getrennt werden. Die Trennung wird dadurch möglich, daß die Affinität zum Sauerstoff bei Eisen größer ist als bei Kupfer, wogegen die Affinität zum Schwefel bei Kupfer größer ist als bei Eisen.

1. Die Röstarbeit

Diese hat den Zweck, einen Teil des Schwefels zu entfernen. Je länger man röstet, ein um so größerer Teil der Sulfide geht in die Oxide über. Das Röstgut besteht in der Hauptsache aus Kupfersulfid Cu_2S , Eisensulfid FeS und Eisenoxid Fe_2O_3 . Beimengungen von Arsen und Antimon verflüchtigen sich als Oxide.

2. Das Verschmelzen auf Kupferstein

¹ Konstantinos Konophagos. *Le Laurium Antique*. Athènes 1980. S. 313–324.

² Moesta. S. 26–40.

Das Röstgut wird in einem Schmelzofen unter reichlicher Zugabe von Quarz aufgeschmolzen. Dabei müssen leicht reduzierende Bedingungen eingehalten werden, damit das Eisenoxid Fe_2O_3 aus dem abgerösteten Erz in FeO übergeht, das sich mit der Kieselsäure zu einem verhältnismäßig niedrig schmelzenden Mineral, dem Fayalit Fe_2SiO_4 , verbindet. Diese schwarze, flüssige Schlacke trennt sich wegen der unterschiedlichen Dichte von dem ebenfalls geschmolzenen Kupfersulfid, das sich mit noch vorhandenem Eisensulfid zu $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{FeS}$ verbindet und sich unter der Schlacke als Kupferstein ansammelt.

3. Die Verarbeitung des Kupfersteins auf Schwarzkupfer

Der Kupferstein wird geröstet, bis die Sulfide nahezu restlos in die Oxide CuO und Fe_2O_3 übergegangen sind. Darauf wird unter Zuschlag von Kohle und Quarz in Schachtöfen geschmolzen, wobei das Kupfer zum Metall, das Eisen zum Eisenmonoxid FeO reduziert wird, das als Silikat in die Schlacke geht. Das nun gewonnene Schwarzkupfer hat einen Kupfergehalt von 98 %.

Die schriftlichen Berichte in der antiken Literatur sind äußerst dürftig. Die Beschreibung der Kupferverhüttung, die Plinius gibt, ist ungenau und mißverständlich:

95. So wird Kupfer in Capua nicht auf Holzkohle, sondern auf Holzfeuer erschmolzen und wird, in kaltes Wasser gegossen, auf einem Sieb aus Eichenholz gereinigt, und es wird wiederholt auf ähnliche Weise erschmolzen. Neuerdings gibt man je zehn Pfund spanisches Silberhüttenblei (plumbum argentarium) zu hundert Pfund Kupfer. So entsteht eine zähe Bronze mit angenehmer Farbe, wie man sie bei anderen Bronzen mit Öl und Salz zu erreichen sucht.

96. Eine der campanischen ähnliche Sorte wird auch in vielen Gegenden Italiens und in den Provinzen gemacht, aber dort gibt man acht Pfund Blei dazu und verwendet zur zweiten Schmelze Kohle wegen der Unzulänglichkeit von Holz. Wieviel das Schmelzverfahren zum Unterschied zwischen den Sorten beiträgt, kann man am besten in Gallien feststellen, wo zwischen weißglühenden Steinen geschmolzen wird; wenn nämlich die Schmelze verbrennt, wird das Kupfer schwarz und brüchig. Außerdem schmelzen sie es dort nur einmal wieder auf, was doch bei mehrmaliger Wiederholung sehr zur Qualität beiträgt. Hier sollte auch noch erwähnt werden, daß alles Kupfer bei großer Kälte leichter zu gießen ist.¹

Das Kupfererz wird auf einem Holzfeuer abgeröstet und anschließend das Röstgut gereinigt, wie Plinius sagt, durch Abgießen auf einem Sieb. Bei aller Unschärfe und Zweifelhaftigkeit des hier dargestellten Ablaufs haben archäologische Funde, allerdings aus viel früherer Zeit, wahrscheinlich gemacht, daß tatsächlich Siebe verwendet worden sind.² Die weiteren Schritte der Verhüttung, nämlich das Verschmelzen auf Kupferstein unter Zugabe von Quarz und die eigentliche Röstreduktionsarbeit, werden nur sehr ungenau beschrieben. Überhaupt nicht erwähnt wird die Bildung der Eisenschlacke, die bei archäologischen

¹ Plin. nat. XXXIV. 95–96.

² Projektgruppe Plinius, S. 178.

Ausgrabungen in großen Mengen an Verhüttungsplätzen gefunden wurde. Zur Reduktion wurde gemeinhin Holzkohle benutzt, und es herrscht auf Grund der Literaturlage allgemein die Ansicht vor, daß in der Römerzeit Braun- und Steinkohle weithin unbekannt waren. Grabungen im Saarland und im Rheinland haben nun ergeben, daß an Plätzen einer Eisenverhüttung, einer römerzeitlichen Glashütte und einer Töpferei Steinkohle verwendet wurde.¹ Demnach könnte es sich bei den „weißglühend gemachten Steinen“ um Steinkohle handeln. Bei einer ungeschickten Ofenführung hätte es passieren können, daß der Ofen „durchging“, das heißt, daß der bei 1.083 °C liegende Schmelzpunkt von Kupfer weit überschritten wurde und alle Kohle verbrannte. Wenn jetzt ein Luftstrom zugeführt wurde, trat eine rasche Reoxidation des Kupfers ein. Das Kupfer „verbrannte“, das heißt, es wurde zu schwarzem Kupferoxid CuO und rotem Kupferoxid Cu₂O oxidiert, die den Rest des verbliebenen Kupfer brüchig machten, geradeso, wie von Plinius beschrieben.

Die Herstellung von Bronze, die Plinius erwähnt, erforderte einen Zusatz von Zinn. Dieses Metall wird nicht genannt, wohl aber eine Beimischung von Blei (*plumbum argentarium*) aus spanischen Silberhütten. Es ist strittig, ob dieses *plumbum argentarium* nur Blei, in diesem Fall ein reines, in einer Silberhütte hergestelltes Blei war, oder ob es sich um eine Blei-Zinn-Legierung handelte, die dem Kupfer zulegiert wurde. Plinius erwähnt in keiner Rezeptur zur Bronzeherstellung das Zinn, weil das Verschmelzen mit einem Zinnerz als Reinigungsoperation und nicht als Legieren verstanden wurde. Analysen von Bronzestatuen haben ergeben, daß der Zinngehalt von Statuenbronze im allgemeinen unter 10%, der Bleigehalt häufig über 10%, ja über 20% liegt.² So hat sich die Auffassung durchgesetzt, daß das von Plinius als *plumbum argentarium* bezeichnete Metall ein Blei aus einer Silberhütte war.

7.11.3.3.2 Die „Bleiarbeit“

Durch Hinzufügen von größeren Mengen Blei konnten die Edelmetalle aus dem Kupfer abgetrennt werden. Gold und Silber wurden durch das Blei „ausgewaschen“. Der Prozeß ist in der Literatur nicht beschrieben und auch nicht archäologisch nachzuweisen. Mit Sicherheit ist die Extraktion durch die Schriften des Agricola bekannt. Demnach verlief das Verfahren wie folgt:

Man ließ das Kupfer aus dem Schmelzofen in einen Vorherd laufen, der aus einer flachen, schüsselförmigen Vertiefung vor dem Stich des Ofens bestand und mit teilweise flüssigem Blei gefüllt war. Wenn das flüssige Kupfer in das Blei eingetragen wurde, lösten sich die Edelmetalle bei genügendem Kontakt in dem Blei auf. Das Kupfer wurde entfernt und wie

¹ Projektgruppe Plinius. S. 182–183.

² J. Riederer. Kunstwerke chemisch betrachtet. Berlin 1981.

gewohnt weiterverarbeitet. Die nächste Charge des Ofens ließ man mit demselben Blei in Kontakt treten, so daß sich dieses Blei mit dem Edelmetall anreicherte. Dieses Reichblei wurde dann durch Kupellation weiterverarbeitet.

7.11.3.3.3 Das Raffinieren des Kupfers

Die Verunreinigungen von Schlacken, Sauerstoff und Schwefel, die noch im Schwarzkupfer vorhanden sein mochten, wurden durch Ausschmelzen in Tiegelöfen entfernt. Folgende Verfahren wurden angewendet:

1. Oxidierendes Schmelzen

Noch einmal wird oxidierend aufgeschmolzen, wodurch die letzten Reste an Eisen, Blei, Zink und Arsen verschlacken bzw. verflüchtigen.

2. Dichtpolen

Hierbei wird die Schmelze mit frischem Holz unter starkem Rühren aufgewirbelt, wobei der Luftsauerstoff das in der Schmelze gelöste SO_2 mit den Zersetzungsgasen des Holzes wegführt. Es entsteht wieder eine gewisse Menge an Cu_2O .

3. Zähpolen

Der Tiegel wird mit Holzkohle abgedeckt und erneut erhitzt. Das Kupferoxid wird hierbei wieder reduziert, und ein einwandfreies Kupfer bleibt zurück.

Dieses Kupfer war für den Guß geeignet, wobei eine rasche Abkühlung erstrebt wurde, damit das Kupfer nicht brüchig wurde. Die zur Erschmelzung aus den Erzen nötige Temperatur war so hoch, daß die Außentemperatur von keinerlei Bedeutung war. Beim Guß jedoch war eine niedrige Umgebungstemperatur insofern günstig, als eine rasche Abkühlung ein zähes, eine langsame Abkühlung ein brüchiges Metall ergab.

7.11.3.3.4 Öfen und Tiegel

Am Rio Tinto wurde ein Schmelzofen aus der römischen Zeit gefunden.¹ Er war aus weißem, schieferhaltigem Lehm von außerordentlicher Feuerfestigkeit aufgebaut. Auch Fragmente von Düsen wurden gefunden. Nach einem Schlackenstück, das in der Wand steckte, wird der innere Durchmesser des Ofens auf 0,5 Meter berechnet. Die Schlacken wurden durch eine ziemlich hoch gelegene Öffnung in der Brust abgestochen. Diese mußte also aufgebrochen

¹ Davies. S. 127.

werden, wenn die Schmelze herausgenommen werden sollte. Die Höhe konnte nicht mehr genau ermittelt werden.

Bei zwei anderen Öfen aus Tharsis, vermutlich auch römischen Ursprungs, war der untere Teil des Ofens bis zu den Formöffnungen nebst dem Herde aus dem Lehmstiefel herausgehauen, der auch das Material zu den Seitenwänden geliefert hat. Die Öfen scheinen eine solide Konstruktion und bedeutende Dimensionen gehabt zu haben.¹

Als Tiegelmateriale gibt Plinius „tasconium“ an.² Dieses iberische Wort bezeichnet eine weiße Tonerde, aber bis jetzt konnte nicht geklärt werden, aus was für einem Tonmaterial diese sehr widerstandsfähigen Tiegel gebrannt wurden.

7.11.3.4 Zinn

Poseidonios gibt in seinen Ausführungen über Zinnerz an, daß es nicht frei auf dem Erdboden liegt, sondern daß man es ausgraben muß. Da er nicht persönlich die Kassiteriden besucht hat, war er auf Berichte von Reisenden angewiesen. Somit konnte er weder über die Gewinnung noch über die Aufarbeitung Angaben machen. Plinius war in der Lage, sich ein eigenes Bild zu machen, schon deshalb sind seine Angaben genauer:

156. Es folgt das Blei, von dem es zwei Arten gibt, das schwarze (*plumbum nigrum*) und das weiße (*plumbum album*). Das weiße [Blei] ist das weitaus Wertvollere; die Griechen haben es *cassiterum* genannt, und sie erzählten phantasiereich die Geschichte, man beschaffe es auf der Insel des Atlantiks und es werde mit Schiffen, die aus Rutengeflecht beständen und mit Leder überzogen seien, herangebracht. Heute ist jedenfalls sicher, daß es in Lusitanien vorkommt sowie in Gallaecien, in der obersten Erdschicht, sandig und schwarz. Nur an der Schwere wird es dort erkannt.

157. Außerdem findet es sich in der Größe kleiner Steinchen, besonders in trockenen Bachläufen. Die Erzsucher waschen diese Sande aus, und was sich gesetzt hat, schmelzen sie in Öfen. Es wird auch in Goldgruben gefunden, die sie *alutiae* nennen. Dabei spült das eingeleitete Wasser schwarze, im Farbton leicht unterschiedliche Steinchen heraus, die das gleiche Gewicht haben wie Gold. Deswegen bleiben sie in den Fallen, in denen das Gold gesammelt wird, zusammen mit diesem zurück. Später werden sie zur Verhüttung getrennt, und nach dem Schmelzen ergeben sie Zinn.³

Das Lateinische benennt Blei und Zinn mit dem gemeinsamen Namen *plumbum* und differenziert nach der Farbe *plumbum nigrum* für Blei und *plumbum album* für Zinn.

Mit den Inseln im Atlantik dürften die Zinninseln vor der galicischen Küste, die Kassiteriden, gemeint sein und nicht Cornwall mit seinen sehr kleinen der Küste vorgelagerten Inseln, denn mit Booten aus Rutengeflecht hätte man nicht den Atlantik überqueren können.

¹ Schönichen. Berg.-u. Hüttenmänn. Ztg. (1863): 202, Taf. 8, Fig. 17.

² Plin. nat. XXXIII. 69. Im Baskischen heißt „tosca“ „weißer Ton“.

³ Plin. nat. XXXIV. 156–157.

In Spanien wurde die schwarze, sandige Erdoberfläche abgetragen und abgeschlemmt, so daß das Zinnerz als kleine schwarzgraue Steinchen zurückblieb. Diese konnten in einem Tiegel oder in einem Ofen mit Holzkohle leicht zu Zinn reduziert werden. In Cornwall sind Ofenreste gefunden worden, in denen das Zinnerz reduziert wurde. Es wurde danach in Blöcke gegossen und in den Handel gebracht.

Bei einem Schlämmvorgang der geschilderten Art konnten Gold und Zinnstein trotz ihres beträchtlichen Dichteunterschiedes (Dichte von Gold 19,3; Dichte von Kassiterit 7,1) nur schwer durch Absuchen der Steinchen aus Zinnerz getrennt werden. Bei einem Reduktionsvorgang mit Holzkohle wäre eine niedrigschmelzende Gold-Zinn-Legierung entstanden. Wenn diese oxidierend hoch erhitzt wurde, verbrannte die Legierung zu einer graugrünen Asche von Zinnoxid, in der das Gold feinstverteilt und mit dem Auge nicht erkennbar war. In der Antike war diese Metallasche nicht mehr aufschmelzbar.¹ Eine Abtrennung des Goldes aus der Gold-Zinn-Legierung war nur durch „Auswaschen“ mit Blei, also durch Kupellation, möglich. Das Gold legierte sich mit dem Blei, und dieses konnte durch Abtreiben als Bleiglätte von dem Gold getrennt werden. Das Zinn wurde dabei wieder oxidiert und konnte erneut mit Kohle zum Metall reduziert werden.

7.11.3.5 Eisen

Mit der Eroberung der iberischen Halbinsel kamen die Römer auch in den Besitz der Eisenerzvorkommen und der Verarbeitungszentren. Die Iberer waren berühmt als hervorragende Waffenschmiede.

7.11.3.5.1 Das Rennfeuer

Die Eisenoxide wurden mit Holzkohle in Schachtöfen geschichtet und angezündet. Das im Verbrennungsprozeß freiwerdende Kohlenmonoxid CO reagierte bei Temperaturen von über 800 °C mit dem Luftsauerstoff, wobei reines Eisen erzeugt wird. Das Eisen wurde nicht geschmolzen, da man die dazu benötigte Temperatur von 1.535 °C trotz Luftzufuhr mit Blasebälgen nicht erreichte. Bei Temperaturen bis zu 1.300 °C wurden die Schlacken aus dem Erz ausgeschmolzen, wobei gleichzeitig das glühende Eisen unter der flüssigen Schlacke, die das Eisen vor Luftsauerstoff schützte, zu einem großen, schwammartigen Stück, der Eisenluppe, verklumpte. Um die Luppe zu einer nutzbaren Größe wachsen zu lassen, mußte man viel Schlacke erzeugen – eventuell durch Zugabe von Sand –, die man aus dem Ofen herausrinnen ließ. Möglicherweise kommt daher die Bezeichnung „Rennfeuer“.

¹ Moesta S. 134. Versuch 24: Die Zinnkatastrophe.

War alles Erz eingesetzt und reduziert, wurde der Ofen heruntergefahren, zerschlagen und die Luppe entnommen. Die Luppe enthielt noch einen hohen Anteil an Schlacke, die durch mehrmaliges Erhitzen und Hämmern entfernt wurde. Die Luppe verlor ihre poröse Struktur und erhielt die Form eines Barrens. Die Ausbeute an reinem Eisen, bezogen auf den Eisengehalt des eingesetzten Erzes, war gering. Ein großer Teil ging als FeO in die Schlacke. Überschlüssig konnte man mit rund einem Drittel Ausbeute rechnen. Der Brennstoffverbrauch war sehr hoch. Bei niedrigen Herden mußte man mit 400 bis 500 Kilogramm Holzkohle auf 100 Kilogramm erzeugtes Eisen rechnen. Mit der verbesserten Konstruktion der Schachtöfen sank der Verbrauch auf ungefähr 250 Kilogramm Holzkohle je 100 Kilogramm Eisen. Aber es wurde auch noch recht viel Holzkohle für die Veredelung des Roheisens gebraucht.

7.11.3.5.2 Das Schmieden des Eisens

Das Eisen mußte einen bestimmten Kohlenstoffgehalt aufweisen, um in Schmiedeeisen und Stahl umgewandelt zu werden. Eisen verändert seine Härte entsprechend seinem Gehalt an Kohlenstoff. Enthält es bis zu 2 % Kohlenstoff, wird es härter, bleibt aber gut schmiedbar. Mit über 2 % Kohlenstoffgehalt wird es spröde und kann nicht mehr geschmiedet werden. Die Kohlenstoffanreicherung des Roheisens erfolgte in der Schmiede durch Erhitzen des Eisens im Holzkohlenfeuer. Die Härtung wurde durch schnelles Abkühlen in Wasser erzielt, wodurch eine langsame Kristallisation des Eisens verhindert wurde und ein martensitisches Gefüge des Metalls entstand. Es gelang den Schmieden der Antike, Eisen mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,5–1 % Kohlenstoffgehalt, also Stahl, herzustellen. Dieser Stahl war nach dem Abschrecken hart, aber spröde. Um ihn elastisch zu machen, wurde das Eisenstück, zum Beispiel ein Schwert, vorsichtig einem kurzen Erwärmen auf mäßig hohe Temperatur unterzogen, wodurch die Sprödigkeit beseitigt wurde. Diese Technik des Härtens durch Erhitzen und Abschrecken war schon im archaischen Griechenland bekannt.¹ Plinius, der die Verarbeitung des Eisens nur unzulänglich verstanden hat, schreibt über das Schmieden:

Ein großer Unterschied ergibt sich auch aufgrund der Öfen. Und es wird in ihnen ein gewisser Kern des Eisens gewonnen zur Herstellung harter Schneiden, und auf andere Weise, um Ambosse oder Hammerfinnen zu verstärken. Der Hauptunterschied aber liegt im Wasser, in welches das noch weißglühende Eisen jeweils sofort hineingetaucht wird. Die mancherorts bessere Brauchbarkeit des Wassers hat verschiedenen Orten zu einem guten Ruf wegen der Qualität ihrer Eisenwaren verholfen, wie zum Beispiel Bilbilis und Turiasso in Hispanien oder Como in Italien, obwohl es an diesen Orten selbst keine Eisengewinnung gibt.²

¹ Homer. Odyssee 9, 391.

² Plin. nat. XXXIV. 144.

Die Abkühlung des glühenden Eisenstückes im Wasser konnte durch Zusätze gesteuert werden. Eine schnelle Abkühlung erhielt man in gesättigter Kochsalzlösung, besonders gut, wenn das Eisenteil recht schnell bewegt wurde. Mittlere Abschreckungsgeschwindigkeiten erhielt man durch Wasser-Salz-Lösungen, Wasser-Öl-Gemische und reines Olivenöl – das ebenfalls eine gewisse Menge Wasser enthielt – bei variabler Temperatur und Konzentration. Kochsalz führte ohne weitere Reinigung nach dem Abschrecken besonders in feuchtwarmer Umgebung schnell zum Rosten der Stahlteile. Die fertigen Teile mußten deshalb gründlich abgewaschen werden. Um die Elastizität des Stahls zu gewinnen, ließ man die Teile nach dem vorsichtigen Anlassen auf Eichenbohlen langsam an der Luft abkühlen.

Eine merkwürdige Methode zur Gewinnung von Stahl gibt Poseidonios an:

Die Keltiberer tragen zweischneidige Schwerter, die aus ausgezeichnetem Eisen geschmiedet sind, und sie haben an der Seite Dolche von der Länge einer Spanne, die sie in der Schlacht im Nahkampf benutzen. Eigentümlich ist bei ihnen die Herstellung der Waffen. Sie vergraben Eisenbleche in der Erde und lassen sie so lange dort, bis der Rost im Laufe der Zeit die schwachen Bestandteile des Eisens weggefressen hat und das Festeste übriggeblieben ist, woraus sie dann ausgezeichnete Schwerter herstellen und andere für den Krieg erforderliche Geräte. Die auf diese Weise hergestellten Waffen zerteilen alles, was unter ihre Schneide kommt, und weder irgendein Schild noch irgend etwas anderes hält den Schlag aus, wegen der unübertrefflichen Qualität des Eisens.¹

Die Keltiberer hatten festgestellt, daß ein durchgängig gutes Stahlstück leichter herzustellen war, wenn man das Eisen im Boden vergrub und dadurch eine Abtrennung von Eisenteilchen, deren Kohlenstoffgehalt geringer als der von Stahlteilchen war, durch Rostbildung erreichte. Der kohlenstoffärmere Teil rostete schneller als der verästelte, also kohlenstoffreichere Teil, so daß eine natürliche Anreicherung an Stahl erreicht wurde. Die genauen Vorgänge waren den Keltiberern natürlich nicht bekannt, aber die Erfahrung verhalf ihnen zu einem guten Stahl. Das Verfahren hatte auch den großen Vorteil, daß der Bedarf an Holzkohle verringert werden konnte, denn der enorme Verbrauch von Holz für die Verzimmerung der Stollen und für die Gewinnung von Holzkohle hatte schon in der Zeit der karthagischen Herrschaft zu einer starken Entwaldung geführt.

Ein erfolgreiches Aufschmieden des Eisens beruhte nur auf der Erfahrung und dem Können der Schmiede, und diese verstanden es sehr wohl, ihre Methoden geheimzuhalten.

7.11.3.6 Die Ausbeute an Gold, Silber und Kupfer

Im allgemeinen sind die Angaben über die Höhe der Gewinne an Edelmetall und Kupfer in der antiken Literatur sehr vage und oft übertrieben. Für den Zeitraum von 209 bis 169 v. Chr.

¹ Diod. 5, 33, 3–4.

liegen Zahlen bei Livius vor¹ über die Mengen an Gold und Silber, die von den römischen Statthaltern dem Aerar zugeführt wurden und als authentisch angesehen werden. Die Edelmetalle wurden in diesem Zeitraum sicherlich nicht in den angegebenen Mengen bergmännisch gewonnen, sondern fielen zum größten Teil den Römern als Beute zu. Abgeliefert wurden in römischen Pfunden (1 Pfund = 327 g):

in Citerior 12.089 (3.958,543 kg) Gold und 1.441.292 (47.195,106 kg) Silber

in Ulterior 240 (78,588 kg) Gold und 376.384 (12.324,694 kg) Silber

Außerdem liegen noch folgende Angaben für abgeliefertes Silber vor: 151 v. Chr. lieferten die Stadt Okilis 30 Talente und die Stadt Cauca 100 Talente ab.² 140 v. Chr. lieferten die Numantier und Termantiner dem Pompeius 30 Talente ab. Poseidonios spricht von 600 Talenten, die die Römer als Tribut von den Keltiberern einzogen:

Poseidonios sagt, daß Marcus Marcellus einen Tribut von 600 Talenten [15.717,6 kg] aus Keltiberien herausgeholt habe – woraus man schließen kann, daß die Keltiberer sowohl zahlreich waren als auch wohlhabend, obwohl sie ein ziemlich dürftiges Land bewohnten.³

Die Keltiberer könnten ihren Wohlstand mit der Herstellung und dem Handel von Waffen erworben haben. Wieweit die überlieferten Zahlen der Realität entsprechen, kann in keiner Weise nachgeprüft werden.

Poseidonios äußert sich überschwenglich über den Reichtum an Edelmetallen und Kupfer, der den Römern aus den Bergwerken in Spanien zufließt. Unerschöpflichen Reichtum bringt die Natur, nicht nur überirdisch, sondern auch unterirdisch.

Nicht nur überreich war das Land, sondern auch unterreich, und bei jenen bewohne in der Tat nicht Hades die unterirdische Welt, sondern Pluto.⁴

Poseidonios bedient sich hier eines Wortspiels: Ἅρης, Hades, der Herr der Unterwelt, ist der römische Gott Pluto. Er ist hier identisch mit Πλοῦτος, Plutos, der Personifikation des Reichtums. Den Fleiß der Bergarbeiter charakterisiert Poseidonios mit den Worten des Demetrios von Phaleron, der über die attischen Bergleute in Laureion sagte, sie gruben so eifrig, als ob sie Pluto selbst herausholen wollten:

Doch der größte Teil der Edelmetalle wird, nach Demetrios von Phaleron, mit Hilfe von tief in die Erde geführten und beschwerlichen Bergbauten gewonnen, und die Habgier hofft, Pluto selbst aus den Winkeln der Erde herausholen zu können.⁵

Die Bemühungen der attischen Bergleute waren jedoch des öfteren vergeblich, denn die Silberminen waren schon weitgehend erschöpft.

¹ Aufstellung bei Schulten. S. 479 und 486.

² App. Ib. 48 und 52. 1 attisch/euböisches Talent entspricht 26,196 kg Silber.

³ Strab. 3, 4, 13.

⁴ Strab. 3, 2, 9.

⁵ Athen. VI. 233 D–234 C.

Für die iberische Halbinsel liegt Zahlenmaterial vor. So gibt Polybios an¹, daß die Silbergruben im Minendistrikt Carthago Nova, die zu seiner Zeit noch Eigentum des römischen Staates waren, diesem an jedem Tag 25.000 Drachmen einbrachten. Eine römische Drachme war eine Gewichtseinheit von 3,41 Gramm. Die römische Silbermünze Denar war genauso schwer. 25.000 Drachmen entsprachen also 85,25 Kilogramm Silber. Von dieser Summe müssen die Betriebskosten der Gruben und der Werkstätten für die Verhüttung und die Kosten für den Unterhalt von 40.000 Sklaven, die im Distrikt von Carthago Nova beschäftigt waren, abgezogen werden, so daß der Reinertrag wesentlich geringer gewesen sein dürfte.

Eine Möglichkeit zur Umrechnung der römischen Münzen wäre der Bezug auf den aktuellen Goldpreis. Der Aureus, die römische Goldmünze, wog 8,19 Gramm. Bei einem Tageskurs von 10.600 Euro für 1 Kilogramm Gold würde 1 Aureus 86,81 Euro kosten. Diese Goldmünze hatte den Wert von 25 Denaren, und somit hätte 1 Denar einen Wert von 3,47 Euro gehabt. Damit ist aber noch nichts über die Kaufkraft ausgesagt. Man kann nur Vergleiche ziehen. So lag der Jahressold eines Legionärs unter Cäsar bei 900 Sesterzen, das sind 225 Denare.² 1 Pfund (327,45 g) Mennige kostete 6 Denare, 1 Pfund Ocker 2 Denare, 1 Pfund Sinopische Erde 2 Denare.³

Poseidonios macht folgende Angaben über die geförderte Menge an Silber und Kupfer:⁴ Aus der geförderten Erde hätte man 25 % reines Kupfer und aus vielen Minen in drei Tagen ein Euböisches Talent Silber, das sind 8,732 Kilogramm pro Tag, gewonnen. Auch hier ist die Beurteilung sehr schwierig. Der Bleiglanz konnte bis zu 1 % Silber enthalten, viele Minen waren aber wesentlich ärmer an Silber. Wenn man den höchsten Prozentsatz für Silber ansetzt, dann hätte man 873 Kilogramm Blei gewinnen müssen, um dann durch Abtreiben soviel Silber zu gewinnen. Da Angaben über die geförderte Menge an silberhaltigem Bleierz ebenso fehlen wie Angaben über die Beschaffenheit und Lage der Minen, ist ein Zurückrechnen nicht möglich. Unklar ist auch die Angabe über die Ausbeute an Kupfer. Auch hier fehlt die Bezugsgröße. Der höchste Prozentsatz an Kupfer in einem Erz betrug 12 %, so daß gefolgert werden muß, es handele sich hier um angereichertes Kupfer. Auch hier fehlen alle Angaben über das Ausgangsmaterial. Die Schlußfolgerung bei diesen Ausführungen des Poseidonios muß lauten, daß das Betreiben eines Bergwerkes für die Unternehmer äußerst lohnend war. Auch die Aussage von Plinius⁵ über die enormen Einkünfte von 300 Pfund

¹ Strab. 3, 2, 10.

² Mommsen. Röm. Gesch. III. S. 508.

³ Preisangaben von Pigmenten: Plin. nat. XXXV. Ausgabe Tusculum-Bücherei 1978, Anhang S. 317–318.

⁴ Diod. 5, 36, 2.

⁵ Plin. nat. XXX. 97.

(98,24 kg) pro Tag, die Hannibal aus den Silbergruben bei Baebelo zugeflossen seien, muß so gesehen werden.

Da der Silber- und Kupferbergbau über Jahrhunderte betrieben wurde, sind auch geologische und mineralogische Untersuchungen nicht aufschlußreich. Die Metalladern sind abgebaut.

Eine Ausnahme bildet die Arrugie Tres Minas bei Gralheira in Nordportugal. Es sind zwei benachbarte Löcher, annähernd 300 mal 150 Meter an der Oberfläche – das sind 10 Fußballfelder – und über 100 Meter tief. Die beiden Gruben sind 400 Meter voneinander getrennt, der trennende Fels ist von Stollen und Schnitten durchzogen. Für die Entwässerung war ein 200 Meter langer Stollen von 5 Metern Höhe und 5 Metern Breite gebaut worden. Hier wurden in einem Loch 20 Millionen Tonnen Gestein abgebaut und vollständig zermahlen, geröstet und geschmolzen. Der von den Römern zu Bruch geworfene Erz- und Gesteinskörper wurde auf seinen Goldgehalt untersucht,¹ indem man durch den Schutt Schächte abteufte. Man traf auf einen alten Sicherheitspfeiler, der bis zur alten Sohle der Arrugie 20 Meter unter der vorgefundenen Sohle reichte. Zum Schluß war man bis zu einer Tiefe von ca. 100 Metern gelangt und konnte den Goldgehalt der einzelnen Zonen bestimmen. Da der Pfeiler in einer durch Pyrit und Arsenkies stark mineralisierten Zone stand, war der Goldgehalt bis zu 77,5 Gramm pro Tonne Gestein enorm hoch. Weil die Römer nicht die einzelnen Erznester abbauten, muß bei der Berechnung das Gold auf das Nebengestein verteilt werden, so daß ein Goldgehalt von 7,7 Gramm pro Tonne angenommen werden kann. Jedoch wurde durch das großzügige Spülverfahren sehr viel Gold ins Meer geschwemmt, deshalb dürften im Durchschnitt 3 Gramm Gold pro Tonne Gestein gewonnen worden sein. Legt man diesen Wert zugrunde, dann würde bei einer Dauer des Abbaus von 400 Jahren der beschriebene Tagebau 60 Tonnen Gold geliefert haben.

7.11.4 Die Bergarbeiter

7.11.4.1 Beurteilung der Sklaverei durch Philosophen

Die Bergarbeiter waren in der Regel Sklaven. Wie beurteilten die Philosophen den Sklavenstand?

Platon entwirft in seiner Politeia² das Idealbild eines Staates, in dem es, auf die gesellschaftliche Schichtung bezogen, unterhalb der Ebene der Herrscher nur noch graduelle Unterschiede gibt, die sich aus den Aufgaben der einzelnen bestimmen. In diesem System

¹ F. A. Harrison. Ancient Mining Activities in Portugal. The Mining Magazin 45 (1931): 137–145.

² Plat. Pol. 433c–434a.

haben auch die Sklaven ihren festen Platz. Für ihre Behandlung gibt er in den *Nomoi* Anweisungen rein pragmatischer Art:

Da das Tier „Mensch“ störrisch ist und in die unvermeidliche Unterscheidung, daß man nämlich in der Tat zwischen einem Sklaven und einem Freien und Herren zu unterscheiden hat, sich offenbar jetzt und künftig keineswegs fügen will, so ist dieses Besitzstück schwer zu behandeln. Denn in der Praxis hat sich doch schon oft gezeigt an den häufig sich wiederholenden Abfällen der Messenier und an den Staaten, die viele Sklaven mit derselben Sprache besitzen, welch großes Unheil dadurch entsteht. Zieht jemand das alles in Betracht, so könnte er wohl verlegen werden, wie er in dieser ganzen Sache zu verfahren hat. Nur zwei Mittel bleiben übrig: einmal, daß diejenigen, die sich williger in ihr Sklavenlos ergeben sollen, keine Landleute sein und möglichst nicht dieselbe Sprache sprechen dürfen; sodann aber, daß man sie richtig behandelt, indem man ihnen nicht nur um ihretwillen, sondern mehr noch des eigenen Vorteils wegen Beachtung schenkt. Die richtige Behandlung solcher Menschen besteht aber darin, daß man nicht irgendwie übermütig gegen seine Sklaven verfährt, sondern ihnen, wenn möglich, noch weniger ein Unrecht zufügt als den Gleichgestellten.

Bestrafen muß man freilich, wenn das Recht es verlangt, auch die Sklaven, und darf sie nicht verwöhnen, indem man sie etwa wie Freie bloß zurechtweist. Jedes an einen Sklaven gerichtete Wort muß ein Befehl sein. Scherzen darf man auf keinen Fall mit Sklaven, weder mit weiblichen noch mit männlichen; denn gerade durch ein solches Verhalten gegenüber Sklaven pflegen viele Leute diese in recht unvernünftiger Weise zu verwöhnen und beiden Seiten das Leben schwerer zu machen: jenen, sich beherrschen zu lassen, und sich selbst, zu herrschen.¹

Platons Rat, Sklaven verschiedener Herkunft und Sprachen zu beschäftigen, wurde oft befolgt, besonders in den ptolemäischen und römischen Bergwerken in der republikanischen Zeit, um Aufstandsbewegungen im Keime zu ersticken.

Aristoteles beschäftigt sich in der *Politica* systematisch mit der Legitimierung der Sklaverei, die eine der Natur entsprechende Einrichtung ist:

Hieraus erhellt denn, welches die Natur und welches die Bedeutung eines Sklaven ist: Wer von Natur nicht sein, sondern eines anderen, aber ein Mensch ist, der ist ein Sklave von Natur.

Eines anderen aber ist ein Mensch, der wenn auch Mensch, ein Besitzstück. Ein Besitzstück aber ist ein tätiges und getrennt für sich bestehendes Werkzeug.²

Einem Sklaven wird auch abgesprochen, daß er Vernunft besitzt:

Denn der ist von Natur ein Sklave, der eines anderen sein kann – weshalb er auch eines anderen ist – und der Vernunft nur insoweit teilhat, daß er sie in anderen vernimmt, sie aber nicht selbst hat.³

Und ein Sklave unterscheidet sich vom Freien durch sein Aussehen:

Es will nun zwar die Natur auch die Leiber der Freien und der Sklaven verschieden gestalten, die einen kräftig für die Erfordernisse der Notdurft, die anderen schlank und ungeeignet zu den niedrigen Verrichtungen, dagegen geeignet für die staatsbürgerliche Tätigkeit, die auch wieder je nach den Anforderungen des Krieges

¹ Plat. nom. 777b–778a.

² Aristot. pol. 1254a 18.

³ Aristot. pol. 1254b 20.

und des Friedens geteilt ist; indessen kommt auch oft das Gegenteil vor, daß die einen die Leiber, die anderen die Seelen freier Männer haben. Nun steht doch wohl soviel fest, wenn auch nur der leibliche Unterschied so groß wäre: wie der zwischen den Götterbildern und der menschlichen Gestalt, so würden alle zugeben, daß die Menschen, die so hinter den anderen zurückständen, es verdienten, der besseren Sklaven zu sein. Ist dies nun schon in Bezug auf den Leib richtig, so ist es noch viel gerechter, diese Bestimmung auf die Seele anzuwenden, nur daß es nicht so leicht ist, die Schönheit der Seele zu sehen wie die des Leibes.

So erhellt denn, daß einige Menschen von Natur Freie oder Sklaven sind, für welche letzteren es auch nützlich und gerecht ist, Sklave zu sein.¹

Aristoteles sagt also, daß ein Sklave zwar ein Mensch, aber von der Natur zum unfreien Dasein bestimmt ist. Hierin stimmt er mit Platon überein. Der Sklave besitzt keine eigenen Geistesgaben, sondern partizipiert an der Vernunft der Freien, und sein Aussehen wird bestimmt von den körperlichen Tätigkeiten, die er zu verrichten hat.

Die stoischen Philosophen verwarfen die Lehre von der Zweiklassengesellschaft und haben niemals anerkannt, daß die Sklaverei von der Natur bedingt sei.² „Kein Mensch ist von Natur ein Sklave.“ Die Stoiker haben jedoch niemals eine grundsätzliche Kritik an der Institution der Sklaverei geübt und ihre Aufhebung gefordert. Sklaverei war Schicksal und konnte jeden treffen. Ein Sklave ist ein Lohndiener auf Dauer, wie Chrysipp sagt:

Ein Sklave, so scheint es Chrysippos, ist ein Lohndiener auf Dauer. Wie ein Lohndiener eine Wohltat gewährt, wenn er mehr leistet als wozu er seine Arbeitskraft vermietet hat, so ein Sklave: wenn sein guter Wille gegenüber seinem Herrn über das Maß seiner Stellung hinausgeht, er etwas Höheres wagt, das auch glücklicher Geborenen zur Zierde gereichte und der Hoffnung seines Herrn zuvorkommt, handelt es sich um eine Wohltat, die sich innerhalb des Hauses findet.³

Wichtig sind für den Menschen nicht die äußeren Umstände, sondern eine gute Gesinnung. Nur diese macht ihn wirklich frei:

Nicht der Kauf macht den Käufer zum Herren oder den Verkauften zum Sklaven, nicht durch das Kaufgeld wird der Sklave gekennzeichnet, sondern durch die Schlechtigkeit der Gesinnung wird er zum Sklaven.⁴

Unterliegt ein Mensch seinen schlechten Eigenschaften, zum Beispiel Habgier, übermäßiger Hang zum Luxus, Ausschweifungen jeder Art, versklavt er sich selbst. Strebt er danach, Tugend zu erwerben, kann er auch zur Weisheit gelangen, und nur der Weise ist wirklich frei:

Der Weise allein sei wahrhaft frei, alle Schlechten seien Sklaven. Denn die Freiheit bestehe in der Möglichkeit, selbständig zu handeln, die Knechtschaft dagegen in der Entziehung dieser Möglichkeit.¹

So kann auch ein Sklave weise werden und damit die innere Freiheit erlangen:

¹ Aristot. pol. 1254 b 27.

² Chrysipp: SVF III. 352 = Philon. De septen. et fest. dieb. p. 283 Vol. II. Mang.

³ SVF III. 351 = Sen. De ben. XXX. 22, 1.

⁴ Chrysipp: SVF III. 358 = Philon quod omnis probum liber Vol II. p. 451, 9 Mang.

Es kommt nicht darauf an, welches Standes, sondern wes Geistes der Mensch ist. Keinem ist die Tugend verschlossen; allen steht sie offen, alle läßt sie zu, alle lädt sie ein, Freigeborene, Freigelassene, Sklaven, Könige, Verbannte. Sie fragt nicht nach Haus und Vermögen, sie ist mit dem nackten Menschen zufrieden.²

Wenn die Stoiker auch nicht daran denken, die Sklaverei abzuschaffen, so fordern sie doch nachdrücklich, in dem Sklaven den Menschen zu sehen und ihn menschlich zu behandeln.

Poseidonios hat sich nicht von der Lehre der Stoa abgewandt. Er hat niemals die Aufhebung der Sklaverei in Erwägung gezogen und sah in dem Sklaven einen Menschen, der sich in sein Schicksal zu fügen habe. Er wandte sich aber vehement gegen die schlechte und grausame Behandlung der Bergwerkssklaven und der unfreien Landarbeiter auf den Gütern der Römer auf Sizilien und war bestrebt, in seinen Schriften den Römern vor Augen zu führen, daß diese Zustände zum Schaden für die freien Römer führen könnten. Auch Poseidonios war der Ansicht, daß nur ein tugendhafter Mensch frei ist. Nicht die Sklaven des täglichen Lebens sind „Sklaven“, sondern die Menschen, die sich den Begierden und Leidenschaften wehrlos hingeben. So ist in seiner Darstellung des ersten sizilischen Krieges der grausame Gutsbesitzer Damphilos selber ein Sklave, ein Sklave der Lüste und des Luxus.

Manchmal war es im Interesse eines Schwächeren, sich in die Abhängigkeit eines Stärkeren zu begeben, um von diesem geschützt zu werden. Poseidonios berichtet von den Mariandyern, die sich in die Dienste der Herakleoten begaben:

Poseidonios der Stoiker sagt im 11. Buch der Historien, daß sich viele, die wegen der Schwäche ihres Intellekts nicht in der Lage sind, auf sich selbst aufzupassen, in den Dienst von solchen begeben, die verständiger sind, um dann von ihnen mit allem Notwendigen versorgt zu werden, während sie selbst nach besten Kräften helfen. Und auf diese Weise unterstellten sich die Mariandyner den Herakleoten. Sie versprachen, auf Dauer zu Diensten zu sein, wenn sie ihnen alles Notwendige zur Verfügung stellten; sie machten zusätzlich die Bedingung, daß keiner von ihnen außerhalb des Gebiets der Herakleoten verkauft werden dürfe, sondern allein innerhalb des eigenen Gebiets.³

Poseidonios sah ein solches Dienstverhältnis durchaus positiv. Es ist davon auszugehen, daß Poseidonios Sklaven besaß, die er in seinen Weinbergen und im Haus beschäftigte. Ob er auch Sklaven als Schreiber, vielleicht auch als Lehrer in seiner Schule einsetzte, kann nicht gesagt werden, da über den Aufbau seiner Schule keine genauen Angaben überliefert sind. Sicherlich wird er ihnen ein gerechter Herr gewesen sein und in einem Sklaven den Menschen und nicht ein Werkzeug gesehen haben.

¹ Chrysipp: SVF III. 355 = Diog. Laert. VII. 121.

² Chrysipp: SVF III. 508 = Sen. De ben. III. 18, 2.

³ Athen. VI p. 263 C–D.

Die stoischen Philosophen der Kaiserzeit Seneca und Epiktet – der selber ein freigelassener Sklave war – haben dann heftig gegen ungenierte Ausbeutung und Grausamkeit, gegen Luxussucht und Unmäßigkeit im Zusammenhang mit der Verwendung der Sklaven protestiert. In der Kaiserzeit haben die Stoiker die Gesetzgebung positiv beeinflusst und so, wenn auch in bescheidenem Rahmen, Verbesserungen des Sklavenloses bewirkt.

7.11.4.2 Die soziale Situation im römischen Bergbau

Die im Bergbau Beschäftigten waren meistens Unfreie, die zu dieser Arbeit gezwungen wurden. Das war schon im griechischen Bergbau die Regel. Kriegsgefangene und durch Piraterie geraubte Menschen wurden als Sklaven verkauft und im Bergbau eingesetzt. Der Sklave war eine Sache und konnte wie eine solche vermietet, beliehen, vererbt oder weiterverkauft werden. Wurde ihm die Gründung einer Familie gestattet, waren die Kinder selbstverständlich auch Sklaven. In jedem Fall war er der Willkür seines Besitzers ausgesetzt. Die Freilassung, die in der römischen Kaiserzeit vermehrt vorkam, lag im Ermessen des Besitzers.

In den Silbergruben von Laureion bestand eine Hierarchie der Bergarbeiter, je nach ihrer Befähigung.¹ So leitete der Thraker Sosias, ein Sklave des Nikias, selbständig und in eigener Verantwortung einen Bergwerksbetrieb.²

In republikanischer Zeit wurden von den Römern in Spanien Kriegsgefangene in den Bergwerken beschäftigt. Als nach der Zeitenwende infolge der defensiven Position des Reiches eine Neurekrutierung kaum mehr in Frage kam, mußten im Inneren neue Möglichkeiten erschlossen werden, um das auf Zwangsarbeit basierende System aufrechtzuerhalten. Jetzt wurden vermehrt Kriminelle und Christen zur Arbeit im Bergbau verurteilt. *Damnatio ad metallam!*

7.11.4.3 Anzahl der Beschäftigten

Die durchschnittliche Anzahl der Bergarbeiter im gesamten Gebiet von Laureion wird auf 20.000 geschätzt. Für den Grubenbetrieb waren pro Schicht ungefähr 50 Arbeiter nötig.³ Eine genaue Zahl liegt für die Werkstätte des Pantainetos vor⁴: 50 Arbeiter für Klaubtische und Mörser, Mühlen und Wäschereien. Hierbei ist zu vermerken, daß im Grubenbetrieb keine zusätzlichen Sicherungen nötig waren, da kein Wassereinfluss zu befürchten war, so daß weder

¹ Einzelheiten bei S. Lauffer. Die Bergwerkssklaven von Laureion. Wiesbaden 1979.

² Xen. vect. 4, 14.

³ Lauffer. S. 46–48.

⁴ Demosth. XXXVII. 4.

Entwässerungstollen gebaut noch Wasserschrauben oder Wasserräder eingesetzt werden mußten. Dadurch war der Einsatz von Sklaven für diese Arbeiten unnötig, was einen erheblichen Anteil der Kosten verminderte. Bei den Hüttenbetrieben erforderte die Bedienung der Schmelzöfen mindestens 8 Mann, wozu noch weitere Arbeiter für die Spezialbehandlung der Nebenprodukte hinzukommen, so daß die Belegschaft im ganzen auf etwa 20 Mann anzusetzen sein dürfte. Nicht mit einbezogen in diese Berechnung sind das Wachpersonal und die Landarbeiter, deren Anzahl nicht sehr hoch gewesen sein dürfte, da in dem Gebiet von Laureion nur wenig Getreide angebaut wurde.

Auf der iberischen Halbinsel wurden wesentlich mehr Arbeitskräfte gebraucht. Polybios nennt 40.000 Beschäftigte im Distrikt Carthago Nova.¹ Diese Zahl ist nicht zu hoch gegriffen, denn der spanische Bergbau war wesentlich schwieriger zu bewältigen als der attische. Für die Sicherung der Gruben durch Verzimmerung und für die Wasserhaltung waren viele Arbeitskräfte nötig. Das Aushauen von Entwässerungstollen war langwierig und band viele Arbeiter an diese Tätigkeit. Die Einführung der Archimedischen Schraube (Wasserschnecke) und der Wasserräder war ebenfalls sehr arbeitsintensiv. Das Drehen einer Schraube wurde meistens von zwei Männern besorgt. Waren mehrere Schrauben übereinander angebracht, erhöhte sich diese Anzahl. Ebenso erforderte das Drehen eines Wasserrades die Bedienung durch zwei Männer, die Anlage am Rio Tinto mit acht übereinander angebrachten Rädern also 16 Männer. Außerdem muß bedacht werden, daß des öfteren eine Ablösung erfolgen mußte, da man die erforderliche Leistung nicht sehr lange aufrechterhalten konnte. Diese Tätigkeiten waren sehr kostenintensiv und schmälerten die Einkünfte. Zu den im Bergwerk Beschäftigten kam etwa die gleiche Anzahl Handwerker und Landarbeiter für die Ernährung sowie eine unbekannte Anzahl technisches, Verwaltungs- und Wachpersonal. Wie hoch ihr Anteil genau war, wird von Polybios nicht einmal angedeutet und ist aufgrund der wenigen Funde an Werkstätten auch nicht zu ermitteln.

Auch die Arrugien waren kostenintensiv, denn allein für den Bau der riesigen Wasserreservoirs in den Bergen mußten viele Arbeiter eingesetzt werden. In den Arrugien im Bereich der Tres Minas bei Gralheira in Nordportugal waren mindestens 2.000 Bergarbeiter mit dem Abbau beschäftigt.² Zählt man die Landarbeiter und das Personal für Verwaltung und Aufsicht hinzu, so kann man davon ausgehen, daß mindestens 5.000, wenn nicht sogar an die 10.000 Menschen dort gearbeitet haben.

Eine Gesamtzahl der im Bergbau eingesetzten Menschen läßt sich nur sehr schwer schätzen. Es dürften in republikanischer Zeit, als der Zustrom an Kriegsgefangenen nicht

¹ Strab. 3, 2, 10.

² Harrison. S. 137.

versiegte, mehr Personen gewesen sein als im Verlauf der Kaiserzeit, als die Arbeitskräfte immer knapper wurden.

7.11.4.4 Arbeitsbedingungen

Arbeit im Bergbau war zu allen Zeiten schwer und mühselig. In der klassischen Zeit wurden im Gebiet von Laureion die Sklaven verhältnismäßig gut behandelt. Man war bemüht, vorwiegend im Bergbau ausgebildete Sklaven zu erwerben, und diese waren je nach Fähigkeiten nicht billig. Krankheit und Tod stellten für den Besitzer einen Verlust dar. Für den Grubenbetrieb galten strenge Vorschriften. Durch Lüftungsschächte wurde für genügend Atemluft gesorgt, Sicherheitspfeiler garantierten die Standfestigkeit der Gänge. Wie Ausgrabungen ergaben, bewohnten die Arbeiter, oft mit Familie, kleine, innen verputzte Steinhäuser. Es wurden auch mit wasserfestem Putz ausgeschlagene Waschkauen gefunden, in denen eine Reinigung nach der Arbeit möglich war. Ob das Bad, das in einer Werkstatt gefunden wurde, allgemein von den Arbeitern benutzt wurde oder einem höhergestellten Betriebsleiter vorbehalten war, läßt sich nicht bestimmen.¹ Wie es scheint, konnten die Bergwerkssklaven wohl auch geringe finanzielle Mittel ansammeln, wie Grabfunde mit erstaunlich qualitätsvollen Keramik-Beigaben und sepulkrale Inschriften nahelegen.² Äußerst ungesund war die Arbeit an den Schmelzöfen wegen des Austretens von Schwefeldioxid und Arsenverbindungen und an den Treiböfen wegen der Bleidämpfe, die den Hüttenarbeitern die charakteristische bleiche Hautfarbe gaben.¹

Die Arbeitsbedingungen verschlechterten sich, als der eigentliche Bergbau immer mehr zurückging und mit dem Ausschmelzen der Schlacken und Ekboladen begonnen wurde. Die Öfen konnten kontinuierlich betrieben werden, so daß die Umwelt extrem belastet wurde. Schnell wurden die Hüttenarbeiter vergiftet und erkrankten. Auch dies war eine der Ursachen für die Aufstände der Bergwerkssklaven, wovon noch berichtet wird.

Sehr viel schlechter war die Situation der Bergarbeiter in den spanischen Bergwerken. Nach der Eroberung der karthagischen Gebiete in Ost- und Südspanien waren den Römern nicht nur Kriegsgefangene in großer Zahl in die Hände gefallen, sie konnten auch die in den Bergwerken Beschäftigten, die zum Teil freie Arbeiter waren, übernehmen und als Unfreie weiterbeschäftigen. Mit der Ausdehnung ihrer Macht auf immer größere Gebiete im Westen der iberischen Halbinsel wurden viele Stämme, die bis dahin frei waren, den Römern untertan und, wenn sie sich nicht rechtzeitig mit den Römern verständigt hatten, versklavt, darunter auch Frauen und Kinder. Den Römern standen also Arbeitskräfte in genügender Zahl zur

¹ H. R. Götte. *Landeskundliche Studien in Südost-Attika*. Rahden/Westf. 2000. Abb. 215 und 217.

² Götte. S. 96.

Verfügung, und diese wurden schonungslos ausgebeutet. Nachdem ganz Iberien unter die Vorherrschaft der Römer gelangt war, kamen mit dem Hereinströmen der Italiker auch eine Menge Sklaven aus dem östlichen Mittelmeerraum auf die Halbinsel, die speziell für den Bergbau gekauft worden waren. Sie waren oft das Opfer von Piraten, die im östlichen Mittelmeerraum regelrecht Menschenjagd betrieben, indem sie Schiffe enterten, die Inseln in der Ägäis und die Anrainerstaaten überfielen und die erbeuteten Menschen auf den Sklavenmärkten verkauften.

Das Schicksal der Bergwerkssklaven war beklagenswert. Poseidonios drückt in bewegten Worten sein Mitleid mit diesen unglücklichen Menschen aus, wenn er sagt:

Die Arbeiter in diesen Bergwerken bringen ihren Herren unglaubliche Einkünfte, sie selbst aber müssen unter der Erde in den Schächten graben, bei Tag und bei Nacht, und müssen ihren Körper schinden; viele sterben wegen des Übermaßes der Anstrengung. Denn Erholung oder eine Arbeitspause gibt es für sie nicht, sondern durch Schläge der Aufseher werden sie gezwungen, die furchtbaren Leiden zu erdulden, und enden auf diese Weise ihr Leben. Einige, die genügend Körperkraft und seelische Widerstandskraft besitzen, halten das Elend lange Zeit durch. Doch wünschenswerter ist für sie der Tod als das Leben wegen der Größe ihrer Leiden.²

In ähnlicher Weise beschreibt Agatharchides, jedoch sehr viel detaillierter, die Zustände in den ptolemäischen Goldbergwerken, in denen Kriegsgefangene und Verbrecher, oft mit der ganzen Familie, schufteten mußten:

Die Sträflinge werden teils nur für ihre Person, teils auch samt ihren Angehörigen verurteilt. Sie werden in zahlloser Menge dahingeschickt und müssen mit zusammengebundenen Füßen Tag und Nacht arbeiten. Damit sie nicht entfliehen, werden sie streng bewacht und zwar von ausländischen Soldaten, die fremde Sprache reden, so daß kein Einverständnis entstehen kann ...

An Schonung und Nachsicht ist nicht zu denken. Weder Krankheit noch Alterschwäche noch weibliches Unvermögen dienen der Entschuldigung. Man peitscht sie, bis sie den Geist aufgeben, und mit Sehnsucht erwarten sie den Tod.¹

Die Ähnlichkeit der Ausführungen von Poseidonios mit den Exzerpten aus Agatharchides ist kein Argument gegen die Richtigkeit seiner Darstellung. Beiden ist gemeinsam, daß sie einen moralischen Appell an die Unternehmer richten, um diese zu einer menschlicheren Behandlung ihrer Arbeiter zu bewegen. Dabei bedienen sie sich einer sehr farbigen Darstellung, die in einigen Punkten auch falsch ist, zum Beispiel daß die Sträflinge in Fesseln arbeiten mußten.

Die Bergarbeiter arbeiteten unter Tage in Schicht, die, wie schon ausgeführt, der Brenndauer einer Öllampe entsprach. Danach fuhren sie aus. Ein immerwährender Aufenthalt in der Grube hätte sehr üble hygienische Folgen gehabt und schnell zu Seuchen geführt. Ein Arbeiten mit Fußfesseln war sowohl unter Tage wie auch in den Werkstätten unmöglich.

¹ Vit. VIII. 6, 11.

² Diod. 5, 38.

Bewegungsfreiheit war unbedingt vonnöten. Wie weit eine Fesselung nach der Schicht vorgenommen wurde, ist umstritten, zumal sie einen großen Zeitaufwand erfordert hätte. Sie war auch unnötig, da die Arbeiter in Lagern untergebracht waren, die streng bewacht wurden. Richtig ist, daß eine Verständigung der Sklaven untereinander oft nur sehr schwer möglich war, weil diese aus vielen Ländern mit unterschiedlichen Sprachen kamen und die Erlernung des Lateins bzw. des Griechischen sehr schwierig war. Solange der Nachschub an Sklaven gewährleistet war, konnte man ohne Rücksicht die Arbeiter ausbeuten. Ausfälle durch Krankheit, Tod und Selbstmord konnten schnell ausgeglichen werden. Als der Piraterie ein Ende gesetzt worden war² und mit Beginn der Kaiserzeit die großen Eroberungszüge ein Ende hatten, trat ein Mangel an Arbeitskräften ein. Es wurden vermehrt freie Lohnarbeiter, besonders für solche Arbeiten, die Kenntnisse voraussetzten, eingestellt. Dazu gehörten das Auffinden und der Abbau der Metalladern, das Aussortieren der erzhaltigen Gesteinsbrocken und die Treibarbeit. Schwer und von den Sklaven gefürchtet waren alle Zerkleinerungsarbeiten, weil sie keine besonderen Kenntnisse, sondern nur Körperkräfte erforderten. Die Verurteilung von Kriminellen und später Christen konnte nur einen geringen Ersatz für den Arbeitskräftemangel sein, zumal diese oft nicht über die nötige Konstitution verfügten. Man muß bedenken, daß Kriegsgefangene meistens junge, kräftige Männer waren, während ein Taschendieb zwar geschickte Hände hatte, aber oft ein schwächlicher Typ war. Keine Nachrichten liegen vor, ob die Bergwerkssklaven wie die versklavten Landarbeiter auf Sizilien gebrandmarkt wurden.

Frauen- und Kinderarbeit war in der Antike eine Selbstverständlichkeit, sowohl in der Landwirtschaft wie im Handwerk. Es waren nicht nur Unfreie, sondern auch Personen in den unteren Ständen, die mitarbeiten mußten. In den Bergwerksdistrikten wurden Frauen zu Aufräumarbeiten eingesetzt. Ob sie die Mühlen bedienen konnten, wie Agatharchides berichtet, sei dahingestellt. Das wird nur mit besonders jungen und kräftigen Frauen zu bewerkstelligen gewesen sein. Ältere Frauen, insbesondere alte Männer, konnten die Mühlsteine mit Sicherheit nicht bewegen. Wenn man Agatharchides Glauben schenkt, wurden Personen, die nicht mehr arbeitsfähig waren, umgebracht.

Wegen ihrer geringen Körpergröße wurden vorwiegend Knaben zum Transport des gebrochenen Gesteins in den niedrigen Gängen eingesetzt. Sie konnten besser als erwachsene Männer die Erze zum Schacht befördern. Manche dieser Förderjungen waren nicht älter als sechs Jahre. Hierzu ist zu vermerken, daß diese Kinderarbeit untertage bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts als eine Selbstverständlichkeit hingenommen wurde. Selbst Luther hat kein

¹ Agath. De mar. Erythr. 23–30.

² Pompeius besiegte im Jahre 67 v. Chr. die Piraten und beendete damit die Menschenjagd.

Wort des Tadels über die heute als unmenschlich empfundene Arbeit der Förderjungen im Mansfelder Kupferbergbau gesagt.¹ Wegen der geringen Höhe der Gänge von 40 bis 50 Zentimetern mußten dort Knaben im Alter von 10 bis 12 Jahren kriechend den Hund zur Entladungsstelle am Schacht befördern.² Erst 1869 wurde in Deutschland die Beschäftigung von Jugendlichen unter 13 Jahren unter Tage verboten.³ 1938 wurde ein Erlaß herausgegeben, der für männliche Jugendliche ab 16 Jahren nur eine Beschäftigung mit Aufbereitungsarbeiten erlaubte. Arbeiten unter Tage waren erst ab 18 Jahren und zunächst nur bedingt erlaubt. Frauen war das Einfahren grundsätzlich verboten, und über Tage durften sie nur mit leichten Arbeiten beschäftigt werden.⁴

7.11.4.5 Die Aufstände der Bergwerkssklaven in Attika

Erstmals scheint es im Bergbauggebiet zu Unruhen gekommen zu sein, als nach der Besetzung von Dekeleia durch die Spartaner im Jahre 413 v. Chr. im Peloponnesischen Krieg mehr als 20.000 Sklaven durch Flucht zu den Spartanern überliefen, wie Thukydides berichtet:

Jetzt aber, da [die Spartaner] ununterbrochen auf der Lauer saßen, bald zahlreicher angriffen, bald notgedrungen mit der gewöhnlichen Mannschaft das Land überrannten und Beute machten, und der Spartanerkönig Agis selbst da war und seine ganze Kraft an diesen Krieg setzte, jetzt war der Schaden groß. Das ganze Land gehörte ihnen nicht mehr, über 20.000 Sklaven waren zum Feind übergegangen, der größte Teil davon Handwerker.⁵

Man kann nicht von einem Aufstand sprechen, denn die Sklaven waren unbewaffnet und zettelten keine kriegerischen Auseinandersetzungen mit ihren Aufsehern und Besitzern an. Sie flüchteten zu den Spartanern, weil sie sich von ihnen die Freiheit erhofften. Doch sie wurden getäuscht, denn die Spartaner verkauften sie billig an die Boioter.⁶ Unter diesen Sklaven werden auch Bergleute gewesen sein, wie viele, kann nicht gesagt werden. Sehr hoch kann ihre Zahl nicht gewesen sein, da der Bergbaubetrieb ungehindert bis 405 v. Chr. weiterging. Erst mit der Belagerung Athens und Sperrung des Piräus im Herbst 405 v. Chr. kam der Bergbau zum Erliegen.

Zu bewaffneten Aufständen der Bergwerkssklaven kam es in Laureion im 2. Jahrhundert v. Chr. Diese verliefen zeitgleich mit den zwei Sklavenkriegen auf Sizilien 136–132 und 104–101 v. Chr., die Poseidonios sehr genau beschrieben hat. Bei Photios und den

¹ Martin Luther. Predigt 1530: Daß man Kinder zur Schule halten solle. WA (Weimarer Gesamtausgabe) 30 II. S. 526 ff. Luther ermahnt die Eltern, ihre Kinder nicht für sich für die tägliche Nahrungssorge arbeiten zu lassen, sondern sie zur Schule zu schicken. Gegen Kinderarbeit generell spricht er sich nicht aus.

² Franz Kirnbauer. Die Geschichte des Bergbaus. In: Friedrich Klemm (Hrsg.) Die Technik der Neuzeit. Bd. II. H.1. Potsdam 1941.

³ Gewerbeordnung für den Norddeutschen Bund vom 21. 6. 1869, §§ 128 und 154.

⁴ Jugendschutzgesetz vom 30. 4. 1938 mit Ausführungsverordnungen vom 12. 12. 1938.

⁵ Thuk. VII. 27, 5.

⁶ Xenoph. Hell. 12, 4–5.

konstantinischen Exzerptoren sind ausführliche Stücke von seiner Darstellung dieser Kriege in Diodors Bearbeitung aus dem 34. und 36. Buch seiner „Bibliothek“ erhalten geblieben.¹ Poseidonios hatte Sizilien nach Beendigung des zweiten sizilischen Krieges bereist, konnte dort noch Zeitzeugen befragen und so ein gutes Bild über den Ablauf der Sklavenerhebungen gewinnen. Er kannte auch die Herkunftsländer der Sklaven im Osten und war deshalb in der Lage, die Gründe für die Unruhen zu erkennen. Ein Grund war die äußerst schlechte Behandlung der Sklaven. Poseidonios sagt:

Aus dem 34. Buch. Nach dem Zusammenbruch Karthagos ging es den Sikelern sechzig Jahre lang in jeder Beziehung gut, als bei ihnen der Sklavenkrieg aus dem folgenden Grund ausbrach: Als die Sikeler ihre Lebensverhältnisse gewaltig verbessert und große Reichtümer erworben hatten, kauften sie eine Menge Sklaven. Denen, die sie herdenweise aus den Sklavenhaltereien weggetrieben hatten, brannten sie sofort Merkmale und Zeichen auf die Leiber. Die jungen Männer unter den Sklaven benutzten sie als Hirten, die anderen so, wie sie sie gerade brauchten. Während des Dienstes stellte man schwerste Anforderungen an sie und hielt sie nur ganz geringer Fürsorge für wert, was Ernährung und Kleidung betraf. Deswegen verschafften sich die meisten durch Räuberei ihren Lebensunterhalt, und ganz Sizilien war voller Morde, da die Wegelagerer wie Heeresabteilungen über die Insel verstreut waren.²

Ein zweiter Grund für den Aufstand war, daß die meisten dieser Sklaven Neuversklavte waren. Sie hatten in ihrer Heimat als freie Männer gelebt und waren durch Menschenraub der Piraten in diese verzweifelte Lage geraten. Deshalb waren sie bestrebt, wieder die Freiheit zu erlangen. Die Sklaven rotteten sich zusammen, und wie Poseidonios berichtet, gelang es ihnen, die Römer zu besiegen:

Beinahe dreißig Tage waren seit Beginn des Aufstandes vergangen. Kurz danach kam aus Rom der Prätor L. Hypsaeus, der achttausend Soldaten aus Sizilien bei sich hatte; die Aufständischen stellten sich zur Schlacht auf und siegten mit einer Truppenstärke von zwanzigtausend Mann. Wenig später war das Heer der Aufständischen mit einer Stärke von zweihunderttausend versammelt, und sie kämpften ruhmreich in vielen Schlachten mit den Römern und erlitten selbst wenige Niederlagen.³

Die befreiten Sklaven wählten Eunus, einen Zauberkünstler und Wahrsager, zu ihrem König. Dieser residierte in Enna und errichtete ein Königtum nach hellenistischem Vorbild. Das Königreich bestand vier Jahre, bis der römische Feldherr Rupilius die Insel zurückeroberte. Eunus starb elendig in Gefangenschaft, und die Aufständischen, die in die Gefangenschaft der Römer gerieten, wurden hingerichtet.

Die Niederlage des Hysaeus wird auf 135 v. Chr. datiert und führte zu weiteren Aufständen. In Rom erhoben sich 150 Sklaven gegen ihre Herren, in Attika die

¹ Ausführliche Zusammenstellung bei Malitz. Historien. Kapitel: Sklaven und Piraten. S. 134–169.

² Diod. 34, 2, 1.

³ Diod. 34, 2, 18.

Bergwerkssklaven und auf Delos rebellierten die Sklaven, die zum Verkauf dort festgehalten wurden. Poseidonios berichtet:

Als das bekannt wurde, entbrannte in Rom ein Sklavenaufstand von einhundertfünfzig Verschwörern, in Attika ein Aufstand von über tausend, auch auf Delos und anderen Stellen. Die Aufstandsbewegungen erstickten die jeweiligen Vorsteher der Gemeinwesen und brachten so auch den Rest der Sklavenschaft zur Vernunft, der Hoffnung auf einen Aufstand hatte.¹

Der erste attische Aufstand wird bei Diodor ohne Erwähnung der Bergwerkssklaven allgemein als Aufstand in Attika bezeichnet, während er bei Orosius genauer „in den Bergwerken der Athener“ lokalisiert wird:

Auch in den Metallbergwerken der Athener wurde ein Sklavenaufstand vom Prätor Heraklitos zerschlagen. Ebenso wurden auf Delos in einem erneuten Aufstand vor Zorn berstende Sklaven durch ihnen zuvorkommende Stadtbewohner niedergeschlagen.²

Die Aufständischen waren also in der Mehrzahl Bergwerkssklaven, und ihre Zahl war im Gegensatz zu Sizilien verhältnismäßig gering. Es war nur ein bestimmter, doch merklicher Teil der Sklaven, der sich erhob. Die Gesamtzahl der Beschäftigten wird nicht angegeben, allerdings war sie im Vergleich zum 4. und 3. Jahrhundert v. Chr. merklich zurückgegangen, da mit dem Niedergang des Bergbaus auch weniger Arbeitskräfte gebraucht wurden. Grob geschätzt mögen es noch 5.000 gewesen sein, die hauptsächlich im Prozeß der erneuten Ausschmelzung der Ekboladen und Schlacken eingesetzt wurden.

Der von Orosius genannte Heraklitos Praetor Heraclitos kann nicht identifiziert werden.³ Man kann annehmen, daß es ein Küstenstrategen war, der mit der Bewachung der Küsten Südattikas gegen Einfälle von Piraten betraut worden war. Die Mehrzahl der Sklaven verzichtete auf eine Beteiligung am Aufstand, der so im Keim erstickt werden konnte.

Der zweite Sklavenaufstand auf Sizilien brach nach Unruhen in Italien, die wohl in das Jahr 103 v. Chr. zu setzen sind, im Jahre 102 v. Chr. aus und dauerte bis zum Jahre 99 v. Chr., als die letzten Aufständischen niedergemacht wurden.

Der Anlaß für die Erhebungen war, daß der Prätor Licinius Nerva nicht gewillt oder befähigt war, einen Senatsbeschluß umzusetzen. Der Senat hatte die Freilassung freigegebener Verbündeter, die in die Sklaverei verschleppt worden waren, befohlen, denn als Marius von den befreundeten Völkern im Osten des Mittelmeeres Soldaten zur Verstärkung des Heeres für den Kampf gegen die Kimbern und Teutonen erbat, mußte der König von Bithynien diese Bitte ablehnen, weil seine Untertanen von Steuerpächtern verschleppt und in die Sklaverei verkauft worden waren:

¹ Diod. 34, 2, 19.

² Oros. V, 9, 4-5.

³ Überlegungen bei Lauffer. S. 260.

Als darauf der Senat beschloß, daß kein freigeborener Verbündeter in einer Provinz Sklavendienste leisten dürfe, und daß die Prätores Sorge tragen sollten für die Befreiung der Betroffenen, da befreite auf Sizilien der Prätor Licinius Nerva entsprechend dem Senatsbeschluß viele Sklaven nach vorausgegangenen Untersuchungen, so daß in wenigen Tagen mehr als achthundert die Freiheit erlangten. Und alle, die auf der Insel Sklaven waren, hatten gespannte Hoffnung auf die Freiheit.¹

Licinius Nerva gab den Pressionen der Großgrundbesitzer nach, die auf keinen Fall ihre Sklaven verlieren wollten, und betrog viele Sklaven um ihre versprochene Freilassung:

Die vornehmen Leute kamen eilig zusammen und forderten den Prätor auf, von seinem Vorhaben Abstand zu nehmen. Entweder bestochen oder knechtisch abhängig von fremder Gunst, ließ er ab von seinem Eifer für solche Untersuchungen, und diejenigen, die zu ihm kamen, um ihre Freiheit zu erlangen, beschimpfte er und befahl, sie ihren Herren wieder zuzustellen.²

Der Kampf um die Freiheit, der sich zunächst auf das Gebiet um Syrakus konzentrierte und von dreißig Sklaven geführt wurde, weitete sich schnell aus. Im Gebiet um Syrakus wurde ein Sklave Salvius, der Opferschau kundig, und im Gebiet um Egesta und Lilybaion wurde der Kilikier Athenion, ein tapferer Mann, aber als Astrologe wohl auch ein Wundermann, zum Anführer und König gewählt. Beide übernahmen für ihre Herrschaft Formen der seleukidischen Monarchie. Aber von Athenion wird berichtet, daß er nur die besten der abtrünnigen Sklaven in sein Heer aufnahm und die anderen dazu anhielt, ihre früheren landwirtschaftlichen Tätigkeiten wieder aufzunehmen, um den Unterhalt für sich und die Soldaten zu erwirtschaften. Durch diese Maßnahmen konnte er reichlich Nahrungsmittel für seine Soldaten bekommen. Die Vernichtung der Sklavenherrschaft gelang dann Manius Aquillius, Prokonsul auf Sizilien 100 v. Chr., in einem einjährigen Krieg. Er tötete Athenion im Zweikampf.

Gleichzeitig mit dem zweiten Sklavenkrieg brach ein Aufstand im Bergwerksdistrikt von Laureion aus, der für Athen gefährlich werden konnte. Poseidonios wird wörtlich in der Überlieferung des Athenaios zitiert:

Und die meisten der unzählig vielen attischen Sklaven bearbeiteten die Bergwerke gefesselt. Poseidonios nun, den du mehrfach zitiert hast, der Philosoph, sagt, daß sie sich erhoben und die Bergwerkswächter töteten, und sie hätten die Burg von Sunion besetzt und lange Zeit Attika verwüstet. Das war die Zeit, als auch der zweite Sklavenaufstand in Sizilien war. Es kam zu vielen solchen Aufständen, und es kamen dabei über eine Million Sklaven um.³

Daß die Aussage über das Arbeiten in Fesseln in den Bergwerken nur ein Topos ist, der die Schwere der Tätigkeit unter Tage und in den Werkstätten und die oft schlechte Behandlung der Bergwerkssklaven demonstrieren soll und nicht den Tatsachen entspricht, ist

¹ Poseidonios bei Diod. 36, 3, 2.

² Poseidonios bei Diod. 36, 3, 3.

³ Athen. p 272 E–F.

schon ausführlich behandelt worden. Wie Poseidonios sagt, erhoben sich die Sklaven, töteten die Wächter und verwüsteten das Umland. Es waren wohl nicht nur die Wächter, die den Bergwerksdistrikt von Laureion bewachten, die ermordet wurden, sondern auch Männer der Küstenwache, die in der Burg Sunion stationiert waren. Die Eliminierung der Küstenwache bot vielen Sklaven die Möglichkeit zur Flucht über die Ägäis in ihre östlichen Heimatländer. Nachrichten darüber fehlen. Natürlich war die Chance, die Heimat zu erreichen, von Südattika aus wesentlich größer als eine Flucht von Sizilien. Angaben über die Anzahl der Sklaven, die an dem Aufstand beteiligt waren, gibt es ebenso wenig wie über die Dauer und das Ende des Aufstandes. Auch muß offenbleiben, ob die Sklaven versucht haben, wie auf Sizilien eine organisierte Herrschaft einzurichten.

Es ist bemerkenswert, daß keine Aufstände aus den Bergwerksdistrikten in Ägypten und auf der iberischen Halbinsel gemeldet werden. Eine Massenbewegung bildete sich hier nicht, obgleich die Arbeitsbedingungen wesentlich schlechter als in Laureion waren. Gründe dafür könnten die scharfe Bewachung und die Aussichtslosigkeit, die Freiheit zu erlangen, gewesen sein, die den Sklaven den Mut zum Zusammenrotten und zum Kampf um die Freiheit genommen hatten. Selbstverständlich wird es immer Fluchtversuche trotz der Androhung schwerer Strafen gegeben haben, und manchem wird die Flucht auch gelungen sein.

7.11.4.6 Poseidonios' Beurteilung der Aufstände

Für Poseidonios war eine der Ursachen für die erste Erhebung der Sklaven auf Sizilien die Massenversklavung von Menschen, die nicht wegen der anfallenden Arbeit auf den Landgütern gekauft worden waren, sondern weil die Gutsherren untereinander wetteiferten, durch den Besitz einer großen Anzahl Sklaven ihren Reichtum zu zeigen. Durch die äußerst mangelhafte Fürsorge verrohten die Sklaven, denn sie waren gehalten, ihren Lebensunterhalt durch Räubereien zu bestreiten.

Deshalb wurde auch ganz Sizilien mit einer solchen Menge von Sklaven überschwemmt, daß die, die von der übergroßen Zahl hörten, es nicht glaubten. Die Reichsten unter den Sikelioten wetteiferten mit der Hoffart, der Habsucht und der Bosheit der Italiker. Die meisten der Sklavenbesitzer unter den Italikern gewöhnten ihre Hirten an solche Leichtfertigkeiten, daß sie ihnen keine Lebensmittel gaben, sondern zu Räubereien anhielten.¹

Dabei schreckten sie auch vor Mord und Totschlag nicht zurück.

Eine andere Ursache war der Drang nach Freiheit. Hier jedoch setzt die Kritik von Poseidonios ein, denn die Sklaven ahmten nur das Betragen ihrer einstigen Herren nach,

¹ Diod. 34, 2, 7.

indem sie sich in einer orientalischen Herrschaftsform einem luxuriösen Lebensstil hingaben. So entstand nur ein anderes Übel auf Sizilien.

Der erste Aufstand im Gebiet von Laureion wurde ausgelöst durch die sehr schlechten Arbeitsbedingungen und den Freiheitsdrang der Sklaven. Der Zwang muß für viele unerträglich gewesen sein, denn im Gegensatz zu den Verhältnissen im Griechenland des 4. und 3. Jahrhunderts v. Chr. war an ein einigermaßen selbstbestimmtes Arbeiten nicht mehr zu denken. Jedoch ist zu wenig dokumentiert, welche unmittelbaren Folgen der Aufstand hatte, der sehr schnell beendet wurde. Nur ein Teil der Arbeiterschaft hatte sich angeschlossen. Trotz aller subjektiven Berechtigung war Poseidonios der Meinung, dieser Verzicht sei ein Zeichen der Vernunft.

Der zweite Aufstand auf Sizilien hatte eine eindeutige Ursache, nämlich den Vertragsbruch des Prätors, der sich von den Landbesitzern korrumpieren ließ. Obgleich auch hier die Anführer Salvius und Athenion seleukidische Herrschaftsformen übernehmen, werden sie von Poseidonios sehr viel günstiger beurteilt. Auch sie unterliegen schließlich den Römern, sterben aber ohne Schande, Athenion im Zweikampf und Salvius durch Selbstmord, was Poseidonios hervorhebt:

Aquillius, der gegen die Rebellen ausgesandt wurde, gewann durch seine persönliche Tapferkeit einen großen Sieg über sie. Als er auf Athenion, den König der Rebellen traf, nahm er einen heldenmütigen Kampf von Angesicht zu Angesicht auf. Er tötete Athenion und wurde selbst am Kopf verwundet, genas aber wieder nach [medizinischer] Behandlung. Dann führte er die Kampagne gegen die überlebenden Rebellen fort, die nun 10.000 Mann zählten. Als sie sein Näherkommen nicht erwarteten, sondern Zuflucht in ihren Festungen suchten, wandte Aquillius unerbittlich jedes Mittel an, bis er ihre Festungen erobert hatte und sie beherrschte. Aber 1.000 Mann waren noch übriggeblieben, mit Satyrus an der Spitze. Aquillius beabsichtigte zuerst, sie mit Waffengewalt zu unterwerfen. Aber als sie sich später nach Austausch von Gesandten auslieferten, befreite er sie von sofortiger Bestrafung und nahm sie mit nach Rom, um mit wilden Bestien zu kämpfen. Wie einige berichten, brachten sie dort ihr Leben zu einem sehr ruhmreichen Ende, denn sie vermieden den Kampf mit den Bestien und stachen einander an den öffentlichen Altären nieder. Satyrus selbst erschlug den letzten Mann. Dann starb er als der letzte Überlebende ruhmreich durch eigene Hand.

Das war der Abschluß des dramatischen sizilischen Sklavenkrieges, ein Krieg, der vier Jahre dauerte.¹

Im Gebiet von Laureion war der zweite Aufstand wohl etwas erfolgreicher als der erste. Man erfährt von der Ermordung der Wächter, der Besetzung der Festung Sunion und der Verwüstung der Umgebung. Eine Ursache war auch hier die unmenschliche Behandlung der Arbeiter. Wie es scheint, hatten sich die Arbeitsbedingungen nochmals verschärft, worauf die Bemerkung über die in Fesseln schuftenden Sklaven hinweist. Zwar ist der Einfluß römischer Geschäftsleute nicht direkt nachweisbar, aber es ist anzunehmen, daß man auf ihren Druck

hin die Anzahl der Hochöfen vermehrte und auf Hochtouren laufen ließ, um möglichst viel Blei-Silber-Metall aus den Schlacken herauszuschmelzen, und daß die Anzahl der Treiböfen ebenfalls vermehrt wurde, um reines Silber zu gewinnen. Die Luft wurde durch die Abgase verpestet und die Arbeiter dadurch vergiftet, was zu Erkrankungen und auch zu Todesfällen führte. Auch dieser Aufstand wurde gewaltsam beendet, jedoch sind die näheren Umstände nicht überliefert. Athen hatte den Status einer freien Stadt und war wohl nur selten dem Machtanspruch der römischen Herren direkt ausgesetzt. Jedoch scheint der lange Aufstand in dem Bergwerksdistrikt von Laureion die Quelle des athenischen Wohlstandes in Mitleidenschaft gezogen zu haben. Nicht nur der eigentliche Bergbau war stark zurückgegangen, auch das Ausschmelzen der Halden auf Silber war nicht mehr so erfolgreich. Athen verschuldete sich.²

Poseidonios verurteilt die Bereitschaft zum Aufruhr trotz eines gewissen Verständnisses für die Situation der Sklaven. Die lange Dauer des zweiten Sklavenkrieges läßt keinen Zweifel an der Gefährlichkeit der Kämpfe. Poseidonios weist darauf hin, daß eine fortgesetzte Mißachtung aller Menschenrechte den Keim zu immer neuen Aufstände legte, die eines Tages zu einer echten Bedrohung für den römischen Staat werden könnte. Nur eine gerechte Verwaltung könne einen stabilen, friedfertigen Zustand einer Provinz garantieren. Lobend erwähnt Poseidonios L. Sempronius Asellio, den Statthalter auf Sizilien um 96 v. Chr., der die Provinz vorbildlich verwaltete:

1. L. Sempronius Asellio, der Sohn eines Quaestors, wurde als Statthalter nach Sizilien geschickt und übernahm eine zerrüttete Provinz; doch mit seinem ausgezeichneten Betragen half er der Insel wieder auf ...¹

Wie weit sich die Lebensbedingungen der Sklaven auf Sizilien verbesserten, wird von Poseidonios nicht gesagt und ist auch sonst in der Literatur nicht belegt.

Die Massensklaverei, die für Poseidonios für die Sklavenkriege mitverantwortlich war, wäre ohne den Menschenraub der Piraten und den dadurch ermöglichten Menschenhandel nicht möglich gewesen. Jahrzehntlang konnten sich die Piraten im östlichen Mittelmeer bewegen, ohne daß es den Römern gelang, sie zu besiegen. 67 v. Chr. gelang es Pompeius, die Piraten innerhalb kürzester Zeit vom Meer zu vertreiben. Es muß Poseidonios' Bewunderung für Pompeius noch verstärkt haben, daß dieser die Piraten nicht hinrichten ließ, was das Kriegsrecht ihm erlaubt hätte, sondern sie mit ihren Familien an geeigneten Plätzen ansiedelte, um ihnen ein friedliches Leben zu ermöglichen.

¹ Diod. 36, 9, 10.

² Nur so läßt sich der Abfall von Rom und der Anschluß an Mithridates VI. im Jahre 88 v. Chr. erklären, weil dieser ihnen die Befreiung von den fälligen Schulden versprach. Das führte zur Belagerung und Einnahme Athens durch Sulla. Poseidonios' Darstellung der Mithridatischen Kriege siehe Malitz. Kapitel 10. Das Zeitalter des Mithridates. S. 323–358.

7.11.5 Beurteilung des Besitzes von Gold und Silber

Bei Athenaios ist ein Essay von Poseidonius über das Verhältnis der Menschen zu den Edelmetallen erhalten:

Der göttliche Platon² und Lykurg der Spartaner³ ließen in ihren Gemeinwesen nicht nur von den anderen Kostbarkeiten nichts zu, sondern erlaubten nicht einmal Silber oder Gold, da sie die durch den Bergbau gewonnenen Metalle Eisen und Kupfer für ausreichend hielten, und sie verbannten die anderen Metallsorten als schädlich selbst für die Städte mit intakten politischen Einrichtungen. Aber Zenon der Stoiker hielt Gold und Silber, mit Ausnahme des rechtlichen und anständigen Gebrauchs, für indifferent und sprach sich sowohl gegen den Erwerb als auch gegen die bewußte Vermeidung seines Besitzes aus; er schrieb den überlegten Gebrauch von mäßigen und üppigen Geldmitteln vor, damit Menschen, die gegenüber anderen Dingen eine nüchterne und furchtlose Einstellung hätten, von Dingen, die weder schön noch häßlich seien, recht viel und natürlich Gebrauch machten, und sich der anderen Dinge, ohne vor ihnen völlig zu erschrecken, mit Verstand und nicht aus Furcht enthielten. Denn die Natur hat von den genannten Dingen nichts aus der Welt verbannt, sondern sie schuf unterirdische Metalladern, deren Bearbeitung sehr anstrengend und schlimm ist, damit die, die sich solche Mühe darum geben, unter Wehklagen ihrem Erwerb nachgehen müssen, und damit nicht allein die Leute im Bergwerk, sondern auch die, die das Geförderte anhäufen, unter tausend Seufzern dem vielbewunderten Reichtum nachjagen müssen.⁴

Für den Stoiker Zenon, ebenso für Kleanthes und Chrysipp waren zur Erlangung eines glückseligen Lebens nur der Erwerb der Tugenden Lebensklugheit, Selbstbeherrschung, Tapferkeit und Gerechtigkeit notwendig, alle anderen Dinge wie Gesundheit, Aussehen, Reichtum, Krankheit und Armut, ja selbst der Tod sind indifferente Werte, die für die Glückseligkeit unwichtig sind. Deshalb definiert Zenon auch den Besitz von Edelmetall als einen indifferenten Wert, dessen rechtlicher und anständiger Gebrauch für Menschen, die gegenüber den notwendigen Dingen des täglichen Lebens eine nüchterne und furchtlose Einstellung haben, durchaus gestattet ist, denn die Natur hat Gold und Silber ebenso wie die anderen Metalle geschaffen, und ihre Gewinnung ist für die Menschen von Nutzen. Poseidonios teilt die Meinung Zenons, daß der rechte Gebrauch von Gold und Silber gut und notwendig ist; er widerspricht ihm jedoch in der Meinung, daß zum glückseligen Leben nur die Tugend notwendig sei, und sagt:

Dagegen erklären Panaitios und Poseidonios die Tugend für nicht ausreichend, vielmehr bedürfe man auch der Gesundheit, ausreichender Geldmittel und der Kraft.⁵

¹ Diod. 37, 8, 1 und 4. S. Kapitel 1.2: Freunde und Schüler.

² Plat. Nom. P. 742 A.

³ Xen. Resp. Lac. 7, 6.

⁴ Athen. VI p. 233 A–C.

⁵ Diog. Laert. VII. 128.

Poseidonios erweitert also die altstoische Tugendlehre und definiert Gesundheit, Geldmittel und körperliche wie seelische Kraft nicht mehr als indifferente Werte. Gold und Silber sind auch für ihn keine an sich schlechten Dinge, aber die Edelmetalle können die Menschen korrumpieren. Poseidonios geißelt die Habgier der Betreiber von Bergwerken, die in ihrem Bestreben, immer mehr Gold und Silber aufzuhäufen, zu Sklaven ihrer Begierde und dadurch unglücklich werden. Nur Mäßigung und Selbstbeherrschung gewährleisten den richtigen Umgang mit Gold und Silber.

Resümee

Zu seinen Lebzeiten war Poseidonios berühmt und hochgeehrt. Er hinterließ ein umfangreiches Schrifttum, das in den ersten Jahrzehnten nach seinem Tod noch gelesen und rezipiert wurde. Im 2. Jahrhundert n. Chr. begann sein Ruhm zu verblassen, und in der Spätantike wurden seine Schriften schon nicht mehr im Original gelesen. Sie gingen verloren, wie auch der Philosoph mit dem Ende der Stoa in Vergessenheit geriet.

Poseidonios war nicht nur Philosoph, sondern auch ein hervorragender Naturforscher. Als Philosoph war er der Lehre seiner Vorgänger verbunden. So sah er die Philosophie als eine Einheit, die sich in Ethik, Physik und Logik aufteilte. Auf weiten Reisen, die ihn bis nach Südgallien und Spanien führten und durch geographische Angaben nachgezeichnet werden konnten, erforschte er alle Vorgänge in der Natur. Er war ein sehr genauer Beobachter, und seine Forschungsergebnisse fanden Beachtung, denn sie wurden in viele Schriften, u. a. von Strabon und Diodor, ohne Bezug auf seine Philosophie aufgenommen. Seine Bestrebungen, die Fachwissenschaften noch einmal in die Philosophie einzubinden, waren allerdings erfolglos. Die Verselbständigung der Fachwissenschaften war nicht mehr aufzuhalten.

Poseidonios hatte sich intensiv mit den Phänomenen Erdbeben und Vulkantätigkeit beschäftigt. Das Ergebnis waren eigene Theorien über die Ursachen dieser Phänomene, die von Seneca und Lucilius Iunior rezipiert wurden. Diese Theorien waren also im 1. Jahrhundert n. Chr. noch bekannt, sie wurden jedoch von späteren Wissenschaftlern weder in Frage gestellt noch widerlegt, noch wurden neue Theorien aufgestellt. Wie seine Schriften verschwanden zum Ende der Antike auch diese Theorien von Poseidonios und wurden vergessen.

Poseidonios' Beobachtungen über Asphaltgewinnung im Toten Meer und in dem Nymphaion bei Apollonia mit dem in Brand stehenden Felsen und dem Austritt von Asphalt hatten ihn veranlaßt, auch hier nach den Ursachen der Entstehung zu forschen. Seine Theorie zur Bildung von Asphalt scheint nicht zur Kenntnis genommen worden zu sein, denn in allen späteren Angaben über diese Orte beschränken sich die Reisenden auf Beschreibungen der technischen Einzelheiten der Asphaltgewinnung im Toten Meer und des Erscheinungsbildes des Heiligtums.

Poseidonios' Berichte über Metallvorkommen und Bergwerkswesen in Südgallien und Spanien werden zu seiner Zeit bei den Römern auf größtes Interesse gestoßen sein. Dafür spricht auch, daß Strabon und Diodor große Teile dieser Berichte in ihre Schriften aufgenommen und sie damit überliefert haben. Forschungsergebnisse der Archäologie haben die Angaben von Poseidonios bestätigt. Poseidonios beließ es aber nicht nur bei

Ausführungen über die Anlage eines Bergwerkes und den technischen Fortschritt, der von den Römern erreicht wurde, er beschäftigte sich auch mit den unmenschlichen Arbeitsbedingungen der Bergwerkssklaven. Er verurteilte die grausame Behandlung dieser Arbeiter durch die Betreiber der Gruben, die nur nach Profit strebten. Als Stoiker war für ihn auch ein Sklave ein Mensch, der einen Anspruch auf menschliche Behandlung hatte. Auch wies er durch seine Schilderungen der zwei Sklavenkriege auf Sizilien, die das Land schwer in Mitleidenschaft zogen, darauf hin, welche Gefahr für Rom daraus erwuchs, wenn die Sklaven durch grausame Behandlung dazu getrieben wurden, sich ihrer Herren durch Gewalt zu entledigen. Poseidonios hatte zwar den Anstoß zum Nachdenken über die Situation der Sklaven gegeben, aber noch nicht viel erreicht, wie der Spartacus-Aufstand wenige Jahrzehnte später zeigte.

Positiv bewertete Poseidonios den Besitz von Edelmetallen, der für die Alten Stoiker keinen Wert an sich darstellte, da für sie nur das Streben nach Erwerb von Tugenden für ein erfülltes Leben wichtig war. Er warnte jedoch vor einem hemmungslosen Streben nach Profit, weil das Zusammenraffen von Reichtümern den Menschen zum Sklaven seiner Gier mache.

Durch die nun vorliegenden Sammlungen der Poseidonios-Fragmente besteht die Möglichkeit, noch andere Bereiche seiner Forschungen auf dem Gebiet der Naturkunde zu erkunden. Der Anreiz zur weiteren Beschäftigung mit dieser faszinierenden Persönlichkeit ist also gegeben.

Literaturverzeichnis

Ausgaben der Poseidonios-Fragmente

Posidonii Rhodii reliquiae doctrinae. Ed. Janus Blake. Leiden 1810. Nachdruck Osnabrück 1972

Die Fragmente der griechischen Historiker II A, 222–317; II C, 154–220. Ed. Felix Jacoby. Leiden 1923

Posidonius. Vol. I: The Fragments. Ed. L. Edelstein, I. G. Kidd. New York 1972
- Vol II, III: The Commentary. Ed. I. G. Kidd. New York 1988

Poseidonios. Die Fragmente. Bd. I: Texte; Bd. II: Erläuterungen. Ed. Willy Theiler. Berlin 1982

Sammelausgaben

Corpus Inscriptionum Graecarum. Hrsg. von Heikli Solin. Berlin 2003

Corpus Inscriptionum Latinarum. Hrsg. von Heikli Solin. Berlin 2003

Doxographi Graeci. Ed. Hermann Diels. Berlin 1879

Fragmente der griechischen Historiker (FGrH). 4 Bde. Ed. Felix Jacoby. Leiden 1923–1958

Stoicorum veterum fragmenta (SVF). 4 Bde. Ed. Hans von Arnim Leipzig. Stuttgart 1964

Suda Lexicon. Ed. A. Adler. Leipzig 1928–1938. Nachdruck Stuttgart 1967–1971

Fragmente der Vorsokratiker. 3 Bde. Ed. Hermann Diels u. Walther Kranz. Berlin 1996

Antike Autoren

Abu Dulaf. Die zweite Risala des Abu Dulaf. Hrsg. u. übers. von Winfried Petri. Diss. Berlin 1943

Agatharchides von Knidos. De mare Erythraeum – Über das Rote Meer. Übers. u. Komm. von Dieter Woelk. Diss. Bamberg 1966

C. Aelianus. Varia historia, epistolae, fragmenta, gr. Ed. Rudolph Hercher. Leipzig 1864–1866

Ailianos. Tactica – Taktik, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von H. Köchly u. W. Rüstow. Griechische Kriegsschriftsteller, Teil 2, Abt. 1, Leipzig 1855

Aischylos. Prometheus Desmotes – Prometheus in Fesseln, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Dieter Bremer. Frankfurt/Main 1988

Aitios Amidenos. Libri Medicinales, gr. Ed. A. Olivieri. Corpus Medicorum Graecorum VIII. 2. Berlin 1950

Amminanus Marcellinus. Res gestae – Römische Geschichte, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Wolfgang Seyfarth. Berlin 1970

L. Ampelius. Liber memorialis lt. Ed. Nicolaus Terzaghi. Augusta 1943

Apollonios von Kition. De articulis, gr. Ed. J. Kollesch u. F. Kudlien. Corpus Medicorum Graecorum XI. 1.1. Berlin 1963

Appianos. Historia Romana, gr. Ed. Vol.I u. II. Paul Viereck – A. G. Roos. Vol III J.E. van Niegenhuis. Leipzig 1939 Nachdruck Leipzig 1962–1986
- Römische Geschichte. Teil I u. II. Übers. von Otto Veh. Stuttgart 1987 – 1989

Arrianos. De tactica, gr. Ed. A. G. Roos. Leipzig 1927

Aristoteles. De caelo, gr. Ed. Donald James Allan. Oxford 1955
- De generatione et corruptione, gr. Ed. Harold Henry Joachim. Oxford 1922
- Meteorologica, gr. Ed. Francis Howard Fobes. Cambridge/Maß. 1919
- Metaphysica, gr. Ed. Werner Jaeger. Oxford 1973
- Physica, gr. Ed. William David Ross. Oxford 1973
- Politica, gr. Ed. William David Ross. Oxford 1964

- Über den Himmel. Vom Werden und Vergehen. Übers. von Paul Gohlke. Paderborn 1958
- Meteorologie. Über die Welt. Übers. von Hans Strom. Berlin 1984
- Metaphysik. Übers. von Hermann Bonitz. Hamburg 1995
- Mirabilia. Übers. von Hellmut Flashar. Berlin 1990
- Physikvorlesung. Übers. von Hans Wagner. Berlin 1989
- Politik. Übers. von Eugen Rolfes. Hamburg 1995

Asklepiodotos. Tactica, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von H. Köchly und W. Rüstow. Griechische Kriegsschriftsteller. Teil 2. Abt. 1. Leipzig 1855

Athenaios. Deipnosophistae – Das Gelehrtenmahl, gr.-engl. Übers. von Charles Burton Gulick. London 1928
- Das Gelehrtenmahl. 5 Bde. Übers. von Claus Friedrich. Stuttgart 1998–2001

A. Augustinus. De civitate dei, lt. Ed. Dombart-Kalb. Darmstadt 1981.
- Vom Gottesstaat. Übers. von Wilhelm Thimme. Zürich 1977

F. M. A. Cassiodorus. Variae, lt. Ed. Theodor Mommsen. Berlin 1894. Nachdruck München 1981

Cassius Dio. Historiae romanae, gr. 4 Bde. Ed. Otto Holtze. Leipzig 1913
- Römische Geschichte. 5 Bde. Übers. von Otto Veh. Zürich 1985–1987

A. C. Celsus. De medicina – Über die Arzneiwissenschaft, lt.-engl.. Hrsg. u. übers. von W. G. Spencer. London 1970
- Über die Arzneiwissenschaft. Übers. von Eduard Scheller. Hildesheim 1967.

M. T. Cicero. Brutus, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Bernhard Kytzler. Darmstadt 2000

- De divinatione – Über die Wahrsagung, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Christoph Schäublin. Darmstadt 1991
- Epistolae ad Atticum – Briefe an Atticus, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Helmut Kasten. Darmstadt 1998
- Epistolae ad familiares – An seine Freunde, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Helmut Kasten. Darmstadt 1997
- De finibus bonorum et malorum – Über die Ziele des menschlichen Handelns, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Olof Gigon u. Laila Straume-Zimmermann. Darmstadt 2002
- Hortensius. Lucullus. Academici libri, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Laila Straume-Zimmermann, Ferdinand Broemser u. Olof Gigon. Darmstadt 1997
- De natura deorum – Vom Wesen der Götter, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Olof Gigon u. Laila Straume-Zimmermann. Darmstadt 1996
- De officiis – Vom rechten Handeln, lt.-dt. Hrsg., u. übers. von Karl Büchner. Darmstadt 1994
- De oratore – Prozeßreden, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Manfred Fuhrmann. Darmstadt 1997
- Tusculanae disputationes – Gespräche in Tusculum, lt.-dt. Hrsg. u. übersetzt von Olof Gigon. Darmstadt 1998
- Demetrios von Phaleron, gr. In: Die Schule des Aristoteles. Hrsg. u. übers. von Fritz Wehrli. Basel 1949

- Demosthenes. Orationes, gr. 3 Bde. Ed. Friedrich Bläß Leipzig 1888–1892

- Diodoros Siculos. Bibliotheca – Bibliothek, gr.–engl. 34 Bücher. Hrsg. von C. H. Oldfather. London 1933–1967

- Diogenes Laertios. De vita et moribus philosophorum, gr. Ed. H. S. Long. Oxford 1964
- Leben und Meinungen berühmter Philosophen. Übersetzt von Otto Apelt. Hamburg 1990

- Dionysios von Halikarnassos. Antiquatum Romanarum quae supersunt. Ed. Carolus Jacoby. Leipzig 1885–1905. Nachdruck Stuttgart 1967
- The Roman Antiquities, gr.-engl. Übers. von Earnest Cary. London 1937–1950

- Dioskurides. De materia medica, gr. Hrsg. M. Wellmann. Berlin 1906–1914.
- Arzneimittellehre. Übers. von J. Berendes. Stuttgart 1902. Nachdruck Darmstadt 1970

- Epiktetos. Philosophia monumente, gr. u. lat. Ed. Johannes Schweighäuser. Leipzig 1799–1800. Nachdruck Hildesheim 1977
- Wege zum glückseligen Leben. Hrsg. u. übers. von Wilhelm Capelle. Zürich 1948

- Euklid. Stocheia – Die Elemente. Buch 1–13. Übers. von Clemens Thaer. Darmstadt 1962

- Eusebius Hieronymus. Commentarii in Daniele, Praefatio, lt. Corpus Christianorum, Series Latina LXXV A. (1964)

- Eusebios von Kaisareia. Chronica, gr. Ed. Alfred Schöne, Dublin 1967

- Eutropius. Breviarium ab urbe condita – Kurze Geschichte Roms seit der Gründung, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Friedhelm Müller. Stuttgart 195

- S. P. Festus Sex. De verborum significatione, lt. Ed. Carolus Mueller. Leipzig 1839. Nachdruck Hildesheim 1975

- P. A. Florus. Epitome rerum romanarum, lt.-engl. Übers. von William Heinemann.

London 1960

Sex. I. Frontinus. Strategemata, gr. Ed. Robert I. Ireland. Leipzig 1990

Galenos. Die Abhandlung des Galenos darüber, daß der vorzügliche Arzt Philosoph sein muß, arb.-dt. Übers. von Peter Bachmann. Göttingen 1965

- De causis contentivis, gr. Corpus Medicorum Graecorum. Suppl. II (1937), XVII. 31f

- Institutio Logica, gr. Ed. Carl Kalbfleisch. Leipzig 1896

- De placitis Hippocratis et Platonis – Über die Lehren von Hippokrates und Platon, gr.-engl. Hrsg. u. übers. von Phillip de Lacy. Berlin 1984.

- De sequela, gr. Scripta Minora Vol. II. Ed. I. Müller. Leipzig 1891

- De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus, gr.-lat. Omnia Opera Vol. XI u. XII. Ed. C. G. Kühn. Leipzig 1826. Nachdruck Hildesheim 1965

Gellius. Noctes Atticae, lt. Ed. Peter Kenneth Marshall. Oxford 1968

- Die attischen Nächte. 2 Bd. Übers. von Fritz Weiß. Leipzig 1875. Nachdruck Darmstadt 1981

Gilgamesch-Epos. Übers. von Albert Schott u. Wolfram von Soden. Stuttgart 1958

- Übers. von Hartmut Schmökel. Stuttgart 1992

Herodot. Historiae – Historien, gr.-dt. 2 Bde. Hrsg. u. übers. von Josef Feix. München 1963

Heron von Alexandria. Opera quae supersunt omnia, gr.-arab.-dt. 5 Bd. In 6 Teilen. Ed. W. Schmidt, L. Nix, H. Schöne, J. L. Heiberg. Leipzig 1898-1914. Nachdruck Hildesheim 1966

Homer. Ilias, gr.-dt. Übers. von Johann Heinrich Voß. Darmstadt 1956

- Odyssee, gr.-dt. Übers. von Johann Heinrich Voß. Darmstadt 1956

F. Iosephos. De bello Judaico – Der jüdische Krieg, gr.-dt. 3 Bd. Hrsg. u. übers. von Otto Michel u. Otto Bauernfeind. Darmstadt 1963–1982

Isodoros, Bischof von Hispalis. Origium sive etymologiarum libri XX. Ed. W. M. Lindsay 1911

M. Iunianus Iustinus. Epitoma historiarum Philippicarum Pompei Trogi, lt. Ed. Franciscus Ruehl u. Otto Seel. Stuttgart 1972

- Weltgeschichte von den Anfängen bis Augustus: im Auszug des Justin / Pompeius Trogus. Übers. von Otto Seel. Zürich 1972

Kleomedes. De motu circulari corporum caelestium, gr. Hrsg. H. Ziegler. Leipzig 1891

- Die Kreisbewegung der Gestirne. Übers. von Arthur Czwalina. Leipzig 1927

Konon. Narrationes – Erzählungen, gr.-engl. Übers. von M. K. Brown. München 2002

- in: Photios. Bibliothek (nicht authentischer Titel), Codex Konon 180, gr.-fr. Hrsg. u. übers. von R. Henry. Paris 1959–1967

T. Livius. Ab urbe condita libri – Römische Geschichte, lt.-dt. 11 Bd. Hrsg. u. übers. von Hans Jürgen Hillen u. Josef Feix. Darmstadt 1991–2000

Ps. Lukianos. Longaevi, gr. Vol. I,1. Ed. N. Nilén. Leipzig 1906

M. A. Lucanus. De bello civili – Pharsalia, lt. Ed. David Roy Shackleton. Stuttgart 1997

- Lucilius Iunior. Aetna, lt.-dt. Hrsg., übers. u. komm. von Siegfried Sudhaus. Leipzig 1898
- [Vergil] Aetna, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Will Richter Berlin 1963
- C. T. Lucretius. De rerum natura – Von der Natur, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Hermann Diels. München 1993
- Lycurgos contra Leocratos, gr.-fr. Hrsg. u. übers. von Felix Durrbach. Paris 1956
- Ioannis Lydos. Liber de mensibus, gr. Ed. R. Wünsch. Leipzig 1898
- A. Th. Macrobius. Commentarii in Circeronis Somnium Scipionis, lt. Ed. Jacobus A. Willis. Leipzig 1963
– Saturnalia, lt. Ed. Jacobus A. Willis. Leipzig 1963
- Marcus Aurelius Antoninus. Ad se ipsum – Wege zu sich selbst, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Rainer Nickel. München 1990
- M. V. Martialis. Epigrammata – Epigramme., lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Paul Barié u. Winfried Schindler. Darmstadt 2002
- P. Mela. De Chorographica libri tres – Kreuzfahrt durch die Alte Welt, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Kai Brodersen. Darmstadt 1994
- C. M. Rufius Musonius. Fragmente, lt. Ed. D. Hense. Leipzig 1894
- Nikolaos von Damaskus. Historiae, gr. Fragmente der griechischen Historiker 90
- J. Obsequens. Liber prodigiorum, lt. Ed. O. Rossbach. Leipzig 1910
- Oribasios. Collectiones Medicae, gr. Ed. I. Raeder. Corpus Medicorum Graecorum VI. 2,1. Leipzig 1931
- P. Orosius. Historiae adversum paganos, lt. Ed. Carolus Zangemeister. Wien 1882
Nachdruck Hildesheim 1967
- Die antike Weltgeschichte in christlicher Sicht. Übers. von Adolf Lippold Zürich 1985–86
- P. Ovidius N. Metamorphoses – Metamorphosen , lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Erich Rösch. München 1988
- Pausanias. Descripto Graeciae, gr. Ed. M. H. Rocha-Pereira. Leipzig 1973
- Beschreibung Griechenlands. Übers. von Ernst Meyer. Zürich 1954
- C. P. Petronius (Arbiter). Satyricon – Schelmenszenen, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Konrad Müller u. Wilhelm Ehlers. Darmstadt 1995
- Philon. De aeternitate mundi, gr. Ed. Leopold. Cohn. Berlin 1915
- Die Werke in deutscher Übersetzung. 7 Bde. Übers. von L. Cohn, I. Heinemann, M. Adler u. W. Theiler. Berlin 1962
- Philostratos. Vita Apollonii – Das Leben des Apollonios von Tyana, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Vroni Mumprecht. Zürich 1923

- Pindar. Pythien – Pythische Oden, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Eugen Dönt. Stuttgart 1986
- Platon. Nomoi – Gesetze, gr.-dt. 2 Bde. Übers. von Klaus Schöpsdau Darmstadt 1977
 - Politeia – Der Staat, gr.-dt. Übers. von Friedrich Schleiermacher. Darmstadt 1990
 - Timaios, gr.-dt. Übers. von Hieronymus Müller. Darmstadt 1972
- C. Plinius Secundus d.Ä. Naturalis historia – Naturkunde, 37 Bücher, lt.-dt. Hrsg. von Roderich König u. Gerhard Winkler. Darmstadt 1975–1997
 - Über Glas und Metalle. Übers. u. komm. von der Projektgruppe Plinius. Hrsg. Rolf Rottländer. St. Katharinen 2000
- C. Plinius Secundus d.J. Epistolae – Briefe, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Helmut Kasten. Darmstadt 1995
- Plutarchos. Vitae parallelae, gr. Ed. Ziegler, Teubner. Leipzig 1915–1968. Alexander, Brutus. Cato minus. Crassus. Marcellus. Marius. Pompeius.
 - Große Griechen und Römer. (Doppelbiographien) Übers. von Konrad Ziegler. Zürich 1954–1965. Bd. II: Crassus. Bd. III: Marcellus, Pompeius. Bd. IV: Brutus. Cato minus. Bd. V: Alexander. Bd. VI: Marius
 - Moralia, gr. Vol. VI. De animae procreatione. Ed. Curtius Hubert. Leipzig 1971. Vol. V. De facie. Ed. Jürgen Mau. Leipzig 1971. Vol. VI. De libidine et aegritudine. Ed. Curtius Hubert. Leipzig 1971
- Ps.-Plutarchos. Pro nobilitate, gr. Ed. G. N. Bernadakis. Leipzig 1896
- Polybios. Historiae, gr. Ed. Klaus Stiewe u. Niklas Holzberg. Darmstadt 1982
 - Geschichte. 2. Bde. Übers. von Hans Drexler. Zürich 1963
- Priscianus Lydus. Solutiones ad Chosroem, lt. Ed. I. Bywater. Berlin 1886
- Prokopios. De bello Gothico – Gotenkriege, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Otto Veh. München 1966
- Klaudios Ptolemaios. Geographica., gr. 3 Bd. Ed. C. F. A. Nobbe. Leipzig 1843-45. Nachdruck Hildesheim 1966.
- Pytheas von Massalia. De oceano (Fragmente), gr. Ed. Hans J. Mette. Berlin 1952
 - De Oceano, gr.-engl. Hrsg. u. übers. von Christina Horst Roseman. Chicago 1994
- L. A. Seneca. De beneficiis – Über die Milde, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Manfred Rosenbach. Darmstadt 1999
 - Epistolae morales – Briefe über Ethik, lt.-dt. 2 Bd. Hrsg. u. übers. von Manfred Rosenbach. Darmstadt 1984
 - De ira – Über den Zorn, lt.-dt. In: Dialoge I–IV. Hrsg. u. übers. von Manfred Rosenbach. Darmstadt 1995
 - De tranquillitate animi – Über die Seelenruhe, lt.-dt. In: Dialoge VII–XII. Hrsg. u. übers. von Manfred Rosenbach. Darmstadt 1993
 - Naturales quaestiones – Naturwissenschaftliche Untersuchungen, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von M. F. Brok. Darmstadt 1995
- Sextos Empiricos. Opera, gr.-engl. 4 Bde. Übers. von Robert Gregg Bury. London 1967
 - Adversus mathematicos libri 7–11 – Gegen die Dogmatiker. Übers. von Hansueli Flückiger. Sankt Augustin 1998

- Simplicios. In Aristotelis de Caelo, gr. Ed. I. L. Heiberg. Berlin 1894
- In Aristotelis physica, gr. Ed. H. Diels. Berlin 1882
- C. I. Solinus. Collectanea rerum memorabilium, lt. Ed. Theodor Mommsen. Berlin 1895
- P. Papinius Statius. Silvae, lt. Ed. Aldus Marastoni. Leipzig 1970
- Stephanos von Byzantion. Ethnika, gr. Ed. August Meineke. Berlin 1849. Nachdruck
Graz 1958
- Stobaios. Florilegium, gr. Ed. Carl Wachsmuth. Berlin 1884
- Strabon. Geographica – Geographie, gr.-engl. 8 Bde. Übers. von Horace Leonhard Jones.
London 1917–1923
- Erdbeschreibung. 5 Bde. Übers. von A. Forbiger. Berlin 1855–1911
- Geographika, gr.-dt. 3 Bde. (nicht vollständig) Hrsg. u. übers. von Stefan Lorenz Radt.
Göttingen 2002–2004
- C. T. Suetonius. De Vita Caesarum – Die Kaiserviten, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von
Hans Martinet. Darmstadt 2000
- P. C. Tacitus. Annales – Annalen, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Erich Heller. Darmstadt 2002
- Historiae – Historien, lt.-dt. hrsg. u. übers. von Joseph Borst, Helmut Hross u. Helmut Borst.
Darmstadt 2002
- Theophrast. De causis plantarum – Über die Entstehung der Pflanzen, gr.-engl. 6 Bücher.
Übers. von B. Einarson u. G. K. K. Link London 1976
- De lapidibus – Über die Steine, gr.-engl. Hrsg. u. übers. von D. E. Eichholz. Oxford 1965
- Meteorologica, in: Neue meteorologische Fragmente des Theophrast, arb.-dt. Hrsg. u.
übersetzt von Gotthelf Bergsträsser. Heidelberg 1918
- Meteorologica, in: Der syrische Auszug der Meteorologie des Theophrast, syr.-dt. Hrsg. u.
übers. von Ewald Wagner. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz.
Abhandlungen der geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse. Jahrgang 1964. Nr. 1
- Meteorologica, in: Meteorologie. Handschrift des Ibn al Khammar, syr.-arab.-engl. Text u.
Übers. von Hans Daiber, in: Theophrastus. His Psychological, Doxographical and Scientific
Writings. Edited by William W. Fortenbaugh and Dimitri Gutas. London 1991
- Thukydidēs. Historiae de bello peloponnesiaco – Geschichte des peloponnesischen Krieges,
gr.-dt. 2 Bde. Hrsg. u. übers. von Georg Peter Landmann. München 1993
- Timagenes. De regibus. Fragmente der griechischen Historiker 88
- M. T. Varro. Res rusticae – Landwirtschaft, lt.-dt. 3 Bde. Hrsg. u. übers. von Dieter Flach.
Darmstadt 1996–2002
- P. Vergilius. Aeneis, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Johannes Götte. Darmstadt 2002
- Catalepton, Bucolica, Georgica – Landleben, lt.-dt. Hrsg. u. übers. von Johannes u. Maria
Götte. Darmstadt 1995
- M. Vitruv. De architectura libri decem – Zehn Bücher über die Architektur, lt.-dt. Hrsg. u.
übers. von Curt Fensterbusch. Darmstadt 1981
- Xenophon. Hellenika, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Gisela Straßburger. Darmstadt 2000

- Memorabilia Sokratis – Erinnerungen an Sokrates, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Peter Jaerisch. Darmstadt 1987
- De vectigalibus – Vorschläge zur Beschaffung von Geldmitteln oder Über die Staatseinkünfte, gr.-dt. Hrsg. u. übers. von Eckart Schütrumpf. Darmstadt 1982

Sekundärliteratur

Georg Agricola. Vom Berg- und Hüttenwesen. Übersetzung des lateinischen Originals von Carl Schiffer. Hrsg. von der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik. München 1980

Jacques-Marie Bardintzeff. Vulkanologie. Stuttgart 1999

Richard Beck, Georg Berg. Abriß der Lehre von den Erzlagerstätten. Berlin 1922

Helmut Bender. Römische Straßen und Straßenstationen. Stuttgart 1975

Alfred Bergeat. Der Stromboli als Wetterprophet. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft (1896): 153

Alfred Bergeat, Alfred Stelzner. Die Erzlagerstätten. Leipzig 1904–1905

Hugo Berger. Die geographischen Fragmente des Eratosthenes. Leipzig 1880
- Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen. Leipzig 1903

Claude Louis Berthollet. Collection des anciens alchimistes grecs. Paris 1888

Maurice Besnier. Le commerce du plomb à l'époque romaine d'après les lingots estampillés. Revue Archéologique 1920/21

Anatolij G. Betehtin. Lehrbuch der Mineralogie. Berlin 1953

Hans Beyer / Wolfgang Walter. Lehrbuch der organischen Chemie. Stuttgart 1991

Franz Beyschlag. Paul Krusch, Johan Herman Lie Vogt. Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung. Bd. I u. II. Stuttgart 1910–1913

C. Bini. D. Faraone. S. Giaquinto. Isola di Vulcano: le latiti di Vulcanello. Periodico di Mineralogia 42 (1973): 535–581

Lutz Bloos. Probleme der stoischen Physik. Diss. Hamburg 1973

Hugo Blümner. Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern. 4 Bde. Leipzig 1879–1912. Nachdruck Hildesheim 1969

Rudolf Börner. Was ist das für ein Stein? Tabellen zum Bestimmen von 200 wichtigen Mineralien und Gesteinen. Stuttgart 1938

Bruce A. Boldt. Erdbeben: eine Einführung. Übers. von Richard Gutdeutsch. Berlin 1994

- Reinhard Brauns / Karl Chudoba. Allgemeine Mineralogie. Sammlung Göschen Bd. 29. Berlin 1958
 - Spezielle Mineralogie. Sammlung Göschen Bd. 31. Berlin 1955
- Thomas R. S. Broughton. The Magistrates of the Roman Republic. New York 1951–1952
- E. R. Caley, J. F. Richards. Theophrastus on Stones. Columbus (Ohio) 1956
- Walter Carlé. Die Mineral- und Thermalwässer am Golf von Neapel. Geologische Rundschau 54 (1964): 1261–1313
- Lionel Casson. Reisen in der alten Welt. München 1976
 - Die Seefahrer der Antike. München 1979
- Pierre Chantraine. Dictionnaire étymologique de la langue grecque. Paris 1980
- J. Cunac D. Dessort. Du bitume de la Mer Morte dans les baumes d'une momie égyptienne. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences 309, Série II (1989): 1665–1672
 - Du bitumen dans les baumes de momies égyptienne (1295 v.Chr. bis 300 n.Chr.): détermination de sa origine et évaluation de sa quantité. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences 312, Série II (1991): 1445–1452
- Hellfried Dahlmann. Cornelius Severus. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse. Mainz 1975
- Oliver Davies. Roman Mines in Europe. Oxford 1935
- Déodat de Dolomieu. Voyage aux Iles de Lipari, fait en 1781. Paris 1783
 - Reise nach den Liparischen Inseln. Übers. von L. Lichtenberg. Leipzig 1783
- Wilhelm Deppe. De L. Annaeo Cornuto. Leipzig 1906
- Rosemarie Drenkhahn u. Renate Germer. Mumie und Computer, ein multidisziplinäres Forschungsprojekt des Kestner-Museums in Hannover. Hannover 1992
- Ludwig Edelstein. The philosophical System of Posidonius. American Journal of Philology 57 (1936): 286–325
- Carl Engler u. Hans von Höfer. Das Erdöl, seine Physik, Chemie, Geologie, Technologie und sein Wirtschaftsbetrieb. 6 Bde. Leipzig 1913–1925
- Moses. I. Finley. Die Sklaverei in der Antike. München 1981
- O. de Fiore. Le eruzioni sottomarine, i fenomeni vulcanici secondari nelle Eolie e le eruzioni storiche di Lipari. Zeitschrift für Vulkanologie Bd. VI (1921/22): 114–154
- Dieter Flach. Die Bergwerksordnungen von Vipasca. Chiron 9 (1979): 399–448
- Robert. J. Forbes. Notes on the History of ancient Roads and their construction. Amsterdam 1964
 - A short History of the Art of Destillation. Leiden 1970
 - Studies in Ancient Technology. Vol. I–X. Leiden 1964

- Georg Frebold. Erzlagerstättenkunde. Sammlung Göschel. Bd. 1014 u. 1015. Berlin 1955
- Friedrich Freise. Geschichte der Bergbau- und Hüttentechnik. Berlin 1908. Nachdruck Vaduz 1990
- N. H. Gale u. Z. Stos-Gale. Lead and Silver in the Ancient Aegean. *Scientific American* 6 (1981): 142–152
- Galileo Galilei. *Discorsi e dimostrazione matematiche, intorno a due nuove scienze, attendi alla meccanica et i movimenti locali*. 1.–6. Tag, Acetri 6. März 1638. Bruxelles: Culture et Civilisation 1966
- Wilhelm Ganzenmüller. *Die Alchemie im Mittelalter*. Paderborn 1938
- Otto Gilbert. *Die meteorologischen Theorien des griechischen Altertums*. Kapitel 1: Der Erdkörper. Leipzig 1907. Nachdruck Hildesheim 1967. S. 314–324.
- Hans Rupprecht Götte. Ὁ ἁξιόλογος δῆμος Σούνιον. *Landeskundliche Studien in Südost-Attika*. Rhaden/Westf. 2000
- A. R. Hall. A Note on Military Pyrotechnics. In: Charles Singer et al. *A History of Technology*. Vol. II. Oxford 1956. S. 374–382
- F. A. Harrison. Ancient Mining Activities in Portugal. *The Mining Magazin* 45 (1932): 137–145
- John F. Healy. *Mining and Metallurgy in the Greek and Roman World*. London 1978
- Heinrich Hecht. Das Erdöl als Kriegsmittel bis zur Erfindung des Schießpulvers. *Öl und Kohle* 39 (1943): 117–128
- H. Herzfeld. *Archaeological History of Iran*. London 1936
- Arnold F. Hollemann / Egon Wiberg. *Lehrbuch der anorganischen Chemie*. Berlin 1995
- Alexander von Humboldt. *Kosmos*. 4 Bde. Stuttgart 1870–1877
- Arnold Hugh Jones. *The Cities of the Eastern Roman Provinces*. Oxford 1971
- Jörg Keller. Die historischen Eruptionen von Vulcano und Lipari. *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft* 121 (1970): 150–155
 - Datierung der Obsidiane und Bimstufe von Lipari
 - Alter und Abfolge der vulkanischen Ereignisse auf den Äolischen Inseln / Sizilien. *Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br.* 57 (1967): 33–67
- Franz Kirnbauer. Die Geschichte des Bergbaus. In: Friedrich Klemm (Hrsg.). *Die Technik der Neuzeit*. Bd. II, H. 1. Potsdam 1941
- Konstantinos Konophagos. *Le Laurium Antique*. Athènes 1980
- Ernst Kornemann. *Die Alexandergeschichte des Königs Ptolemaios I. von Ägypten*. Leipzig 1935

- Paul Krusch. Untersuchung und Bewertung von Erzlagerstätten. Stuttgart 1921
- Fridolf Kudlien. Poseidonios und die Ärzteschule der Pneumatiker. *Hermes* 90 (1962): 420 f.
- Marie Laffranque. Poseidonios d'Apamée. Paris 1964
- John Gray Landels. Die Technik in der antiken Welt. München 1979
- Siegfried Lauffer. Die Bergwerkssklaven von Laureion. Wiesbaden 1979
- Hans Lemke. Die Reisen des Venezianers Marco Polo im 13. Jahrhundert. Hamburg 1908
- Harald Othmar Lenz. Mineralogie der alten Griechen und Römer. Gotha 1861. Nachdruck Wiesbaden 1966
- Edmund O. von Lippmann. Entstehung und Ausbreitung der Alchemie. Berlin 1919. Nachdruck Hildesheim 1978
- Georg Lockemann. Geschichte der Chemie. Sammlung Göschen Bd. 265 u. 265a. Berlin 1950
- Giovanni de Lorenzo. L'attività vulcanica nei Campi Flegrei. *Rendiconto Accademia. Scienza Fisico Matematico. Serie III.10.* (Napoli 1904): 203–221
- History of volcanic action in the Phlegraen Fields *Quarterly Journal of the Geological Society in London* 60 (1904): 296–315
- Franz Lotze. Geologie. Sammlung Göschen Bd. 13. Berlin 1955
- A. Lucas. Ancient Egyptian Materials and Industries. London 1962
- The question of the use of bitumen or pitch by the ancient Egyptians in mummification. *Journal of Egyptian Archaeology* 1 (1914): 241–245
- Wilhelm Lück. Die Quellenfrage im 5. und 6. Buch des Lukrez. Diss. Breslau 1932
- Carl F. Lüders. Der Koloß von Rhodos. Hamburg 1865
- Martin Luther. Predigt 1530: Daß man Kinder zur Schule halten solle. Kritische Gesamtausgabe Weimar (WA) 30 II. S. 526 ff.
- Jürgen Malitz. Die Historien des Poseidonios. München 1983
- Amadeo Maiuri. Die Altertümer der Phlegräischen Felder. Rom 1948
- Herculaneum. Rom 1959
- Pompeji. Rom 1955
- Eduard Meyer. Theopompos' Hellenika. Halle 1909
- Hasso Moesta. Erze und Metalle – ihre Kulturgeschichte im Experiment. Berlin 1986
- Theodor Mommsen. Römische Geschichte. Bd. I–III u. Bd. V. Berlin 1921
- *Ephemeris Epigraphica Corporis, It.* Berlin 1873
- Albert Neuburger. Die Technik des Altertums. Leipzig 1919

Hans-Joachim Neumann. Erdöl-Entstehung und Lagerstättenbildung. Chemie in unserer Zeit 1 (1967): 178-183

Eduard Norden. Die germanische Urgeschichte in Tacitus' Germania. Darmstadt 1971

J. Notton. Ancient Egyptian Gold-Refining. Gold Bulletin Vol 7. Nr. 2 (1974)

Hans Henning von der Osten. Die Welt der Perser. Stuttgart 1956

Thomas Pecary. Untersuchungen zu den römischen Reichsstraßen. Bonn 1968

A. Perozzi. Ritrovamento di resti dell'Enneolitico in provincia di Napoli. La Ricerca scientifica 19 (1949): 1025

Alfred Philippson. Das östliche Lydien und südwestliche Phrygien.. Dr. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt. Gotha 1914

Hans Pichler. Italienische Vulkan-Gebiete. Bd. I: Somma - Vesuv, Latium, Toscana; Bd. II: Phlegräische Felder, Ischia, Ponza - Inseln, Roccamonfina; Bd. III: Lipari, Vulcano, Stromboli, Tyrrhenisches Meer; Bd. IV: Ätna, Sizilien; Bd. V: Mte. Vulture, Äolische Inseln (Salina, Filicudi, Alicudi, Panarea), Mti. Iblei, Capo Passero, Ustica, Pantelleria und Linosa. Berlin 1970–1989

Max Pohlenz. Die Stoa. Geschichte einer geistigen Bewegung. 2 Bde. Göttingen 1984
- Stoa und Stoiker. Die Gründer, Panaitios, Poseidonios. Zürich 1964

Willibald Pschyrembel. Klinisches Wörterbuch. Berlin 1964

Heinrich Quiring. Geschichte des Goldes. Stuttgart 1948

- Die Schächte, Stollen und Abbauräume der Steinzeit und des Altertums. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 80 (1932): B 274–296

- Der römische Goldbergbau in Hispanien und die Arrugien des Plinius. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 81 (1933): B 270–279

- Vorgeschichtliche Studien in Bergwerken Südspaniens. Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen 83 (1935) 492–499

- Goldgewinnung in Nordwestspanien. Prähistorische Zeitschrift 30/31 (1939/40):400

- Die römischen Goldbergwerke bei Astorga und ihre geologische Position. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 109,2 (1957): 361–72

Dierk Raabe. Morde, Macht, Moneten. Metalle zwischen Mythos und High-Tech. Weinheim 2001

Horst Rast. Vulkane und Vulkanismus. Leipzig 1987

Karl Reinhardt. Poseidonios. München 1921. Nachdruck Hildesheim 1976

- Kosmos und Sympathie. Neue Untersuchungen zu Poseidonios. München 1926. Nachdruck Hildesheim 1976

- Poseidonios über Ursprung und Entartung. Heidelberg 1928 (Orient und Antike 6) = Vermächtnis der Antike: gesammelte Essays zur Philosophie und Geschichtsschreibung. Hrsg. von Carl Becker. Göttingen 1966

Erich Reitzenstein. Theophrast bei Epikur und Lukrez. Orient und Antike 2. Heidelberg 1924

- Heinrich Remy. Lehrbuch der anorganischen Chemie. 2 Bde. Leipzig 1970
- Römpp. Chemie Lexikon. 6 Bde. Stuttgart 1989
- Josef Riederer. Archäologie und Chemie. Einblicke in die Vergangenheit. Berlin 1988
- Kunstwerke chemisch betrachtet. Berlin 1981
- Wilhelm Ringshausen. Poseidonios – Asklepiodot – Seneca und ihre Anschauungen über Erdbeben und Vulkane. Diss. Leipzig 1929
- Alfred Rittmann. Vulkane und ihre Tätigkeit. Stuttgart 1981
- Michael Rostovtzeff. Gesellschaft und Wirtschaft im römischen Reich. 2 Bde. Leipzig 1929
- Gesellschafts- und Wirtschaftsgeschichte der hellenistischen Welt. 3 Bde. Darmstadt 1998
- Peter Rosumek. Technischer Fortschritt und Rationalisierung im antiken Bergbau. Bonn 1982
- J. Rullkötter, A. Nissebaum. Dead Sea Asphalt in Egyptian Mummies: Molecular Evidence. Naturwissenschaften 25 (1988): 618–621
- Wolfgang Sartorius. Freiherr von Waltershausen. Der Ätna. Bd. I u. II. Leipzig 1880
- Serge Sauneron. Rituel de l'embaumement. Kairo 1952
- Karl Schefold. Die Bildnisse der antiken Dichter, Redner und Denker. Basel 1997
- Victor Scheil u. A. Gouthier. Annales de Tukulti Ninep II. Paris 1909
- Hans-Ulrich Schmincke. Vulkanismus. Darmstadt 2000
- Katharina Schmidt. Kosmologische Aspekte im Geschichtswerk des Poseidonios. Göttingen 1980
- Peter Lebrecht Schmidt. Julius Obsequens und das Problem der Livius-Epitome. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der Geistes- und sozialwissenschaftlichen Klasse. Mainz 1968
- Hans Christian Schneider. Altstraßenforschung. Darmstadt 1982
- Helmuth Schneider. Einführung in die antike Technikgeschichte. Darmstadt 1992
- Hans Schneiderhöhn. Erzlagerstätten. Jena 1955
- W. Schönichen. Berg- u. Hüttenmännische Zeitung (1863): 202
- Otto Schröder. Keilschrifttexte aus Assur verschiedenen Inhaltes. Leipzig 1920
- Arno Schüler. Die Eigenschaften der Minerale. Berlin 1954
- Leonhard Schuhmacher. Sklaverei in der Antike. München 2001
- Adolf Schulten. Iberische Landeskunde. Geographie des antiken Spanien. Baden-Baden 1974

E. Schwarz. Mikrobiologie des Erdöls – von der Entstehung bis zur Lagerstätte. *Naturwissenschaften* 59 (1972): 356-360

Louis Siret. *Villaricos y Herrerias*. Madrid 1908

Wolfram von Soden. *Das Gilgamesch-Epos, neu übersetzt und mit Anmerkungen versehen*. Stuttgart 1958

Holger Sonnabend. *Naturkatastrophen in der Antike: Wahrnehmung, Deutung, Management*. Stuttgart 1999

P. E. Speilmann. To what an extent did the ancient egyptians employ bitumen for embalming. *Journal of Egyptian Archaeology* 12 (1932): 177–180

Carlo di Stefani. *Die Phlegräischen Felder bei Neapel*. Dr. Petermanns Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt. Gotha 1907.

Peter Steinmetz. *Die Physik des Theophrastos von Eresos*. Berlin-Zürich 1964

Alfred Stückelberger. *Einführung in die antiken Naturwissenschaften*. Darmstadt 1988

Lothar Suhling. *Aufschließen, Gewinnen und Fördern. Geschichte des Bergbaus*. Hamburg 1983

- *Erdöl und Erdölprodukte*. Deutsches Museum München. *Abhandlungen u. Berichte*. 43. Jahrgang (1974), Heft 2/3

Ulf Täckholm. *Studien über den Bergbau in der römischen Kaiserzeit*. Diss. Uppsala 1937

Antonio Tovar. *Iberische Landeskunde. Zweiter Teil. Die Völker und die Städte des antiken Spaniens*. Bd. I: Baetica. Bd. II: Lusitanien. Bd. III: Tarraconensis.

Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Weinheim 2003

U. Ventrigilia. Rilievo geologico di Campi Flegrei. *Bolletino Società Geologico Italiano* 69 (1950): 179–210

Gerhard H. Waldherr. *Erdbeben: das außergewöhnliche Normale*. Berlin 1984

Carl. W. Weber. *Die Sklaverei im Altertum. Leben im Schatten der Säulen*. Herrsching 1989

Max Wellmann. *Die pneumatische Schule*. *Philologische Untersuchungen* 14. Berlin 1895

Franz Wenger. *Die Alexandergeschichte des Aristobul von Kassandreiea*. Ansbach 1914

Ulrich von Wilamowitz-Moellendorf. *Der Glaube der Hellenen*. Darmstadt 1984

Helmut Wilsdorf. *Bergleute und Hüttenmänner im Altertum bis zum Ausgang der römischen Republik*. Berlin 1952