der tierischen Blutgefäße in Arterien und Venen durch dunkle Jahrhunderte in die Neuzeit hinüber.

5. Römer und Byzantiner.

Das Wesen des Römertums verhielt sich gegen rein theoretische Wissenschaft ablehnend; Haushaltungs-, Rechts- und Kriegskunde entsprachen dem realistischen Zuge des Volkes weit besser. So werden wir uns nicht wundern dürfen, auch in der Geschichte des Naturerkennens die gleiche Erfahrung zu machen. Nur zwei oder drei Namen heben sich von dem ziemlich niedrigen Niveau des Durchschnittsrömers in lichtem Glanze erkennbar ab.

Erinnert werden wir an unser Gebiet erst im zweiten Jahrhundert vor Christi Geburt. Vor der Schlacht von Pydna (168 v. Chr.) imponiert der Tribun Sulpicius Gallus dem Heere gewaltig durch Ankündigung einer demnächst eintretenden Sonnenfinsternis. Ein eigenartiges Literaturprodukt ist des Zensors M. Porcius Cato (235—150 v. Chr.) Buch „De re rustica"; neben viel Sonderbarem enthält es auch ganz gesunde physikalische Ansichten, so z. B. über Wärmelehre. Über den gleichen Gegenstand schrieb M. Terentius Varro (116—27 v. Chr.), von dessen gigantischer wissenschaftlicher Enzyklopädie wir uns kein klares Bild mehr zu machen imstande sind. Daß Julius Caesar Verbindungen mit der Wissenschaft unterhielt, ist uns erinnerlich (S. 12). Von ihm rührte auch der Plan der großen Reichsvermessung her, den Augustus mit Hilfe seines ausgezeichneten Ministers Agrippa in die Tat umsetzte.

Es bildete sich die Gruppe oder Gilde der berufsmäßigen Feldmesser heraus (Agrimensores, Gromatici), die durch Jahrhunderte ihres Amtes waltete und manch wackeren, in Mathematik und Astronomie wohlbeschlagenen Praktiker in ihren Reihen zählte. So Frontinus (40—103 n. Chr.), der, mit der Oberleitung des Kanalwesens betraut, die wichtige Wahrnehmung machte, daß die aus einer Öffnung strömende Wassermenge auch durch die Druckhöhe bedingt ist. Dem uralten babylonisch-hellenischen Verfahren, die Mittagslinie durch zwei gleiche Schatten des Gnomons (S. 14) zu finden, substituierte man ein geometrisch viel höher stehendes, das drei ungleiche Schattenlängen voraussetzt. Der diese Methode lehrte, war der unter Trajan lebende Geodät Hyginus. Dessen älterer Namensvetter, ein aus Griechenland stammender Freigelassener des Augustus, der gleichzeitig lebende Manilius und sogar der kaiserliche Prinz Germanicus versuchten sich in didaktisch-astronomischen Gedichten.

Ein durchaus selbständiger Geist, auf einsamer Höhe stehend, taucht in dem Naturphilosophen Lucretius (96—55 v. Chr.) vor uns auf. Seine poetisch eingekleidete Schrift „De natura rerum“ geht vom atomistischen Standpunkte Epikurs (S. 18) aus und formuliert mit treffenden Worten den Grundsatz von der Erhaltung der Materie („Könnte denn je ein Stäubchen aus dem All entfliehen?“). Auch wird hier zuerst mit Bestimmtheit des den Griechen nichts weniger denn unbekannten, aber zugleich mit dem geriebenen Bernstein (ἤλεκτρον, daher der Name Elektrizität) nur ganz gelegentlich er-

wähnten Magneten in wissenschaftlichem Sinne gedacht; Atomwirbel, die von den Polen ausgehen, sollen eine Saugkraft auf unmagnetisches Eisen ausüben. Am größten steht Lukrez jedoch vor uns da in seinem Gedicht „Aetna". Während sich die griechischen Naturforscher nur recht wenig um den Vulkanismus gekümmert hatten, wird in jenem eine abgeschlossene Theorie dieser Erscheinungen vorgetragen, die recht viele Anklänge an moderne Hypothesen wahrnehmen läßt. Zumal auch die von neueren Geologen so oft besuchte und besprochene Solfatara der Phlegraeischen Felder bei Neapel, dieses wahre „Forum Vulcani", diesen Tummelplatz vulkanischer Kräfte, hat er gekannt und beschrieben.

Als dem Lukrez gleichwertige autonome Denker dürfen wir den Architekten Vitruvius Pollio (Blütezeit um den Beginn unserer Zeitrechnung) und den Moralphilosophen Lucius Annaeus Seneca (2—66 n. Chr.) anerkennen. Der großzügig angelegte Baumeister gibt eine rationelle Quellentheorie; bis auf ihn und noch lange nachher sah man in den Süßwasserquellen durch Kanäle aufgestiegenes und so filtriertes Meerwasser („Schwammtheorie"), wogegen er das in den Boden eindringende Regenwasser als Ursache aufdeckte. Von ihm wurden nach Heron die ersten, auf Zahnradverbindung beruhenden Hodometer (Wegemesser) konstruiert. Er endlich führte sachverständlich den Schall auf in der Luft sich verbreitende Wellenstöße zurück. In Senecas „Naturales Quaestiones" bewundern wir oft geradezu die korrekte und von wirklicher Beobachtung zeugende Denk-

und Ausdrucksweise; über Quellen, Erdbeben, Erosion und Akkumulation wird man bei keinem alten Schriftsteller Besseres als bei ihm lesen, und diesem Verdienste tut es keinem Eintrag, wenn mehrfach Poseidonios (S. 41) seine Einwirkung geltend machte.

Mit Seneca waren gleichzeitig der Agrarschriftsteller Columella, dessen Werk, ebenso wie dasjenige seines späteren Nachfolgers Palladius, viele naturwissenschaftliche Elemente aufweist, und der Enzyklopaedist Plinius der Ältere, von seinem literarhistorisch bedeutenderen gleichnamigen Neffen durch jenen Beinamen unterschieden. Ursprünglich Offizier, wandte er den größten Teil seines Lebens (23—79 n. Chr.) — der Vesuvausbruch, der Pompeji, Herculanum und Stabiae verschüttete, wurde auch ihm zum Verhängnis — dem Studium zu, allein seine reine Buchgelehrsamkeit ließ die in 37 Bücher zerfallende „Historia Naturalis" nicht zu dem Erfolge gedeihen, den der auf die Abfassung gerichtete Eifer verbürgen zu können schien. Eine Fülle von Materialien ist ja in dem vom Mittelalter hochverehrten Werke aufgespeichert, aber Kritiklosigkeit und Märchenglaube feiern auch darin manche Orgien. Als bewiesen nimmt Plinius unter anderem an, daß der kleine Saugfisch „Remora" ein schnellsegelndes Schiff im Laufe aufzuhalten vermöge und daß ein mit Bocksblut besprengter Magnet seine anziehende Kraft einbüße.

Von einigen späteren Römern soll nur kurz die Sprache sein. Sicherlich ein Kind des ersten nachchristlichen Jahrhunderts war der Rhetor Fannius Palaemon, dem Einige ein das Araeometer (S. 38) beschrei-

bendes Gedicht zuteilen, das nach Anderen hinwiederum erst ein paar Jahrhunderte später entstanden sein und vom Grammatiker Priscianus herrühren soll. Im zweiten Jahrhundert lebte Minucius Felix, der, sich dabei auf Britannien beziehend, ein auffallend richtiges Verständnis für den Gegensatz zwischen Küsten- und Binnenklima an den Tag legt. Vielleicht hundert Jahre jünger ist der Astrolog Nigidius Figulus, der indessen nicht so entschieden schriftstellerisch wie sein Nachfolger Firmicus Maternus mit seinem „Lehrbuch der Mathematik" hervortrat. Letzteres Wort ist hier gleichbedeutend mit theoretischer Astrologie; in gleichem Sinne ist auch des Skeptikers Sextus Empiricus polemische Schrift „Adversus Mathematicos" und die Stelle im Corpus Juris „De Maleficis atque Mathematicis" zu interpretieren. Für die astronomische Chronologie kommt Censorinus (um 250) in Betracht, während später auch der Abt Dionysius Exiguus Beachtung erregte, als er — nicht ohne Fehler — das Geburtsdatum des Heilandes zu fixieren bestrebt war. Auffallen mag, daß trotz der so guten Gelegenheit, die Gladiatorenkämpfe, Gastronomie und Tiergärten boten, auf zoologischem Gebiete so wenig selbständige Leistungen zu verzeichnen waren. Mit das Beste waren das Jagdbuch des Oppianus und das Fischbuch des Marcellus; Aelians Tiergeschichte (um 130 n. Chr.) ist in bezug auf Absonderlichkeiten ein würdiges Seitenstück zum Werke des Plinius.

Das dekadente Rom hat nichts von Bedeutung mehr zu leisten vermocht. Mit Vorliebe betrieb man die Herstellung enzyklopaedischer Darstellungen der Gesamtwissen-

schaft, für welche mehr und mehr eine vom Mittelalter bereitwillig angenommene Zwei- und Siebenteilung in Aufnahme gekommen war. Das Trivium setzte sich aus Grammatik, Dialektik und Rhetorik, das Quadruvium aus Arithmetik, Geometrie, Musik — in dem uns bekannten pythagoreischen Wortsinne (S. 20) — und Astronomie zusammen. Den Naturwissenschaften war sonach ein bescheidener Anteil vorbehalten. Wegen mancher Andeutungen, zumal über Planetenbewegung, ist merkwürdig das um 400 entstandene „Somnium Scipionis“ des Macrobius. Wenig jünger ist der allegorische Wissenschaftsroman des Marcianus Capella mit dem sonderbaren Titel „De nuptiis Philologiae et Mercurii“. In ihm ist die einzige einschlägige Notiz zu finden über das aus unbekannten Gründen so benannte Aegyptische Weltsystem, demzufolge nur Mond, Sonne, Mars, Juppiter und Saturn direkt als Planeten, die um die Erde sich bewegen, aufzufassen sind, während die Sonne von Merkur und Venus als Trabanten begleitet wird. Im sechsten Jahrhundert haben Cassiodorius und Boëtius Anleitungen zu den sieben freien Künsten — so verdeutschte man nachmals das lateinische „artes liberales“ — ihren Zeitgenossen übergeben, und der erstgenannte schrieb auch über die Berechnung des Osterfestes („computus paschalis“). Sehr wenig erfreulich ist, was uns von spätrömischer Erdkunde durch Vibius Sequester, Aethicus Istricus, den Anonymus Ravennas u. a. aufbehalten vorliegt. Die Kunde von der Sphaerizität der Erde ist ganz zu Verlust gegangen, wie ja auch die in der späteren Kaiserzeit verfertigten

Landkarten keine Spur von Projektion erkennen lassen. Prototyp nach dieser Richtung hin ist die römische Straßenkarte (nach Elter Pilgerkarte) unbestimmbaren Alters, die der Augsburger Ratsherr Peutinger im sechzehnten Jahrhundert vor dem Untergange rettete, und die deswegen Tabula Peutingeriana genannt wird. Einen unbefriedigenden Eindruck erweckt auch, was Solinus (3. Jahrhundert) und Orosius (6. Jahrhundert) lehren; die Neigung, das Unwahrscheinliche und Unmögliche für wahr zu halten, nimmt vorzugsweise in der Ethnographie krankhafte Dimensionen an.

Wir sind jetzt bereits in das Mittelalter hineingekommen, konnten jedoch des Sachzusammenhanges halber dieses Übergreifen nicht vermeiden. So lassen sich auch die Byzantiner oder Oströmer von den Römern kaum trennen, wiewohl ihre Sprache nicht mehr die lateinische war. Auf unserem Gebiete ist da nur wenig zu berichten. Astrologie und eine gewisse mystische Physik (z. B. Blitzwahrsagung) zogen diese Epigonen mehr als die reelle Wissenschaft an; „neben vereinzeltem Studium der Alten," so drückt sich Krumbacher, der beste Kenner byzantinischer Literaturgeschichte, bezeichnend aus, „herrscht in der Botanik und Zoologie eine phantastische, wesentlich durch paradoxographische und geheimnisvolle Gesichtspunkte bestimmte Tätigkeit". Eine gewisse praktische Chemie mußte in Konstantinopel, dem Sitze der leistungsfähigsten Großgewerbe (Textilindustrie, Bronze- und Stahlverfertigung), immerhin aus- oder doch fortgebildet werden; man griff da auf die an der Grenze der spätgriechischen und eigentlich byzantinischen Zeit

stehenden Alchymisten — Plotinos, Olympiodoros, Zosimos usw. — zurück. Auch gewisse spät entstandene aegyptische Papyri enthalten bemerkenswertes Material. Hier verdient auch Erwähnung das gefürchtete „griechische Feuer", eine mit Wasser unlöschbare Naphthaverbindung, deren Rezept angeblich 668 der Kaiser Konstantin IV. von einem gewissen Kallinikos erhalten haben soll, und dem die allerneueste Zeit wieder auf die Spur gekommen zu sein glaubt. Noch am meisten geschah für die Astronomie. Immerhin geht die Schriftstellerei eines Michael Psellos, Georg Pachymeres, Nikephoros Gregoras, Georg Chrysokokkes, Theodor Meliteniotes und Isaak Argyros nur insofern über das Durchschnittsmaß des Spätrömertums hinaus, als sich allgemach auch arabische — genauer gesagt persische — Einflüsse geltend machen. Erst nach 1350 beginnt durch Nikolaus Kabasilas die Kenntnis des Ptolemaios wieder in ihre Rechte eingesetzt zu werden, allein schon näherte sich das hartbedrängte Reich seinem Zusammenbruche, der 1453 eintrat. Der letzte uns bekannte byzantinische Astronom war Georg Amirucius, der in das Abendland floh und dort mathematisch wertvolle Ergänzungen zur Ptolemäischen Geographie (herausgegeben von J. Werner zu Nürnberg 1514) verfaßt hat.