Originalveröffentlichung in: Jürgen Paul Schwindt (Hrsg.), Edmund Hoppe. Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum, Bd. 1, Heidelberg 2011, S. 277-314

Hoppe 100. Zehn Bemerkungen zu *Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum* (erster Teil, I-VII)

Edmund Hoppe (1854-1928) begann seine Karriere als Eduard Riekes Assistent in Göttingen, also als Experimentalphysiker. Er wandte sich früh der Wissenschaftsgeschichte zu, war vierzig Jahre Gymnasialprofessor in Hamburg und ab 1919, in seinem Ruhestand, Dozent für Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität Göttingen. Vor allem durch seine *Geschichte der Physik* (erschienen 1926 in Braunschweig) ist er bekannt geworden. Kritiker hoben damals lobend seine erstaunliche Kenntnis der Primärquellen hervor, die ihn nicht selten zu Abweichungen von gängigen Lehrmeinungen führte.

Zu Hoppe: F. Klemm, „Hoppe, Edmund“, in Neue Deutsche Biographie 9 (1972), S. 617f. – L. Rosenfeld, „Edmund Hoppe“, in Isis 13.1 (1929/30), S. 45-50.

Kann man nach einem Jahrhundert Hoppes Darstellung der *Mathematik und Astronomie im Klassischen Altertum* noch mit Gewinn lesen? Dieses Buch Hoppes ist nie sehr verbreitet gewesen. Zum einen haben die größeren Namen sowohl seiner Vorgänger (Moritz Cantor, Max Simon, Paul Tannéry, Hieronymus G. Zeuthen) wie vor allem seiner Nachfolger (Johan L. Heiberg, Sir Thomas Heath, Bartel L. van der

Waerden, Otto Neugebauer, Oskar Becker) ihn in den Hintergrund gedrängt. Zum anderen ist die antike Mathematik nie ein Feld gewesen, das die breite akademische Öffentlichkeit so sehr beschäftigte, dass es fast ein Dutzend Handbücher gebraucht hätte. Überhaupt rückt die antike Mathematikgeschichte erst in den letzten Jahrzehnten in das Interesse vergleichender wissenschaftsgeschichtlicher Diskurse. Die geringe Verbreitung des Buches hat also mit dem Gegenstand und mit der Stellung Hoppes, nicht etwa mit der Qualität von Hoppes Ausführungen zu tun.

Hoppe hat sich mit dem Selbstbewusstsein des Außenseiters kaum um die damalige Sekundärliteratur gekümmert, vielmehr eine Gesamtdarstellung vor allem der griechischen Mathematik, nebst ‚Vorgeschichte', gegeben, gespickt mit den Originalzitaten, die im Gegensatz zu Forschungsbeiträgen nicht veralten. Aus heutiger Perspektive hellsichtig fragt Hoppe auch nach dem Einfluss der ägyptischen und babylonischen auf die griechische Mathematik. Hoppe hat außerdem einen recht integrativen Begriff von ‚Mathematik' zu Grunde gelegt. Astronomie gehört für ihn ursächlich mit dazu, genauso Philosophie, die Mathematisches berührt, vor allem die der Pythagoreer und der Platoniker. Vor allem aber beschränkt er seine Darstellung nicht auf die prominenten Vertreter der griechischen Mathematik wie Euklid und Archimedes, sondern erklärt auch z. B. mathematische

Argumente des Eratosthenes, Kallippos, Diokles, Zenodoros oder Menelaos, die heute nur noch Fachleuten bekannt sind. Für Hoppe hört das ‚klassische Altertum' erst mit der Eroberung Alexandrias durch die Araber im 7. Jh. n.Chr. auf. So kommen auch spätantike Mathematiker, vor allem Pappos, zu ihrem Recht. Welche moderne Mathematikgeschichte erwähnt Heraklit, Simplikios oder Cassiodor? Kein heute verbreitetes Handbuch zur griechischen Mathematik hat Hoppes umfassende Perspektive. Zwar ist Hoppe heute in vielen sachlichen Punkten, wie einzelnen Interpretations- oder Datierungsfragen oder der Einschätzung antiker biographischer Informationen, überholt. In manchen Bereichen hat sich außerdem die Quellenlage dramatisch verbessert, vor allem in der babylonischen Astronomie und Mathematik, vereinzelt betrifft das auch Neufunde oder Neulesungen griechischer mathematischer Texte. Zu so gut wie allen mathematischen Textgruppen und Autoren hat sich in den letzten hundert Jahren ein gewaltiger Berg von Sekundärliteratur angehäuft (dazu bieten die unten aufgeführten Handbücher die nötigen Informationen). Am auffälligsten sind Hoppes Beschränkungen, wenn sie die Forschungskultur seiner Zeit widerspiegeln. Das betrifft etwa die Problematik narrativer Geschichtsschreibung, insbesondere der Mathematik, die Einschätzung der Griechen im Vergleich mit nahöstlichen Kulturen oder den Römern, das Vertrauen auf die antike Biographie, oder die Blindheit für das Praktische. Es ist diese letzte Gruppe von Problemen, die den heutigen Leser Hoppes vor allem irritieren; auf sie beziehen sich in der Hauptsache die im Folgenden gegebenen Bemerkungen. Diese sind nicht als Korrekturen zu verstehen, sondern als Annäherungen daran, wie Hoppe heute wohl über dasselbe Thema schreiben würde.

Einführendes zur griechischen Mathematik und Astronomie: S. Cuomo, Ancient Mathematics, London 2001 – J. Evans, The History and Practice of Ancient Astronomy, New York 1998 – R. Netz, The Shaping of Deduction in Greek Mathematics: A Study in Cognitive History, Cambridge 1999 – R. Netz, Ludic Proof. Greek Mathematics and the Alexandrian Aesthetic, Cambridge 2009 – H.-J. Waschkies, „Mathematische Schriftsteller", in H. Flashar (Hg.), Grundriss der Geschichte der Philosophie. Die Philosophie der Antike, Bd. 2.1, Basel 1998, 365-453.

I. ‚Die' Mathematik und ihre Geschichtsschreibung

Hoppe präsentiert die Geschichte der Mathematik im Wesentlichen als eine eindimensionale und lineare Fortschrittserzählung, deren Kontinuität auf persönlicher Kommunikation beruht, die irgendwann im Nahen Osten mit bescheidenen Errungenschaften beginnt, bei den Griechen gewaltig an Dynamik gewinnt, um dann, nach einer längeren Phase der Stagnation (Hoppe nennt den Zeitraum 100 v. Chr. - 1700 n. Chr., S. 1), in der Neuzeit weiter zu verlaufen und stetig weiter in Moderne und Gegenwart zu führen. Hoppes Perspektive ist gewissermaßen ‚intern': Für ihn ist die griechische Mathematik die „Quelle unserer gegenwärtigen Mathematik" (S. 1), aus deren Perspektive er schreibt. Kopernikus knüpft an Aristarch an, Galilei an Heron, Kepler an Platon, Leibniz an Archimedes (S. 4 und 161). Nur deshalb ist die antike Mathematik überhaupt von Interesse für Hoppe und seine Leser, in geradezu prä-positivistischer Weise. Strukturell identisch schreibt Hoppe seine *Geschichte der Physik* (siehe die Kritik von Schimank). Ein Zitat aus der Besprechung der alexandrinischen Mathematik verdeutlicht die Eigentümlichkeit dieser Konstruktion (S. 211):

> Diese ersten zwei Jahrhunderte der alexandrinischen Schule bilden die Glanzzeit griechischer Mathematik [...]. In der Geschichte der Mathematik gibt es nur noch einen Abschnitt von ca. 200 Jahren, der an Fruchtbarkeit sich mit jenem messen, ja ihn überwinden kann, das ist das Zeitalter von Kepler bis Gauß. Da reifen die Ideen, welche sich keimförmig in der alexandrinischen Schule finden, aus zu der vollen Frucht, und so kann man den Anfang der Periode von 1600 bis 1850 direkt an das Ende jener griechischen Glanzzeit anknüpfen und findet kaum eine Lücke in dem inneren Zusammenhang.

Der „innere Zusammenhang“ hat offenbar mit den jeweiligen historischen Kontexten nichts zu tun. Hoppe setzt eine ahistorische Mathematik voraus, die immer schon existierte, aber erst nach und nach entdeckt wird, mit anderen Worten, eine platonische Konzeption der Mathematik als Wissen von transzendentalen Wahrheiten, die man nur auffinden, nicht aber selbst herstellen kann. Das entspricht der Perspektive der griechischen Mathematik (der Mathematiker ‚findet‘ Theoreme und Beweise, die auch ohne ihn existieren) und auch noch der modernen bis in die jüngste Vergangenheit. Noch heute ist unter Mathematikern die Diskussion um platonische und anti-platonische Sichtweisen der Mathematik lebhaft. Beide Positionen bieten Schwierigkeiten (siehe die Beiträge Mazurs und Balaguers, dazu das brilliante Buch von Heintz). Für Disziplinen wie die Anthropologie, Soziologie und Ethnologie, die Außenseiterperspektiven auf die Mathematik der jeweils betrachteten Gesellschaften einnehmen, ist die gleichzeitige Existenz vieler ‚Ethnomathematiken‘ kein Problem. Diese sieht man jeweils als kulturell spezifische Praktiken oder Institutionen zur Lösung bestimmter Aufgaben an. Solche Ethnomathematiken sind letztlich nur im Rahmen dieser Gesellschaften genau zu beschreiben. Obwohl eine solche Position nicht die Frage nach dem epistemologischen Status ‚der‘ Mathematik und der subjektiven Entdeckungserfahrung des Mathematikers beantwortet, macht sie es doch immerhin unmöglich, alle mathematischen Praktiken der Geschichte als verschiedene Grade der Annäherung an die ‚Wahrheit‘ zu verstehen und also in eine eindimensionale Entwicklungsgeschichte einzuordnen. Hoppe ist in der Sache Platoniker und schreibt dementsprechend eine letztlich teleologisch konzipierte Mathematikgeschichte, für die „der Fortschritt der Mathematik in sich selbst begründet“ ist (S. 206), wenn auch kontingente äußere Einflüsse hinzutreten.

Diese Art der teleologischen Betrachtung der Kulturgeschichte begegnet uns zuerst bei Aristoteles, z. B. in seiner Darstellung, wie ‚die‘ Philosophie oder die Tragödie sich entwickelt haben (*Metaph.* A 10, 993 a 15-18; *Poet.* 4, 1449 a 13-15); der etwas jüngere Peripatetiker Eudemos hat sie auf die Mathematik übertragen (siehe Zhmud). In Proklos’ Kommentar zu Euklid findet man ein kurzes Exzerpt dieser Arbeit des Eudemos, für uns die älteste griechische Mathematikgeschichte (erwähnt von Hoppe S. 61). Sie zeigt im Grunde genau dieselben Merkmale wie Hoppes Unternehmen. Mit anderen Worten, Hoppe hat die wesentlichen Parameter seiner Untersuchung von seinem Gegenstand übernommen.

Diese platonisch-teleologische Perspektive mag der geschichtlichen Wirklichkeit nicht immer (vielleicht sogar: nur selten) gerecht werden. Sie hat aber den Vorteil, dass sie die Aufgabe des Geschichtsschreibers der Mathematik einfacher macht: Wenn nämlich diese Geschichte teleologisch organisiert ist, kann sie eindimensional sein. Als solche ist sie mit bewährten narrativen Modellen bequem zu erzählen, meist nach dem Schema ‚Aufstieg und Niedergang', das Geschichte wie das Leben eines Organismus betrachtet. Revolutionen, d. h. Paradigmenwechsel, die das gesamte System umkehren, kommen in dieser Erzählung nicht vor. Wenn es um die Entdeckung ahistorischer ‚Wahrheiten' geht, können ihre Akteure über die Grenzen von Epochen und Kulturen miteinander kommunizieren, gewissermaßen ohne Reibungsverlust. Wenn die Gegenstände des Wissens, dessen Entwicklung betrachtet wird, transzendental sind, lässt es sich weitgehend von seinem kulturellen Kontext ablösen. Moderne Theoretiker der Geschichtsschreibung würden alle diese Bedingungen (Teleologie, ‚Wahrheit', Transzendenz) nicht als gegeben ansehen (siehe etwa Munslow), moderne Mathematiker allerdings sehr wohl, wenigstens in der Praxis (‚Bourbaki' spricht von einem ‚Alltags-Platonismus' des professionellen Mathematikers). Ob die Mathematikgeschichte ‚Revolutionen' aufweist, ob Kuhns berühmte Analyse der Geschichte der Naturwissenschaften als Kette von Revolutionen und Paradigmen auch auf die Mathematik zutrifft, auch darüber besteht keine Einigkeit (Gillies). Hoppe ist in seinem Glauben an einen umfassenden mathematischen Fortschritt als Historiograph der Mathematik also nicht an sich veraltet, ihm fehlt lediglich das Bewusstsein einer Alternative. Naturgemäß wird eine solche Perspektive als ideologische Konstruktion kritisiert von Fachleuten anderer mathematischer Strömungen, die sich von ihr marginalisiert fühlen müssen (siehe etwa Imhausen und Ritter, zitiert zu II.).

Was immer der epistemologische Status ‚der' Mathematik ist, Mathematik hat auf jeden Fall *einen* ganz unplatonischen Aspekt: die jeweilige kulturelle Praxis der professionellen Mathematiker, babylonisch, griechisch oder auch modern. Diesen Aspekt hat Hoppe, auch darin nicht nur der platonisierenden Tendenz der meisten antiken Quellen, sondern auch der modernen Standardperspektive entsprechend, zeitgemäß gar nicht berücksichtigt (siehe dazu unten V.). Für Hoppe als Platoniker existiert Mathematik im eigentlichen Sinne nur als Theorie.

Zum Wesen der Mathematik und ihrer Geschichtsschreibung: M. Balaguer, Platonism and Anti-Platonism in Mathematics, New York 1998 – J. W. Dauben & Ch. J. Scriba (Hg.), Writing the History of Mathematics. Its Historical Development, Basel 2002 – D. Gillies (Hg.), Revolutions in Mathematics, Oxford 1995, darin vor allem die gegensätzlichen Positionen von M. Crowe (15-20) und J. Dauben (49-82) – B. Heintz, Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin, Wien 2000 – Th. S. Kuhn, The Structure of Scientific Revolutions, 3. Aufl., Chicago 1996 – B. Mazur, „Mathematical Platonism and Its Opposites", in European Mathematical Newsletter, June 2008, S. 19-21 – A. Munslow, Narrative and History, New York 2007 – H. Schimank, „Edmund Hoppe oder über Inhalt, Sinn und Verfahren einer Geschichtsschreibung der Physik", in Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik N. S. 2 = 11 (1928/29), S. 345-351 – L. Zhmud, The Origin of the History of Science in Classical Antiquity, Berlin 2006.

II. Die ägyptisch-babylonische Mathematik

In Hoppes Zeit fällt die Publikation der ersten größeren Funde babylonischer und ägyptischer Mathematik; in großem Stil erforscht freilich wird vor allem die erste erst seit den 30er Jahren. Aufgrund der großen Zahl von Quellentexten ist die Mathematikgeschichte auch heute noch ein florierender Zweig der Altorientalistik. Hoppe kommt zu dem Schluss, dass die griechische Mathematik, oder besser: einzelne griechische Mathematiker wie etwa Thales, von der ägyptischen und diese von der babylonischen Mathematik beeinflusst sei (S. 35). Wie es seiner Fortschrittsperspektive entspricht, wird die babylonisch-ägyptische Mathematik dadurch zu einer ‚Vorgeschichte' der griechischen. Diese mathematischen Traditionen Ägyptens und Mesopotamiens sind einander, bei vielen Unterschieden im Einzelnen, besonders ähnlich, wenn man sie der griechischen Mathematik gegenüber stellt, von der sie in wesentlichen Zügen gemeinsam abweichen. Heutige Mathematikhistoriker behandeln die beiden Traditionen, die griechische auf der einen, die ägyptisch-babylonische auf der anderen Seite, deshalb in der Regel als kontrastierende Wissensformen (doch siehe V.).

Die babylonische und die ägyptische Mathematik sind Wissenstraditionen, die im Rahmen der Administration und ökonomischen Organisation von komplexen Gemeinwesen entstanden sind. Dieses Wissen ist in Mesopotamien seit dem 3. Jt. v.Chr. greifbar und läßt sich, mehr oder weniger ungebrochen, bis mindestens in die Seleukidenzeit verfolgen. Derartige Verwaltungsaufgaben lagen in beiden Kulturen in der Hand von sorgfältig ausgebildeten Spezialisten, den Schreibern. Die mathematischen Verfahren, die z. B. dazu notwendig sind, um Feldgrößen und Erträge zu berechnen, Steueraufkommen zu schätzen, den Erdaushub für ein größeres Bauunternehmen in Beziehung zu setzen zu den benötigten Rationen für eine große Zahl von Arbeitern, usw., wurden in den Schreiberschulen gesammelt, ständig verbessert, abstrahiert und an die nächste Schreibergeneration weitergegeben. Dies geschah in der Form von beispielhaften Aufgaben, die, mehrfach variiert, die entsprechenden Verfahren illustrierten. Man kann in den meisten Fällen von Algorithmen sprechen, d. h. einer Serie von präzisen Schritten, die, korrekt durchgeführt, ein bestimmtes Problem lösen. Solcher Art sind die Texte (neben Listen von Koeffizienten), die auf Tausenden von Lehmtafeln bzw. im Falle Ägyptens auf vielen Papyri überlebt haben. Sie sind in der Praxis zweifellos von mündlicher Unterweisung ergänzt worden, deren kontextuelle Informationen uns heute fehlen. In diesen Texten fehlt jeder Diskurs zweiter Ordnung: Wir vermissen allgemeine Sätze, Methodendiskussionen und Beweise. Derartiges ist für den sozialen Kontext dieser mathematischen Tradition allerdings auch irrelevant gewesen: Was zählt, ist die Vermittlung bewährter Problemlösung. Diese Mathematik ist wie die spätere griechische ‚rhetorisch' in dem Sinne, dass sie auf Sprache basiert und keine Symbole kennt. Anders als die spätere griechische ist sie sehr stark auf Rechenmethoden konzentriert, die mit Hilfe numerischer Beispiele illustriert, aber nicht in der Form allgemeiner Sätze dargestellt werden, etwa unter Zuhilfenahme von Variablen oder dem typisch griechischen Diagramm mit Buchstaben. Den Schreibern kam es primär auf die Kodifikation bewährter Verfahren an. ‚Theorie' findet man in diesen Texten nur indirekt, nämlich z. B. in der Form von Rechenproblemen, die mit unmöglich großen Zahlen arbeiten. Daneben entwickelt sich in Assyrien seit dem I. Jt. v.Chr. eine mathematische Astronomie, die, auf umfangreichen Beobachtungsdaten fußend, das Eintreten bestimmter

Konstellationen und Sonnen- oder Mondfinsternisse berechnen konnte. Während diese mathematischen Praktiken in der modernen Astronomiegeschichte traditionell mit den späteren griechischen mathematischen und astronomischen Theorien verglichen und in der Regel als ‚vor-wissenschaftlich' oder ‚vortheoretisch' abqualifiziert wurden, hat die Forschung sich in den letzten Jahrzehnten darauf konzentriert, diese Texte *sui generis* zu verstehen, ihre spezifische Rationalität zu rekonstruieren und sie nicht aus einer von der griechischen theoretischen Mathematik dominierten Perspektive zu beurteilen (was Hoppe übrigens auch weitgehend vermeidet).

Zwischen Ägypten, Griechenland und dem Nahen Osten bestanden seit dem 2. Jt. v.Chr. rege kulturelle Kontakte, die sich im 1. Jt. intensivierten. Im Falle der Astronomie kann man ab der 2. Hälfte des 1. Jt. konkrete Fälle des Wissensaustauschs wahrscheinlich machen, für den Astronomen Hipparchos sind sie im 2. vorchr. Jh. belegt (Hoppe S. 327 ff.). Was die Mathematik betrifft, so muss es die mathematische Lösung ökonomischer Administrationsprobleme auch in Griechenland gegeben haben. Die Stellung der typisch griechischen Geometrie zur ägyptisch-mesopotamischen Verfahrensmathematik ist aber unklar (siehe V.).

Zur ägyptisch-babylonischen Mathematik und Astronomie: J. Høyrup, „Changing Trends in the Historiography of Me-

sopotamian Mathematics. An Insider's View", in History of Science 34 (1996), S. 1-32 – J. Høyrup, Lengths, Widths, Surfaces. A Portrait of Old Babylonian Algebra and Its Kin, New York 2002 – A. Imhausen, „Egyptian Mathematical Texts and Their Contexts", Science in Context 16 (2003), S. 367-389 – A. Imhausen, „Traditions and Myths in the Historiography of Egyptian Mathematics", in E. Robson & J. Stedall (Hg.), The Oxford Handbook of the History of Mathematics, Oxford 2009, 781-800 – J. Ritter, Jedem seine Wahrheit. Die Mathematiken in Ägypten und Mesopotamien", in M. Serres (Hg.), Elemente einer Geschichte der Wissenschaften, Frankfurt a. M. 1998, S. 73-107 – E. Robson, Mathematics in Ancient Iraq: A Social History, Princeton 2008.

III. Mentalitäten, ‚Wissenschaft', Mathematik

Was heute als typisch griechische Mathematik gilt, ist meist eine Form der Geometrie, die mit abstrakten Begriffen, allgemeinen Sätzen und axiomatisch-deduktiven Beweisen arbeitet. Diese Form der Mathematik entsteht für den modernen Betrachter fast aus dem Nichts, irgendwann im späten 5. Jh. v.Chr. Sie erreicht ihren formalen Höhepunkt im 3. Jh., in den Werken des Euklid, des Archimedes und des Apollonios von Perge. Dieser Diskurs wirkt auf uns nicht nur sehr modern, sondern ist auch absolut singulär unter allen Formen und Traditionen mathematischen Wissens, die wir kennen. Seine Effektivität und die beherrschende Stellung Euklids im modernen Mathematikunterricht haben dazu geführt, dass diese Formen der Argumentation die moderne Mathematik prägend beeinflusst haben.

Warum hat sich eine solche Kultur des Beweises bei den Griechen entwickelt und nicht in den viel älteren mathematischen Traditionen anderer Kulturen? Naheliegend ist es, hier, wie oben geschehen, die unmittelbaren Nachbarn im Osten und Süden zu betrachten. Trotzdem kann derselbe Vergleich mit denselben Ergebnissen auch mit den älteren indischen und chinesischen Kulturen angestellt werden. Eine ganz ähnliche Differenz lässt sich feststellen, wenn man die Entstehung der philosophischen Logik oder die Argumente früher Mediziner betrachtet: Nur im Griechenland des 6.-5. Jh. v.Chr. gibt es eine starke Tendenz zur Aufstellung falsifizierbarer Thesen, die sich auf eine allgemeine Begrifflichkeit stützen und die Formen des deduktiven Beweises ausbildet, die darüber hinaus wiederum Gegenstand einer Meta-Diskussion werden.

Wie soll man nun diese Sonderstellung Griechenlands erklären, einer provinziellen und im Vergleich zu den relevanten Vergleichskulturen armen Region? Spezifischer, d. h. als Leser Hoppes, gefragt: Wie kommt es zum unter den ‚Ethnomathematiken' singulären und so modern anmutenden Charakter der griechischen Mathematik? Bis vor kurzem konnte man einfach vom ‚griechischen Wunder' reden, womit man der Frage eigentlich auswich. Lange Zeit war der Rekurs auf den ‚griechischen Geist' oder die ‚griechische Mentalität' populär, die eben Singuläres hervorbrachten. Das ist auch die Konstruktion, der sich Hoppe implizit anschließt. Im kulturellen Vergleich, vor allem mit den nahöstlichen Kulturen, wird daraus schnell eine rassistische Perspektive, die die vermeintlichen griechischen und ‚orientalischen' Mentalitäten gegeneinander ausspielt und übrigens auch bereits auf griechisches Selbstverständnis zurückgeht, etwa bei Herodot. Spätere Historiker haben andere Erklärungen bemüht: die Struktur der griechischen Sprache, die angeblich zu Abstrakta neige; das Münzgeld, das seine Besitzer quasi zu Abstraktionen zwinge; das Alphabet, das die Kommunikation ausweite und der kritischen Prüfung unterwerfe; die griechische Polis mit ihrer Debattenkultur und ihren teilverschrifteten Rechtssystemen, die bestimmte Argumentationsformen ausgebildet haben. Am populärsten ist unter den Historikern derzeit die letzte Erklärungsform, obgleich auch diese letztlich nicht befriedigt (denn sowohl kleine Stadtstaaten wie auch Gesetzesinschriften gibt es etwa auch in der phönizischen Kultur). Das letzte Argument, das in der politischen Organisation die entscheidende Differenz erblickt, verbindet, in etwas vergröberter Form, direkt ‚Demokratie' mit ‚Wissenschaft' und ließ sich daher vor allem im Kalten Krieg hervorragend instrumentalisieren.

Hoppe scheint zeittypisch der Mentalitätshypothese zuzuneigen, letztlich wohl in einer kolonialistischen Spielart. So kontrastiert er z.B. in seinen Ausführungen über Alexandria (S. 208) „orientalische Ruhe“ mit „griechischer Lebhaftigkeit und Arbeitslust“ oder (S. 210 f.) babylonisches, indisches, ägyptisches Wissen mit „dem griechischen Geist“, der „Probleme allgemein und wissenschaftlich anfasst“. In seiner Diskussion des mathematischen Astronomen Eudoxos stellt er einerseits fest, dass er aus Ägypten Daten astronomischer Beobachtungen mitgebracht habe, betont aber, dass seine Theorien „rein griechisch“ seien (S. 175).

Alle diese Erklärungsversuche kranken daran, dass sie bereits auf orientalistischen Prämissen (dazu Said) beruhen. Genaue Untersuchungen zeigen in der Regel, dass sich alle diese Faktoren auch in außergriechischen Kulturen nachweisen lassen, ohne dass dort eine entsprechende Entwicklung stattgefunden hätte. Früheren Generationen und so auch Hoppe muss man allerdings einräumen, dass man auch heute noch nicht erklären kann, was ihnen nicht einmal zweifelhaft war. Das eigentliche Problem liegt vermutlich im Begriff der ‚Wissenschaft‘, der sich als kulturübergreifende Kategorie wenig eignet (eher wäre an ‚rational practice‘ zu denken, eine Prägung Jim Ritters).

Zu den Entstehungsbedingungen von ‚Wissenschaft': M. Asper, „Law and Logic. Towards an Archaeology of Greek Abstract Reason", in AION. Annali dell'università degli studi di Napoli „L'Orientale" 26 (2004), S. 73-94 – A. & J. Assmann, „Schrift, Tradition und Kultur", in: W. Raible (Hg.), Zwischen Festtag und Alltag, Tübingen 1988, S. 25-49 – M. T. Larsen, „The Mesopotamian Lukewarm Mind. Reflections on Science, Divination and Literacy", in F. Rochberg-Halton (Hg.), Language, Literature, and History. Philological and Historical Studies Presented to E. Reiner, New Haven, CT 1987, S. 203-225 – G. E. R. Lloyd, Demystifying Mentalities, Cambridge 1990 – D. Papenfuß & V. M. Strocka (Hg.), Gab es das Griechische Wunder? Griechenland zwischen dem Ende des 6. und der Mitte des 5. Jahrhunderts v.Chr., Mainz 2001 – J. Ritter, „Science and Reason in Ancient Mesopotamia", in X. Faivre et al. (Hg.), Et il y eut un esprit dans l'Homme. Jean Bottéro et la Mésopotamie, Paris 2009, S. 83-103 – E. Robson, „Influence, Ignorance, or Indifference? Rethinking the Relationship between Babylonian and Greek Mathematics", in Bulletin of the British Society for the History of Mathematics 4 (2005), 1-17 – E. W. Said, Orientalismus, Frankfurt a. M. 2009 – A. Zaicev, Das griechische Wunder. Die Entstehung der griechischen Zivilisation, Konstanz 1993.

IV. Die Quellen der griechischen Mathematik und Astronomie

Hoppe beschreibt in der Hauptsache einen Diskurs, der sich etwa von 500 v. Chr. bis 500 n. Chr. abgespielt hat, d. h. in einer uns fremden Kultur und einer uns unzugänglichen Vergangenheit. Woher kennen wir eigentlich die griechische Mathematik? Was ist das Material, aus dem man eine Geschichte der griechischen Mathematik rekonstruieren könnte?

Von den Texten der großen griechischen Mathematiker existieren keine Autographen. Die modernen Ausgaben basieren auf Hunderten mittelalterlicher Handschriften, die über viele Zwischenversionen, die von professionellen (Ab-)Schreibern hergestellt wurden, auf die Originaltexte der jeweiligen Mathematiker zurückgehen. Die frühesten erhaltenen Handschriften allerdings stammen in der Regel aus dem 9.-10. Jh. n.Chr.; ihre Vorlagen sind verloren. Beim Kopieren schwieriger Texte von Hand entstehen Fehler, die im Nachhinein oft nur vermutungsweise zu korrigieren sind. Diese Quellengruppe führt uns also nur auf ca. 1000 Jahre an die Originale heran. Für manche Autoren wie Euklid existieren auch ältere nicht-griechische Übersetzungen, z. B. Fragmente einer lateinischen Übersetzung, für Euklid und Apollonios eine relativ breite arabische Überlieferung. Insofern diese Übersetzungen als Zeugnis für ihnen zugrunde liegende griechische Vorlagen brauchbar sind, geben sie Anhaltspunkte für die griechische Texttradition vor den ältesten erhaltenen griechischen Manuskripten. Besonders heikel ist im Falle der Mathematik die Überlieferung von Diagrammen, die von der Überlieferungsgeschichte in der Regel als Nebensache behandelt wurden. Aus Ägypten sind größere Mengen mathematischer und astronomischer Papyri (und gelegentlicher Ostraka) erhalten, die direkten Einblick in die mathematisch-astronomische Textproduktion geben. Überwiegend handelt es sich dabei allerdings um Texte der praktischen Mathematik und Astronomie (siehe V.). Von den großen Mathematikern gibt es so gut wie keine Papyri. Das bedeutet, dass der Textbestand, auf den wir heute zurückgreifen können, auf spätantiken und frühmittelalterlichen Auswahlvorgängen beruht, deren Kriterien wir nicht genau kennen.

Soweit zum Textbestand. Mathematische und astronomische Texte sagen wenig über ihren Kontext, geschweige denn über ihre Verfasser. In einigen Fällen, vor allem bei Archimedes und Apollonios, gibt es immerhin kurze Einleitungsbriefe, aus denen man einige Informationen über den historischen Kontext ziehen kann. Für Weiteres ist man auf Zeugnisse angewiesen, die aus der antiken Sekundärliteratur stammen, von der wir wiederum nur einen kleinen Teil besitzen. Diese Sekundärliteratur besteht einerseits aus Kommentaren. Kommentatoren etwa des Aristoteles, vor allem Simplikios (6. Jh. n.Chr.), zitieren dort, wo Aristoteles etwas Mathematisches erwähnt, aus mathematischer Literatur, die uns verloren ist. Besonders wichtig ist diese Quelle für die vorsokratische und die voreuklidische Mathematik. Daneben gibt es eine beschränkte Zahl erhaltener Kommentare zu mathematischen Werken selbst. Die wichtigsten Beispiele sind der Kommentar des Proklos (5. Jh. n. Chr.) zum ersten Buch der euklidischen *Elemente* sowie die Kommentare des Eutokios (6. Jh.) zu einigen Werken des Archimedes und des Apollonios. Obwohl 700 Jahre von ihren Zielautoren entfernt, überliefern beide doch eine Fülle historischen, vor allem prosopographischen und problemgeschichtlichen Wissens über viele Akteure der griechischen theoretischen Mathematik, deren Texte ihnen offenbar noch zugänglich waren. Dasselbe gilt für die sog. *Synagoge* (etwa: ‚Sammlung‘) des Pappos (4. Jh. n.Chr.), gewissermaßen der Hoppe der Spätantike, die in darstellender Form alles zusammenstellt, was ihm an der vor ihm liegenden griechischen Mathematik noch wissenswert zu sein scheint. Für uns ist er vor allem für die Mathematik nach dem 3. Jh. v.Chr. oft die einzige Quelle. Alle diese doxographischen Texte sind primär problemgeschichtlich orientiert.

Daneben hat es auch eine biographisch-anekdotische Tradition gegeben, allerdings ist sie reichhaltiger für Philosophen als für Mathematiker. Archimedes ist anscheinend der einzige wirkliche Mathematiker, zu dem es schon bald nach seinem Tod eine Biographie gegeben hat. Was wir davon fassen, vor allem bei Cicero und in der Marcellus-Vita Plutarchs, lässt eine romanhafte Ausschmückung vermuten. Daneben existieren nur wenige Euklid-Anekdoten. Frühe, später mythologisch verklärte Gründergestalten, wie Thales und vor allem Pythagoras, haben in Kaiserzeit und Spätantike üppige Legendenbildung provoziert, vor allem Pythagoras in der neuplatonischen Tradition, etwa bei Jamblichos (3. Jh. n.Chr.). Den meisten dieser Gründergestalten wird übrigens ein Aufenthalt in Ägypten oder bei den ‚Chaldäern' zugeschrieben, wohl kaum historisch real. Es hat sich allerdings gezeigt, dass von diesen Fiktionen für uns kein Weg zurück ins 6. Jh. v.Cr. führt. Die Griechen tendieren dazu, die Erfindung von Artefakten bestimmten Individuen zuzuschreiben; dasselbe gilt auch für mathematische Theoreme. Ob die sogenannten Sätze des Thales und des Pythagoras tatsächlich auf sie zurückgehen, ist mehr als zweifelhaft. Überhaupt begegnet man Zuschreibungen der Anfänge mathematischen Wissens gerade an diese beiden heute mit großer Skepsis: Thales war ein ‚Weiser' mit politischer Autorität, Pythagoras ein Religionsstifter. Darüber hinaus gehende Informationen, die man in der antiken biographischen Tradition (bei Diogenes Laertios und in der Suda) liest und an deren historische Faktizität Hoppe in der Regel glaubt (doch siehe S. 140), hält man heute in der Regel für Fiktionen einer späteren Zeit. Trotzdem findet sich etwa ein Jahrhundert später sowohl unter den ionischen Vorsokratikern, z. B. bei Anaxagoras und Oinopides, wie unter den älteren Pythagoreern, z. B. bei Philolaos, ein genuines Interesse an mathematischer Astronomie bzw. theoretischer Mathematik. Die Späteren erhalten das Wissen über ihre Vorgänger, zwingen uns aber damit ihre Perspektive auf. Diese Perspektive betrifft primär den Anachronismus einer institutionalisierten Mathematik.

Zu den Quellen der griechischen Mathematik: W. Burkert, Lore and Science in Ancient Pythagoreanism, Cambridge, MA 1972 – S. Cuomo, Pappus of Alexandria and the Mathematics of Late Antiquity, Cambridge 2000 – D. R. Dicks, „Thales", in Classical Quarterly N. S. 9 (1959), 294-309. – M. Jaeger, Archimedes and the Roman Imagination, Ann Arbor, MI – A. Jones, Astronomical Papyri from Oxyrrhynchus, Philadelphia 1999 – W. R. Knorr, „The Wrong Text of Euclid. On Heiberg's Text and Its Alternatives", in Centaurus 38 (1996), S. 208-276 – K. Saito, „Reading Ancient Greek Mathematics", in E. Robson & J. Stedall (Hg.), The Oxford Handbook of the History of Mathematics, Oxford 2009, S. 801-826 – L. Siorvanes, Proclus: Neo-Platonic Philosophy and Science, New Haven, CT 1996.

Die wichtigsten modernen Textausgaben: Apollonios von Perge: Conica I-IV ed. J. L. Heiberg, 2 Bde., Leipzig

1891-1893; ed. R. Rashed et al., 4 Bde., Berlin 2008-2010 (mit Übers.) – Archimedes: ed. J. L. Heiberg, 4 Bde., 2. Aufl., Leipzig 1910-1975; ed. Ch. Mugler, 4 Bde., Paris 1970-1972 (mit Übers.); übers. R. Netz, Cambridge 2004 – Aristarchos von Samos: ed. Th. Heath, Oxford 1913 – Autolykos von Pitane: ed. G. Aujac, Paris 1979 (mit Übers.) – Diokles: On Burning Mirrors ed. G. J. Toomer, Berlin 1976 (mit Übers.) – Diophant: ed. P. Tannéry, Leipzig 1895; Arithmetica IV-VII ed. R. Rashed, Paris 1984 (mit Übers.) – Euklid: Elemente ed. J. L. Heiberg & E. S. Stamatis, 5 Bde., Leipzig 1969-1973 (in der Vorgängerausgabe, Leipzig 1896, finden sich die kleineren Werke Euklids nebst dem Kommentar des Marinos zu den Data) – Eutokios: in den Archimedes- bzw. Apollonios-Ausgaben – Geminos: Einführung zu Arats Phainomena ed. G. Aujac, Paris 1975 (mit Übers.) – Heron von Alexandrien: ed. W. Schmidt et al., 5 Bde., Leipzig 1899-1912 (mit Übers.) – Hypsikles: Die Aufgangszeiten der Gestirne ed. V. De Falco & M. Krause, in Abhandlungen d. Akademie d. Wissenschaften Göttingen, philos.-hist. Kl., 3. F., Nr. 62, Göttingen 1966 – Jamblichos: De communi mathematica scientia ed. N. Festa, Leipzig 1891 – Kleomedes: Caelestia ed. R. B. Todd, Leipzig 1990 – Marinos: siehe Euklid – Nikomachos von Gerasa: ed. R. Hoche, Leipzig 1866 – Pappos von Alexandria: Synagoge ed. F. Hultsch, 3 Bde., Berlin 1876-1878 (mit lat. Übers.); A. Jones, Pappus of Alexandria. Book 7 of the Collection, 2 Bde., Berlin 1986 (mit engl. Übers.); P. Ver Eecke, Pappus d'Alexandrie. La Collection Mathématique, 2 Bde. (mit franz. Übers.) und Kommentar), Paris 1933; Pappus, Fragment eines Kommentars zum

10. Buch der Elemente Euklids ed. G. Junge & W. Thomson, The Commentary of Pappus on Book X of Euclid's Elements, Cambridge, Mass. 1930 – Ptolemaios: ed. J. L. Heiberg et al., 4 Bde., Leipzig 1903-1952; Almagest übers. G. J. Toomer, Berlin 1984 – Proklos: Kommentar zum ersten Buch der Elemente Euklids ed. G. Friedlein, Leipzig 1873; übers. G. R. Morrow, Princeton 1970 – Theodosios: Sphaerika ed. J. L. Heiberg, in Abhandlungen d. Akademie d. Wissenschaften Göttingen, philos.-hist. Kl., N. F., Nr. 19.3, Göttingen 1927 – Theon von Alexandria: Expositio rerum mathematicarum ad legendum Platonem utilium ed. E. Hiller, Leipzig 1878.

Viele wichtige Passagen und Fragmente finden sich mit englischer Übersetzung und Anmerkungen versehen bei I. Thomas, Selections Illustrating the History of Greek Mathematics, 2 Bde., Cambridge, MA 1971. – Die Fragmente der älteren Mathematiker sind gesammelt bei H. Diels & W. Kranz, Die Fragmente der Vorsokratiker. Griechisch und Deutsch, 3 Bde., 6. Aufl., Berlin 1951-1952.

V. Charakter und Kontext der voralexandrinischen Mathematik in Griechenland

Die ältere griechische Mathematik, d. h. die mathematischen Traditionen vor Euklid und Archimedes (beide gehören ins 3. Jh. v.Chr.), wirft aus der Sicht des heutigen Historikers vor allem zwei Fragen auf: Wie ist ihr theoretischer Charakter zu erklären und welchen Status hatten praktische und theoretische Mathematik in dieser Gesellschaft?

Durch die vorherrschend platonische Perspektive sind sowohl bei Hoppe, der für Ägypten und Babylon viel Praktisches diskutiert, wie in unseren Quellen die mathematischen Praktiker in Griechenland vollkommen unterrepräsentiert. Wie in Ägypten und Mesopotamien hat es aber auch im klassischen Griechenland Experten gegeben, die sich nicht etwa mit der Quadratur des Kreises oder dem Parallelenpostulat, sondern z. B. mit Zinsrechnung oder Vermessung befassten. Diese Experten haben offenbar selbst nicht geschrieben und werden von unseren sozial elitären Quellen auch nur ausnahmsweise erwähnt (gelegentlich bei Aristophanes oder Platon). Vage sind zwei Traditionen noch erkennbar: die sogenannten Psephoi-Arithmetiker und die Geometer. Psephoi sind Rechensteine, d.h. keramische Körper, die Zahlen symbolisieren und die auf einem Rechenbrett oder -tisch bewegt werden. Zahlreiche solche Rechenbretter sind in Griechenland gefunden worden. Diese Spezialisten konnten arithmetische Operationen von großer Komplexität vornehmen; vermutlich konnte man sie anstellen, wie auch andere ‚Techniker', z. B. Ärzte, Schmiede und Schreibkundige. Sehr wahrscheinlich sind diese Psephoi-Arithmetiker gildenartig organisiert gewesen; vielleicht darf man sie sich wie wandernde Handwerker vorstellen. Wer aber seinen Lebensunterhalt mit dem Rechenbrett verdient, der gewinnt nebenher auch Einsichten, die den rein praktischen Bereich verlassen, z. B. über Primzahlen und andere Klassen von Zahlen. Diesen Teil des Wissens der Psephoi-Arithmetiker findet man in der neupythagoreischen Tradition, etwa bei Nikomachos, Theon und Jamblichos. Die Geometer, für die auch der Begriff ‚Seilspanner' überliefert ist, befassten sich mit der Feststellung von Flächen- und Rauminhalten, aber vermutlich auch mit komplexen Aufgaben wie Tunnelkonstruktionen (z. B. im Falle des Tunnels des Eupalinos auf Samos, 6. Jh. v.Chr.). Ihre Verfahren kennt man partiell aus Papyrusfunden, teils auch aus einzelnen Schriften des Ingenieurs Heron von Alexandria. Auch hier ist klar, dass praktische Geometer Einsichten in theoretische Gesetzmäßigkeiten gewinnen. Für beide Gruppen ist hervorzuheben, dass sich ihr Wissen und ihre Verfahren im Nahen Osten schon lange vor und noch lange nach ihrem Auftauchen in Griechenland belegen lassen. Diese Praktikertraditionen werden ursprünglich aus Kulturkontakten mit den entsprechenden Experten in Ägypten und dem Nahen Osten hervorgegangen sein, wahrscheinlich bereits in archaischer Zeit, vielleicht parallel zur Akkulturation des Schriftsystems.

Die griechische theoretische Mathematik muss wohl vor diesem Hintergrund gesehen werden. Das beweist z. B. die euklidische Terminologie, in der ein handwerklicher Hintergrund noch vielfach präsent ist (z. B. ‚spannt' man eine Gerade wie ein Seil). Mathematik ist ein gutes Beispiel für die Veränderung von Wissen durch Akkulturation: Das, was wir als ‚die' griechische Mathematik des 5. und 4. Jh. v.Chr. kennen, ist ein sozial elitärer Diskurs, der großen Wert darauf legt, keine Berührung mit praktischen Zwecken zu zeigen. Alle Mathematiker der voralexandrinischen Zeit entstammen, soweit man das sagen kann, den Führungsschichten ihrer jeweiligen Poleis, darin den Philosophen ganz ähnlich (Sokrates ist eine Ausnahme, Heraklit, Archytas und Platon die Regel). Ihre mathematische Tätigkeit ist gerade nicht professionell, sondern hat den Charakter eines Statusspiels, auch darin der Philosophie vergleichbar. Das Streben nach Abstraktheit beider Traditionen läßt sich als Abgrenzungswille deuten, der dann vor allem in der platonischen Tradition beherrschend wird. Dazu passt, dass im Gegensatz zu den praktischen Mathematikern die theoretischen der voralexandrinischen Zeit nicht in einer institutionellen Struktur organisiert sind. Es handelt sich um eine kleine Zahl von Individualisten, die untereinander polis-übergreifende freundschaftliche Kontakte pflegen, wozu mathematische Diskussion und der gelegentliche Austausch von Theoremen und Beweisen gehören. Eine solche Sicht der griechischen theoretischen Mathematik ist relativ neu; für Hoppe (aber auch viele seiner Nachfolger bis heute) ist die Überschätzung der Bedeutung der Mathematik im „Kulturleben" (S. 150) Griechenlands charakteristisch. In Wahrheit war theoretische Mathematik ein marginaler Diskurs. Praktische Mathematik dagegen muss ubiquitär gewesen sein, wurde aber von den Autoren unserer Quellentexte, gerade auch der nichtmathematischen, vermutlich als ‚banausisch' verachtet (siehe Aristoteles, Pol. III 5, 1278 a 7). Ähnliches gilt für die Astronomie, deren praktischen, für die Zeitrechnung zuständigen Zweig man vor allem aus Inschriften relativ gut kennt. Auch hier muss man sich Theoretiker wie etwa Eudoxos als marginal, elitär und dementsprechend als alltagsfern vorstellen (wie die Karikatur des Astronomen Meton in den *Vögeln* des Aristophanes zeigt).

Zur sozialen Stellung der Mathematik in der voralexandrinischen Zeit: M. Asper, „The Two Cultures of Mathematics in Ancient Greece", in E. Robson & J. Stedall, The Oxford Handbook of the History of Mathematics, Oxford 2009, S. 107-132 – R. Netz, „Greek Mathematicians: a Group Picture", in C. J. Tuplin & T. E. Rihll (Hg.), Science and Mathematics in Ancient Greek Culture, Oxford 2002, S. 196-229 – R. Netz, „Counter-Culture: Towards a History of Greek Numeracy", in History of Science 40 (2002), S. 321-352 – D. Fowler, The Mathematics of Plato's Academy. A New Reconstruction, 2. Aufl. Oxford 1999 – S. Gandz, „Die Harpedonapten oder Seilspanner und Seilknüpfer", in Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik B 1 (1929-1931), S. 255-277 – J. Høyrup, „Sub-scientific Mathematics: Observations on a Pre-Modern Phenomenon“, in History of Science 27 (1989), S. 63-87.

VI. Griechische Mathematik und ‚Philosophie‘

Ein weiterer Mythos, den Mathematikhistoriker in jüngerer Zeit korrigiert haben, handelt vom Einfluss der Philosophie auf die theoretische Mathematik. ‚Philosophie‘ ist ein Feld, das erst Aristoteles rückblickend konstruiert; für die Vorsokratiker darf man davon ausgehen, dass Mathematisches entweder als Abstraktion praktischer Probleme (z. B. ‚Wie hoch sind die Pyramiden?‘) oder im Rahmen astronomischer Problemlösung einen Platz hatte und in beiden Aspekten nicht abzugrenzen war von anderen theoretischen Argumentationszusammenhängen. Wie oben bemerkt, neigt man heute meist dazu, die mathematischen Kenntnisse der frühen Pythagoreer eher in einem religiösen Kontext zu sehen. Die früheste wirklich mathematische Gemeinschaft, von der man sicher weiß, bildet sich in Athen im letzten Drittel des 5. Jh. v.Chr. Oinopides und vor allem Hippokrates, beide aus Chios gekommen, sind die größten Namen dieser Gruppe. Die Sophisten, die in dieser Zeit am gleichen Ort mit allen Formen etablierten Wissens konkurrierten, versuchten sich auch an spektakulären Lösungen mathematischer Prestige-Probleme, v. a. der Quadratur des Kreises (bezeugt für Hippias und Antiphon) oder an der Fundamentalkritik theoretischer Geometrie (bezeugt für Protagoras). Die agoraphoben Mathematiker blieben unbeeindruckt, produzierten die ersten mathematischen Schriften des späteren euklidischen Typs und verbaten sich ansonsten jede Einmischung von außen (Eudemos Fr. 34 Wehrli berichtet, dass die Mathematiker Grundlagendiskussionen nicht als ihre Aufgabe betrachten, sondern als die der Philosophen; siehe auch den Mathematiker Amphinomos bei Proklos, In Eucl. 202.9-12 und Theodoros in Platons *Theaitet*, 165 A 1 f.).

Der epistemische Charakter mathematischer Theoriebildung hatte einen überraschenden Effekt: Für Platon wird das spezielle Wissen der theoretischen Mathematiker zum Vorbild für sicheres, zeitloses, abstraktes Wissen schlechthin. Daher erklärt sich der hohe Stellenwert, den mathematisches Wissen in seinen Dialogen überhaupt, aber auch in den fiktiven Ausbildungsprogrammen im *Staat* und den *Gesetzen* genießt. Aristoteles räumt in seinen Theorien zur wissenschaftlichen Methode der bereits existierenden axiomatisch-deduktiven Methode der Mathematiker paradigmatischen Status ein. Seine Überlegungen zum Beweis verallgemeinern mathematische Beweisstrukturen. In beiden Fällen lernt die Philosophie von der Mathematik, nicht umgekehrt (Hoppes

Ausführungen zu Platon, z. B. S. 150 oder S. 163f., sind in diesem Punkt revisionsbedürftig, ebenso wie seine gesamte Einschätzung des Aristoteles). Im Gefolge Platons nimmt die Selbstdarstellung der Philosophie selbst Züge der theoretischen Mathematik an. Für die europäische Mathematik hatte die Intervention Platons erhebliche Folgen: Mathematik wurde in der platonischen Tradition zu einem paradigmatischen Wissen und verliert in der Folge, d. h. vor allem in Alexandria, den ursprünglichen Charakter des Statusspiels (siehe V.) zugunsten einer institutionell eingebundenen Grundlagenwissenschaft für Philosophen und Techniker.

Zum Verhältnis von Philosophie und Mathematik: M. Asper, „Mathematik, Milieu, Text. Die frühgriechische(n) Mathematik(en) und ihr Umfeld", in Sudhoffs Archiv 87.1 (2003), S. 1-31 – W. Burkert, „Praxis und Seinsstruktur. Praxis und Platonismus in der griechischen Mathematik", in Abhandlungen der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft 34 (1982), S. 125-141 – M. Burnyeat, „Platonismus and Mathematics", in A. Graeser (Hg.), Mathematics and Metaphysics in Aristotle [...], Bern 1987, S. 213-240 – L. B. Carter, The Quiet Athenian, Oxford 1986 – J. Cleary, Aristotle and Mathematics: Aporetic Method in Cosmology and Metaphysics, Leiden 1995 – W. Detel, „Geometrische Abstraktion: Der Status der Mathematik", in ders., Aristoteles. Analytica Posteriora, Berlin 1993, Bd. 1, S. 89-232 – L. Zhmud, „Plato as an Architect of Science", in Phronesis 43 (1998), S. 211-244.

VII. Übersetzung der griechischen Mathematik

Für Hoppe, der wie in I. dargestellt, Mathematik als ein zeitloses Wissen betrachtet, ist die Übersetzbarkeit der griechischen Mathematik fraglos garantiert. Mathematische Probleme z.B. des Archytas oder Platons werden von ihm ohne weiteres in Formeln und Gleichungen umgesetzt (z. B. S. 137 f., 146). Für den modernen Betrachter ist das sehr hilfreich. Hoppe fehlt nur wahrscheinlich das Bewusstsein dafür, dass der überlieferte griechische Text von ihm in Formeln *übersetzt* wird, die ein ganz anderes mathematisches Bewusstsein und eine ganz andere intellektuelle Infrastruktur voraussetzen. Platon, Euklid oder Apollonios dachten weder in Formeln noch in Gleichungen. Wie bei jeder Übersetzung handelt es sich um eine Transformation, die Bedeutung zwischen Ursprungskontext und Zielkontext entwickelt und nie beiden gleichzeitig vollkommen gerecht werden kann. Die Umsetzung griechischer Mathematik in moderne Darstellungsformen sagt mehr über uns aus als über die antiken Mathematiker.

Zur Übersetzungskontroverse in der Mathematik: A. Imhausen, „From the Cave into Reality", in A. Imhausen & T. Pommerening (Hg.), Writings of Early Scholars in the Ancient Near East, Egypt, Rome, and Greece. Translating Ancient Scientific Texts, Berlin 2010, S. 333-347 – S. Un-

guru, „On the Need to Rewrite the History of Greek Mathematics", in Archive for the History of Exact Sciences 15 (1975), 67-114 – B. van der Waerden, „Defence of a ‚Shocking' Point of View", in Archive for the History of Exact Sciences 15 (1976), 199-210.

Anhang: Übersetzung griechischer Passagen (Hoppe S. 1-206)

Hoppes Griechisch war exzellent. Da das heute nicht mehr für alle an der antiken Mathematik Interessierten selbstverständlich gilt, übersetze ich im Folgenden die griechischen Passagen in Hoppes Text, die er nicht selbst übersetzt oder paraphrasiert hat. Ein nützliches Hilfsmittel für die griechische Fachsprache der Mathematik ist Ch. Mugler, Dictionnaire historique de la *terminologie* géométrique des Grecs, Paris 1958-59.

S. 9 unten (Proklos über Thales in Ägypten): ‚Vieles fand er selbst und von vielem deutete er die Grundideen den nach ihm Kommenden an, indem er sich dem einen in allgemeinerer Weise widmete, dem anderen in einer, die leichter zu verstehen war.' – S. 11 unten (Strabo über die ‚Chaldäer'): ‚Einige maßen sich auch an, Geburtshoroskope zu erstellen, die aber die anderen nicht anerkennen.' – S. 33 unten (οὐδέν): ‚nichts' – S. 55 unten (die Schrift des Nikolaos): ‚Beschreibung des Fingermaßes' – S. 69 oben (Proklos über Thales): ‚Es ist möglich, dass wir in diesem einen, entgegen der Annahme, zwei Dreiecke betrachten.' ‚[…] nicht ‚gleiche', sondern ‚ähnliche'[…]' – S. 70 unten (ἄπειρον): ‚unbegrenzt, undefiniert, unendlich' – S. 71 oben (ὑποτύπωσιν): ‚einen Abriss' – S. 80 oben (aus Platons Timaios): ‚Wenn nun der Körper des Alls eine Fläche, die keine Tiefe hat, hätte werden sollen, dann würde eine mittlere Proportionale genügen, die Dinge mit ihr und sich selbst zusammenzubinden; nun aber kam es ihm zu, räumlich zu sein, alles Räumliche aber halten nie nur eine, sondern immer zwei mittlere Proportionale zusammen.' – S. 82 oben und Anm. 1: Zellers Konjektur macht aus ‚der Pflanzen' ‚solcher', d. h. Dreiecke und Vierecke. Anm. 1: ἄγοντες εἰς übersetzt Hoppe mit ‚anwenden auf'. – S. 85 Anm. 3: Der Satz ist von Hoppe akkurat übersetzt („Er sagt: …"). – S. 87 Mitte; Symbol für ‚die Kugel des Alls'. Zu Stobaios: der Artikel ὁ passt nicht zu τᾶς σφαίρας ὁλκάς (‚der Kugel Kahn'). – S. 89 Mitte: Hoppe übersetzt den Satz treffend, nur dass, was er pro domo als ‚Quellenforscher' übersetzt, ‚Erzähler von alten Geschichten' lauten sollte. – S. 96 unten: […] dann fährt er fort: ‚die anderen (meinen), dass die Welt stehe'. – S. 100 Mitte: Aristoteles sagt: ‚Hippasos von Metapont und Heraklit von Ephesos behaupten, das Feuer sei das Urelement.' – S. 106 oben: sofern sie das ‚der erste' betrifft – S. 107 oben: unter dem Titel ‚Elemente' – S. 108 oben: eine Notiz des Aristoteles: ‚wie es z. B. Sache des Mathematikers ist, den Versuch, durch Kreissegmente den Kreis zu quadrieren, zu widerlegen'. Mitte: des Hippokrates ‚nicht einmal, wenn etwas ein Pseudobeweis ist über etwas Wahres, wie (der Beweis) des Hippokrates' – S. 109 oben: ‚Möndchen' – S. 114 Mitte:

Er spricht von der ‚Ableitung' – S. 121 Mitte: die Angabe des Proklos: ‚Andere haben, gestützt auf die Quadratrices des Hippias und des Nikomedes, dasselbe gemacht, wobei auch sie gemischte Kurven benutzt haben als Quadratrices.' μικταὶ γραμμαί ‚gemischte Kurven'. γραμμικοὶ τόποι ‚linienförmige Örter' – S. 123 Mitte: Trieteris (‚jedes zweite Jahr') – S. 126 oben: σφαῖρος (‚Kugel'). Anm. 1: von dem Werk ‚Über die Natur' – S. 28 oben: zwei Schriften des Leukipp: ‚Die große Ordnung' und ‚Über den Geist'. ... aus innerer Notwendigkeit ‚aus Vernunft und infolge der Notwendigkeit'. Anm. 2: Diogenes ‚wie er selbst sagt' – S. 130 unten: Geometrie (‚Über Geometrie') – S. 131 oben: aus der Schrift ‚Ausbreitungen' (= ‚Abwicklungen'?). unten: den Titel ‚Über den Unterschied des Gnomon oder über das Aufhören von Kreis und Kugel'. Diels' Konjektur: statt ‚Gnomon' ‚Meinung' – S. 132 Mitte: über den Inhalt des ‚Unterschieds'. (‚Über irrationale Linien (= Größen)') – S. 141 oben: (‚und durch Geometrie fand er als erster den Würfel, wie Platon im Staat sagt') – S. 143 oben: Primzahlen (‚unzusammengesetzte' (Zahlen)) – S. 144 oben/Mitte: (‚Freundschaft pflegen'). ... in Euklids ‚Elementen' ... Platon sagt: ‚Zwei mittlere Proportionale fügen jeweils Körper zusammen' – S. 148 oben: Da das ‚Finden' ... Mitte: (‚zu einem Anfang, über den Übereinstimmung herrscht') – S. 151 Mitte: durch ihre ‚Homogenität' – S. 154 oben: für ‚das, was hinsichtlich seiner Substanz ewig ist,' Planeten sind nur ‚zur Bestimmung und Kontrolle der Zahlen der Zeit' – S. 157 Mitte: ‚Was aber die anderen (Planeten) betrifft, so würde, wenn jemand alle Gründe durchdiskutieren wollte, wohin genau und aus welchen

Gründen er (der Demiurg) sie dort hingesetzt hat, diese Diskussion, die ja nebensächlich wäre, mehr Aufwand machen als die, wegen der sie geführt wird.' … zwei Bewegungen: ,die eine in demselben gemäß demselben' … Fixsterne ,gemäß demselben in demselben sich drehend' … bleiben: ,ewig bleiben' – unten und folgende Seite: Aristoteles ,einige sagen auch, dass diese auf dem Kreismittelpunkt liegend sich drehe und sich bewege um die Achse, die durch die ganze (Kugel) gespannt ist, gerade wie es im Timaios geschrieben steht.' – S. 158 oben: Das ,sich bewegen' … Boeckh das ,gerade wie' nur auf das ,sich drehe' – S. 162 Mitte: der Gegensatz des (der) ,Grenze' und des ,Unbegrenzten / Unendlichen' – S. 163 Mitte: zwischen dem (der) ,Weltvernunft' und der ,Meinung' … unten: (,aufmunterndes') – S. 167 Mitte: ἐπινομίς (traditioneller Titel des letzten Buchs der platonischen Gesetze) – S. 169 oben: hier ,Determinationen' (in Hoppes Terminologie) und nicht ,die Determination' … seinen ,Elementen' (Standardbuchtitel mathematischer Bücher vom Typ der euklidischen Elemente) – S. 173 unten: der als ,Torus' bezeichnet wurde … κρίκος (anderer Begriff für ,Torus') – S. 174 Mitte: (,gebogen') … er nennt Eudoxos den ,gottähnlichen' – S. 175: Schrift ,Über Geschwindigkeiten' – S. 178 unten: ,gleichend der Fußfessel eines Pferdes' (hippou pedē). Anm. 2: statt ,spiralförmig' ,torusförmig' – S. 182 unten: das ,Acht-Jahr-Zyklus' betitelte – S. 183 oben: Suidas (d. h. die Suda) sagt: ,Kriton aus Naxos schrieb einen ,Acht-Jahr-Zyklus', von denen manche sagen, er sei von Eudoxos.' – S. 186 unten: ,Dreiheiten des Menaichmos' … und ,die des ovalen (Schildes)' – S. 190 unten: Würfelverdoppelung ,auf

Werkzeuge und mechanische Apparaturen‘ zurückführten – S. 192 Mitte: die ‚Elemente‘ … Einzelprobleme (‚Definitionsfragen‘). Hier ist die Argumentation Hoppes fragwürdig. Üblicherweise hält man Theudios für den ersten, der über mathematische Definitionen nachdachte. – S. 195 Mitte: um ‚Grenzen‘ – S. 197 Mitte: Hoppes Übersetzung (in Klammern) ist akkurat. – S. 199 Mitte: μάθεσις (mathesis ‚Wissen‘) ... μαθήματα (mathemata ‚Wissensgegenstände‘) – S. 200 oben: φύσις (physis ‚Natur‘) – S. 201 Mitte: das ‚Potentielle‘ und das ‚Aktuelle‘ – S. 202 Mitte: Schrift ‚Über Arithmetik‘ – S. 204 oben: in seinem Werke ‚Über den Okeanos‘. Unten: die drei Bücher ‚Geschichte der Geometrie, Geschichte der Arithmetik, Astronomiegeschichte‘.

* * *

Die Bemerkungen zum zweiten Teil (Hoppe S. 206-437) werden behandeln: VIII. Charakter und Kontext der alexandrinischen Mathematik. IX. Griechenland und Rom. X. Spätantike Mathematik: Kanonisierung und Kommentar