Originalveröffentlichung in: J.P. Schwindt, ed. Edmund Hoppe. Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum. Bd. 2, Heidelberg 2012, S. 5-27

Markus Asper (Berlin)

Hoppe 101. Zehn Bemerkungen zu *Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum* (zweiter Teil, VIII-X)

Die voralexandrinische theoretische Mathematik hatte ich als Beschäftigung sozialer Eliten, als marginal und als nicht institutionalisiert skizziert. Entsprechend müssen ihre Traditionen instabil und gefährdet gewesen sein. Das gilt auch noch für ihre athenische Ausprägung im 4. Jh. v.Chr., selbst für das Umfeld Platons und Aristoteles', für das die Mathematiker vor allem als epistemologische Impulsgeber wichtig sind. Die großen griechischen Mathematiker allerdings, die weit über den Kreis der Altertumswissenschaftler und Mathematikhistoriker bekannt sind, allen voran Euklid und Archimedes, doch auch Aristarch und Apollonios von Perge, gehören bereits in das 3. Jh. v.Chr. Sie waren entweder in Alexandria tätig oder kommunizierten mit Alexandrinern, wie Archimedes in Syrakus. In Alexandria, dieser jungen Großstadt im Nildelta, hat es anscheinend zum ersten Mal eine Art Zentrum theoretischer Mathematik gegeben, das über lange Zeiträume hin, d. h. bis weit in die Kaiserzeit, in der Lage war, Wissen zu organisieren und es weiterzugeben. Unser Wissen über die theoretische Mathematik in Griechenland basiert großenteils auf diesem Zentrum, das bis in die Spätantike, bis Pappos und Theon, bestand. Man weiß allerdings nicht genau, in welcher Form.

Originalveröffentlichung in: Jürgen Paul Schwindt (Hrsg.), Edmund Hoppe. Mathematik und Astronomie im klassischen Altertum, Bd. 2, Heidelberg 2012, S. 5-27

VIII. Charakter und Kontext der ‚alexandrinischen' Mathematik

Was wissen wir über diese ‚alexandrinische' Mathematik des 3. und 2. Jh. und ihre Akteure? Hoppe hat aus heutiger Sicht vollkommen Recht, wenn er die alexandrinische Mathematik mit den Ptolemäern in Verbindung bringt (S. 206-210). Folge der Objektivitätsrhetorik der griechischen theoretischen Mathematik ist es, diesen Kontext auszublenden. (Hoppes Hypothese, das ägyptisch-babylonische oder sogar das indische mathematische Wissen sei in das neue Zentrum eingeflossen, wird heute allerdings nicht mehr geteilt.) Alexandria ‚bei den Ägyptern' war ca. 330 von Alexander dem Großen im Nildelta gegründet worden, doch erst einer seiner Generäle, Ptolemaios I., und dessen Sohn, Ptolemaios II., die künftigen Könige und Pharaonen in Ägypten, machten die Stadt ab etwa 305 zur reichsten und mächtigsten Metropole am Mittelmeer. Die neu etablierten Diadochenherrscher versuchten überall, ihre Macht nicht nur zu sichern und zu festigen, sondern entwickelten auch neue Repräsentationstechniken mit dem Ziel, sowohl mit den alten Zentren des Griechischen wie Athen als auch mit ihren Diadochenkollegen zu konkurrieren. Eine dieser Repräsentationstechniken war die Gründung von Wissenszentren in enger Kooperation, eigentlich sogar als Teil, ihrer jeweiligen

Höfe. Ähnlich wie die Mathematik, hat auch das alexandrinische Wissenszentrum begrifflich Karriere gemacht: Es wurde ‚Mouseion' genannt, wörtlich ‚Musenheiligtum', weil es um einen Musenkult organisiert war, und um seine Bibliothek ranken sich bis heute die Mythen. Doch hatte es mit einem Museum im heutigen Sinne nichts zu tun: Die Ptolemäer finanzierten in dieser Institution über Generationen Gruppen von Experten verschiedenster Wissensbereiche, die sich sowohl der Erweiterung des Wissens als auch der Sammlung und Sichtung des griechischen Wissens der Vergangenheit widmeten. Modernen Betrachtern wie Hoppe oder Pfeiffer lag der Vergleich mit den preußischen Universitäten nahe. Unbestreitbar ist jedoch, dass es sich bei diesen Institutionen und Aktivitäten um einen Teil des königlichen Hofes handelte und dass die Wissenschaften, die in diesem Umfeld ihre disziplinären Strukturen entwickelten, entsprechend als Teil höfischer Repräsentation gesehen werden sollten. Theoretische Mathematik hat offenbar einen institutionellen Ort am alexandrinischen Museion gehabt, wenn auch viele Details unklar bleiben. Pappos, der im 4. Jh. n.Chr. das mathematische Wissen der Vergangenheit sammelte, berichtet, dass beginnend mit Euklid eine mathematische Lehrtradition in Alexandria begründet worden sei, die sich über mehrere Generationen gehalten habe (*Coll.* VII 35, S. 678.35-39 Hultsch). Leider weiß man über den ersten großen Namen dieser Tradition, Euklid, am wenigsten (selbst die Chronologie ist unsicher). Die traditionelle Ansicht stellt Euklid als Platoniker dar, der sein mathematisches Wissen in Athen erworben habe (Proklos, *In Eucl.* 68.20 ff. Friedlein) und dann zum Ausgangspunkt der alexandrinischen Tradition geworden sei. Eratosthenes dagegen, der ebenfalls als Mathematiker unter platonischen Vorzeichen auftrat und dem Archimedes seine Methodenschrift widmete, bekleidete als Prinzenerzieher und Leiter des Mouseions ein Amt am Hof. Weitere Mathematiker wie Konon, Aristarch von Samos, Autolykos von Pitane und Dositheos verbanden Astronomie und Mathematik. Konon ist uns aus anderem Kontext als Hofastronom Ptolemaios III. bekannt, gleichzeitig wird er von Archimedes als Korrespondent erwähnt. Apollonios von Perge, der jünger war und bis ins 2. Jh. v.Chr. gelebt hat, sagt in den Vorworten zu seinen Büchern über Kegelschnitte selbst, dass er in Alexandria gelehrt habe (*Con.* I, *praef.*). Solche Daten lassen sich vermehren: Es ergibt sich das Bild eines Kreises von Mathematikern, oft gleichzeitig Astronomen, die sich an einem hellenistischen Fürstenhof treffen und unter der Protektion des jeweiligen Fürsten arbeiten. Alle diese Personen stehen miteinander mindestens brieflich in Kontakt; sie rechneten außerdem mit einem Lesepublikum (z. B. Archim., *Spir. Lin.* II 2.9 f. Heiberg). Außer in Alexandria muss es solche Zentren auch noch in Pergamon und vielleicht Ephesos gegeben haben (zu Syrakus siehe gleich). Ob die Mathematik tatsächlich am Mouseion angesiedelt war wie vor allem die Philologie, ist nicht ganz sicher (ein ähnliches Problem wird für die alexandrinische Medizin diskutiert); die Textualität der theoretischen Mathematik lässt aber vermuten, dass die Mathematiker Zugang zu Bibliotheken (oder eine eigene Textsammlung) gehabt haben müssen. Mathematik als Teil höfischer Repräsentation zu betrachten, bedeutet übrigens nicht, irgendeinen inhaltlichen oder formalen Zwang auf diese Mathematiker zu behaupten: Sie waren genial und am Hof in Alexandria, sie fanden unsterbliche Wahrheiten, und ihr Ruhm strahlte ab auf die Dynastie, die ihnen für ihre Arbeit den Rahmen stellte. Die Höfe der Diadochen standen miteinander im Wettbewerb um Reputation, die viele Facetten hatte.

Für den großen Archimedes gilt Ähnliches: Er stand wahrscheinlich schon von seinem Vater, dem Astronomen Pheidias, her in engstem Kontakt zum Hof Hierons II. von Syrakus. Vermutlich bekleidete er auch Hofämter. Ob Archimedes jemals in Alexandria war, ist unsicher; er steht jedenfalls in engstem Briefkontakt zu den Alexandrinern Konon, Eratosthenes und vor allem Dositheos. Die Kombination von theoretisch-mathematischem Wissen und brillianter Ingenieurskunst, von der die Archimedes-Legende lebt, verweist auf die Nähe der Mathematik zur Mechanik in diesen Machtzentren, vor allem im Zusammenhang mit Kriegsmaschinen. Wir wissen, dass die Ptolemäer eine Institution für solches Wissen in Alexandria etabliert haben, die enge Beziehungen zu den Mathematikern gepflegt haben muss. Diese Institution existiert noch zu Neros Zeiten; von den Schriften ihres größten Exponenten, Heron ‚des Mechanikers', sind viele erhalten.

Man sollte jedoch nicht übersehen, dass es auch im Hellenismus noch viele vollkommen ungebundene und unaufhörlich umher reisende Mathematiker gibt (vielleicht darf man sie sich wie Paul Erdös vorstellen, nur dass sie statt Kaffee notgedrungen entweder Wein oder Wasser in Theoreme verwandelten). So wissen wir von einem Zenodoros, einem Mathematiker und Astronomen aus einer attischen Adelsfamilie, der im 2. Jh. v.Chr. nach Arkadien reist, um dort mit Diokles Probleme der Optik zu diskutieren, die kurz davor Pythion aus Thasos und der schon erwähnte Konon in Alexandria aufgeworfen hatten (Diokles, Über Brennspiegel § 3f., S. 34 Toomer). Ähnlich stellt Apollonios fest, ein durchreisender Mathematiker namens Naukrates habe ihn dazu angeregt, sich mit Kegelschnitten zu beschäftigen. Im Vergleich mit dem, was ich in den Abschnitten V. und VI. ausgeführt habe, sieht man gut, wie die räumliche Expansion der Diadochenreiche das soziale Milieu der Mathematiker zwar nicht grundsätzlich ändert, sie aber zu umfangreicher Korrespondenztätigkeit, ausgedehnten Reisen und Zentrumsbildung führt. Die meisten erhaltenen Werke des Archimedes sind als Briefe an Dositheos verschickt worden: Man sieht, wie die Zwänge einer solchen Kommunikation die Stärken ihrer Schriftform provozieren: Hoppe hat ganz Recht, wenn er das „Altertum“ durch einen Mangel an Kommunikationsmöglichkeiten geprägt sieht (S. 239); aber die Form des archimedischen Traktats überwindet diese Schwierigkeit und bildet eben dadurch ein perfektes Medium für die rein schriftliche Überlieferung mathematischer Inhalte aus. Die ‚alexandrinische‘ Mathematik ist mehr ein Stil als ein lokal bedingtes Merkmal; insofern ein Syrakusaner unser bester Zeuge für diesen Stil ist, sollte man sie nur in Anführungszeichen als ‚alexandrinisch‘ bezeichnen. Etwas Ähnliches gilt übrigens für die Dichtung der Zeit, die einige Parallelen zur Mathematik aufweist (beide sind auch im 20. Jh. ähnlich rezipiert worden: siehe dazu Hardy und Netz).

Zum Museion und der Wissenspolitik der Ptolemäer: M. Asper, „Gruppen und Dichter. Zu Programmatik und Adressat in den Aitien des Kallimachos“, in Antike & Abendland 47 (2001), S. 84-116 – A. Erskine, „Culture and Power in Ptolemaic Egypt: the Museum and Library of Alexandria“, in Greece & Rome 42 (1995), S. 38-48 – Zur Prosopographie der hellenistischen Mathematiker: 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. 196-216 – Zur alexandrinischen Mathematik im Zeitkontext: R. Netz, Ludic Proof. Greek Mathematics and the Alexandrian Aesthetic, Cambridge 2009 – Zu Archimedes: I. Schneider, Archimedes, Darmstadt 1979 – K. Geus, „Mathematik und Biografie. Anmerkungen zu einer Vita des Archimedes", in M. Erler & S. Schorn (Hg.), Die griechische Biographie in hellenistischer Zeit, Berlin 2007, S. 319-333. – Zur Mechanik in Alexandria: A. Schürmann, Griechische Mechanik und antike Gesellschaft, Stuttgart 1991 – Zur ästhetizistischen Rezeption der alexandrinischen Mathematik: G.H. Hardy, A Mathematician's Apology. Foreword by C.P. Snow, Cambridge 1967.

Im Vergleich zu Hoppes Darstellung haben sich in der Zwischenzeit Fortschritte auch in der Datierung einzelner Personen ergeben. So ist etwa Heron von Alexandria sicher um 62 n.Chr. zu datieren (vgl. Hoppe S. 335). Der aktuelle Forschungsstand zu allen Mathematikern und Astronomen findet sich in P.T. Keyser & G.L. Irby-Massie (Hg.), The Encyclopedia of Ancient Natural Scientists, London 2008.

IX. Griechenland und Rom

Einer der heute noch populärsten Momente der griechischen Mathematik ist der Tod des Archimedes, schon in der Antike Gegenstand lebhafter textueller und bildlicher Imagination: Bei der Eroberung und

Plünderung der sizilischen Stadt Syrakus im Jahr 212 v.Chr., die sich dank der wundersamen Verteidigungsmaschinen des Archimedes viel länger als erwartet gegen die übermächtige römische Armee hat halten können, wird Archimedes, der gerade über einem Beweis grübelt und den der Untergang seiner Stadt im Vergleich nicht interessiert, von einem ignoranten römischen Soldaten getötet, ausdrücklich gegen den Willen des römischen Generals Marcellus, der das Genie Archimedes gern näher kennengelernt hätte. Diese Geschichte berichten mehrere antike Quellen; vor allem die Versionen Plutarchs (*Vita Marcelli* 19.4-6) sind so lebhaft, dass sie im kulturellen Gedächtnis blieben. Die Geschichte handelt, neben vielen anderen Dingen, für den modernen Leser auch vom Verhältnis zwischen griechischer Wissenschaft und römischer Macht (zu den antiken Variationen der Geschichte und ihren Intentionen siehe Jaeger).

Hoppes Perspektive auf Rom könnte direkt von dieser Geschichte geprägt sein; jedenfalls lässt er an den Römern kein gutes Haar. Seine Präsentation der Geschichte der Mathematik in Griechenland basiert auf einer Deszendenzfigur: Nachdem die brutalen Römer die politische Macht übernommen haben, hat die kreative, theoretische Mathematik in Griechenland und anderswo keine Chance.

Daß ein solches Volk für die mathematischen Wissenschaften kein Verständnis hatte, darf nicht wunder nehmen, daß es aber auch bei den Griechen alle Fortschritte unmöglich machte, erscheint uns so lange unverständlich, als wir die Grausamkeit und den Terrorismus nicht beachten, mit welchem Rom die Welt beherrschte. (S. 363)

Auf die Eigentümlichkeiten eines solchen Geschichtsbildes und auf die Anwendung ethnischer Stereotypen durch Hoppe hatte ich in den Nachbemerkungen zum ersten Band schon hingewiesen (I.). In diesem Fall ist aufschlussreich, wie energisch Hoppe antike Darstellungsmuster übernimmt, und zwar im Dienste der Konstruktion einer kontinuierlichen Fortschrittsgeschichte der Mathematik. Den auffälligen Wandel der griechischen Mathematik im späteren Hellenismus kann er ganz einfach durch römische Brutalität erklären; vermutlich ist das der Grund, warum er überhaupt dieses negative Bild des römischen Imperiums zeichnet. Nun kann man sofort einwenden, dass die Brutalität eines Regimes und die Kreativität seiner Mathematiker nicht unbedingt umgekehrt korrelieren. Schließlich übten auch die Ptolemäer eine machtbewusste und streckenweise brutale Herrschaft aus (ich erinnere z. B. an die Hinrichtung des Dichters Sotades, der obszöne Verse auf Ptolemaios II. schrieb). Umgekehrt muss man feststellen, dass die griechischen Intellektuellen der Kaiserzeit derartige Narrative wie die vom Tod des Archimedes in Syrakus konstruieren und verbreiten, um eine eigene Identität unter der römischen Herrschaft zu bilden. Dem verklärenden Rückgriff auf die griechische Größe der Vergangenheit als einer primär intellektuell-ästhetischen liegt ganz wesentlich eine politische Intention zugrunde. Die Abkoppelung einer ‚geistigen' von einer ‚politischen' Geschichte dient gerade dem Selbstverständnis dieser kaiserzeitlichen Gelehrten. Dass Hoppe diese Perspektive so nahe liegt, dass er sie überzeugt übernehmen kann, hängt außerdem damit zusammen, dass die deutsche Altertumswissenschaft und vor allem der gymnasiale Unterricht seit den napoleonischen Kriegen eine ‚innere' Affinität zwischen Deutschen und Griechen behaupten, während die römische Kultur ihrerseits mit Frankreich assoziiert und demnach negativ bewertet wird. Obwohl diese Position intellektuell im Positivismus des späteren 19. Jh. überholt ist, wirkt sie ideologisch und institutionell doch bis heute nach.

Zur Rolle von Erzählungen wie dieser in der griechischen Mathematik: M. Asper, Erzählungen in der (griechischen) Mathematik. Ein Survey, Berlin 2011 – M. Jaeger, Archimedes and the Roman Imagination, Ann Arbor 2008 – Zur griechischen Sicht auf Rom: S. Swain, Hellenism and Empire. Language, Classicism and Power in the Greek World AD 50-250, Oxford 1996 – N. Wiater, The Ideology of Classicism. Language, History, and Identity in Dionysius of Halicarnassus, Berlin 2011. – Zur Behauptung deutscher Griechenland-Affinität: F. Saure, „"[…] meine Grille von der Ähnlichkeit der Griechen und der Deutschen". Nationalkulturelle Implikationen in Wilhelm von Humboldts Antikekonzept", in V. Rosenberger (Hg.), "Die Ideale der Alten". Antikerezeption um 1800, Stuttgart 2008, S. 113-123.

X. Spätantike Mathematik: Kanonisierung und Kommentar

Für Hoppe sind die Römer daran schuld, dass die alexandrinische Mathematik sich in einer seiner Ansicht nach unvorteilhaften Weise veränderte (er spricht u.a. von „Mumifizierung", S. 359, und oft von „Epigonentum"). Für ihn hat die griechische Mathematik eine klare Hochzeit im 3. Jh. v.Chr.; danach kommt etwas, das er als Deszendenz und Dekadenz versteht. Dies ist nicht allein Hoppes Perspektive, sondern war zu seiner Zeit und ist eigentlich bis heute die gängige. Deshalb stellen sich zwei Fragen: Ist die Diagnose berechtigt? Was sind die Gründe dieser Veränderung?

Nicht nur in der Mathematik, sondern auch in ganz anderen Feldern wie Philosophie, Medizin oder Philologie kommt es gegen Ende des Hellenismus und in der frühen Kaiserzeit zu einer verstärkten Beschäftigung mit den Autoren des 5. bis 3. Jh. Die Experten schreiben weniger eigene Monographien, sondern tendieren dazu, ihren Beitrag als Kommentar zum Text eines Klassikers zu formulieren. Je weiter die Zeit voranschreitet, desto auffälliger wird diese Entwicklung: Simplikios' Aristoteles-Kommentare, Galens Kommentare zu den hippokratischen Schriften oder Eutokios' Archimedes-Kommentare sind typische Beispiele dieser Tendenz. Daneben werden die Texte der Klassiker verkürzt, zusammengestellt, ihre Lehrmeinungen gesammelt: Pappos' *Collectio mathematica* oder Oreibasios' medizinische Textsammlung sorgen dafür, dass wir doxographische Informationen über viele der ansonsten spurlos verschwundenen Wissenschaftler haben. In dieser Form kondensiert, d. h. beschränkt auf wenige, als Klassiker geradezu verehrte Autoritäten, oft sehr umfangreiche Kommentare zu diesen und doxographische Sammlungen erreicht das griechische mathematische Wissen über die Araber und Byzanz die frühe Neuzeit. Mathematisches Wissen unterliegt einer zunehmend rigiden Kanonisierung, deren Phänomene in jüngster Zeit am besten Reviel Netz unter dem Stichwort „Deuteronomic culture“ beschrieben hat. D. h. die mathematische Schriftkommunikation sieht etwa zu Pappos' Zeiten fraglos anders aus als zu der Zeit Platons oder Konons. Dies ist in allen Wissenschaften mehr oder weniger gleichartig der Fall. Die Frage, ob es sich um eine qualitative Deszendenz handelt, ist schwierig zu beantworten: Einerseits erschwert das Medium des Kommentars die Wahrnehmung der individuellen Leistung seines Verfassers. Andererseits muss man sich fragen, ob so etwas wie mathematische Kreativität überhaupt objektiv, d. h. unabhängig von einem Beobachterstandpunkt, zu beschreiben ist (man führt eine ganz ähnliche Diskussion zum Status der traditionellen Frage, warum in der Antike nach dem Hellenismus kein technischer Fortschritt mehr stattgefunden habe, siehe Cuomo zur *blocage*).

Über die Gründe dieser Entwicklung kann man nur spekulieren (aus heutiger Sicht gehört die brutale Macht der Römer übrigens nicht dazu): Ein Faktor könnte die zunehmende Institutionalisierung des philosophischen Diskurses im Rahmen der platonistischen Philosophenschulen, vor allem in Athen und Alexandria, gewesen sein. Mathematiker wie Euklid waren hier in einen festen kurrikularen Rahmen eingespannt, der auf Platon fokussiert war. D. h. Mathematik ist bloße Propädeutik; etwa so, wie man heute Griechisch lernen muss, um Theologe zu werden. Der großartige Kommentar des Proklos zum ersten Buch der euklidischen Elemente gibt einen guten Eindruck von der Weltsicht des Kommentators. Bekanntlich kursierte in dieser Zeit die Vorstellung, über dem Eingang zur platonischen Akademie habe eine Art Warnhinweis geprangt, dessen Wortlaut war: Μηδεὶς ἀγεωμέτρητος εἰσίτω (‚Kein Eintritt ohne Mathematikkenntnisse') Für Archimedes oder Apollonios gilt diese These von der platonistischen Vereinnahmung allerdings nicht. Doch ist der Verlust eines großen

Teils der theoretischen Mathematik dadurch erklärlich, dass er sich nicht in die Stundenpläne der Platoniker einpassen ließ. Ein weiterer Faktor ist vielleicht, dass Patronage und Prestige eher mit spektakulären Maschinen, Militärtechnik oder architektonischen Meisterwerken zu gewinnen waren, wofür die mathematischen Grundlagen seit Archimedes vollständig vorlagen. Diese Gewichtung jedenfalls zeichnet sich im Werk des frühkaiserzeitlichen Technikers und Mathematikers Heron von Alexandria ab und hält sich durch bis hin zu Isidor von Milet, der für Justinian die Hagia Sophia baute, aber auch mathematische Traktate verfasste. Von Heron spricht Hoppe übrigens sehr freundlich (S. 339 ff.), obwohl er die Indienstnahme der Mathematik durch die Machthaber ganz deutlich zeigt. So gesehen müsste die Frage lauten, warum die soziale Elite sich in der Spätantike weniger mit Mathematik beschäftigte, als es im 5. bis 3. Jh. v.Chr. der Fall war. Ein dritter Grund ist möglicherweise in der zunehmenden Dominanz der Astrologie zu sehen, die astronomische Fragestellungen an den Rand drängte. Die soziale und intellektuelle Position der theoretischen Mathematik wird vollends prekär, als das Christentum ganz neue Vorstellungen von und Zielvorgaben für Intellektualität durchsetzt. Warum auch immer im Frühling 415 oder 416 in Alexandria ein christlicher Mob die Mathematikerin Hypatia, Tochter des Euklid-Herausgebers und -kommentatoren

Theon, lynchte und ihren Leichnam zerstückelte, die Mathematik hat ihr ebenso wenig geholfen wie Archimedes.

Zur mathematischen Literatur der Spätantike: S. Cuomo, Pappus of Alexandria and the Mathematics of Late Antiquity, Cambridge 2000 – R. Netz, „Deuteronomic Texts: Late Antiquity and the History of Mathematics", in Revue d'histoire des mathématiques 4 (1998), S. 261-288 – R. Netz, „A Programmatic Note: On Two Types of Intertextuality", in Revue d'histoire des mathématiques, 11 (2005), S. 143-155 – Zur Kultur des Kommentars in der Spätantike: J.T. Vallance, „Galen, Proclus, and the Non-submissive Commentary", in G. Most (Hg.), Commentaries/Kommentare, Göttingen 1999, S. 223-244 – Zur Geschichtsschreibung der Technologie siehe K. Greene, „Historiography and Theoretical Approaches", in J.P. Oleson (Hg.), The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World, Oxford 2008, S. 62-90 (siehe auch ders., „Inventors, Invention, and Attitudes toward Innovation", ebenda, S. 800-818) – Zu Hypatia: M. Dzielska, Hypatia of Alexandria, Cambridge, MA 1995.

Anhang: Übersetzung griechischer Passagen (Hoppe, S. 206-437)

Was Hoppe auf Griechisch gibt, habe ich im Folgenden in einfache Anführungszeichen gesetzt. Normalerweise setzt Hoppe selbst in runde Klammern, was er als Übersetzung kennzeichnen möchte. Diese sind immer akkurat, verlässlich und im Folgenden deshalb übergangen.

S. 215 Ein Punkt ist unteilbar (‚Ein Punkt ist, wovon es keinen Teil gibt'). – das Adjektiv ‚ohne Teil'. – S. 216 … folgen die ‚Postulate'. – S. 218 Alle Aufgaben haben den stereotypen Schluß: ‚Was gerade man konstruieren musste'. Bei den Beweisen heißt es ebenso regelmäßig: ‚beweisen', so dass alle Lehrsätze schließen mit der Formel: ‚Was gerade man beweisen musste'. – S. 221 … das Wort ‚Neigung'. – … hätte Euklid etwa ‚Grenze der Ebene'. – S. 223 … ausdrücklich ‚Fund des Eudoxos' genannt. – S. 226 … obwohl er Pyramide ganz allgemein definiert hatte: ‚Eine Pyramide ist ein von Ebenen umfasster Körper, der von einer Ebene ausgehend in einen Punkt zusammenläuft.' (Elem. XI, Def. 12). Wenn er dann ‚Pyramide' einfach für Tetraeder gebraucht, … Der Zusatz: ‚aus vier gleichseitigen Dreiecken' findet sich … – S. 228 Δεδομένα: meist als Data bezeichnet – S. 231 … Akustik (‚Aufteilung des Kanons') … als ‚Einführung in die Musiktheorie' – S. 232 … erhaltene Arbeit ‚Einführung in die Harmonik'. … astronomische Schrift ‚(astronomische) Phänomene' erhalten. … dem ‚Anaphorikos', d. h. einer Schrift über Gestirnsaufgänge, des Hypsikles … des Autolykos … ‚Über die Kugel in Bewegung' und ‚Über Aufgänge und Untergänge' … des Aristarch ‚Über die Größen' usw. … – S. 233 … Schrift ‚Trugschlüsse' … – S. 238

ἐλλείπειν, παραβάλλειν, ὑπερβάλλειν: Dies sind die griechischen Verben, die den Fachbegriffen Ellipse, Parabel und Hyperbel zugrunde liegen, d.h. den Kurven, die als Schnitt einer Ebene mit einem Kegel verstanden werden. – S. 243 … Lehrgedicht ‚Himmelsphänomene'. – S. 245 (Thesen Aristarchs) 1. ‚Dass der Mond sein Licht von der Sonne erhalte.' 2. Dass die Erde im Verhältnis eines Punkts und eines Zentrums zur Sonnenkugel stehe. 4. Wenn der Mond uns zweigeteilt erscheine, dann sei er von der Sonne um den 30. Quadrantenteil weniger als einen Quadranten entfernt.' – S. 260 (die Schriften des Archimedes) 1. ‚Über Kugel und Zylinder. 2. ‚Quadration des rechtwinkligen Kegels.' 3. ‚Kreismessung'. 4. ‚Über Spiralen'. 5. ‚Sandzähler'. 6 ‚Über Kegelähnliche und Kugelähnliche'. 7. ‚Über die Methode mechanischer Theoreme'. 8. ‚Gleichgewichte von Flächen'. 9. ‚Über schwimmende Körper'. 10. ‚Stomachion'. – S. 264 … das Buch ‚Über Spiralen'. – S. 265 … nach der ‚Methodenschrift'. Wenige Zeilen später: das ‚Rinderproblem' – S. 266 … zum ‚Sandrechner'. – S. 267 … „Zahlsystem" oder ‚Ausgangspunkte'. Später: … Zahlen von 1 bis ‚zehntausend Zehntausender' (= 108). Später: … bis zu den ‚zehntausend Zehntausender von zehntausendmal Zehntausender-Zahlen' (= 108 x 108). – S. 269 … das ‚Über Kegelähnliche und Kugelähnliche'. – S. 270 … Geraden: ‚die Geraden, die am engsten am Schnitt des stumpfwinkligen

Kegels (liegen)'. Unten: ... der ,Methode'. – S. 272 Anm. 1 Es heißt ἀπονείμαι ἄν τις (Archim., Meth. praef., II 430.6-9 Heiberg). ,... einen nicht geringen Teil (an der Entdeckung der betreffenden Sätze) sollte man dem Demokrit zuschreiben, der als erster das Theorem des genannten Diagramms formuliert hat, allerdings ohne es zu beweisen.' Seitenmitte: ,ohne Beweis'. – S. 273 παρὰ τὴν βάσιν wörtl. ,neben der Grundfläche her'. βαθμοειδεῖς ,stufenartige'. ... geschriebenen ,Über Kugel und Zylinder'. Letzte Zeile ,wird betrachtet, wird als theoretische Behauptung aufgestellt' (274 unten übersetzt Hoppe sehr gut als ,läßt sich einsehen'). – S. 274 1. Zeile ,wird bewiesen'. ... diese Schrift ,Methode'. Mitte der Seite: dann das Buch ,Über Waagen (?)'. – S. 276 unten: „in der metrika": Gemeint ist die Schrift Herons über Metrologie; es müsste „in den metrika" heißen. – S. 278 1. ,Mechanik'. 2. ,Quadratur der Parabel'. 3. ,Über Waagen'. 4. ,Gleichgewicht von Flächen'. 5. ,Über schwimmende Körper'. 6. ,Kreismessung'. 7. ,Grundlagen' (? wörtl. ,Anfänge der Argumentation'). 8. ,Über Kugel und Zylinder'. 9. ,Über Spiralen'. 10. ,Über Kegelähnliche und Kugelähnliche'. 11. ,Sandrechner'. 12. ,Methode'. 13. ,Stomachion' (der Name eines Spiels, vergleichbar unserem ,Tangram', bei dem es wahrscheinlich darum ging, aus vielen verschieden geformten Teilen ein Quadrat zu legen. Archimedes scheint die Zahl dieser Möglichkeiten kalkuliert zu haben). 14. ‚Rinderproblem‘. 15. ‚Über Vielecke‘. 16. ‚Buch der Annahmen‘. 17. ‚Katoptrik‘. 18. ‚Über die Konstruktion des sphärischen Kosmos‘ (d.h. wohl ein Sphärenmodell zu astronomischen Zwecken). 19. ‚Über die (Längen)Unterschiede der Jahre‘. – S. 281 ein Werk ‚Sieb‘ – S. 284 Eratosthenes ‚Über Mittelwerte‘ – S. 287 an die ‚Grundlagen der Kegelschnitte‘. In der Werkliste: 5. ‚Örter der Flächen‘. 6. ‚Über Neigungen‘ (d. h Verschiebungen). – S. 288 10. ‚Über den Vergleich von Dodekaeder und Ikosaeder‘. 13. ‚Die allgemeine Abhandlung‘. – S. 296 das zweibändige Werk ‚Über den Verhältnisschnitt‘. Weiter unten: in diesem ‚Über den Flächenschnitt‘ – S. 297 den Titel ‚Elemente‘ (d. h. Grundlagen) – S. 298 stereotyp: ‚hat zuerst bewiesen‘. Weiter unten: in ‚Über Berührungen‘ – S. 302 Mitte: Öa.b (‚mittlere‘),Öa+Öb (‚aus zwei Termen‘), Öa-Öb (‚Abschneidung‘) – S. 303 ‚von dem Buche ‚Schnellgebärer‘ (von Hoppe inhaltlich zutreffend immer als ‚Schnellrechner‘ übersetzt). – S. 304 die Buchstaben des Verses ‚Den Zorn singe, Göttin, der Demeter, der Fruchterhabenen‘ – S. 313 mit dem Titel ‚Dass der Kreis von allen Flächen desselben Umfangs den größten Inhalt hat‘ – S. 315 Hypsikles ‚Grenze(n)‘ (oder ‚Definition(en)‘) – S. 316 dem sogenannten ‚Kleinen Astronomen‘ (d.i. eine Textsammlung). Zwei Zeilen weiter: zur ‚Großen Zusammenstellung‘ – S. 318, 1. Zeile: die Wage ‚Joch‘ es müsste ζυγόν heißen) – S. 319 der Beiname ‚vom Roten Meer' – S. 320, 2. Zeile: ‚Seleukos aber, der das auch bewies'. Weiter unten: man das ‚im Verhältnis zu ihm werde das Meer mitverwirbelt'. Weiter unten: daß dieses ‚Windhauch' – S. 321 Anm. 2 ‚Erläuterungen der Himmelsbeschreibungen des Arat und des Eudoxos' – S. 324 Theon gibt: ‚Über die Abhandlung der Strecken im Kreis'. Letzte Zeile: in dem ‚Über das Analēmma' (d.h. die mathematischen Grundlagen einer Sonnenuhr) – S. 325 bald als ‚Gegen Eratosthenes', bald als ‚Gegen die Geographie des Eratosthenes' – S. 337 133, die ‚Über die Dioptra'. Werkliste: zwei Bücher ‚Pneumatik', ‚Über Automatenherstellung', die ‚Metrika', ‚die Dioptrik', ‚die Optik', ‚die Zugmaschine', ‚die Bücher über Geschützbau', ‚Herstellung einer Handschusswaffe' – S. 338 ‚Definitionen', ‚Messung des Viergeschossigen (?)', ‚Messungen', ‚Landwirtschaft'. – S. 341 auf ‚die Leute um Heron' – S. 342 erkläre, ‚von der Mechanik sei ein Teil Wissenschaft, der andere Handwerkskunst'. – S. 343 Schrift, ‚Über ziegelförmige Körper und Zylinder' – S. 344 δυναμοδύναμις, wörtl. ‚Potenz der Potenz'. Eine Zeile weiter: Quadratwurzeln ‚durch die Differenz'. – S. 352 Schrift ‚Über den Okeanos'. Weiter unten: ein Teil des Werkes ‚Physik' (oder ‚Naturwissenschaft') – S. 353 Anm. 6 Geminos, ‚Einführung in die Himmelsphänomene' – S. 354 Mitte: die Abfassung der ‚Einführungsschrift' –

keiten kalkuliert zu haben). 14. ‚Rinderproblem'. 15. ‚Über Vielecke'. 16. ‚Buch der Annahmen'. 17. ‚Katoptrik'. 18. ‚Über die Konstruktion des sphärischen Kosmos' (d.h. wohl ein Sphärenmodell zu astronomischen Zwecken). 19. ‚Über die (Längen)Unterschiede der Jahre'. – S. 281 ein Werk ‚Sieb' – S. 284 Eratosthenes ‚Über Mittelwerte' – S. 287 an die ‚Grundlagen der Kegelschnitte'. In der Werkliste: 5. ‚Örter der Flächen'. 6. ‚Über Neigungen' (d. h Verschiebungen). – S. 288 10. ‚Über den Vergleich von Dodekaeder und Ikosaeder'. 13. ‚Die allgemeine Abhandlung'. – S. 296 das zweibändige Werk ‚Über den Verhältnisschnitt'. Weiter unten: in diesem ‚Über den Flächenschnitt' – S. 297 den Titel ‚Elemente' (d. h. Grundlagen) – S. 298 stereotyp: ‚hat zuerst bewiesen'. Weiter unten: in ‚Über Berührungen' – S. 302 Mitte: Öa.b (‚mittlere'),Öa+Öb (‚aus zwei Termen'), Öa-Öb (‚Abschneidung') – S. 303 ‚von dem Buche ‚Schnellgebärer' (von Hoppe inhaltlich zutreffend immer als ‚Schnellrechner' übersetzt). – S. 304 die Buchstaben des Verses ‚Den Zorn singe, Göttin, der Demeter, der Fruchterhabenen' – S. 313 mit dem Titel ‚Dass der Kreis von allen Flächen desselben Umfangs den größten Inhalt hat' – S. 315 Hypsikles ‚Grenze(n)' (oder ‚Definition(en)') – S. 316 dem sogenannten ‚Kleinen Astronomen' (d.i. eine Textsammlung). Zwei Zeilen weiter: zur ‚Großen Zusammenstellung' – S. 318, 1. Zeile: die Wage ‚Joch' es müsste ζυγόν heißen) – S. 319 der Beiname ‚vom Roten Meer' – S. 320, 2. Zeile: ‚Seleukos aber, der das auch bewies'. Weiter unten: man das ‚im Verhältnis zu ihm werde das Meer mitverwirbelt'. Weiter unten: daß dieses ‚Windhauch' – S. 321 Anm. 2 ‚Erläuterungen der Himmelsbeschreibungen des Arat und des Eudoxos' – S. 324 Theon gibt: ‚Über die Abhandlung der Strecken im Kreis'. Letzte Zeile: in dem ‚Über das Analēmma' (d.h. die mathematischen Grundlagen einer Sonnenuhr) – S. 325 bald als ‚Gegen Eratosthenes', bald als ‚Gegen die Geographie des Eratosthenes' – S. 337 133, die ‚Über die Dioptra'. Werkliste: zwei Bücher ‚Pneumatik', ‚Über Automatenherstellung', die ‚Metrika', ‚die Dioptrik', ‚die Optik', ‚die Zugmaschine', ‚die Bücher über Geschützbau', ‚Herstellung einer Handschusswaffe' – S. 338 ‚Definitionen', ‚Messung des Viergeschossigen (?)', ‚Messungen', ‚Landwirtschaft'. – S. 341 auf ‚die Leute um Heron' – S. 342 erkläre, ‚von der Mechanik sei ein Teil Wissenschaft, der andere Handwerkskunst'. – S. 343 Schrift, ‚Über ziegelförmige Körper und Zylinder' – S. 344 δυναμοδύναμις, wörtl. ‚Potenz der Potenz'. Eine Zeile weiter: Quadratwurzeln ‚durch die Differenz'. – S. 352 Schrift ‚Über den Okeanos'. Weiter unten: ein Teil des Werkes ‚Physik' (oder ‚Naturwissenschaft') – S. 353 Anm. 6 Geminos, ‚Einführung in die Himmelsphänomene' – S. 354 Mitte: die Abfassung der ‚Einführungsschrift' –

S. 355 Mitte: erwähnten ‚Über die Anordnung der Mathematik (oder: der Wissenschaften)' – S. 356 Mathematik (‚geistig Wahrnehmbares' und ‚sinnlich Wahrnehmbares') – S. 357 Anm. 1 Kleomedes, ‚Zyklische Untersuchung der Himmelsphänomene' (die genaue Bedeutung des ‚Zyklischen' ist ungesichert) – S. 370 eine Kurve, die ‚überraschende Kurve' – S. 379 Hipparch habe ‚durch Zahlen, d.h. auf arithmetischem Weg' – S. 382 ‚durch die Linien, d.h. auf geometrischem Weg und durch Zahlen' – S. 385 1. ‚Phasen der Fixsterne'. 2. ‚Hypothesen über Planeten(bewegung)'. 3. ‚Anordnung handlicher Berechnungstabellen'. 4. ‚Über das Analēmma' (siehe zu S. 324) – S. 394 erhalten eine ‚Einführung in die Arithmetik'. Weiter: ein ‚Handbuch der Harmonik' – S. 397 hinzu: ‚und was den meisten verborgen ist' – S. 401 Schlußsigma von ‚Zahl'. Weiter: Abkürzung von ‚Eins'. Weiter: nicht sicher, ‚Qzadratzahl' und ‚Kubikzahl'. – S. 402 Symbol für ‚Rest' oder ‚Subtraktion'. In derselben Zeile: kürzt er das ‚gleich'. Unten: aus dem Satze ‚Subtraktion auf Subtraktion vervielfacht ergibt eine positive Zahl, Subtraktion von einer positiven Zahl ergibt eine negative Zahl' – S. 403 Das ‚Unendliche' – S. 411 Werkliste: ‚Beschreibung der Orte der bewohnten Welt'; Kommentar zu den ersten vier Büchern der Großen Zusammenstellung des Ptolemaios', ‚Flüsse in Libyen', ‚Traumdeutung'. Weiter unten: Die ‚Sammlung' ist – S. 414 Zenodoros ‚Über Figuren gleicher Fläche'. Weiter unten: zu dem ‚Kleinen Astronomen'. Weiter unten: zu dem ‚analytischen Vorgehen'. Weiter: versteht: ‚eine solche Methode nennen wir Analysis'. – S. 422 Sammelwerk ‚Zusammenstellung der pythagoreischen Lehrmeinungen', ‚Über das Leben des Pythagoras', ‚Werbeschrift für die Philosophie', ‚Über das allen gemeinsame mathematische Wissen', ‚Über die Einführung in die Arithmetik des Nikomachos', ‚Theologische Bedeutung der Arithmetik' – S. 424 großes Werk über ‚Gipfel der babylonischen Theologie' – S. 427 Werkliste: ‚Kommentar zum ersten Buch der Elemente Euklids', ‚Kurzbehandlung der astronomischen Hypothesen', ‚Kugel', ‚Paraphrase zur Tetrabiblos des Ptolemaios'. – S. 430 ein Werk ‚Über staunenerregende Apparate' – S. 436 den seltenen Beinamen ‚der Große'.