

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
PHILOSOPHISCH-HISTORISCHE KLASSE
SITZUNGSBERICHTE · JAHRGANG 1991, HEFT 1

PAUL KUNITZSCH

Von Alexandria über Bagdad
nach Toledo

Ein Kapitel aus der Geschichte der Astronomie

Vorgetragen am 15. Februar 1991

MÜNCHEN 1991
VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
In Kommission bei der C.H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

ISSN 0342-5991
ISBN 3 7696 1557 3

© Bayerische Akademie der Wissenschaften München, 1991
Druck der C.H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen
Printed in Germany

Der Titel dieses Vortrags lehnt sich an an den ähnlich lautenden Titel einer Akademie-Abhandlung von Max Meyerhof (1874–1945), *Von Alexandria nach Bagdad . . .*¹, worin dieser den Wanderweg der Wissensüberlieferung aus der griechisch-hellenistischen Antike zu den Arabern und in den islamischen Kulturkreis nachzeichnete. In einem zeitlich und räumlich weiter gefaßten Rahmen ist diese Typisierung indes weiter auszudehnen, bis „nach Toledo“, wobei Toledo als eines der Zentren europäischer Übersetzungen aus dem Arabischen symbolisch stehen soll für die Weitergabe jenes von den Arabern bewahrten antiken Materials an das mittelalterliche Europa.

Wir sind also konfrontiert mit einem kontinuierlichen Überlieferungsstrom, der von der Spätantike ausging, von da in die arabisch-islamische Kulturwelt übertrat und über diese, Jahrhunderte später, in Spanien wieder nach Europa zurückfloß.

Den Westeuropäern war mit ausgehender Antike und dem Heraufkommen des Mittelalters alles Griechische weitgehend aus dem Blick geraten. Vom Wissen der Antike rezipierte man im wesentlichen nur noch die verkürzten, verallgemeinernden, enzyklopädistischen Darstellungen spätlateinischer Autoren wie Chalcidius (4. Jh.), Macrobius (um 400 n. Chr.), Martianus Capella (Anf. 5. Jh.), Boethius (ca. 480–524) oder Isidor von Sevilla (ca. 570–636). Direkte Werke griechischer Wissenschaft wurden im westlichen Europa erst wieder seit dem 12. Jahrhundert durch die in Spanien entstehenden lateinischen Übersetzungen aus dem Arabischen zugänglich, jetzt natürlich gemeinsam mit Übersetzungen von Originalwerken arabisch-islamischer Autoren, die aber ihrerseits ebenfalls wieder auf antiken Traditionen fußten.

Wenn wir uns nach dem Sinn fragen, warum Geschichte der Wissenschaften, und speziell der Naturwissenschaften, betrieben werden soll, so bieten sich mehrere Antworten an, unter synchronem und diachronem Aspekt. Der Historiker will feststellen, was frühere und

¹ M. Meyerhof, *Von Alexandria nach Bagdad. Ein Beitrag zur Geschichte des philosophischen und medizinischen Unterrichts bei den Arabern* (SB Preuß. Akademie d. Wiss., Phil.-hist. Kl., 1930, Nr. 23), Berlin 1930.

fernere Kulturen auf diesen Gebieten wußten und dachten, und er versucht zu ermitteln, was davon und auf welchen Wegen an nachfolgende Zeiten oder an andere Kulturen weitergegeben wurde und dort weiterwirkte. Von Fall zu Fall können Daten aus jenen älteren Etappen der Wissenschaft aber auch für die moderne Wissenschaft interessant sein.

Der moderne Naturwissenschaftler kann – und wird auch zu allermeist – seine wissenschaftliche Arbeit gänzlich ohne die Einbeziehung historischen Materials ausführen. Er steht folglich der Geschichte dieser Wissenschaften und den Methoden ihrer Erforschung weitgehend oder völlig fern. Diese Geschichte und ihre Ergebnisse sind für ihn, gemessen an den Erfordernissen seiner aktuellen Arbeit, eine Art verspielter Luxus am Rande, getrieben von einigen enthusiastischen Sonderlingen, die für ihn gar nicht mehr mit zum Fache gehören.

Diese Sicht ist zu einem gewissen Grade verständlich. Denn das Medium, welches die Sachkenntnisse der Vergangenheit bewahrt hat, sind im wesentlichen Texte, besonders aus den Zeiträumen der Antike und des Mittelalters. Diese Texte sind zudem meist in Sprachen abgefaßt, die der moderne Mensch, auch der moderne Naturwissenschaftler, nicht (oder nicht flüssig) beherrscht: Griechisch, Lateinisch, Syrisch, Arabisch, Hebräisch, um nur die wichtigsten für die hier im Blickfeld stehenden Überlieferungsvorgänge zu nennen. Mit anderen Worten: um das Fachwissen älterer oder anderer Kulturen zu erschließen, muß intensive philologische Arbeit geleistet werden; Geschichte der Naturwissenschaften ist zu einem beträchtlichen Teil Philologie.

Wenden wir uns nun speziell zur Astronomie². Hier herrscht die bekannte geschichtliche Zweiteilung in die vor- und die nachkopernikanische Periode. Trotz des vereinzelt Vorstoßes von Aristarch von Samos, der im 3. Jahrhundert v. Chr. heliozentrische Gedanken ins Spiel brachte, beharrten die Astronomen und Philosophen der Antike und des Mittelalters, im Okzident und ebenso im Orient, auf dem geozentrischen Weltbild, unterstützt von heiligen Schriften und Glaubensrichtungen. Auch wir heute benutzen im Alltag noch im-

² Cf. die einschlägigen Kapitel bei Schultz; dort S. 95–103 auch Verf., „Die Erde im Mittelpunkt. Claudius Ptolemäus, König der Astronomen“.

mer die alte, im Grunde unzutreffende Terminologie; wir sagen: „die Sonne geht auf bzw. unter“, obwohl wir wissen, daß die Sonne nichts tut und daß es vielmehr die Erde ist, die sich unter ihr wendelt. Die unendlichen Mühen, die Generationen von Gelehrten auf die Entwicklung von kinetischen Modellen zur Erklärung der Bewegungen von Sonne, Mond und Planeten verwandten, wurden mit der Etablierung der heliozentrischen Welt auf einen Schlag hinfällig, ihre Ergebnisse sind für die nachkopernikanische, moderne Astronomie völlig wertlos. Anders ist es mit der Astronomie der Fixsterne, wie wir noch sehen werden.

Der letzte große Astronom der Antike war Claudius Ptolemaeus, der im 2. Jahrhundert n. Chr. in Alexandria wirkte³. Er schrieb ein umfassendes Handbuch der Astronomie, die *Μαθηματικὴ Σύνταξις* (in 13 'Büchern'), in welcher er die gesamte Himmelskunde seiner Zeit in ein mathematisch fundiertes System brachte – nach ihm nennen wir noch heute jenes ältere vorkopernikanische Weltbild das „ptolemäische“. Dieses Werk trat in der Folge einen Siegeszug durch die Jahrhunderte und durch die Kulturen an (noch 1732 wurde in Jaipur, Indien, davon eine Sanskritübersetzung anhand einer orientalischen Bearbeitung von 1247 angefertigt⁴), bis es endlich durch und nach des Copernicus *De revolutionibus* (1543) allmählich seinen Rang verlor⁵.

Im folgenden will ich mich nun besonders auf die Lehre von den Fixsternen konzentrieren. In Buch 7 und 8 der *Syntaxis* behandelt Ptolemäus die Fixsterne. Er legt ihre Einordnung im kosmologischen Gesamtzusammenhang dar: nach antiker Lehre befinden sie sich sämtlich auf einer Kugelschale, der „achten Sphäre“; sie stehen also zueinander unverrücklich fest und haben – auf einer Sphäre fixiert – alle denselben Abstand zu der im Zentrum ruhenden Erde. Ihre physikalischen Eigenschaften wie Größe (d. h. scheinbare Hel-

³ Cf. Ziegler-van der Waerden-Boer; Toomer [1].

⁴ Zu der Sanskritübersetzung cf. zuletzt M. L. Sharma, Jagannath Samrat's outstanding contribution to Indian astronomy in eighteenth century A. D., in: *Indian Journal of History of Science* 17 (1982), 244–251; D. Pingree, Indian and Islamic Astronomy at Jayasimha's Court, in: *From Deferent to Equant: A Volume of Studies . . . in Honor of E. S. Kennedy* (Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 500), New York 1987, 313–328, spez. 314ff.

⁵ Zur *Syntaxis* cf. Neugebauer; Pedersen; Toomer [1], S. 187–196.

lichkeit)⁶ oder Farbe sind auf ewig unveränderlich. Die Fixsternsphäre als ganzes vollzieht eine langsame Bewegung von West nach Ost, die sogenannte Präzession, deren Betrag er mit 1° pro 100 Jahre erheblich zu niedrig errechnet.

Dazu gibt er einen Katalog von 1025 mit bloßem Auge sichtbaren Sternen, gegliedert in 48 Sternbilder. Innerhalb des Kataloges macht er zu jedem einzelnen Stern tabellarisch folgende Angaben: eine textliche Positionsbeschreibung des Sterns innerhalb seiner Sternbildfigur (z. B. „auf dem linken Knie“, „auf der Schwanzspitze“, usw.); die ekliptikalen Koordinaten, Länge und Breite; und die Größe.

Die Größen sind in sechs Klassen gegliedert und mit entsprechenden Kennzahlen belegt: 1. Größe (das sind die hellsten) bis 6. Größe (das sind die schwächsten). Von seinen 1025 Sternen gehören 15 in die 1. und nur 49 in die 6. Größe. Man sieht, daß er von den schwächeren Sternen, die an Zahl sehr viel umfangreicher sind als die hellen, nur sehr wenige in den Katalog aufgenommen hat – eben nur solche, die zur Ausgestaltung von Sternbildfiguren benötigt wurden; ansonsten waren sie wohl zu zahlreich und mit den unzulänglichen Instrumenten der Zeit zu schwer zu beobachten. Zusätzlich hat er häufig die Größenzahl noch modifiziert durch den Zusatz „größer/kleiner“ als die jeweilige Zahl. Bei 9 Sternen setzt er statt einer Größenzahl die Angabe $\alpha\mu\upsilon\rho\omicron\varsigma$ ein, d. h. „dunkel“. Warum er damit von dem Zahlensystem abweicht, ist nicht klar. Daß er 5 Sterne als „wolkig“ oder „neblig“ bezeichnet, ist dagegen leichter verständlich: hier handelt es sich um diffuse Objekte, die mit bloßem Auge nicht aufzulösen waren. Bei 6 Sternen fügt er im Textteil die Farbangabe $\upsilon\rho\acute{o}\kappa\iota\omicron\rho\omicron\varsigma$ hinzu, d. h. „rötlich“⁷. Fünf dieser Fälle decken sich mit den Befunden der modernen Astronomie⁸, bei dem sechsten Stern dagegen stehen wir vor einem bis heute unlösbar erscheinenden Rätsel: es ist der Stern α Canis Maioris, Sirius, den die heutige Astro-

⁶ Griech. $\mu\acute{\epsilon}\gamma\epsilon\theta\omicron\varsigma$, arab. $\zeta\bar{z}am$ oder $qadr$, lat. *magnitudo*.

⁷ Dem griechischen Wort liegt zugrunde die Farbbezeichnung $\kappa\iota\omicron\rho\omicron\varsigma$ (u. a. für Wein), etwa zwischen rot und gelb, also etwa „rötlich-gelb, orange-farbig“; cf. H. G. Liddell – R. Scott, *A Greek-English Lexicon* (Oxford, repr. 1973), s. v. $\kappa\iota\omicron\rho\omicron\varsigma$.

⁸ Es sind die Sterne α Boo (Arktur), α Tau (Aldebaran), β Gem (Pollux), α Sco (Antares) und α Ori (Beteigeuze). Sie gehören den Spektralklassen K und M an, ihre Farbeinstufung lautet „rötlichgelb“ bzw. „rötlich“.

nomie in die Spektralklasse A1 einordnet und als „weiß“ bezeichnet. Nach den physikalischen Gesetzen ist es unmöglich, daß Sirius im Verlaufe von ca. 2000 Jahren seine Farbe von „rötlich“ zu „weiß“ geändert haben könnte. Vielleicht liegt nur ein Überlieferungsfehler im griechischen Text vor, aber auch das ist eine bloße Vermutung, für die überzeugende Argumente fehlen⁹.

Dieser Sternkatalog enthält Daten, die durchaus auch für die moderne Astronomie bei der Erforschung langfristig feststellbarer Größen von Bedeutung sein können: Positionen (im Hinblick auf die Eigenbewegung), Helligkeiten, Farben (man denke an das besonders kritische Beispiel Sirius).

Für die historische Forschung ergibt sich um die *Syntaxis* des Ptolemäus ein ganzes Bündel von Fragenkomplexen. Man will wissen, wie sein Verfahren bei der Beobachtung der Sterne und bei der Ermittlung der Sternpositionen war – sofern oder soweit er überhaupt selbst beobachtet hat¹⁰; ob er älteres Material, besonders von Hipparch (in Bithynien, 2. Jh. v. Chr.), übernommen und wie er es verwertet hat¹¹. Des weiteren ergeben sich die Problemkreise der Über-

⁹ Zur Diskussion um den „roten Sirius“ s. zuletzt W. Schlosser – W. Bergmann, in: *Nature* 318 (1985), 45f.; dazu L. Jaroff (reported by A. Dorfman and W. McWhirter), in: *Time*, no. 48 (Dec. 2, 1985), 56; R. H. van Gent, in: *Sky & Telescope* 72,6 (1986), 556f.; M. Burgdorf, in: *Sterne und Weltraum* 26 (1987), 316f.; N. W. Dyke, in: *Australian Journal of Astronomy* 2,3 (1988), 102–104; B. Warner – C. Sneden, in: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 234 (1988), 269–279; W. Bergmann – W. Schlosser, in: *Francia* 15 (1987), 43–74, spez. 43–45, 59, 70; hierzu S. C. McCluskey, in: *Isis* 81 (1990), 9–22, bes. 17f. („Rubeola“).

¹⁰ Mit einem besonders extremen Beitrag griff in die Diskussion ein R. R. Newton 1977 (dazu noch eine Reihe von zugehörigen Aufsätzen; cf. Kunitzsch [2], S. 1 Anm. 9), der Ptolemäus vorwirft, seine astronomischen Daten gefälscht zu haben, und ihm den Rang eines seriösen Naturwissenschaftlers rundheraus abspricht (cf. dazu sowie zu einigen Reaktionen Kunitzsch [2], S. 1 mit Anm. 5, sowie noch Graßhoff S. 198ff., „Theory and Observation“).

¹¹ Hierzu neuere Aufsätze von D. Rawlins; W. M. O’Neil; O. Gingerich – B. L. Welther; G. Aujac; N. M. Swerdlow; R. Nadal – J.-P. Brunet; Y. Maeyama (vollständig zitiert in Kunitzsch [2], S. 1f. Anm. 9); K. P. Hertzog; J. Evans; M. Yu. Shevchenko (vollständig zitiert in Kunitzsch [3], S. 171, Nachtrag zu Bd. 1, S. 1f.); ferner noch J. Włodarczyk, Notes on the compilation of Ptolemy’s catalogue of stars, in: *Journal for the History of Astronomy* 21 (1990), 283–295. Cf. auch weiter unten: G. Graßhoff.

nahme und Weiterverwertung der *Syntaxis* im arabisch-islamischen Kulturkreis und später der Aufnahme und Verwertung der *Syntaxis* im mittelalterlichen Westeuropa.

Grundlage für alle weiteren Forschungen wäre hier natürlich das Vorliegen einer zuverlässigen Textausgabe. Der griechische Urtext wurde 1898–1903 von J. L. Heiberg ediert¹². Für die Edition stützte Heiberg sich auf 7 Handschriften, im Bereich des Sternkatalogs nur auf vier, die vier ältesten. In den später erschienenen *Prolegomena*¹³ machte er noch weitere 27 Handschriften bekannt, die in der Edition nicht berücksichtigt sind. Wie weit dieser Text in allen Einzelheiten den echten Ptolemäus wiedergibt bzw. wie weit darin Einflüsse seines späteren Kommentators und Bearbeiters Theon von Alexandria (4. Jh. n. Chr.) eingegangen sind, ist strittig. So glaubt Heiberg, seine Handschriften ABC repräsentierten eine vor-theonische Überlieferung, Handschrift D dagegen sei in theonischer Zeit interpoliert¹⁴, während Toomer genau umgekehrt die Überlieferung in D für die echtere, bessere hält gegenüber ABC¹⁵. Bei meiner eigenen Editionsarbeit mußte ich übrigens bei Stichproben feststellen, daß die Angaben von Heiberg über Lesarten in den Handschriften nicht immer zutreffen¹⁶.

Diese reine griechische Textausgabe wurde der Allgemeinheit erschlossen durch die fachmännische deutsche Übersetzung von K. Manitius¹⁷. Inzwischen wurde sie überholt durch die neue englische Übersetzung von G. J. Toomer¹⁸, die textkritisch vorgeht sowie auch fachtechnische Verbesserungen einbringt.

Soeben ist auch die Hamburger Dissertation von G. Graßhoff erschienen¹⁹, die besonders die Möglichkeit der Abhängigkeit von Pto-

¹² Claudius Ptolemaeus, *Opera*, vol. I, pars I (Leipzig: Teubner 1898), pars II (ib. 1903).

¹³ *Ib.*, *Opera*, vol. II (Leipzig 1907), S. XVIII–CXLIX.

¹⁴ *Prolegomena*, a. a. O., S. CXXXVI.

¹⁵ Toomer [2], S. 3.

¹⁶ Cf. Kunitzsch [4], S. 7, 11.

¹⁷ Ptolemäus, *Handbuch der Astronomie*, Deutsche Übersetzung und erläuternde Anmerkungen von K. Manitius, 1–2, Leipzig: Teubner 1912–13; neue Auflage, mit Vorwort und Berichtigungen von O. Neugebauer, 1–2, ib. 1963.

¹⁸ Toomer [2].

¹⁹ Graßhoff 1990. S. dazu meine kommende Rez., in: *NTM Schriftenreihe für Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin* (Leipzig).

lemäus' Sternkatalog von Hipparch untersucht. Leider kam das Buch zustande, bevor der dritte Band meines Editionsprojekts erschien, der zu vielen Sternen verbesserte Ausgangswerte geliefert hätte für Graßhoffs umfangreiche Berechnungen. Auch hier ist also wieder einmal nur ein Etappensieg errungen.

Ich will mich jetzt nicht im einzelnen über die orientalische Überlieferung verbreiten, sondern in Kürze nur soviel sagen, daß vom Ende des 8. bis zum Ende des 9. Jahrhunderts mehrere arabische Übersetzungen sowie etwas früher eine syrische entstanden²⁰. Zwei dieser Versionen sind bis heute erhalten, die eine von al-Ḥağğāğ ibn Yūsuf ibn Maṣar (datiert 212 H = 827/28), die andere von Iṣḥāq ibn Ḥunayn (datierbar um 879–890) in einer Überarbeitung von Tābit ibn Qurra (gest. 901)²¹.

Die in Europa seit dem Mittelalter eingebürgerte Bezeichnung der *Syntaxis* als „der *Almagest*“ geht zurück auf die Latinisierung der arabischen Titelform *al-mağasṭī*, welche ihrerseits einen griechischen Superlativ *μεγίστη* (scil. *σύνταξις*) wiedergibt. In der älteren griechischen Überlieferung ist dieser Superlativ nicht belegt, er muß aber irgendwo auch existiert haben, wie die arabische Form beweist²².

Dieselben zwei arabischen Textfassungen gelangten aus dem Osten auch ins muslimische Spanien und sind dort durch den Astronomen Ġābir ibn Aflaḥ im 12. Jahrhundert namentlich bezeugt²³. Auf beide hat sich dann der berühmte Übersetzer Gerhard von Cremona in Toledo gestützt, der den *Almagest* etwa zwischen 1150 und 1180 in einem längeren Prozeß ins Lateinische übertrug²⁴.

Zum allgemeineren forschungsgeschichtlichen Wert der arabischen und der lateinischen Versionen ist hervorzuheben: die arabischen Versionen gehen auf griechische Quellen zurück, die etwas älter sind als die uns erhaltenen Originalhandschriften; sie können daher Mate-

²⁰ Zu den Einzelheiten s. Kunitzsch [1], S. 7f., 15ff., 59ff.

²¹ Die Edition des Sternkatalogs in diesen beiden arabischen Versionen liegt vor bei Kunitzsch [2].

²² Zur Geschichte des Namens *Almagest* s. Kunitzsch [1], S. 115–125. Die arabische Form *al-mağasṭī* könnte vielleicht sogar aus einer davor liegenden mittelpersischen (Pahlavi) Form abgeleitet sein; es wird auch von einer Pahlavi-Übersetzung des *Almagest* berichtet (cf. Kunitzsch [1], a. a. O. und S. 6).

²³ Cf. Kunitzsch [1], S. 36 Anm. 87.

²⁴ S. hierzu Kunitzsch [3], S. 2f.

rial bieten, das älter ist und somit etwas besser verbürgt erscheint. Die lateinische Version Gerhards bietet diejenige Textfassung, in der das Abendland das ptolemäische Werk kennenlernte und vom Mittelalter bis zur Renaissance benutzte, bis dann allmählich auf die direkten griechischen Quellen zurückgegriffen wurde.

Es sei angemerkt, daß es neben Gerhards lateinischer Version aus dem Arabischen noch zwei lateinische Almagestübersetzungen gab, die direkt aus dem Griechischen gemacht wurden, eine entstanden um 1150 in Sizilien, nach der Annahme von R. Lemay durch Hermann von Kärnten übertragen²⁵; die andere – nur in einer einzigen Handschrift erhalten – von einem unbekanntem Übersetzer und unvollständig²⁶. Diese beiden Fassungen fanden in Europa jedoch keine Verbreitung, autoritativ blieb allein Gerhards Version, der die zu jener Zeit so außerordentlich wirksame Aura der arabischen Herkunft anhaftete. Von Gerhards Version²⁷ sind bisher 42 Handschriften ermittelt, die zwei Überlieferungsklassen repräsentieren: die eine zeigt ein noch unvollkommenes Frühstadium²⁸, die andere ist die ausgereifte, revidierte und angereicherte Endfassung²⁹.

Für die Erforschung des ptolemäischen Sternkatalogs stehen somit vier Textfassungen in kritischen Editionen zur Verfügung: der griechische Urtext, zwei arabische Übersetzungen aus dem 9. Jahrhundert und Gerhards lateinische Übersetzung aus dem Arabischen aus der Zeit um 1150–1180. Für eine abgerundete Behandlung wären noch drei weitere Texte hinzuzunehmen: jene bereits erwähnte lateinische Übersetzung aus dem Griechischen (Sizilien, um 1150); nach J. L. Heiberg³⁰ stammt sie aus einer griechischen Handschrift, die mit seiner Handschrift C eng verwandt war. Im Arabischen ist ferner die Almagestbearbeitung von Naṣīr ad-Dīn aṭ-Ṭūsī beizuziehen, die 1247 entstand; sie geht aus von der Ishāq/Tābit-Version und ist ge-

²⁵ Cf. Kunitzsch [3], S. 1 mit Anm. 1–2; ders. [4], S. 11.

²⁶ Ms. Dresden, Db. 87 (um 1300); cf. Kunitzsch [1], S. 9.

²⁷ Die Edition des Sternkatalogs in Gerhards Version liegt vor bei Kunitzsch [3].

²⁸ In der Edition: A-Klasse; cf. Kunitzsch [3], S. 2, 5f.

²⁹ In der Edition: B-Klasse; cf. Kunitzsch [3], S. 2, 6f.

³⁰ J. L. Heiberg, Eine mittelalterliche Übersetzung der Syntaxis des Ptolemaios, in: *Hermes* 45 (1910), 57–66; ders., Noch einmal die mittelalterliche Ptolemaios-Übersetzung, in: *ib.* 46 (1911), 207–216.

eignet, deren in den Handschriften häufig gestörte Befunde besser herauszuarbeiten³¹. Hinzu kommt letztlich noch eine Schrift zur Kritik der Koordinatenüberlieferung im Sternkatalog des *Almagest* von Ibn aš-Šalāḥ (im arabischen Osten, gest. 1154)³²; diese behandelt zwar nur 88 von den 1025 Sternen des Ptolemäus, dafür zitiert sie zu den betroffenen Sternen die Koordinatenwerte aus fünf Versionen, der syrischen und vier arabischen, und liefert uns damit ein unersetzliches Hilfsmittel zur Einordnung und Bewertung der Befunde in den erhaltenen arabischen *Almagest*handschriften³³.

Angesichts der geschilderten vielschichtigen, komplizierten Überlieferung erschien es wünschenswert und nützlich, aus diesen insgesamt sieben Fundamentalquellen eine sogenannte „Gesamtkollation der Sternkoordinaten“ zu erarbeiten³⁴. Hierüber ist sogleich noch mehr zu sagen.

Es ist klar, daß ein so empfindliches Textwerk wie der Sternkatalog mit seinen Abertausenden von Zahlenangaben bei den Sternkoordinaten im Laufe der Überlieferung erheblich leiden mußte.

Auch die textlichen Positionsbeschreibungen der Sterne blieben nicht frei von Entstellungen, besonders bei den verschiedenen Übersetzungsprozessen. So erscheint in einer arabischen Version³⁵ z. B.

³¹ In der „Gesamtkollation“ wird sie mit sieben Handschriften herangezogen; cf. Kunitzsch [4], S. 8–10. S. ebenfalls Kunitzsch [1], S. 47 f.

³² Ibn aš-Šalāḥ, *Zur Kritik der Koordinatenüberlieferung im Sternkatalog des Almagest*. Arabischer Text nebst deutscher Übersetzung, Einleitung und Anhang hg. von P. Kunitzsch (Abh. Akademie d. Wiss. in Göttingen, Phil.-hist. Kl., 3. Folge, Nr. 94), Göttingen 1975.

³³ Cf. die statistische Auswertung in der in Anm. 32 zitierten Edition, Anhang I (S. 77–96).

³⁴ Sie liegt inzwischen vor bei Kunitzsch [4].

³⁵ Zu Beobachtungen über sprachliche Eigenheiten der arabischen Übersetzungen s. Kunitzsch [1], S. 71–82, 171 f., 214–217. Die geschilderten Verfehlungen beruhen z. T. auf dem Itazismus, d. h. der zeitgenössischen Aussprache mehrerer Vokale bzw. Vokalgruppen des Griechischen als „i“ (η, ε, ο, υ → „i“). Daneben kommen auch andere Fehlertypen vor: Verwechslung ο-ω; falsche Auflösungen von Abkürzungen in den griechischen Handschriften; falsche Identifikation von vermutlich fehlerhaft oder verkürzt geschriebenen Wörtern; falsche Gedankenassoziation. Zu den Hilfsmitteln der Übersetzer mögen sprachkundige Gewährsmänner gehört haben, aber auch Glossare. al-Bīrūnī (972–1048) erwähnt z. B. ein Spezialglossar zu den „Handlichen Tafeln“ von Ptolemäus; cf. Kunitzsch [1], S. 74 Anm. 192.

anstelle des Sternbildnamens „Pfeil“ der „Webstuhl“ (durch Verwechslung des griech. ὄστρός mit ἰστός)³⁶; die Farbangabe ὑπόκιτρος „rötlich“ erscheint bei al-Ḥaḡḡāḡ stets als „wächsern“ (Verwechslung mit κηρός Wachs“)³⁷; im Sternbild der Fische wird aus dem „Band“, λίνον, mit dem die beiden Fische zusammengebunden sind, eine „Kelter“ (ληνός), und der „Knoten“ in diesem Band wird analog, ohne mit der Wimper zu zucken, zum „Knoten der Kelter“, und so wörtlich dann auch bei Gerhard: *nodus torcularis*³⁸. Von Gerhards Mißverständnissen im Arabischen³⁹ erwähne ich als Beispiele: *decima ale* (statt richtig „Schwungfeder des Flügels“)⁴⁰; *trahit ad aerem* und *tendit ad rapinam* für Ishāqs Wiedergabe der Farbbezeichnung „rötlich“⁴¹. Soweit dies. Diese Ausrutscher bleiben letztlich ohne Einfluß auf die astronomische Auswertung, mit Ausnahme vielleicht der verhunzten Farbbezeichnung. Astronomisch relevant könnte es immerhin sein, ob innerhalb eines Sternbilds ein Stern ὑπέρ oder ὑπό, „über“ oder „unter“, einem Knie zum Beispiel steht, da daraus

³⁶ Cf. Kunitzsch [1], S. 184f. Später bei Gerhard nicht erkannt; cf. Kunitzsch [4], S. 74f. (Titel und Anm. 4).

³⁷ Kunitzsch [1], S. 230f. (Nr. 71); 267f. (Nr. 279); 271 (Nr. 300); 291 (Nr. 386); 310 (Nr. 491); 320ff. (Nr. 532).

³⁸ *Ib.*, S. 304f. (Nr. 460–461).

³⁹ Beobachtungen sprachlicher Art zu Gerhards Übersetzung bei Kunitzsch [1], S. 104–110, 171f., 214–217. Cf. ferner Verf., Gerhard von Cremona als Übersetzer des *Almagest* (erscheint demnächst in der Festschrift für Hans-Rudolf Singer im Verlag Peter Lang, Frankfurt/M.); ders., *Gerard's translations of astronomical texts, especially the Almagest* (Beitrag auf dem Convegno di Studi: *Gerardo da Cremona e la cultura scientifica medievale, Cremona 22–23 ottobre 1988*; Veröffentlichung erfolgt in dem entsprechenden Kongreßband).

⁴⁰ Cf. Kunitzsch [1], S. 239 (Nr. 107); 240 (Nr. 111); ders. [4], S. 58f. (Nrr. 165 und 170 mit Anm. 13). Die entsprechende arabische Vokabel *‘āšira* hat einerseits die geläufige Bedeutung der Ordnungszahl „zehnte(r)“ (Femininform), andererseits die seltene, hier aber geforderte Bedeutung „Schwungfeder“. Gerhard verstand im geläufigen Sinne die Ordnungszahl *decima* „die zehnte“ (im Lateinischen auch: „das Zehntel“); beachte Gerhards genaue Nachbildung des arabischen Femininums!

⁴¹ Bei Ishāq/Tābit wörtlich: „schlägt, neigt hin zur Röte“. Das im Arabischen überall verderbte Wort für „Röte“ hat Gerhard verschieden gelesen und interpretiert; cf. die Stellen oben in Anm. 37 sowie Kunitzsch [4], S. 90f. (Nr. 393 mit Anm. 19–20); 94f. (Nr. 425 mit Anm. 5); 112f. (Nr. 553 mit Anm. 12); 132f. (Nr. 735 mit Anm. 10).

bei abweichend überlieferten Zahlenwerten zusätzliche Hinweise auf seine Breite abgeleitet werden könnten⁴².

Vollends hoffnungslos wird die Lage bei der Notierung der Koordinatenwerte. Zu jedem Stern erscheinen fünf Zahlenwerte: jeweils Grad und Minuten bei Länge und Breite sowie die Größe. Im Arabischen und anschließend bei Gerhard werden außerdem bei den Längen die Tierkreiszeichen durch Ziffern symbolisiert, von 0–11 (Aries – Pisces).

Hierbei hat jede der betroffenen Sprachen aufgrund der ihr eigenen Schrift ihre spezifischen eigenen Fehlermöglichkeiten. Zusätzlich zu den vorhandenen begehen die Übersetzer dann nochmals weitere einschlägige Fehler. Die Untersuchung jeder Version beansprucht daher jeweils eine eigene Methode, wobei die Möglichkeiten der Voraussprache ebenfalls mitzubersichtigen sind.

Im Griechischen (und später auch im Arabischen) werden die Zahlen nicht mit Ziffern, sondern mit Buchstaben notiert⁴³. A steht für 1, B für 2, Γ für 3 usw. Durch Ähnlichkeit bei den lange beibehaltenen Majuskeln ergeben sich so besonders häufige Fehler zwischen A (= 1), Δ (= 4) und Λ (= 30) und zwischen anderen Ähnlichkeitspaaren oder -gruppen. Eine zusätzliche Falle: Ptolemäus vermaß und notierte als Unterteilungen eines Grad nur bestimmte Bruchwerte eines Grad (also keine beliebigen Minutenwerte), $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ usw. Für $\frac{1}{2}$ gab es in der Schrift ein besonderes Zeichen, jedoch Brüche mit den Nennern 3, 4 oder 6 wurden mit denselben Buchstaben notiert wie die ganzen Zahlen 3, 4 und 6 (Γ, Δ und ζ), von diesen nur unterschieden durch einen kleinen Strich rechts oben. Unnötig zu sagen, daß diese Notation Ursache für zahllose Überlieferungsfehler wurde, wobei durch bloßen Schreib- oder Lesefehler astronomische Abweichungen von fast 6° entstehen konnten (Kζ' = 20° 10' oder Kζ = 26° 0')⁴⁴.

⁴² Cf. das besonders empfindliche Beispiel beim 14. Stern von Auriga: Kunitzsch [2], S. 60f. (Nr. 233 mit den Anmerkungen 7–8 bzw. 2), zu identifizieren je nachdem als Fl. 5 oder Fl. 14 Aurigae.

⁴³ Cf. auch Verf., Letters in geometrical diagrams, Greek-Arabic-Latin (erscheint demnächst in: *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, Frankfurt/M.), Abschnitt I mit TABLE 1.

⁴⁴ Zu den Fehlermöglichkeiten im Griechischen cf. Peters-Knobel S. 9f., 24; Kunitzsch [2], S. 17. Diese Fehlertypen wurden auch schon im Mittelalter er-

Die ältesten orientalischen Versionen behielten diese Notation zunächst bei, jedoch gingen die Übersetzer al-Ḥaǧǧāǧ und Iṣḥāq/Tābit (deren Texte wir heute in Händen haben) dazu über, auch die Minutenwerte in ganzen Zahlen auszudrücken⁴⁵. Dafür kann nun das Arabische wieder mit seinen eigenen Fehlertypen aufwarten. Auch hier werden die Zahlen durch Buchstaben wiedergegeben. Aber die arabische Schrift bietet ganz andere Fehlermöglichkeiten als die griechische⁴⁶. Ich gehe auf keine Einzelheiten ein. Nur das eine ist es wohl wert, mitgeteilt zu werden: im arabischen Westen, so auch in Spanien, waren einigen Buchstaben andere Zahlenwerte zugeteilt als im Osten; für den Sternkatalog besonders interessant ist die Zahl „60“, die nach östlicher Norm mit dem Buchstaben *sīn* wiedergegeben wird, im Westen dagegen mit dem Buchstaben *ṣād* (das *sīn* bedeutet hier „300“). Die Folgen daraus erleben wir bei Gerhard von Cremona.

Gerhard von Cremona hat die Koordinatenwerte mit römischen Zahlen ausgedrückt, was wiederum neue Fehlermöglichkeiten bewirkte. I (= 1) und L (= 50) zum Beispiel konnten, in Minuskeln, leicht verwechselt werden; bei den zusammengesetzten Zahlen konnte leicht ein Element vertauscht werden, z. B. nach dem Typus XVII (= 17) und XXII (= 22), usw.⁴⁷ Von den erhaltenen Handschriften haben noch vier römische Zahlen bewahrt, in den anderen sind die Werte in arabische Ziffern umgesetzt. Generell sind Gerhards Übersetzungen aus dem Arabischen durch äußerste Treue zur Vorlage und durch alleräußerst enge Imitation des arabischen Wortlauts und der Wortstellung gekennzeichnet. So kam es auch zu folgendem Mißgeschick: in seiner Vorlagehandschrift war im ersten Drittel des Sternkatalogs der Zahlenwert „60“ nach östlichem System mit dem Buchstaben *sīn* ausgedrückt (später schwenkte die Handschrift dann auf die westliche Notierung mit *ṣād* um). Folglich übertrug Gerhard alle so notierten Breitenwerte nach westlichem System falsch als „300“

kannt von Ibn aṣ-Ṣalāḥ; cf. die Ed. (wie Anm. 32), S. 17 (Einleitung), 41 (deutsche Übersetzung).

⁴⁵ Cf. Ibn aṣ-Ṣalāḥ, a. a. O. S. 42f.

⁴⁶ Eine Übersicht der häufigsten Fehlermöglichkeiten bei Kunitzsch [2], S. 19ff.

⁴⁷ Cf. Kunitzsch [3], S. 8f.

(und Zusammensetzungen damit). Die Breiten können nach Nord und Süd nur je bis maximal 90° ansteigen. Die Abendländer bekamen aber in Gestalt der Erstfassung von Gerhards Version (von der mehr Handschriften erhalten sind und wohl im ganzen existiert haben als von der berichtigten Endfassung) eine Anzahl von Sternen vorge-
setzt, deren Breiten Werte von 300° (und Zusammensetzungen damit) betrogen⁴⁸.

Weitere Defekte bestehen u. a. darin, daß die Angaben „nördlich“/ „südlich“ bei den Breiten im Verlauf der Überlieferung immer nachlässiger wiedergegeben und sehr häufig ganz weggelassen wurden⁴⁹.

Mittelalterliche Astronomen, die mit solchen Angaben arbeiten wollten, waren also sehr schlecht dran. In besserer Lage sind wir heutzutage. Uns steht das gesamte Spektrum der Überlieferung zur Verfügung, und so lohnt es sich, in einer „Konkordanz“, wie erwähnt, den Gesamtbestand der überlieferten ptolemäischen Sternkoordinaten sichtbar zu machen. Der entsprechende Band, der nunmehr vorliegt⁵⁰, stellt zu jedem der 1025 ptolemäischen Sterne die Koordinaten dar, wobei jeweils als Haupteintrag der beste Wert der griechischen Überlieferung erscheint und darunter alle diejenigen Werte in den angezogenen Fundamentalquellen, die davon abweichen. Es ist nicht zu verwundern, daß es dabei von den 1025 Sternen nur 83 (also etwa 8%) sind, die keine Abweichungen aufzeigen, d. h. bei denen alle Quellen voll übereinstimmen. Die große Masse der übrigen Sterne dagegen wimmelt von Abweichungen. Mit Hilfe dieser Konkordanz können von nun an auch Naturwissenschaftler, Astronomen, Nichtphilologen ohne die Mühe des Eindringens in die betreffenden Texte selbst auf einen Blick bei jedem einzelnen Stern sehen, wie die Überlieferungslage ist, welche Werte die originalen Texte aufweisen. Die Koordinatenkonkordanz kann damit als Arbeitsgrundlage zur weiteren, nur vor allem naturwissenschaftlich orientierten Erforschung des ptolemäischen Sternkatalogs dienen. Dieser Katalog bietet noch eine Reihe von Problemen, unter anderem insofern, als eine Anzahl von Sternen bisher noch nicht astrono-

⁴⁸ *Ib.*, S. 5f. (zur arabischen Vorlage cf. auch Kunitzsch [2], S. 10f.). In der Endfassung („ \mathfrak{B} -Klasse“) ist dieser horrende Fehler berichtigt.

⁴⁹ Cf. Kunitzsch [3], S. 27.

⁵⁰ Kunitzsch [4].

misch exakt identifiziert ist⁵¹. Vielleicht lassen sich aus konstanten Abweichungen im Katalog noch nähere Einzelheiten zu Ptolemäus' Beobachtungs- und Vermessungsmethoden ableiten, wie womöglich sein Beobachtungsinstrument (eine Armillarsphäre) – eventuell auch mehrere zu verschiedenen Zeiten – unterteilt war, ob er die Beobachtungen sternbild- oder sonstwie sektionsweise vornahm, usw. Über all dies hat man schon nachgedacht⁵². Aber die jetzt neu vorgelegte Dokumentation wird manche besseren oder überhaupt andere Ausgangswerte liefern, so daß alle darauf gegründeten Studien dadurch eine neue Grundlage und einen neuen Impuls erhalten. Es hätte daher auch viel besser gepaßt, wenn G. Graßhoff (s. o.) seine Studie über die Vorgeschichte des ptolemäischen Sternkatalogs und seine umfangreichen Neuberechnungen erst nach Vorliegen dieses Bandes begonnen hätte.

Zum Abschluß kehre ich wieder zu den einleitenden Bemerkungen über den größeren Gesamtrahmen solcher Untersuchungen zurück. Die Bedeutung der Erforschung der Geschichte der Naturwissenschaften – an und für sich und in gewissen Fällen auch für die moderne Naturwissenschaft – dürfte außer Frage stehen. Wie das Beispiel des *Almagest* von Ptolemäus zeigt, ist dabei in großem Umfang philologische Arbeit zu leisten. Das Überlieferungskontinuum der antiken Wissenschaften über den Orient in das mittelalterliche Europa bedingt dabei die Einbeziehung all der betroffenen Sprachen und Quellentexte⁵³. Insbesondere die mittelalterlichen lateinischen Über-

⁵¹ Vgl. die Übersicht in Kunitzsch [4], S. 187–194 mit Anmerkungen S. 195 ff. Ein zusätzliches Problem besteht darin, daß die astronomischen Benennungen der Sterne erst seit 1928 international verbindlich festgelegt sind. Abweichende Benennungen ptolemäischer Sterne bei älteren Astronomen (cf. Peters-Knobel, Table VI, S. 114–119) können häufig den Eindruck erwecken, es handle sich in einem gegebenen Fall um verschiedene Sterne, während in Wirklichkeit nur verschiedene Benennungen desselben Sterns vorliegen. Hier ist ein unersetzliches Hilfsmittel zur Bestimmung der Identität: H. Werner – F. Schmeidler, *Synopsis der Nomenklatur der Fixsterne*, Stuttgart 1986, worin für 2739 Sterne die Benennungen aus 25 wichtigen astronomischen Quellen tabellarisch zusammengestellt sind (cf. meine Rez. in: *Sudhoffs Archiv* 72, 1988, 129–131). Bei der Identifizierung der Sterne und der Festlegung ihrer modernen Benennungen in Kunitzsch [4] wurde die *Synopsis* häufig zu Rate gezogen.

⁵² Vgl. aus jüngster Zeit die oben in Anm. 11 erwähnten Aufsätze.

⁵³ In manchen Fällen sind nur noch die arabischen und lateinischen Versionen

setzungen können erfolgreich nur bearbeitet werden bei konsequenter Heranziehung der arabischen Vorlagen⁵⁴. Für den arabischen Bereich hat die Editionstätigkeit in den letzten Jahrzehnten gewisse Fortschritte zu verzeichnen. Bei den lateinischen Übersetzungen herrscht noch ein erheblicher Rückstand. Da die Zahl sprachlich und fachwissenschaftlich kompetenter Arbeiter auf diesem exotisch anmutenden, vom Material her unendlich weiten⁵⁵ Arbeitsfeld außerordentlich gering ist, wird noch sehr viel Zeit vergehen, bis es möglich wird, ein sicher fundiertes Gesamtbild vom Stande der Wissenschaften und ihrer Überlieferung in den alten und benachbarten Kulturen zu entwerfen.

erhalten, der griechische Text selbst ist verschollen, wie zum Beispiel beim *Planisphaerium* von Ptolemäus.

⁵⁴ F. J. Carmody, *Arabic Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translation*, Berkeley and Los Angeles 1956, S. 3, ging soweit zu empfehlen, mittelalterliche arabische astronomische (und astrologische) Werke überhaupt nur in den lateinischen Übersetzungen zu studieren unter gänzlicher Weglassung der arabischen Texte, was angesichts der oben angedeuteten Probleme bei den Übersetzungen wie auch ganz allgemein im Sinne historischer Forschung absurd ist; cf. meine Rez. in: *Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft* 109 (1959), 430–432.

⁵⁵ Es existieren in den Bibliotheken der ganzen Welt unermesslich viele einschlägige Handschriften, von denen viele noch gar nicht, viele andere falsch, irreführend oder unzulänglich katalogisiert sind. Ein großer Teil davon harret noch der Identifizierung und Bearbeitung. Als weiteres hinderliches Phänomen kommt hinzu, daß es im Arabischen und zuweilen auch im Lateinischen von gewissen Texten mehrere verschiedene Übersetzungen nebeneinander gibt, wozu dann noch „Bearbeitungen“ kommen. Bei der Erforschung jedes einzelnen Textes ergeben sich also zusätzlich zu den sowieso vorhandenen sprachlichen und inhaltlichen subtilsten Identifizierungsprobleme. Als charakteristisches Beispiel ließen sich hier, neben dem *Almagest*, die „Elemente“ von Euklid nennen; cf. dazu die Übersicht von M. Folkerts, *Euclid in Medieval Europe*, The Benjamin Catalogue for History of Science, Winnipeg, Canada, 1989 (Questio de rerum natura, II).

Abgekürzt zitierte Literatur

- DSB* *Dictionary of Scientific Biography*, Editor-in-Chief: Ch. C. Gillespie, I–XVI, New York 1970–1980.
- EP²* *Encyclopaedia of Islam*, new edition, Iff., Leiden 1960ff.
- Graßhoff G. Graßhoff, *The History of Ptolemy's Star Catalogue* (Studies in the History of Mathematics and Physical Sciences 14), New York etc. 1990.
- Kunitzsch [1] P. Kunitzsch, *Der Almagest. Die Syntaxis Mathematica des Claudius Ptolemäus in arabisch-lateinischer Überlieferung*, Wiesbaden 1974.
- Kunitzsch [2] Claudius Ptolemäus, *Der Sternkatalog des Almagest. Die arabisch-mittelalterliche Tradition; I: Die arabischen Übersetzungen*, Hgb., ins Deutsche übertr. u. bearb. von P. Kunitzsch, Wiesbaden 1986.
- Kunitzsch [3] Claudius Ptolemäus, *dto.*, II: *Die lateinische Übersetzung Gerhards von Cremona*, Hgb. u. bearb. von P. Kunitzsch, Wiesbaden 1990.
- Kunitzsch [4] Claudius Ptolemäus, *dto.*, III: *Gesamtkonkordanz der Sternkoordinaten*, Bearb. von P. Kunitzsch, Wiesbaden 1991.
- Neugebauer O. Neugebauer, *History of Ancient Mathematical Astronomy*, 1–3, Berlin etc. 1975.
- Newton R. R. Newton, *The Crime of Claudius Ptolemy*, Baltimore and London 1977.
- Pedersen O. Pedersen, *A Survey of the Almagest*, Odense University Press 1974.
- Peters-Knobel C. H. F. Peters – E. B. Knobel, *Ptolemy's Catalogue of Stars. A Revision of the Almagest*, Washington 1915.
- Plessner M. Plessner, Art. Baṭlamiyūs, in: *EP²*, vol. I (Leiden 1960), S. 1100ff.
- RE* Pauly-Wissowa-Kroll, *Real-Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft*.
- Schultz U. Schultz (Hgb.), *Scheibe, Kugel, Schwarzes Loch. Die wissenschaftliche Eroberung des Kosmos*, München 1990.
- Toomer [1] G. J. Toomer, Art. Ptolemy, in: *DSB*, vol. XI (New York 1975), S. 186ff.
- Toomer [2] G. J. Toomer, *Ptolemy's Almagest*, Translated and Annotated by G. J. Toomer, London bzw. New York etc., 1984.
- Ziegler-van der Waerden-Boer K. Ziegler – B. L. van der Waerden – E. Boer, Art. Ptolemaios, Klaudios, in: *RE*, 46. Halbband (1959), col. 1788ff.