

Zur hellenistischen Methode der Bestimmung des Erdumfanges und zur Asienkarte des Klaudios Ptolemaios

Eberhard Knobloch, Dieter Legeomann und Andreas Fuls

Zusammenfassung

Aus der »Geographike hyphegesis« des Klaudios Ptolemaios werden diejenigen Passagen zusammengestellt, die den Methoden der antiken Landesvermessung sowie der dazu notwendigen Bestimmung des Erdumfanges gewidmet sind. Anhand des – teilweise wortgetreu neuübersetzten – Textes werden diese Methoden erläutert. Sie erklären nicht nur die hohe Genauigkeit, mit der bereits Eratosthenes von Kyrene den Umfang der Erdkugel bestimmt hat. Diese Methoden erklären auch die fast unglaublich hohe Genauigkeit der digitalisierten Weltkarte des Klaudios Ptolemaios nach Beseitigung einer offensichtlichen Maßstabsverzerrung der Karten von Asien.

Summary

Those passages of the »Geographike hyphegesis« of Claudius Ptolemaeus have been put together or newly translated, respectively, which are relevant to ancient land surveying as well as the determination of the perimeter of the Earth being necessary for this purpose. Guided by the – partly newly translated – text those methods will be commented. They explain not only the high accuracy of the determination of the perimeter of the Earth by Eratosthenes of Kyrene. Those methods explain also the almost unbelievable high accuracy of the digitised world map of Claudius Ptolemaeus after removing an obvious scale factor of the maps of Asia.

1 Einleitung

Viele geografisch-astronomische Zahlenangaben aus der hellenistischen Zeit wie z. B. die des Eratosthenes für den Erdumfang oder für die »Astronomische Einheit« verblüffen durch ihre hohe Genauigkeit. Eine wissenschaftliche Erklärung dieser Tatsache erfordert zunächst die Rekonstruktion der Methoden, die die »Angewandten Mathematiker« des Altertums, die Geodäten und die Astronomen zu ihrer Bestimmung verwendet haben und die beispielsweise bei Klaudios Ptolemaios beschrieben sind.

v. Mzik (1938) merkt zu seiner Übersetzung des Textes des 1. Buches der »Geographike hyphegesis« (Anleitung zur Geographie) an: »In gewisser Beziehung will die vorliegende Übersetzung auch als eine solche Vorarbeit gelten, stellt doch der Text auch geübte Gräzisten vor bedeutende Schwierigkeiten, die allerdings meistens nicht so sehr im Sprachlichen, als vielmehr im Sachlichen liegen. Tatsächlich ist eine sachgerechte *und* wortgetreue Übersetzung der antiken Texte über astro-geodätische Methoden nur möglich, wenn man den Sachverhalt

kennt, über den sich der antike Autor äußert. Das bedeutet in der Praxis, dass die Erkenntnis der Methode durch einen heutigen Sachexperten und die wortgetreue Übersetzung durch einen geübten Gräzisten parallel und in enger Kooperation ablaufen muss. Dies wird hier mit dem Werk »Geographike hyphegesis« des Ptolemaios begonnen, in dem zu Beginn des 1. Buches astro-geodätische Verfahren beschrieben werden, die von den sog. Bematisen oder »Königlichen Landmessern« verwendet wurden. Im folgenden Abschnitt 2 sind zunächst Passagen aus Buch 1, Kapitel 2, Paragraphen 2, 3 und 5 angegeben, die direkt der Übersetzung von Mzik entnommen werden konnten und die zur weiteren Erläuterung der in Abschnitt 3 beschriebenen hellenistischen Methode zur Bestimmung des Erdumfanges dienen.

Schwierigkeiten machte vor allem das Verständnis der in Kapitel 3, Paragraph 1 und 2 erläuterten Methode. Hier ist zunächst in Abschnitt 3 zur Illustration der Schwierigkeiten die Übersetzung von Mzik zitiert, die einem heutigen Sachexperten völlig unverständlich bleibt. Anschließend ist eine wortgetreue Neuübersetzung basierend auf einer engen Zusammenarbeit der beiden ersten Autoren angegeben, aus der sich die antike Methode unschwer erkennen lässt.

Eckige Klammern gehören nicht zum Text, sondern wurden der besseren Verständlichkeit halber als Anmerkungen hinzugefügt.

2 »Die unerlässlichen Voraussetzungen der Geographie«

Der Übersetzung von v. Mzik (1938) entnehmen wir aus Buch 1, Kapitel 2 des Ptolemaios die folgenden Passagen:

»§ 2 Da dem vorliegenden Werke [»Geographike hyphegesis«] die Aufgabe gesetzt ist, unsere Oikumene möglichst den Größenverhältnissen der Wirklichkeit entsprechend darzustellen, halten wir es für notwendig, folgendes vorauszuschicken.

Voraussetzung für eine derartige Arbeit ist die systematische Länderbeschreibung; denn sie vermittelt ihre Erkenntnis der Hauptsache nach aus den Mitteilungen jener, welche die einzelnen Länder mit wissenschaftlicher Sachkenntnis bereit haben.

Die Untersuchung aber und die Mitteilung des Ergebnisses gehört

- teils in das Gebiet der Erdmesskunst,
- teils in das der Himmelskunde.

In das Gebiet der Erdmesskunst, insofern sie lediglich durch Abmessung der Entfernung die gegenseitige Lage der Orte aufzeigt.

In die Himmelskunde, insofern sie dies mittels der *Astrolabien und der Schattenfänger* (Skiothera) aus den Himmelserscheinungen tut.

Die Himmelskunde ist das Absolute und Sichere, die Erdmesskunst verfährt dagegen summarischer und *bedarf der Ergänzung* durch jener.

§ 3 Denn zunächst ist es so, dass *bei beiden Verfahrensarten feststehen muss, nach welcher Himmelsrichtung* [Azimut] der Abstand der beiden in Frage stehenden Orte verläuft.

Man muss nämlich nicht nur wissen, wie *weit* dieser von jenem absteht, sondern auch nach welcher [Azimut-] *Richtung*, d. h. beispielsweise ob gegen Norden oder gegen Osten oder gegen die Teilrichtungen dieser Himmelsgegenden.

Ohne die *Beobachtung mittels der genannten Instrumente*, von denen an jedem Ort und zu jeder Zeit die *Lage der Mittagslinie* [Meridian] und dadurch die *Richtung der gemessenen Entfernungen* [Azimut] ohne weiteres aufgezeigt werden, ist es unmöglich, dies genau zu ersehen.

§ 5 Erst die Aufnahme aufgrund der Himmelserscheinungen ergibt all dies genau und weist überdies nach, wie groß die Bogenstücke sind, welche die durch die in Frage stehenden Orte gezogenen Breitenkreise und Mittagslinien untereinander abschneiden, d. h.

- die Breitenkreise die zwischen sie und dem Gleicher [Äquator] fallenden Bogenstücke der Mittagslinien [Meridianbögen],
- die Mittagslinien aber die von ihnen begrenzten Bogenstücke des Glechers und der Breitenkreise [Breitenkreisbögen], ... usw.«.

3 »Berechnung der Stadienzahl des Erdumfanges aus der Stadienzahl einer beliebigen geraden Entfernung, auch wenn sie nicht unter ein und demselben Mittagskreis verläuft und umgekehrt«

v. Mzik (1938) übersetzt den Text des Ptolemaios, Kapitel 3, wie folgt:

»§ 1 Unsere Vorgänger verlangten nicht nur eine gradlinige Entfernung auf der Erde, die das Bogenstück eines größten Kugelkreises darzustellen hat, sondern auch, dass diese im Zuge ein und derselben Mittagslinie liege; sie beobachteten mittels der Schattenmesser die Scheitelpunkte der beiden Enden der zugrunde gelegten Strecke und setzten dann den von diesen Punkten begrenzten Bogen der Mittagslinie als den Bogen der auf der Erde abgegangenen Strecke entsprechend an. Denn diese

Punkte liegen – wie erwähnt – in einer Ebene, weil die durch die Endpunkte zu den Scheitelpunkten gezogenen Geraden einander treffen und der Treffpunkt der gemeinsame Mittelpunkt der Kreise ist.

§ 2 Sie gingen dabei von der Voraussetzung aus, dass die Strecke auf der Erde zum ganzen Erdumfang im gleichen Verhältnis stehe wie der zwischen den Scheitelpunkten liegende Bogen zu dem durch die Pole gezogenen größten Himmelskreise.«

Der folgende Text ist eine wortgetreue Neuübersetzung durch Knobloch dieser beiden Paragraphen des griechischen Textes wie editiert in Nobbe (1966):

»§ 1 Die vor uns nun suchten nicht nur nach einer geraden Entfernung auf der Erde, wo sie die Peripherie eines Großkreises bildet, sondern auch die Position, die sie in der Ebene eines Meridians hat. Und indem sie mittels der ›Schattenfänger‹ (Skiothera) auf die ›gegenüberliegenden Punkte‹ der zwei Enden der geraden Entfernung achteten, erhielten sie hieraus diejenige [Meridian-]Peripherie, die von den Meridianen [durch die »gegenüberliegenden Punkte«] abgetrennt wird und der des Weges entspricht, weil, wenn man das konstruiert, wie wir sagten, es bezüglich einer Ebene der Geraden stattfindet, die sich, wenn sie verlängert werden, einander schneiden und weil der Schnittpunkt der gemeinsame Mittelpunkt der [Breiten-]Kreise ist.

§ 2 So wie dabei die Peripherie zwischen den ›gegenüberliegenden Punkten‹ [und den Enden] als Teil des [Meridian-]Kreises durch die Pole aufgezeigt wurde, so nahmen sie sich auch die Ausdehnung des gesamten [Meridian-]Umfanges (Perimeter) auf der Erde vor.«

Mit »Peripherie« ist ein Teil eines Großkreises auf der Erde bezeichnet, der gesamte Umfang des Großkreises mit »Perimeter«. Der »Schattenfänger« (Skiotheron) wird im nächsten Abschnitt beschrieben; mit ihm wurde, wie Ptolemaios in Kapitel 2 angibt, die Meridianrichtung (Nord-Südrichtung) festgelegt.

Die den zwei Enden A, B einer geraden Entfernung »gegenüberliegenden Punkte« α , β (terminus technicus) liegen auf dem Breitenkreis des jeweiligen und dem Meridian des anderen Endpunktes (siehe Abb. 1). Zu dem Begriff »gegenüberliegende Punkte bzw. Orte« bemerkt Ptolemaios später in Kapitel 4 (v. Mzik 1938, S. 21) noch an: »Außer ihm [Hipparchos] aber haben nur einige seiner Nachfolger auch noch eine Anzahl von »gegenüberliegenden Orten« angegeben,

- nicht etwa solchen, die vom Gleicher [Äquator] gleichweit abstehen [d. h. auf demselben Parallelkreis liegen],
- sondern lediglich solchen, die unter ein und derselben Mittagslinie [Meridian] liegen, ... usw.«

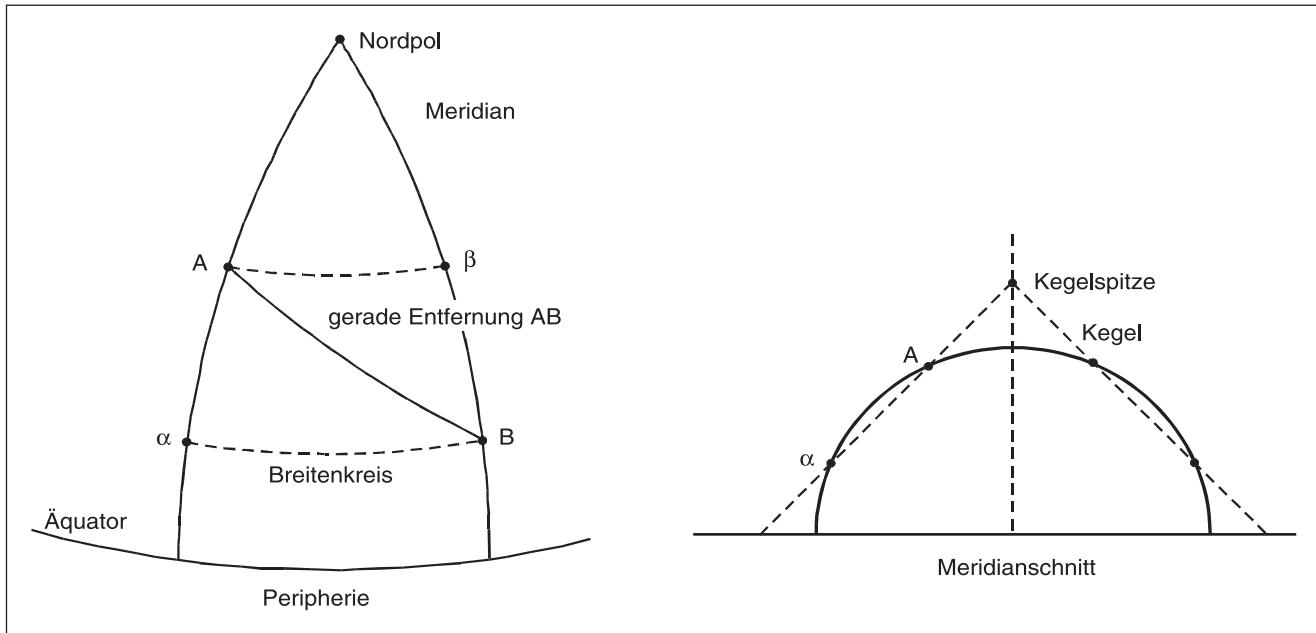


Abb. 1: »Gegenüberliegende Punkte« und die Geraden durch die Endpunkte

Zur geometrischen Erläuterung dieser beiden Paragraphen dient Abbildung 1. Die Geraden, die durch Endpunkte und »gegenüberliegende Punkte« geführt werden, sind Mantellinien eines Kegels, der die Erdkugel in den Breitenkreisen der Endpunkte A und B schneidet, ihr Schnittpunkt also die Kegelspitze. Bei nicht zu großen Entfernungen AB entspricht die Länge der Strecke $A\alpha$ der »Meridian-Peripherie« $A\alpha$. Legt man derartige Konstrukte längs des Neilos von Alexandria nach Syene bzw. von Syene nach Meroe, erhält man durch einfache Summation aller Strecken $A\alpha$ bzw. $B\beta$ unmittelbar die *Meridianbogenlänge zwischen den Breitenkreisen* von Alexandria und Syene zu 5000 Stadien bzw. von Alexandria und Meroe zu 10.000 Stadien.

Das war also die Methode, die die Bematisten oder »Königlichen Landmesser« der Ptolemaios-Herrscherr verwendeten und auf deren Ergebnisse sich Eratosthenes bei seiner Bestimmung des Erdumfangs stützen konnte.

4 Anmerkungen zur Methodik der Geodäten/Geographen

Die Meridianrichtung wurde, wie Ptolemaios angibt, mittels eines »Skiotheron« = Schattenfänger genannten Messinstrumentes festgelegt. Dieses astro-geodätische Messinstrument ist bei Kleomedes dort beschrieben, wo er auf die Methode der Bestimmung des Erdumfanges durch Eratosthenes eingeht, die »geometrischer Natur und etwas undurchsichtiger« sei als die des Poseidonios. Die betreffende Stelle übersetzt Czwalina (1927, S. 35) wie folgt:

»Da nun die beiden Städte auf dem gleichen Meridian liegen, so wird der Bogen, den wir vom Endpunkte des Schattens zum Fußpunkt des Zeigers hin bei der in Ale-

xandria aufgestellten Uhr ziehen, ein Teil des größten Kreises der Höhlung der Sonnenuhr sein.«

Szabo (1992, S. 137) dagegen übersetzt die betreffende Stelle in, wie er ausdrücklich erwähnt, möglichst genauer Paraphrase wie folgt:

»... zieht man einen Bogen von dem extremen Schatten des Gnomons zum Fußpunkt des Gnomons bei jenem *Skiotheron*, das in Alexandria steht, so wird dieser Bogen Abschnitt jener größten Kreise, die man in der Skaphe ziehen kann ...«.

Wie Szabo (1992) anmerkt, nannten die Griechen (z. B. Aristoteles) dasjenige Gebilde »Gnomon«, das entsteht, wenn man von einem Quadrat ein etwas kleineres Quadrat abzieht (siehe Abb. 2). Was war andererseits ein Skiotheron?

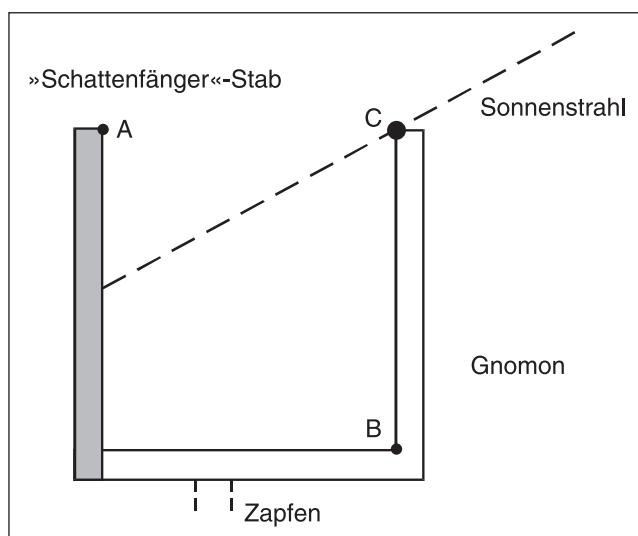


Abb. 2: Skiotheron: »Gnomon« und »Schattenfänger«-Stab

Ein »extremer Schatten des Gnomons« tritt genau dann auf, wenn die Sonne am Horizont (Zenitdistanz $z=90^\circ$) steht, nämlich im Punkt A. zieht man um C einen (Kreis-)Bogen von A zum Fußpunkt des Gnomons B, so ist dieser Bogen tatsächlich Abschnitt jener größten Kreise, die man in einer Skaphe (Sonnenuhr, dem Aristarchos zugeschrieben) ziehen kann. Deutlich wird auch hier, wie wichtig eine Übersetzung in »möglichst genauer Paraphrase« ist, um die Methoden der »Angewandten Mathematiker« der Antike zu rekonstruieren und damit zu verstehen. Wie aus drei Messungen mit einem Skiotheron die Meridianrichtung bestimmt wurde, findet man wiederum bei dem römischen Agrimensor Hyginus (siehe Lelgemann 2001, S. 36).

Die Rekonstruktion derartiger Methoden aus überlieferten Texten ist nicht zuletzt erforderlich, um die beeindruckende Genauigkeit der Weltkarte des Ptolemaios zu erklären. Zu bedenken ist dabei, dass von den griechisch-römischen Geodäten/Geographen verschiedene Stadiondefinitionen verwendet wurden; die für ein Verständnis von geographischen Zahlenangaben wichtigsten sind in Tabelle 1 aufgelistet (KE = 529 mm = Große Ägyptische Königselle, GE = 496 mm = Gudea-Elle).

An vielen Stellen in der antiken Literatur wird bemerkt, dass Eratosthenes den Erdumfang zu 252.000 Stadien angegeben hat; ausschließlich Kleomedes gibt einen anderen, mutmaßlich gerundeten Wert von 250.000 Stadien an.

Darüber hinaus bemerkt Strabon im Buch II, Kapitel 5, Abschnitt 7, (Groskurd 1988) dass Eratosthenes den Erdumfang in

έξηκοντάδες (Hexakontaden = Sechzigkeiten)

unterteilt; zum anderen geben alle Römer (Plinius, Vitruvius, Censorinus) an, dass er das Stadion Italikon benutzte. Diese Anmerkungen werden nur dann plausibel, wenn man davon ausgeht, dass Eratosthenes auch das auf dem Ionischen Fuß (kleiner ptolemäischer Fuß) beruhende Stadion Italikon benutzte und dann $60 \cdot 60 \cdot 60$ Stadien für den Erdumfang angegeben hat. Zum Stadion des Eratosthenes siehe auch Lelgemann (2002).

Zu beachten ist ferner die Bemerkung des Armeniers Ananias von Schirak (610–685 n. Chr.), dass in der Geografie zwei Stadiondefinitionen verwendet wurden, die im Verhältnis 3:4 standen, das kleinere verwendet bei

der »Vermessung aus der Luft« (Stadion Eratosthenes), dass größere bei der »Vermessung auf dem Boden« (Ägypt.-ionisches Stadion). Mutmaßlich lagen dem Ptolemaios Karten vor, die nach dem »Stadion zur Vermessung aus der Luft« gezeichnet waren, welches er irrtümlich als »Stadion zur Vermessung auf dem Boden« interpretierte. Dadurch könnte es zu dem Maßstabsfaktor gekommen sein, der jedenfalls eindeutig die Asien-Karte des Ptolemaios prägt.

5 Zur Asienkarte des Klaudios Ptolemaios

Die erste digitalisierte Weltkarte der Menschheitsgeschichte ist in der »Geographike hyphegesis« angegeben; Ptolemaios listet dort die geografischen Längen Λ und Breiten ϕ von ca. 8300 ausgewählten Orten der Oikumene auf.

Mit Humbach und Ziegler (1998) liegt erstmals eine Übersetzung des griechischen Textes des Buches 6 (Arabische Halbinsel und Asien ohne Indien) vor. Während Arabien durch keinen (bzw. nur durch einen geringen) Maßstabsfaktor verfälscht ist, ergibt sich für die Asienkarte eindeutig ein Maßstabsfaktor von $7:5 = 1,4$ (Stadion des Eratosthenes) bzw. $(7:5)(32:30) \approx 1,5$ (kleines Persisches Stadion). Die Herkunft dieses Maßstabsfaktors ist leicht zu erklären. Dem Ptolemaios lagen Karten vor, deren Maßstab auf der Längeneinheit (3/4) Persisches Stadion basierten und diesen Maßstab hat er falsch interpretiert.

Um die Klaffungen der verzerrten Asien-Karte gegenüber der Arabischen Halbinsel klein zu halten, verlegte Ptolemaios den durch Rhodos ($\phi = 36,5^\circ$) verlaufenden Diaphragma-Parallelkreis in Asien auf $\phi = 39^\circ$. Hierbei hat er sich mutmaßlich auf Hipparch berufen, der laut Strabon dem Eratosthenes (fälschlicherweise) vorgeworfen hatte, Indike zu weit nach Süden vorgerückt zu haben. Zu dem Begriff des Diaphragma-Parallels siehe Lelgemann (2001).

Nach Osten war unbegrenzter Raum, so dass Ptolemaios bei seinen geografischen Längen Λ von der Stadt Alexandria ($\lambda = 30^\circ$ östlich Greenwich) ausgehen konnte, deren geografische Länge er mit $\Lambda = 60,5^\circ$ östlich der »Glücklichen Inseln« (Kanarische Inseln) angibt. Wie er im Buch 1, Kap. 11 mitteilt, hat er sich hierbei auf Mari-

Tab. 1: Geografische Stadiondefinitionen der Hellenen

	Stadion	Ellen	600 Fuß	m	pro Grad
GS1	Stadion Eratosthenes	300 KE	Pous Gudea	158,8	700
GS2	Ägypt.-ionisches Stadion	400 KE	Pous Ptolemaikos	211,7	525
GS3	Stadion Italikon	350 KE	Ionischer Fuß	185,2	600
GS4	Stadion des Ptolemaios	(21/20) 400 KE	Pygon Nippur-Elle	222,2	500
GS5	Persisches Stadion	400 GE	Pygon Gudea	198,4	560
GS6	Kleines persisches Stadion	300 GE	–	148,8	746 $\frac{1}{3}$

nos von Tyros berufen, dessen viel zu große Angabe von $\Delta\Lambda = 15 \text{ h} = 225^\circ$ für die Ausdehnung der Oikumene er sogar auf $\Delta\Lambda = 12 \text{ h} = 180^\circ$ verringern konnte.

Die Angaben Λ und ϕ des Ptolemaios wurden daher zunächst reduziert zu

$$L = (5/7)(32/30)(\Lambda - 60,5^\circ) + 30^\circ + 1^\circ$$

$$B = (5/7)(32/30)(\phi - 39^\circ) + 36,5^\circ.$$

Anhand dieser reduzierten geografischen Längen L und Breiten B sind die von Ptolemaios angegebenen Orte unschwer mit heutigen Orten (wie angegeben im Times-Atlas) zu identifizieren (siehe Tabelle 2 bis 4). Bei der Identifizierung wurde auch ausgegangen von dem Netz der Straßen/Pisten und der Mutmaßung, dass diese den alten Handelswegen entsprechen. Jedenfalls liegen fast alle der von Ptolemaios angegebenen Orte an oder in der Nähe von Kreuzungspunkten heutiger Straßen/Pisten.

Eine andere Methode der Identifizierung ist die Ähnlichkeit der Ortsnamen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass sich im Laufe der Zeit die Bezeichnung eines Ortes mehrfach ändern konnte. Als Beispiel sei an Byzanz – Konstantinopel – Istanbul erinnert. Archäologische Stätten mit bekannten Namen sind u. a. Persepolis, Babylon, Susa, Seleucia, und Ecbatana.

Beeindruckend ist die hohe Genauigkeit, mit der bereits die Hellenen die Oikumene von Ägypten bis China ausgemessen hatten. Mit einer Detailanalyse der Angaben des Ptolemaios und der Erstellung entzerrter Karten wurde zwischenzeitlich begonnen. Obige generelle Entzerrungsformel führt in den einzelnen Ländern zu systematischen Fehlern in Länge und Breite; diese sind bei einer Detailentzerrung natürlich noch zu berücksichtigen.

6 Schlussbemerkungen

Die Geschichte der Angewandten Mathematik im Altertum ist ein wissenschaftshistorisches Gebiet, das eindeutig eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit von heutigen Sachexperten und Wissenschaftshistorikern erfordert. Hierbei ist sowohl den numerischen Ergebnissen als auch den geometrisch-physikalischen Modellvorstellungen gleichgroße Bedeutung zuzumessen, aber vor allem auch den Methoden, mittels deren die Ergebnisse erreicht wurden.

Der berühmte Wissenschaftshistoriker Otto Neugebauer merkt (Neugebauer 1975, S. 108) an: »It makes no sense to praise or to condemn the ancients for the accuracy or for the errors in their numerical results. What is really admirable in ancient astronomy is its theoretical structure«. Ist das wirklich so? Ist es nicht vielmehr viel bemerkenswerter, dass Eratosthenes den Erdumfang zu 252.000 Stadien = 40.000 km oder, wie unter anderen Galen von Pergamon uns berichtet, die »Astronomische Einheit« zu 804 Millionen Stadien = $0,85 \cdot 150$ Millio-

nen km angegeben hat? Oder ist die Genauigkeit der Asienkarte des Klaudios Ptolamaios, nach ihrer Entzerrung durch einen offensichtlichen Maßstabsfaktor, nicht bewundernswert?

In der Wissenschaftsgeschichte der Neuzeit sind genaue Messdaten (z. B. für die Lichtgeschwindigkeit), die Entwicklung neuer Modelle (z. B. Newton, Einstein) sowie neuer Methoden der Angewandten Mathematik (z. B. Analysis, Potentialtheorie, Vektorrechnung) untrennbar miteinander verbunden. Sollte das im Altertum anders gewesen sein?

Unsere wichtigsten Informationen über Angewandte Mathematik des Altertums sind die Schriften des Klaudios Ptolemaios. Sie geben auf den ersten Blick viele Rätsel auf, die sich allerdings durch wortgetreue und sachgerechte Übersetzungen einerseits, Rekonstruktion der antiken Methoden und Vorgehensweise andererseits und nicht zuletzt durch die Eliminierung von vorgefassten modernen Meinungen oft auflösen lassen.

Literatur

- Czwalina, A.: Cleomedes: Die Kreisbewegung der Gestirne. Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1927.
- Groskurd, C. G.: Strabo, Erdbeschreibung. Berlin-Stettin 1831–1834 (Nachdruck Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1988).
- Humbach, H. und Ziegler, S.: Ptolemy, Geography, Book 6. Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden, 1998.
- Lelgemann, D.: Eratosthenes von Kyrene und die Meßtechnik der Alten Kulturen. Chmielorz-Verlag, Wiesbaden, 2001.
- Lelgemann, D.: Zur Messung der »Astronomischen Einheit« durch Eratosthenes von Kyrene. In: F. Huber und R. C. A. Rottländer (Hrsg.), Ordo et Mensura VII, S.131–146, Scripta Mercaturae Verlag, St. Katharinen, 2002.
- v. Mzik, H.: Des Klaudios Ptolemaios Einführung in die Darstellende Erdkunde. Gerold, Wien, 1938.
- Neugebauer, O.: A History of Ancient Mathematical Astronomy. Springer Verlag, New York [u. a.], 1975.
- Nobbe, C. F. A.: Claudio Ptolemaei Geographia. Leipzig 1843–1845 (Nachdruck Georg Olms Verlag, Hildesheim, 1966).
- Schmidt, M. G.: Die Nebenüberlieferung des 6. Buches der Geographie des Ptolemaios. Reichert Verlag, Wiesbaden, 1999.
- Stillwell, R.: The Princeton Encyclopedia of Classical Sites. Princeton University Press, 1976.
- Szabo, A.: Das geozentrische Weltbild. dtv-Wissenschaft, München, 1992.
- The Times: Atlas of the World. Times Books limited, London, 1985.

Anschrift der Autoren

Prof. Dr. phil. Eberhard Knobloch
Institut für Philosophie, Wissenschaftstheorie, Wissenschafts- und Technikgeschichte
Technische Universität Berlin
Ernst-Reuter-Platz 7, D-10587 Berlin
Tel.: ++49-30-314-24016, Fax: ++49-30-314-25962
eberhard.knobloch@tu-berlin.de

Prof. Dr.-Ing. Dieter Lelgemann
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Fuls
Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik
Technische Universität Berlin
Straße des 17. Juni 135, D-10623 Berlin
Tel.: ++39-30-314-23205, Fax: ++49-30-314-21973
lelge@mca.bv.tu-berlin.de
Fuls@mca.bv.tu-berlin.de

Tab. 2: Städte in Asien südlich des Diaphragma-Breitenkreises ($\phi=39^\circ$, $\varphi=36,5^\circ$)

Land	Ptolemaios					Times-Atlas			Differenz	
	Ort	Λ	ϕ	L	B	Ort	λ	φ	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$
Assyria	Ninos	78	36,33	42,7	34,7	Nineveh	43,1	36,4	0,4	1,7
	Ktesiphon	80	35	44,1	33,8	Ashur/Ash Sharqat	43,2	35,5	0,5	0,8
	Arbela	80	37,25	44,1	35,3	Ctesiphon	44,6	33,1	0,5	-0,7
Mesopotamia	Babylon	79	35	43,4	33,8	Babylon	44,2	32,3	0,8	-1,5
	Seleukeia polis	79,33	35,66	43,6	34,3	Seleucia/Opis	44,4	33,0	0,7	-1,3
Susiane	Susa	84	34,25	46,7	33,3	Sush bei Dezful	48,2	32,2	1,5	-1,1
	Tareiana	82	32,5	45,4	32,1	Al Qurnah	47,0	31,0	1,6	-1,1
	Charax Pasinu	83,33	31	46,3	31,1	Khorramshahr*	48,15	30,42	1,9	-0,7
Persis	Persepolis	91	33,33	51,4	32,7	Persepolis	53,0	30,0	1,6	-2,7
	Taoke	89	30,33	50,1	30,7	Bushehr	50,8	29	0,7	-1,7
	Axima	87,75	33,83	49,2	33,0	Mündung d. Mand	51,3	28,1	1,1	-2,6
	Marrasion	92,5	34,5	52,4	33,5	Behbehan	50,3	30,6	1,1	-2,4
Karmania	Harmuza	94,5	23,5	53,8	26,1	Bandar-e Lengeh	54,9	26,6	1,1	0,5
	Samydale	99,5	22,66	57,1	25,6	Jask	57,8	25,7	0,7	0,1
	Karmana Metr.	100	29	57,5	29,8	Bam	58,3	29,1	0,8	-0,7
Gedrosia	Kuni	110	27	64,1	28,5	Kharan	65,4	28,6	1,3	0,1
	Arbis	105,33	23,5	61,0	26,1	Suntsar am Dasht	62,0	25,5	1,0	-0,6
	Musarna	115	27,5	67,5	28,8	Jacobsbahad	68,5	28,3	1,0	-0,5

* Ptol. 6.3.2: »Der östliche Mündungsarm der Mündung des Tigris liegt bei Charax Pasinu.« (Übersetzung von Humbach und Ziegler 1998, S. 59). Wilber beschreibt Charax (vorher Antioch genannt) als »A site on an artificial elevation at the point where the Tigris and Karan rivers unite.« (in: Stillwell 1976, S. 60). Dort liegt der moderne Ort Khorramshahr (Times Atlas). Zum ptol. Wert für die geografische Länge siehe Schmidt (1999, S. 217).

Tab. 3: Städte in Asien südlich des Diaphragma-Breitenkreises ($\phi=39^\circ$, $\varphi=36,5^\circ$)

Land	Ptolemaios					Times-Atlas			Differenz	
	Ort	Λ	ϕ	L	B	Ort	λ	φ	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$
Media	Ekbatana	88	37,25	49,4	35,3	Hamadan	48,6	34,8	-0,8	-0,5
	Kyropolis	85,5	41,5	47,7	38,2	Tabriz	46,3	38,0	-1,4	-0,2
	Arsakia	88	36,5	49,4	34,8	Borujerd	48,8	34,0	-0,6	-0,8
	Europos	93,66	36,66	53,2	34,9	Sialk bei Kashan	51,75	34,0	-1,5	-0,9
	Kaspische Pforte	94	37	53,4	35,2	Damavand	52,1	35,8	-1,3	0,6
Parthia	Hekatompyle	96	37,85	54,8	35,7	Semnan	53,4	35,5	-1,4	-0,2
	Ambrodax	94,3	38,33	53,6	36,1	Gach Sar	51,4	36,1	-2,2	0,0
	Artakana	96	34,5	54,8	33,5	Ardestan	52,4	33,4	-2,4	-0,1
Aria	Alexandreia	110	36	64,1	34,5	Herat	62,2	34,4	-1,9	-0,1
	Bitaxa	103,66	38	59,9	35,8	Sabzevar	57,6	36,2	-2,3	0,4
	Areia	105	35	60,8	33,8	Birjand	59,1	32,9	-1,7	-0,9
Paropanisadai	Karbura/Ortospana	118	35	69,5	33,8	Kabul	69,2	34,5	-0,3	0,7
	Naulibis	117	35,5	68,8	34,2	Bamian	67,8	34,9	-1,0	0,7
Drangiane	Prophthasia	110	32,33	64,1	32,0	Zaranj	61,9	31,0	-2,2	-1,0
	Ariaspe	108,66	28,66	63,3	29,6	Zahedan	60,9	29,5	-2,4	-0,1
Arachosia	Alexandreia	114	31	66,8	31,1	Kandahar	65,7	31,6	-1,1	0,5
	Arachotos	118	30,33	69,5	30,7	Sharan Jogizai/Zhob	68,5	31,1	-1,0	0,4

Tab. 4: Städte in Asien nördlich des Diaphragma-Parallels ($\phi = 39^\circ$, $\varphi = 36,5^\circ$)

Land	Ptolemaios					Times-Atlas			Differenz	
	Ort	Λ	ϕ	L	B	Ort	λ	φ	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$
Hyrkania	Amarusa	95	40	54,1	37,2	Amol	52,4	36,4	-1,7	-0,8
	Hyrkania					Gorgan/Asterabad	54,5	36,8	-1,9	-0,4
	Metropolis	98,5	40	56,4	37,2					
Margiane	Antiocheia	106	40,66	61,5	37,6	Merv/Mary	61,9	37,7	0,4	0,1
	Nisaia	105,25	41,15	61,0	37,9	Chashkent	61,4	38,0	0,4	0,1
Baktriane	Baktra	116	40	68,2	37,2	Balkh	66,9	36,8	-1,3	-0,4
	Chatracharta	110	44	64,1	39,8	Chardzhou	63,5	38,9	-0,6	-0,9
	Zarispa	115	44	67,5	39,8	Karshi	65,8	39,0	-1,7	-0,8
	Marakanda	112	39,25	65,5	36,7	Meymaneh	64,7	36,0	-0,8	-0,7
Sogdiane	Oxeiana	117,5	44,66	69,2	40,3	Samarkand am				
	Drepsa Metropolis	120	45	70,8	40,5	Zeravshan	67,0	39,7	-2,2	-0,6
	Alexandria am					Ursat' yevskaya	68,8	40,2	-2,0	-0,3
	Oxus	113	44,66	66,2	40,3	Bukhara*	64,4	39,8	-1,8	-0,5
	Maruka	116,75	43,33	68,7	39,4	Guzar	66,2	38,6	-2,5	-0,8
	Alexandreia					Feyzabad	70,7	37,1	-1,5	-0,7
	Eschate	122	41	72,2	37,8					
Saka	Schlucht der					Tal des Yarkant He	76,1	36,7	-1,4	0,2
	Komedai	130	39	77,5	36,5	Skiquane am Indus	79,8	32,5	-1,1	0,0
	Steinerner Turm	135	33	80,9	32,5					
Skythia Ektos	Auzakia	144	49,66	86,9	43,6	Urumshi	87,7	43,7	0,8	0,1
	Issedon Skythike	150	48,5	90,9	42,9	Bezekuk	89,7	43,0	-1,2	0,1
Serike	Issedon Serike	162	45	99,0	40,5	Jiayuguan	98,4	39,8	-0,6	-0,7
	Drosache	167,66	42,5	102,8	38,8	Wuwei (Liangzhou)	102,9	38	0,1	-0,8
	Ottotokora	165	37,25	101,0	35,3	Xining?	102	36,6	1,0	1,3
	Sera Metropolis	177,25	38,6	109,2	36,2	Lin Shan/Xi' an	109,3	34,2	0,1	-2,0

* Wilber gibt eine Alternative für Alexandria am Fluss Oxus an: »Founded in 328 on the Oxus, possibly near the present village of Nakhshab.« (in: Stillwell 1976, S. 39). Dies liegt bei Termez am Amudarya ($\lambda = 67,3^\circ$, $\varphi = 37,3^\circ$), einem Verkehrsknotenpunkt zwischen Hindukush und Samarkand (Times Atlas).