Längenbestimmung und Zentralmeridian bei den älteren Völkern.

Von C. Schoy.

(Mit 2 Textfiguren.)

I.

Die Lösung der zwei Aufgaben der mathematischen Geographie, Länge und Breite irgendeines Punktes der Erdoberfläche in bezug auf ein sphärisches Koordinatensystem (Äquator und Nullmeridian) anzugeben, ist Gegenstand des geographischen Ortsbestimmungsproblems. Wenn auch Länge und Breite als gleichartige Größen (Stücke größter Kreise, Winkelbogen) definiert sind, so sind die Methoden zur Auffindung derselben doch in beiden Fällen durchaus verschieden. Das Messen der Höhe des Polarsternes über dem Horizont irgendeines Ortes, die identisch ist mit seinem Äquatorabstand, also seiner geographischen Breite, drängte sich von jeher dem astronomischen Beobachter als das zunächstliegende Mittel der Breitenbestimmung auf und in der Tat variieren vom Zeitpunkt der Erkenntnis dieser Tatsache nur noch die Methoden zur genaueren Ermittlung des Winkels der Weltachse zum Horizont. Indem also Horizont und Weltachse von selbst eine meßbare Winkelgröße darboten, war das Problem der Breitenbestimmung gewissermaßen auf eine gegebene Basis gebracht. Welche Beiträge die frühere Zeit zur Förderung dieses Teiles der Ortsbestimmung geliefert hat, habe ich des Näheren darzulegen versucht in der Schrift: „Die geschichtliche Entwicklung der Polhöhenbestimmung bei den älteren Völkern". (Hamburg, 1911.)

Anders liegt der Fall bei der Längenbestimmung. Hier entbehren wir zunächst einer solchen Bezugsebene, die dem Horizont des jeweiligen Standortes entspräche, einer Ebene des Nullmeridians. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, irgendeinen passenden Meridian zur Ausgangslinie der Längenzählung zu wählen.

Indem die rotatorische Bewegung der Erde alle Längengrade in 24 Stunden der Sternzeit durch 360 Winkelgrade hindurchführt, wird das Problem der Längenbestimmung wesentlich zu einem solchen der Zeitmessung und hierin liegt ein weiterer fundamentaler Unterschied zwischen der astronomischen Breiten- und Längenbestimmung der älteren Zeit. (Von geodätischen Messungen soll hier nicht die Rede sein.) Tatsächlich haben die älteren Kulturvölker die Ermittlung der Längenunterschiede zweier Orte stets auf eine solche der Zeitunterschiede (wahre Ortszeiten) zurückgeführt, wenn nicht Schätzungen der Ortsabstände auf Reisen zur Längenbestimmung dienten.

Es entspricht der historischen Gerechtigkeit, wenn man bei Kritik der oft sehr ungenauen Längenbestimmungen der älteren Zeit auch die primitiven Zeitmeßwerke und abgerundeten Zeitangaben berücksichtigt, die $^1/_4$ bis $^1/_6$ Stunde an Genauigkeit nicht übertrafen. (S. Anm. *a* am Schlusse dieses Artikels.)

Ptolemäus erzählt im I. Buch, Kap. IV seiner Geographie, daß Hipparch als erster vor ihm damit begonnen hätte, die Elemente der exakten Geographie festzulegen. Er hatte bereits eine Anzahl von Orten nach ihrer geographischen Breite klassifiziert. Für ihre Placierung von Ost nach West hatte er die wenigen bis dato beobachteten Finsternisse benützt. Der Charakter der griechischen Winde (Etesien) hatte vielleicht dazu geführt, Punkte zu unterscheiden, die auf einer gemeinsamen Nordsüdlinie lagen, und so zum Begriff des Meridians zu gelangen. Vor Hipparch waren die Methoden der Ortsbestimmung ganz und gar unzulänglich. (Festsetzung der Lage eines Ortes nach Itinerarangaben, Reiseberichten, Klima, Auftreten gewisser Merkmale der Tier- und Pflanzenwelt, so bei Eratosthenes und Dikäarch.) Aber auch Ptolemäus und Marinus bedienten sich oftmals dieses von Hipparch als unwissenschaftlich bezeichneten Verfahrens, über dessen ausführliche Darstellung wir indes auf die „Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen" von H. Berger verweisen möchten. (2. Aufl. 1903, S. 417, 420, 610, 644.)

Wenden wir uns nun zu der exakten (astronomischen) Längenbestimmung durch Beobachtung von Finsternissen, so muß bemerkt werden, daß zwar im Almagest des Ptolemäus sowie in indischen und arabischen astronomischen Werken von der Berechnung der Finsternisse (Tafeln), der Größe der Verfinsterung der Mond- und Sonnenscheibe, sowie auch von der dadurch möglichen

Längenbestimmung ausführlich gehandelt wird, daß sich aber nirgendwo ein numerisches Beispiel findet, aus dem unzweideutig hervorgeht, daß und wie die Längenbestimmung tatsächlich ausgeführt wurde.

Seit 1913 besitzen wir eine deutsche Ausgabe der Ptolemäischen Astronomie, mit der uns K. Manitius beschenkt hat. Zahlreiche Anmerkungen und Zusätze suchen etwaige Unklarheiten des Textes zu beheben. Das 6. Buch des 1. Bandes handelt in der Hauptsache von den Finsternissen. Erwähnt werden die teilweisen Verfinsterungen des Mondes vom 30. April 174 v. Chr., deren Mitte in Alexandria $2^1/_3$ Äquinoktialstunden nach Mitternacht stattfand, sowie vom 27. Januar 141 v. Chr., deren Mitte $1^5/_6$ Äquinoktial- oder gleiche Stunden vor Mitternacht eintrat. Wie man sieht, macht Ptolemäus nur sehr abgerundete Zeitangaben, die auch Manituis beanstandet.[1]) (a. a. O., Anhang, S. 450.) Auf eine Anwendung der Eklipsen auf Längenbestimmungen geht Ptolemäus nicht näher ein. (S. Anm. *b* am Schlusse dieses Artikels.)

Nähere Auskunft dagegen geben die astronomischen Systeme der Inder (Siddhântas), die allerdings noch in geringer Zahl in europäische Sprachen übersetzt sind. Das anscheinend älteste astronomische Lehrbuch der Inder ist der Sûrya Siddhânta oder die sichere Wahrheit enthüllt durch die Sonne, vermutlich gen Ende des 4. Jahrhunderts n. Chr. verfaßt und 1860 durch E. Burgess ins Englische übersetzt. Man findet im I. Kap., Vers 63—65 die Regeln für die Längenbestimmung mittels Mondfinsternissen. Sie lauten: „Wenn bei einer totalen Mondfinsternis der Beginn derselben nach der für die Verfinsterung berechneten Zeit statthat, dann liegt der Ort des Beobachters östlich vom Zentralmeridian, und wenn er vorher statthat, westlich. Dasselbe möge auf ähnliche Weise für den Austritt festgestellt sein. Alsdann multipliziere man mit der Differenz der 2 Zeiten in Nâḍîs den Umfang des Parallels, auf dem sich der Beobachtungsort befindet, und dividiere durch 60. Das Resultat, in Yojanas, zeigt die Entfernung des Beobachters vom Meridian nach Westen oder Osten an.“

Diese Regeln sind sofort verständlich unter Beachtung der Proportion:

---

[1]) M. Reinaud sagt, daß die Güte einer älteren Zeitbestimmung $^1/_4$ Stunde nicht übertraf (Géographie d'Aboulféda, Tome I, pag. 2).

$$\frac{\text{Ganze Zahl in Nâḍîs im Tag (60)}}{\text{Intervall der Verfinsterung in Nâḍîs}} = \frac{2\,r\pi\,.\cos\varphi}{r\,.\,\lambda\,.\cos\varphi}\text{'}$$

woraus folgt

$$\frac{2\,r\pi\,.\cos\varphi\times\text{Intervall}}{60} = r\,.\,\lambda\,.\cos\varphi,$$

Hiebei bedeuten λ und φ Länge und Breite des Beobachtungsortes, r den Erdradius. Man ersieht, daß die Entfernung des Ortes vom Meridian in Längenmaß ausgedrückt ist.[2]) Hingegen begegnet die genaue Festlegung des indischen Längenmaßes Schwierigkeiten. Es heißt in Vers 59, Kap. I:

„Zweimal 800 Yojanas sind gleich dem Erddurchmesser. Die Quadratwurzel aus 10 mal dem Quadrate desselben gibt den Erdumfang.“ Hieraus folgt: Umfang $= d\,.\,\pi = \sqrt{10 d^2} = d\,.\sqrt{10}$, also $\pi = \sqrt{10} = 3{,}1623$. Dieser indische Wert für π weicht von dem wahren, 3,14159 ... beträchtlich ab, womit eine Fehlerquelle in die Längenbestimmungen sich einschleicht.

Burgess fügt den obigen Versen hinzu: „Man sollte erwarten, daß so erfahrene Rechner, wie die Hindus sie sind, aus dem Zeitintervall direkt eine Längendifferenz machen würden, anstatt es erst in Yojanas zu verwandeln. Aber sie messen die Länge nicht wie wir in Graden, Minuten und Sekunden; es ist sonderbar, daß sie nie daran gedacht haben, das Winkelmaß auf die Erdkugel anzuwenden, wie sie es doch für die Himmelskugel tun; aber auch bei der Einteilung der Erde in Zonen reduzieren sie alle Entfernungen mühsam auf Yojanas.“[3]) (Über eine Probe der Güte indischer Längenbestimmungen s. S. 46.)

Bei den Arabern waren es nicht zum geringsten Teil religiöse Gründe, die sie zu exakteren Messungen und Berechnungen, besonders auch zur Erstellung astronomischer und geographischer Tafeln veranlaßten. Die Festsetzung der Qibla (Gesichtswendung zur Kaaba) war nur mit der Kenntnis von Breite und Länge des

---

[2]) Die indische Zeiteinteilung ist folgende: 1 Atemzug = 10 lange Silben; (4 Sekunden), 6 Atemzüge = 1 vinâḍî (24 Sekunden), 60 vinâḍîs = 1 nâḍî; (24 Minuten), 60 nâḍîs = 1 Tag.

[3]) Âryabaṭṭa (vgl. Colebrooke's Hind. Algebr. p. 38) setzt den Erddurchmesser = 1050 Yojanas, Bâskara (vgl. Siddhânt.-Çiromani VII, 1) = 1581 Yojanas. Nach Burgeß (Sur.-Siddh. I, 60) ist für den Durchmesser 1 Yoj. = 4·91, für den Umfang der Erde = 4·94 engl. Meilen zu setzen, so daß die Siddhântas die Erddimensionen zu groß, Âryabaṭṭa sie zu klein angibt.

in Frage kommenden Ortes möglich. Fünf Gebetszeiten zu bestimmten Tagesstunden, die Verpflichtung des Fastens, beginnend am Tage, wo im Monat ramadhan der Mond über den Horizont sich erhob, die Bewegungen von Sonne und Mond, machte für jedes Dorf, jede Familie Tafeln notwendig, die es ermöglichten, den zahlreichen religiösen Verpflichtungen nachzukommen. Solche Tafeln existierten wenigstens für alle größeren Städte und waren den bedeutenderen astronomischen Schriften gewöhnlich beigefügt. Zu den umfangreichsten Tafeln aus der ersten Zeit arabischer Wissenschaft zählen die des Alkwarizmischen Werkes Rasm-al-arḍ, (System oder Figur der Erde), in dem jeder Ort mit Länge und Breite aufgeführt ist. Wir erfahren darüber näheres durch einen der größten arabischen Astronomen, den Syrier Al-Battâni, so genannt nach seinem Geburtsstädtchen Battan. Seiner Religion nach war er Sabäer und starb auch als solcher. Sein ganzes Leben war der Astronomie gewidmet. Er schrieb auf Grundlage des Almagest ein Werk, dessen Prolegomena Plato von Tivoli, ein mittelalterlicher Gelehrter, unter dem Titel: de scientia stellarum lateinisch herausgab und welches auch 1537 in Nürnberg zusammen mit den Astronomischen Rudimenten des Alfraganus im Druck erschien.[4]) Die Herausgabe besorgte J. Regiomontan, das Vorwort stammt von Melanchthon. In den Kapiteln 43 und 44 handelt Al-Battâni ausführlich von den Finsternissen; die Darstellung, die keine Anwendungen auf geographische Längenbestimmungen enthält, lehnt sich an die Ptolemäische an. Jedoch geben seine astronomischen Tafeln, die als Ms. in der Bibliothek zu Escurial sich befinden, den erwünschten Aufschluß. Sie sind reproduziert in der C. A. Nallinoschen Ausgabe des Al-Battâni (Opus astronomicum, II. Bd. 1907, vgl. Anm. c). Auch J. Reinaud (1795—1867) hat von diesem Ms., welches nach ihm das älteste geographische Exposé der Araber sein dürfte, Einsicht genommen. Eine für uns wichtige Stelle lautet: „Man hat gesagt, daß der Äquator zwischen Indien und Abessinien von einer Nordsüdlinie auf einer Insel geschnitten wird, welche den Norden vom Süden trennt. Diese Linie hat gleichen Abstand von den Inseln, die im westlichen Ozean liegen und den östlichen Provinzen Chinas.

[4]) Auch die astronomischen Tafeln des Battâni hat Plato ins Lateinische übersetzt; sie finden sich als Ms. Nr. 7266 in der königl. Bibliothek zu Paris; 1645 erschien davon zu Bologna eine lateinische Ausgabe, die Reinaud jedoch recht mangelhaft findet.

Der Schnittpunkt dieser zwei Kreise ist es, was man die Weltkuppel nennt....[5]) Die Länge der Städte und ihre Breite sind im Buche über die Figur der Erde bestimmt worden. (Buch v. Alkwarizmi.) Die Länge ist die Distanz der Orte von West nach Ost; man läßt sie von den bewohnten Inseln ausgehen, die im westlichen Ozean liegen, und nach Osten fortschreiten, wie auch der Schatten bei Verfinsterungen des Mondes in diesem Sinne fortschreitet, Verfinsterungen, die für eine Stadt früher als für eine andere stattfinden. Ebenso hat man erkannt, daß auch der Mittag für gewisse Städte dem Mittag für jede andere Stadt vorausgeht, die westlich von jenen liegt, und dies nach gewissen Zeitteilen, welche in Äquatormaß gezählt wurden (gleiche Stunden). In der Tat ist die Dauer dieser Zeiten gleich der Zeit, die zwischen dem Augenblick der Verfinsterung des Mondes an zwei verschiedenen Städten verfließt. In dieser Hinsicht hat man also eine genaue Bestimmung der Länge im Vergleich zu einer weniger exakten Art, die Länge nach Reiseberichten festzulegen.

Diese Angaben haben wir (Al-Battâni) nach dem, was wir im Buch über die Figur der Erde gefunden haben, gemacht. Wir haben die mittleren Positionen der Städte und bekannten Länder angegeben, indem wir ihnen nach Art des Ptolemäus einen besonderen Platz anwiesen. Die Zahl der Regionen und Inseln (im liber figurae terrae) ist auf 93 angewachsen. Man begegnet jedoch im Buch über die Figur der Erde Irrtümern sowohl in Breite als Länge.“ (S. Anm. c am Schlusse dieses Artikels.)

Noch viel zu wenig wissen wir von einem der hervorragendsten arabischen Astronomen des 10. Jahrhunderts, von Abul Hassan-Ali, bekannter unter seinem Beinamen Ibn Jûnis oder Sohn des Jonas, des Namens seines Vaters. Er war in Kairo um die Mitte des 10. Jahrhunderts geboren und entstammte einer adeligen Familie. Von seinen Vorfahren zeichneten sich mehrere als Rechtsgelehrte und Schriftsteller aus. Ibn Jûnis lebte am Hofe der fatimidischen Kalifen Aziz-billa und dessen Sohn Hakem, und in Kairo und Umgebung hat er alle seine Beobachtungen angestellt. Sein Werk hat den Titel: Große Tafel oder Hakimitische Tafeln. Jedoch ist bis jetzt nur eine kleine Zahl der 81 Kapitel, die das Werk umfaßt — es soll 2 oder 4 Volumes enthalten —

---

[5]) Das ist wohl die früheste arabische Erwähnung von der Verlegung des ersten Meridians nach der Kuppel von Arîn.

übersetzt. Die kgl. Bibliothek zu Paris besitzt nur Bruchstücke des Ms., ohne die des Beobachtungsmaterials. Ein vollständigeres Ms. befindet sich in der Bibliothek zu Leyden. Dieses hat Caussin benützt und einen Auszug des Inhalts sowie die Kapitel IV, V und VI in Übersetzung in den Notices et extraits de la bibliothèque nationale t. VII, p. 16—240 erscheinen lassen. Jean Jacques Sédillot (1777—1832) hat unter Benützung mehrerer arabischer Ms., besonders auch desjenigen von Ibn Schâtir,[6]) eine zusammenhängende Darstellung der Leistungen des Kairoe Astronomen gegeben, „mais savant modeste, aimant l'étude pour elle-même et d'ailleurs gravement infirme depuis bien des années, il se cóntenta de communiquer les résultats de ses recherches à M. Delambre, qui les a consignés dans son Histoire de l'astronomie du moyen âge", heißt es in dem kurzen Lebensabriß über diesen trefflichen Gelehrten auf der 1. Seite seines Werkes über Abul Hassan von Marokko (s. unten). Die Delambreschen Darlegungen über Ibn Jûnis finden sich in dem genannten Bande von Seite 76—156. Das VII. Kapitel der Hakimitischen Tafeln handelt von den geographischen Längen. Delambre sagt darüber nur die wenigen Worte (a. a. O. p. 98): „La Table des longitudes géographiques est pour le méridien du Caire à 55° du point le plus occidental, ou 125° du point le plus oriental. Nous ne dirons rien de ces longitudes; les Arabes pouvaient les avoir rendues moins défectueuses, mais ils n'avaient encore aucun moyen pour les rendre un peu passables." Dagegen hat J. Lelewel (Géographie du moyen âge, Bruxelles 1852, Tome I, p. 43 ff.) eine ausführliche Analyse der geographischen Tafeln des Ibn Jûnis mit sehr instruktiven Details gegeben, worüber wir auf Anm. *d* am Schlusse dieses Artikels verweisen müssen, da sie am Ende unserer Studie leichter verständlich sind.

Hingegen mögen hier noch die Mitteilungen Reinauds, die J. B. Biot nach Einsichtnahme des VII. Kapitels der Hakimitischen Tafeln, welches sich auf die terrestrischen Längen bezieht, machen konnte, Erwähnung finden. Biot gab dieselben in der Abhandlung: „Sur un mode d'énonciation des longitudes terrestres, particulier à

---

[6]) Beim 22. Kapitel endigt das Ms. von Leyden; die folgenden Kapitel sind Ibn Schâtir entnommen, dessen Ms. sich als Nr. 1112 in der Bibliothek zu Paris befindet; aber auch ihm mangeln verschiedene Kapitel, so 25, 27—30, 32 und 33, 45, 61—76, doch konnte Caussin die Überschriften aller 81 Kapitel geben.

certains écrivains arabes“ (Journal des Savants, 1841, p. 609) wieder: Gleich Ptolemäus und seinen arabischen Vorgängern nahm auch Ibn Jûnis für die Ostwestrichtung der bekannten Erde 180° in Länge an, aber in seinem Längensystem findet man eine Verschiebung des Nullmeridians um 10° nach Osten. So hat nämlich Kairo nach ihm 55° Länge vom äußersten Westen statt etwa 65° und 125° vom östlichsten Meridian, und entsprechend sind die Längen der meisten anderen Städte rektifiziert, ohne daß uns Ibn Jûnis dafür eine Aufklärung gibt. Sollte, so fragt Biot, Ibn Jûnis daran gelegen haben, den Anfangsmeridian im Westen durch Afrikas Küste gehen zu lassen statt durch die Kanarische Inselgruppe? Dazu genügte ja nach Ansicht der Araber eine Verschiebung des Gradsystems um 10° nach Osten.[7]) Im übrigen sind die Tafeln auch nach Reinaud erfüllt von Konfusion; denn Tanger, Cordoba, Toledo u. a. sind unter Längengraden aufgeführt, die einem nicht rektifizierten, sondern dem alten System des Ptolemäus entsprechen. Wie Ptolemäus, zählt Ibn Jûnis die Längen fortwährend von West nach Ost. Delambre sagt (a. a. O. p. 123) betreffend die geographischen Tafeln: „Outre les incertitudes inhérentes à ce genre de détermination (mit den primitiven Mitteln der damaligen Zeit), on remarque des négligences et des erreurs qu'on ne peut attribuer qu'aux copistes.“

Biot hat auch die Tafeln der geographischen Positionen des Nassir-Eddin und Ulug-Beg eingesehen, die von J. Gravius aus dem Persischen übersetzt und in London publiziert worden sind. Danach decken sich ihre Festsetzungen ganz mit

---

[7]) Eine Erklärung des Ibn Jûnisischen Verfahrens glaube ich in folgender Stelle gefunden zu haben: Al-Charaqqî sagt in seinem Werk: „Das Höchste, was man bei der Teilung der Sphären erreichen kann“: „Die Griechen begannen mit der Zählung der Längen an den ihnen zunächst gelegenen Grenzen der Welt, d. h. der westlichen. In diesem Fall ist die Länge eines Ortes sein Abstand von dem Westen. Aber auch über diese Grenze bestand bei ihnen ein Meinungsunterschied: Einige beginnen mit der Länge am westlichen Ozean und einige an den sechs Inseln, die in dem Meere nahezu 200 Parasangen (1 persische Parasange = 30 Stadien) versteckt liegen. Sie heißen Inseln des Glücks. Sie liegen gegenüber von Al-Maġrib. Deshalb findet man manchmal in den Büchern für einen Ort zwei Längen angegeben, die um 10° (Daraga) verschieden sind; um dies zu unterscheiden, bedarf man Scharfsinn und Übung. Dies alles stammt von Al-Bîrûnî.“ (Nach E. Wiedemann: Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften, Erlangen 1912, XXVII, S. 9.)

Ptolemäus. (Zählung von West nach Ost, von den glückseligen Inseln angefangen.) Die drei Städte Ormus, Schiras und Asterabad liegen fast unter demselben Meridian, dem Zentralmeridian, von dem noch ausführlicher die Rede sein soll. Beide Autoren erwähnen nichts von der ebenfalls noch zur Sprache kommenden Kuppel von Arîn, was um so bemerkenswerter ist, als der Meridian, unter dem sie lag, durch die Besitzungen der Familie Ulug-Beg geht.

Christmann, einer der Erklärer des Alfraganus, behauptet, in der Palatinischen Bibliothek ein Manuskript Arzachels (ca. 1080 zu Toledo) gesehen zu haben, welches Toledo auf den $28^1/_2{}^0$ östlich vom äußersten okzidentalen Meridian verlegt. Reinaud hat diese von Christmann zitierte Stelle in den handschriftlichen Übersetzungen des Arzachels, welche die königl. Bibliothek zu Paris besitzt, nicht wiedergefunden, aber er machte dabei eine andere gleich wertvolle Entdeckung: Die Handschriften machen für die Länge von Toledo immer eine doppelte Längenangabe: eine mit 11^0 vom Anfangsmeridian wie bei Ptolemäus, die andere mit $28^1/_2{}^0$. Man muß also annehmen, daß dies Prinzip der Rektifikation der Längen, welches diesen Unterschied bedingt, zu jener Zeit allgemein bekannt war. Im übrigen findet sich in den Tafeln Arzachels dieselbe Konfusion wie bei Ibn Jûnis. (S. Anm. *e* am Schlusse dieses Artikels.)

Endlich behauptet Christmann, auch mehrere Ms. der Alfonsinischen Tafeln[8]) eingesehen zu haben, wo Arîn ausdrücklich als Mittel- (Zentral-) Meridian zwischen dem äußersten Ost- und Westmeridian angegeben ist. Reinaud hat diese Stelle in den Mss. der königl. Bibliothek wiedergefunden.

Wie in der Frage der Breitenbestimmung, so gewährt uns das Werk des Spätarabers Abul Hassan Ali von Marokko auch in der der Längenmessungen die meiste Auskunft. Es führt den Titel: Das Ganze, welches den Anfang mit dem Zweck vereinigt. J. J. Sédillot hat das Ms. 1147 der königl. Bibliothek zu Paris ins Französische übersetzt. Die Herausgabe

---

[8]) Von den einstmals berühmten Alphonsi regis auspiciis Tabulae astronomici, 1252 handelt beispielsweise Delambre, Hist. de l'astr. du moyen âge, p. 248—258. Ausgaben von 1488, 1492, 1517. 1524 von Gauricus, 1545 und 1553 von Paschasius Hamellius. Gearbeitet haben daran die maurischen, jüdischen und christlichen Astronomen Ibn Ragel, Alcabit, Ibn Musius Mohammed, Abuphali, Abumu a. a. Uns lag außer den libros del Saber (spanische Ausgabe, Madrid, 1863/67) diejenige von 1545 vor.

im Druck besorgte dessen Sohn L. Amélie Sédillot (1808 bis 1875). Der stattliche Foliant, der 1834 zu Paris erschien, führt in der Übersetzung den Titel: Traité des instruments astronomiques des Arabes. Über das Leben Abul Hassans wissen wir so gut wie nichts. Geboren ist er etwa um das Jahr 1200. Nach Lelewel dürfte sich Hassan wahrscheinlich eines langen Lebens erfreut haben und vielleicht erst 1282 gestorben sein, hat aber schon im jugendlichen Alter (1229—1230) seinen astronomischen Traktat geschrieben. Die Kopie des Originals stammt aus dem Jahre 1410. Entsprechend der Gepflogenheit der damaligen Gelehrten ist Abul Hassan viel gereist. Er durchquerte das mittlere Spanien und ganz Nordafrika vom Atlantischen Ozean bis zu den Ufern des Nils. Dabei hat er die Polhöhen von 41 und die geographische Länge von 43 Städten bestimmt. Erst L. A. Sédillot hat in seiner Schrift: Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes, Paris 1842, darauf hingewiesen, daß solche Reisenden imstande waren, Längenbestimmungen durch Itinerarien zu machen. Dies hat Hassan auf seinen Reisen sicher oftmals getan. So erklärt sich auch die eigenartige Breitenbestimmung desselben Gelehrten aus den Dimensionen der Sonnenuhren, die wesentlich von der Ortsbreite abhängen. Die Kenntnis der früheren Autoren, der wir bei dem marokkanischen Astronomen begegnen, ist ganz erstaunlich. Noch zwei andere Schriften über den neuen Mond, der für den bürgerlichen Kalender der Araber so wichtig ist, und über die Kegelschnitte hat er verfaßt. Während Sédillot ihn als einen Geometer rühmt, den unserigen nicht inferior, der als theoretischer und praktischer Astronom gleich tüchtig ist und stets Wert auf Präzision des Ausdruckes legt, schätzt ihn Biot (a. a. O. p. 605) viel niedriger ein, indem er sagt: „Das Werk Abul Hassans ist voller Anzeichen, daß er selbst kein astronomischer Beobachter,[9]) sondern nur ein simpler Kon-

[9]) Mit dieser Behauptung steht die Tatsache im Widerspruch, daß Abul Hassan nach seinem eigenen Zeugnisse an 41 Orten die Polhöhe selbst bestimmt hat; er hat in seiner Breitentabelle von 135 Orten diejenigen mit roter Tinte eingetragen, wo er selbst beobachtete (a. a. O. p. 200) auch betont er an derselben Stelle, daß er die Tabelle noch um vieles hätte vermehren können, dies aber unterlassen habe, weil er über sie keine ganz exakten Angaben machen könnte und niemanden zu ermitteln vermochte, der in der Astronomie genügend versiert wäre, um ihm mit ganz zuverlässigen Details zu dienen. Dies spricht doch für eine recht erfreuliche Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit unseres Gelehrten.

strukteur und Beschreiber von Sonnenuhren war, der nur einige praktische geometrische Begriffe und astronomische Rechenkenntnisse hatte." Wer jemals in die oft ganz originellen Darlegungen Abul Hassans tiefer eingedrungen ist und versucht hat, die Beweise zu den kurzen und bündigen Vorschriften zu geben, der kann sich niemals diesem harten und ungerechten Urteil Biots anschließen.

Auch bei Abul Hassan steht in der Längenbestimmung eines Ortes die Beobachtung der Mondesfinsternisse obenan. Unser Gewährsmann äußert sich S. 314 ff. also:

„Die terrestrische Länge ist ein Bogen des Äquators zwischen dem Meridian des in Frage kommenden Ortes und dem westlichen Horizont von Khobbet Arîne.[10]) Man zählt die geographische Länge auch vom Meridian der Inseln der Glückseligen (Kanaren), aber in diesem Werke befolgen wir die erste Methode.

Wenn man also die Länge eines Ortes wissen will, so wird man sich aus den Tafeln die Zeit des Beginnes der Finsternis in Khobbet Arîne entnehmen und dann die Zeit ihres Eintrittes für das Land beobachten, wo man sich befindet. Wenn der Zeitpunkt des Anfanges auf die Mitternacht fällt, so wird er zu Arîne entweder um 12 Uhr nachts oder vor oder nach 12 Uhr statthaben. Wenn das zur Mitternacht ist, dann wird die Länge des Ortes = 90^0 sein, wenn es aber vor oder nach Mitternacht sich ereignet, so bemerke man genau diese Zeitdifferenz mit der Mitternacht (verwandle sie in Grade gemäß der Überlegung, daß $15^0 = 1$ Äquinoktialstunde sind) und nenne diese Grade das Argument.

Wenn die Verfinsterung in Khobbet Arîne vor Mitternacht beginnt, so füge man das Argument zu 90^0 hinzu, man ziehe es von 90^0 ab, wenn sie nach 12 Uhr beginnt. Das Resultat der Addition oder Subtraktion wird die Länge des Beobachtungsortes geben.

Wenn an diesem Orte die Verfinsterung des Mondes vor oder nach Mitternacht beginnt, so nenne man die Zeitdifferenz zwischen Beginn und Mitternacht die ‚erste Größe‘ (le premier conservé); beginnt alsdann dieselbe Eklipse zur Mitternacht für Arîne, so füge man die erste Größe zu 90^0 hinzu, falls die Verfinsterung an dem Orte, wo man beobachtet, nach Mitternacht

[10]) Dieser steht 90^0 vom wahren Okzident ab.

eintritt, im umgekehrten Fall subtrahiere man die erste Größe von 90°. Das Resultat der Addition oder Subtraktion wird die Länge des Beobachtungsortes geben.

Wenn aber die Verfinsterung in Khobbet Arîne vor oder nach 12 Uhr nachts anfängt, so nenne man die Zeitdifferenz zwischen Beginn und Mitternacht ‚zweite Größe', und falls erste und zweite Größe einander gleich sind und beide vor oder nach Mitternacht liegen, so wird die Länge des Ortes = 90° sein. Wenn aber die zweite Größe nicht gleich der ersten ist, die Zeiten beide aber vor oder nach Mitternacht liegen, so füge man die Differenz der beiden Größen zu 90° hinzu, falls der Anfang der Verfinsterung für den Beobachter vor Mitternacht liegt, im anderen Fall subtrahiere man die Differenz von 90°. Wiederum wird das Resultat dieser Addition oder Subtraktion die Länge des Beobachtungsortes ergeben.

Wenn endlich der Anfang einer Eklipse an einem der zwei Orte vor, am anderen nach Mitternacht eintritt, so nehme man die Summe der zwei Größen und füge sie, falls der Beginn an dem Ort, dessen Länge man sucht, nach Mitternacht stattfindet, zu 90° hinzu und ziehe sie im entgegengesetzten Falle von 90° ab. Das Resultat der Addition oder Subtraktion wird abermals die Länge des Beobachtungsortes ergeben."

Nach diesen Darlegungen folgen (S. 315) die Längenangaben von 131 Orten.

Es ist eine Eigenart Abul Hassans, bei jeder derartigen Frage (z. B. auch bei der Ermittlung der Breite) alle denkbar möglichen Fälle zu behandeln, auch wenn sie vielleicht zunächst in der Praxis nicht anwendbar sind. Das bekundet uns, mit welcher mathematischen Akribie Hassan vorging, ganz anders als es ein „simpler Konstrukteur" getan hätte. Uns scheint es, als habe sich Biot durch die Lektüre dieses (66.) Kapitels des ersten Buches zu der Äußerung verleiten lassen, es seien Hassans Vorschriften, die Länge aus Mondesfinsternissen zu bestimmen, eine „rein mathematische Konzeption", aus der man nicht, wie dies J. J. Sédillot tat (siehe weiter unten!), folgern dürfe, daß die Araber wirklich Tafeln, die auf den Meridian von Khobbet Arîne eingerichtet waren, besessen hätten. Um z. B., so meint Biot, die für Alexandria hergestellten Tafeln des Ptolemäus einem anderen Meridian anzupassen, hätte man nur das zwischen Alexandria und dem fraglichen Meridian liegende Zeitintervall hinzuzufügen oder abzuziehen. „Aber dies alles sind nur ideale geistige Schöpfungen: Weder die Ptolemäischen, noch die arabischen Tafeln waren genau genug, um mit ihrer Hilfe auch nur einigermaßen genaue Längen zu ermitteln“ (a. a. O. p. 604).

Dies ist aber doch eher der Standpunkt des modernen Astronomen als des Historikers. Die Mangelhaftigkeit der älteren Finsternistabellen ergab eben auch entsprechend ungenaue Resultate. Warum sollten sie den Alten deren Benützung verwehrt haben?

Wir kommen nunmehr zu einem Spezialfall der geographischen Längenbestimmung, der auf Seite 323 des 1. Buches von Abul Hassan gelehrt wird, und der letzten Endes auf eine Zeitbestimmung hinausläuft, ähnlich wie sie die moderne sphärische Astronomie kennt. Da uns eine ähnliche Methode in der älteren Astronomie nirgendwo begegnet ist, so tragen wir dieselbe ausführlich vor. Die vollständige Lösung der Aufgabe ist in den zwei Kapiteln 69 und 65 enthalten. Wir geben zuerst den Wortlaut von 69 mit der Überschrift: Bestimmung von Länge und Breite eines beliebigen Ortes, wenn sein Azimut und die Höhe seines Zenits in dem gegebenen Orte bekannt sind.

„Wenn es sich ereignet, daß ein Stern in das Zenit eines Ortes kommt, dessen Länge und Breite man sucht, und wenn dann (für den Beobachtungsort) Azimut und Höhe dieses Sternes bekannt sind, so findet man nach den Regeln des 65. Kapitels seine Deklination und seine Meridiandistanz (Stundenwinkel). Alsdann wird die Deklination des Sternes gleich der Polhöhe des unbekannten Ortes, seine Meridiandistanz gleich der Längendifferenz dieses und des Beobachtungsortes sein. Um daher die Länge selbst zu haben, wird man die Längendifferenz zur Länge des bekannten Ortes hinzufügen oder von ihr abziehen, je nachdem der zu bestimmende Ort östlich oder westlich von dem bekannten liegt.“

Zur Erläuterung dieses Textes verweisen wir auf umstehende Figur. Das Zenit eines Ortes A ist also durch einen Stern ersetzt, der in A im Zenit steht. Da ein Stern in unendlicher Ferne von A zu denken ist, so sind die Gesichtslinien nach dem Stern in A und B parallel im Raum. Die Gesichtslinie in B bildet mit dem Horizont in B aber den Winkel h, der gleich der Höhe des Sternes in B ist. Was nun das Azimut des Ortes in A in dem gegebenen Orte B anbelangt, so bemerke man folgendes: Die Gesichtslinie nach dem Stern geht in A durch dessen Zenit, also auch durch den Meridian von A (mithin bildet die Sehlinie in A kein Azimut zum dortigen Meridian). Anders liegt der Fall in B. Wenn man dort durch die Sehrichtung nach dem Stern eine Ebene senkrecht zum Horizont in B legt, so wird ihre Spur BC_1 mit der dortigen Meridianrichtung einen Winkel bilden, der die

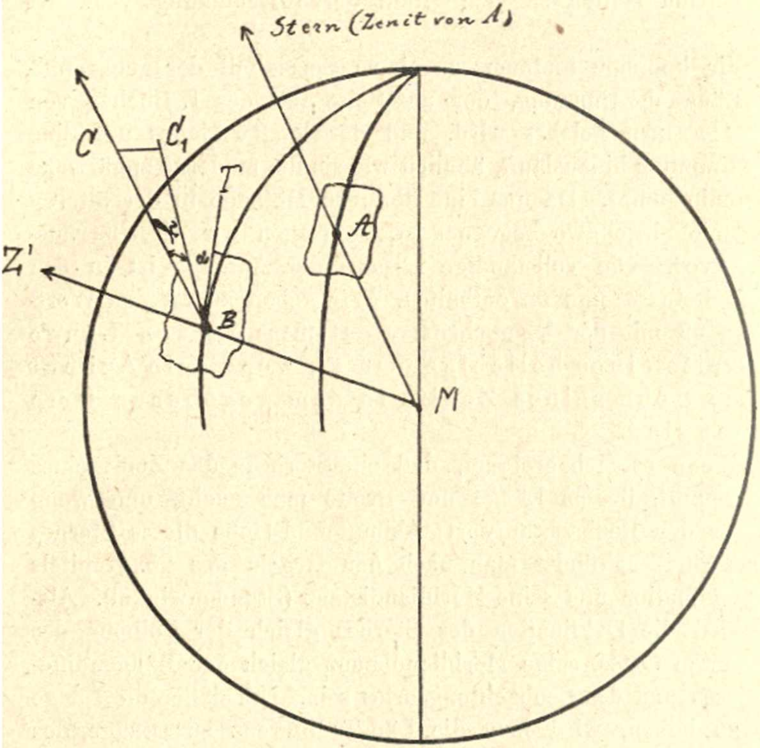

Fig. 1.

Abweichung der Sehrichtung in B vom Meridian in B angibt, d. i. aber das Azimut des Sternes im Orte B. Also sind die Daten der Überschrift identisch mit Höhe und Azimut eines Sternes zu einem Augenblick, wo er an einem Ort im Zenit stand. Somit kann die Aufgabe des 65. Kapitels Anwendung finden (S. 311).

Bestimmung der Deklination und der Meridiandistanz eines Sternes, falls dessen Höhe und Azimut bekannt sind. Seine Lösung lautet also:

„Man multipliziere den Kosinus der Höhe des Sternes mit dem Kosinus seines Azimuts, das Produkt ist der Sinus primordial.[11]) Multipliziere den Sinus der Höhe mit 60 und teile das Produkt durch den Kosinus primordial, so wird der Quotient gleich der Meridianhöhe des Primordials sein.

Wenn alsdann die Äquatorhöhe an dem Ort, für welchen die Rechnung ausgeführt wird, von derselben Benennung ist wie die Höhe des Sternes, so beobachte man, ob die Meridianhöhe des Primordials gleich oder nicht gleich der Äquatorhöhe im Meridian ist. Sind beide gleich, so hat der Stern keine Deklination, sind sie ungleich, so ziehe die kleinere von der größeren ab und nenne den Rest ‚Unterschied' (équation).

Wenn die Meridianhöhe des Äquators an einem gegebenen Orte nicht von derselben Benennung ist wie die Höhe des Sternes, so zähle man die Meridianhöhe des Äquators zur Meridianhöhe des Sternes und ziehe die Summe von 180° ab. Der Rest wird der Unterschied sein.

Multipliziere den Kosinus primordial mit dem Sinus des Unterschiedes, so wird das Produkt die (?) Deklination des Sternes darstellen. . . . Multipliziere hierauf den Sinus primordial mit 60 und dividiere das Produkt durch den Kosinus der Deklination des Sternes: Der Quotient wird der Sinus der Meridiandistanz des Sternes sein. . . .“

Der Aufhellung dieser Regeln wollen wir vorausschicken, daß die arabischen Sinustabellen nicht durchweg echte Brüche enthalten, sondern daß jeder Sinus mit einem Radius $r = 60^p$ multipliziert in der Tafel auftritt.[12]) Es ist also sin $90^0 = 60^p$ $(= r)$. Wir setzen $r = 1$, lassen also den Faktor 60 fort.

Fällt man jetzt von B (Fig. 2) ein Lot auf den Meridian, so entsteht das bei F rechtwinkelige sphärische Dreieck $A'BF$. In diesem ist

$$\cos BF = \cos \text{primord.} = \sin(90^0 - h) \,.\, \sin(90^0 - \alpha) = \\ = \cos h \,.\, \cos \alpha \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{I)}$$

---

[11]) Nach Sédillot ist diese Benennung des Bogens BF (Fig. 2) eine mehr spezielle, die vom Arabischen ûlâ = prior = antérieur kommt.

[12]) Siehe z. B. Al-Battânis Sinustafel (Ausgabe von Nallino, II. Band, S. 55 und 56).

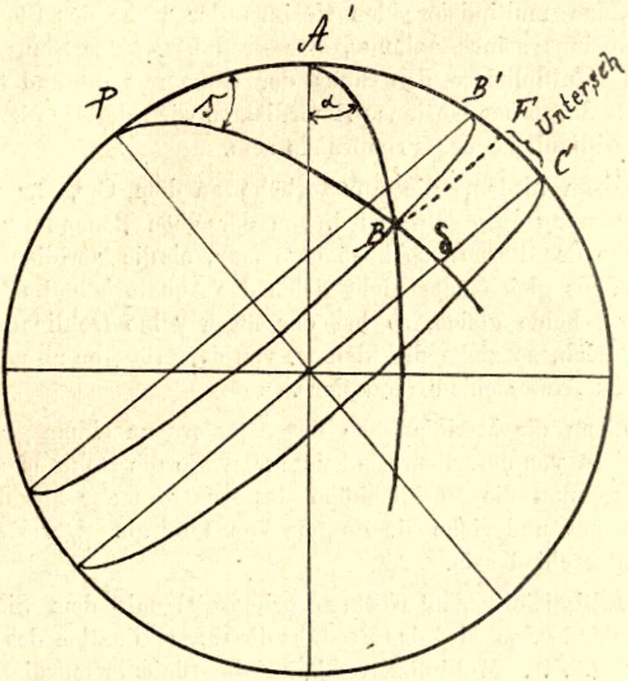

Fig. 2.

Mithin ist BF der Primordialbogen und das Azimut ist von Westen gegen Süden gezählt. Sodann hat man

$$\cos(90^0 - h) = \cos A'F \,.\, \cos BF,$$

$$\sin h = \cos A'F \,.\, \cos \text{primord.},$$

$$\cos A'F = \frac{\sin h}{\cos \text{primord.}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{II)}$$

Ferner ist

$$\cos(90^0 - \delta) = \cos \text{primord.} \cos(90^0 - \text{Unterschied})$$

$$\sin \delta = \cos \text{primord.} \sin \text{Unterschied} \quad \ldots\ldots \quad \text{III)}$$

Wie man sieht, ist bei dem von uns beigefügten Fragezeichen im Text das Wort Sinus ausgelassen. Endlich ist

$$\sin BF = \sin s \,.\, \cos \delta,$$

$$\sin s = \frac{\sin \text{primord.}}{\cos \delta} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{IV)}$$

womit sämtliche Vorschriften Hassans klargestellt sind.

Wie man sieht, ist Abul Hassan bestrebt, alle Fragen mit Hilfe des rechtwinkeligen sphärischen Dreieckes zu beantworten, auch der Verwendung der Tangens- und Kotangensfunktion auszuweichen,[13]) ganz ähnlich, wie dies Ibn Jûnis tat. Ein Vorteil dieser Methode der Längenbestimmung besteht darin, daß sie nicht die Kenntnis der Polhöhe des gegebenen Ortes voraussetzt.

II.

Und welche Genauigkeit erreichten die Längenangaben in den Tafeln der Griechen und Araber? Diese Frage ist keineswegs absolut richtig zu beantworten. Wohl haben wir heutzutage von vielen Orten der Erde genaue Positionsangaben, die sich auf den Äquator und einen gegebenen Meridian (Paris, Greenwich) beziehen. Wollten wir die Längenangaben der älteren Völker mit unseren modernen vergleichen, so müßten wir die genaue Lage jenes Meridians in bezug auf den von Paris oder Greenwich kennen, von wo aus sie ihre Längen zählten. Wir wissen, daß die Griechen und verschiedene arabische Gelehrte den Nullmeridian durch die Kanarischen Inseln gehen ließen, eine besonders für die damalige unzureichende Kenntnis der Ostwestausdehnung Afrikas viel zu ungenaue Angabe. Eher ließe sich vielleicht die Lage jenes Meridians annähernd bestimmen, der durch die Mitte zwischen den Kanaren und dem östlichen Grenzmeridian der alten Welt ging, dem also im Ptolemäischen System die Länge von 90^0 zukommt (Zentralmeridian), da er durch die doch damals besser bekannten Weltregionen ging. Einen solchen Versuch hat Biot (a. a. O. p. 768) gemacht, indem er sieben Längenangaben nach Ptolemäus mit solchen sieben modernen verglich, deren Identifizierung mit den ersteren unzweideutig gelang, und daraus einen mittleren Wert für die Differenz des Ptolemäischen Zentralmeridians mit dem Meridian von Paris ableitete. Wir geben die Biotsche Tabelle hier wieder.

---

[13]) A. v. Braunmühl sagt im ersten Bande seiner trefflichen Geschichte der Trigonometrie, Leipzig 1900, S. 84, daß Abul Hassan häufiger als seine Vorgänger die Tangenten und Kotangenten in Anspruch nehme. Wir konnten jedoch bei seinen sphärisch-trigonometrischen Berechnungen nirgends eine Verwendung der Tangenten und Kotangenten finden. Etwas anderes ist es freilich bei Bestimmung der Schattenlänge (Horizontal- und Vertikalschatten).

	Name nach Ptolemäus	Moderner Name	Länge nach Ptolemäus	Wahre Länge (Paris)	Ergänzung zu 90° für die Länge nach Ptolemäus	Daraus resultierende Länge des Ptolemäischen Zentralmeridians
1	Βαβυλών	Babylon	79°	41° 41′ 40″	+11°	52° 41′ 40″
			12°	*9° 4′ 50″*		
2	Περσέπολις . . .	Persepolis . . .	91°	50° 46′ 30″	− 1°	49° 46′ 30″
			1°	*2° 44′ 0″*		
3	Ἀλεξάνδρου	Insel Kism	90°	53° 30′ 30″	0°	53° 47′ 30″
				0° 34′ 06″		
	ἤ καὶ Ἀρακία . .	„ Larach .	*3°*	54° 4′ 36″	0°	
				2° 41′ 24″		
4	Κορόδανον ἄκρον .	Cap Ras al-Had	93° 0°	56° 46′ 0″	− 3°	53° 46′ 0″
			3°	*2° 38′ 0″*		
5	Σύαγρος ἄκρα . .	Cap Sangra . .	90°	54° 8′ 0″	0°	54° 8′ 0″
			4° 10′	*2° 25′ 0″*		
6	Διοσκορίδου νῆσος	Sokotra	85° 50′	51° 33′ 0″	+ 4° 10′	55° 43′ 0″
			5° 50′	*8° 42′ 24″*		
7	Ἀραβίας ἐμπόριον	Aden	80° 0′	42° 50′ 36″	+10°	52° 50′ 36″

Mittlerer Wert für die Länge des Ptolemäischen Zentralmeridians, östlich von Paris, 53° 14′ 45″

Die Subtraktion der Werte der Kolumne III von 53° 14′ 45″ sollte etwa die Werte der Kolumne II ergeben. Man findet für die Ptolemäischen Längen in bezug auf den Meridian von Paris:

1. 42° 14′ 45″	statt	41° 44′ 40″,	mithin	0° 30′ 05″	östl.	Differenz
2. 54° 14′ 45″	„	50° 46′ 30″,	„	3° 28′ 15″	„	„
3. 53° 14′ 45″	„	53° 47′ 30″,	„	0° 32′ 45″	westl.	„
4. 56° 14′ 45″	„	56° 46′ 0″,	„	0° 31′ 15″	„	„
5. 53° 14′ 45″	„	54° 8′ 0″,	„	0° 53′ 15″	„	„
6. 49° 4′ 45″	„	51° 33′ 0″,	„	2° 28′ 15″	„	„
7. 43° 14′ 45″	„	42° 50′ 36″,	„	0° 24′ 9″	östl.	Differenz

Hiernach würden nur Persepolis und Sokotra auffallende Differenzen zwischen ihrer wahren Länge und der durch Ptolemäus bestimmten ergeben. Aber L. A. Sédillot äußert (Mem. sur le syst. géogr., p. 700 und 703) nicht unberechtigte gewichtige Bedenken gegen dieses Biotsche Verfahren. Wir haben mit Kursivziffern in der Tabelle (S. 44) die Längenunterschiede zwischen den aufeinanderfolgenden Orten für die Länge nach Ptolemäus und die wahre Länge eingefügt. Diese Zahlen sprechen zur Genüge gegen Biot. Bemerkt sei auch hier schon, daß bei Ptolemäus kein Meridian als Zentralmeridian ausgezeichnet ist.

Was taten die Inder? Indem sie glaubten, im Mittelpunkt der Welt zu sein, eine Vorstellung, die man auch bei anderen Völkern antrifft — so hielten die Griechen den Olymp für die Mitte der Welt, die Juden Jerusalem[14]) usw. — waren sie auch dazu berechtigt, sich einen ersten Meridian zu geben, der über ihrem Haupt dahinzog. Er ging vom Südpol aus und traf am Äquator die Insel Lanka, wo nach der Sage beim Ursprung der Welt die Konjunktion der sieben Planeten stattgehabt hätte.[15]) Dann passierte er die Stadt Odjeni, die Hauptstadt von Malva und endigte am Nordpol im Berge Meru. Es heißt im Vers 62 des Sûrya-Siddhânta: „Auf der Linie, welche den Aufenthaltsort der bösen Geister und den Berg, der Sitz der Götter ist, geht, sind Rohîtaka und Avantî sowie der angrenzende See gelegen.“ Burgess fügt diesem Vers folgende Erläuterung hinzu:

---

[14]) Georgii: Alte Geographie, Stuttgart 1838, I, S. 2.

[15]) Eine gerade Linie gezogen von Lanka durch den Erdmittelpunkt würde den ersten Stern des Widders getroffen und das Zentrum der Sonne und der sieben Planeten passiert haben (Sédillot: Mém. sur les syst., p. 688).

„Der Wohnsitz der Dämone ist Lanka.[16]) . . . Nach dem Epos Râmâyana und der allgemeinen Vorstellung der Hindus ist Lanka die Insel Ceylon; in der mathematischen Geographie jedoch ist es eine Stadt, die auf dem Äquator liegt. (Vgl. auch Vers 39 des Kap. XII: „. . . Nach Süden im Klima Bhârata ist in gleicher Weise die große Stadt Lanka gelegen.') Inwieweit diejenigen, welche den Meridian einführten, die gegenwärtige Lage als identisch mit der von Lanka betrachtet haben, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein. Der Sitz der Götter ist der Berg Meru, auf dem Nordpol gelegen. Der Meridian wird gewöhnlich als der von Lanka bezeichnet, und ‚at Lanka' ist ein Ausdruck, der eine Lage ohne Länge und Breite anzeigt.[17]) Aber der Umstand, welcher die Position des ersten Meridians wirklich festlegt, ist die Lage der Stadt Ujjayinî, das Ὀζήνη der Griechen, das moderne Odjein, in alten Büchern Avantî genannt, nach Warren 75° 47′ östlich von Greenwich gelegen."

Hingegen ist die Lage von Rohîtaka nicht so klar. Es gibt kein Werk über die alte Geographie von Indien, wo es erwähnt wäre. Thoronton (Gazetter of India, London 1867, p. 836) nennt Rohtuk westlich von Delhi (76° 38′ oder 76° 51′ ö. v. Gr.) und dies ist wahrscheinlich identisch mit Rohîtaka, der angrenzende See ist nach Bhâskara die Gegend von Kurukschetra (Sidd.—Sirom. VII, 2). Er sagt, daß die Linie, die durch Lanka, Ujjayinî und die Gegend von Kurukschetra geht, als Zentralmeridian (madhyarekhâ) der Erde betrachtet werde. Wenn also Odjeni und Rothuk auf demselben Meridian liegen sollen, so hätten wir hier einen Maßstab für die Genauigkeit der indischen Längenbestimmungen. Es bliebe eine Differenz von 76° 38′ (51′)—75° 47′ = 0° 51′ (1° 4′).

Interessant sind auch die Ausführungen Abulfedas über eine indische Ansicht in dieser Frage. (Vgl. M. Reinaud: Géographie d'Aboulféda.) Im I. Band dieses Werkes, der den Titel führt: Introduction générale à la Géographie des Orientaux, Paris 1848, p. 213 liest man, daß die Inder die Erde in vier Quadranten geteilt hätten, von denen jeder einen Raum von 90° einnimmt. Unter dem Äquator und dem Meridian der Inder lag eine Insel,

[16]) Siehe auch Georgii: Alte Geographie I, S. 363.

[17]) Manchmal wird die Kuppel von Arîn auch als Adam al Arḍ (Nichtvorhandensein der Breite) beschrieben, z. B. bei al Charaqqî († 1138, das Höchste, was man bei den Teilungen usw.), E. Wiedemann, S. 9.

genannt Lanka. 90° westlich von Lanka findet man Romaka oder das Land der Römer, und 90° östlich von Lanka Yamacota, d. i. wahrscheinlich Japan. Endlich war bei den Antipoden von Lanka Siddapur oder die Stadt der Wahrheit, welche in Wirklichkeit Amerika entsprach, und welche für die Inder etwa dasselbe war, was die insulae fortunatae für die Griechen und Römer. Der Berg Meru findet sich von den genannten Orten um 90° nach Norden entfernt (Sumeru).

Auch Albîrûnî (973—1038), der alle seine Werke in Indien schrieb, geht auf einzelne Details über die Insel Lanka ein. (Vgl. sein India, geschrieben 1031, englisch herausgegeben von E. C. Sachau, London 1888, 2 Bände, 1. Band, Kap. 29 und 30, einige Kapitel hat auch Reinaud in französischer Sprache im Septemberheft des Journal asiatique, 1844 veröffentlicht.) Er sagt darüber etwa das, was im Sur.—Siddh. steht, glaubt aber nicht, daß Lanka identisch mit Ceylon sei. Er gibt auch eine Abbildung des Schlosses von Lanka. Auch ein ehemaliger persischer König soll ein Schloß erbaut haben, das Kangdiz genannt ward. Der König hieß Kaï-Kosru. Nachdem er durch mehrere Königreiche nach Osten bis China vorgedrungen war, habe er das Schloß oder diese Stadt gebaut, wo nachher auch mehrere chinesische Kaiser residierten. Auch soll sich nach Reinaud im 2. Buche der Zendavesta (der heil. Schrift der Parsen) die Angabe finden, daß in der Richtung von Korassan,[18]) mitten im Meer, ein Land des Namens Kangdiz und anderes Vardjem guerd.[19]) liege. Djem guerd bezeichnet nach Reinaud im Persischen das Schloß des Djem, und diese Benennung ist identisch mit derjenigen von Yamacota oder Schloß von Yama.[20]) So finden wir über dies Eiland unter dem Äquator bei Indern und Persern dieselbe Le-

---

[18]) Kor ist Synonym von Sonne, und man hat es daher in Zusammenhang mit den Orten gebracht, wo die Sonne sich erhebt. assan = Ort der Ruhe. (Also Korassan vielleicht = Sitz der Sonne.)

[19]) Guerd erinnert an die persische Bezeichnung Darabguerd (Schloß des Darius) und an die armenische Tigranocerte (Schloß von Tigrane).

[20]) „In dem persischen Lexikon Borhani-cathi liest man: ‚Kang ist der Name einer in der Mitte des Meeres gelegenen Insel im Osten von Khatay. Die Tage und Nächte sind dort immer gleich lang, die Temperatur ist äußerst gemäßigt; man genießt dort einen ewigen Frühling. Dort findet sich das Schloß Kang-diz.‘ Und an einer anderen Stelle liest man: ‚Kang-diz ist ein im äußersten Osten der Welt gelegener Ort und wird Kuppel der Welt genannt. Es ist der Aufenthalt der Feen.‘ (Reinaud: Géogr. d'Aboulf., p. 223.)

gende. In der Tat soll auch der persische Astronom Abul Mascher, der im 9. Jahrhundert lebte, die geographische Länge vom Schloß Kang-diz aus gezählt haben.[21])

Damit werden wir von selbst zum arabischen Zentralmeridian hinübergeführt, über dessen Lage man sich nicht leicht einig werden dürfte. Wie er wohl in die arabische Geographie hineingetragen wurde, schildert uns überzeugend Reinaud:

„Als die ersten indischen Werke unter dem Kalifat Al-Mansors arabisch interpretiert wurden, da fiel den arabischen Geistern diese Art des Zentralmeridians lebhaft auf. Man hatte nur noch eine vage Idee vom östlichen Asien, aber man zögerte nicht mit der Erkenntnis, daß die Ptolemäische Geographie in vielen Punkten reformbedürftig sei. Die Existenz eines Zentralmeridians hatte für sehr viele Autoren etwas Verlockendes, und der Ort, von dem man vermutete, daß er vom Zentralmeridian geschnitten würde, empfing den Namen „Kuppel der Welt". In der Sprache der Araber und Perser hat das Wort Kuppel eine sehr ausgedehnte Bedeutung. Es bedeutet ein Zelt, einen Pavillon, mit einem Wort alles, das die Nachbarschaft überragt, sei es ein Gewölbe oder sonst ein Punkt. Noch mehr, es bedeutet einen Ort, der andere Örter überragt und unter denselben eine Art dominierender Stellung (suprématie) einnimmt. So kam es, daß Mekka von den frommen Muselmanen Kuppel der Welt genannt wurde. In diesem Sinne verdiente auch Lanka mit vollem Recht den Namen Kuppel der Welt,[22]) und mit Rücksicht auf den Eifer, mit dem die Araber die Idee eines Zentralmeridians aufnahmen, war seine Supposition nur zu natürlich; erlaubte er doch, auf einmal die Längen nach Ost und West zu zählen. Noch heute bedienen sich unsere Nautiker des ersten Meridians in doppeltem Sinne."

Fragt man nun aber nach der genaueren Lage des Meridians von Arîn, so erhält man aus den darauf bezüglichen Literatur-

---

[21]) Man kennt auch persische Karten mit der Weltkuppel. De Santarem sagt in seinem trefflichen Essai sur l'histoire de la cosmographie et de la cartographie pendant le moyen-âge, Paris 1848, t. I, p. 374: „. . . wie wir sie (die Weltkuppel) auf einer persischen Weltkarte sehen, welche man in dem pers. Ms. Nr. 62 d. königl. Biblioth. nat. zu Paris findet, wovon ich eine Kopie besitze, die mir Herr de Slane gegeben hat. Man sieht dort die Weltkuppel als eine Insel in der Mitte der Welt erhaben über ihre Umgebung dargestellt, westlich von Indien, östlich von Arabien. Man sieht die Erde rings vom Ozean umflutet und diesen wiederum durch die Berge von Kaf begrenzt."

[22]) Von Albîrûnî auch so genannt.

angaben nicht ohne weiteres die gewünschte Aufklärung. Dies hat uns veranlaßt, etwas eingehendere Nachforschungen über Arîn anzustellen, das in der ausländischen Literatur öfters, in der deutschen kaum genannt wird.

A. v. Humboldt schrieb 1837 an L. Am. Sédillot: „Je mehr Schriften wir zusammenbringen, desto dunkler wird die geographische Lage von Khobbet Arîne; das ist etwas beschämend für uns; denn wir wissen das nicht mehr, was zur Zeit eines Christoph Columbus noch im Gedächtnis aller Völker des Abendlandes war, denen die Wissenschaft von den Arabern zufloß.“ Und im 3. Bande seines Werkes über Zentralasien (Asie centrale, Recherches sur les chaînes de montagne et la climatologie comparée, Paris 1843, p. 292) gesteht Humboldt, sechs Jahre hindurch sich eifrig um Aufklärung über die Kuppel von Arîn bemüht zu haben. Wir kommen auf die Humboldtschen Nachforschungen weiter unten zurück.

Schon vorher, 1834, gab J. J. Sédillot dem 69. Kapitel des I. Bandes seiner Herausgabe Abul Hassans folgende Anmerkung bei: „Khobbet Arîne bezeichnet Kuppel von Arîn, und unser Autor läßt uns in der größten Ungewißheit über die Lage dieses Ortes, an dessen Westhorizont er seinen ersten Meridian verlegt. Man sieht nur, daß seine Methode der Längenzählung auch von mehreren anderen Astronomen und Geographen des Orients mußte adoptiert worden sein, da zu seiner Zeit noch Finsternistafeln existierten, die für Arîn berechnet waren, und der Vergleich der Hassanschen Längenangaben mit unseren modernen zeigt, daß Arîn etwa 80° östlich von der Insel Ferro gelegen sein mußte. Ich möchte daher vorschlagen, es mit der Stadt Arîn-Giân zu identifizieren, die in der Provinz Samarkand gelegen ist. Sie scheint dem Längensystem Abul Hassans zu genügen. Diese Frage scheint mir der vollen Aufmerksamkeit des Instituts [23]) wohl würdig, weil sie sich auf ein geographisches System bezieht, dessen Ursprung zu kennen höchst merkwürdig wäre und dessen Durchforschung einiges Licht auf den Stand der Geographie in Asien zu einer Zeit werfen könnte, wo es eingeführt wurde.[24])

---

[23]) Gemeint ist wohl das Bureau des longitudes.

[24]) „Khobbet Arîne ist vielleicht auch ein Beiwort von Balkh in Korassan, das auch den Beinamen Khobbet-al-Sélam = la Tour du Salut hat“ (Séd.).

In diese Unsicherheit suchte ein geistreicher Versuch Biots Aufklärung zu bringen. In der uns schon bekannten Abhandlung will er zahlenmäsig den Beweis seiner Behauptung erbringen, „daß der Zentralmeridian des Ptolemäus identisch ist mit demjenigen, unter den Abul Hassan den reellen oder ideellen Ort Khobbet Arîne stellt“. Dazu dient ihm die Längentabelle Abul Hassans, die bekanntlich 131 Orte umfaßt. Von diesen vermochte Reinaud 43 mit Sicherheit wiederzuerkennen. Wenn nun, so argumentiert Biot, sich aus diesen 43 Daten dieselbe Lage für den arabischen Zentralmeridian ergibt, wie er ihn aus den sieben Orten der Ptolemäischen Tafeln errechnete, so ist damit ohne weiteres einleuchtend, daß der Ptolemäische und arabische Zentralmeridian identisch sind. Daß Ptolemäus auch von einem solchen Zentralmeridian ausging, suchte Biot durch die Tatsache zu stützen, daß Alexandria nach Ptolemäus der $60^1/_2$ Längengrad eignet, während er sonst in seiner Längenzählung nur um ganze Grade fortschritt (?). Dieser Zwischenwert kann zweifellos nur aus dem Intervall resultieren, welches Ptolemäus zwischen Alexandria und seinem Zentralmeridian zuließ, lag doch nach Boit nichts näher und natürlicher, als die am besten bekannten Orte zunächst um Alexandria zu gruppieren und dann für die definitive Konstruktion des Weltbildes einen Zentralmeridian zu wählen. Auch für die Abhängigkeit der Araber von Ptolemäus gibt Biot verschiedene Belege. Sie waren nicht imstande, sein System durch ein völlig neues zu ersetzen. Ihre Vervollkommnungen bestanden nur in kleineren quantitativen Zutaten und Verbesserungen des Ptolemäischen Materials. So behielten sie auch die 180° Ostwestausdehnung bei; indem sie aber die ungenaue Lage des ersten Meridians erkannten, selbst aber nicht bis zu den Kanarischen Inseln kamen, um die Irrtümer des Ptolemäus in dieser Hinsicht zu rektifizieren, lag für sie nichts näher, als von einem reelleren, inneren Meridian aus die Längen zu zählen. Und dazu schien ihnen zweifellos der Zentralmeridian des Ptolemäus am geeignetsten.

Selbst Abul Hassans Tabelle weist noch auf griechischen Ursprung hin. Auch Hassan zählt von West nach Ost. Aber der eklatanteste Beweis sind zwei Angaben Hassans über jene Längengrade, die Turkestan und China durchziehen. Für sie finden sich die zwei nämlichen falschen Werte (120°, respektive 177°) wie bei Ptolemäus, die beweisen, daß sich Hassan hier einfach die griechische Angabe zu eigen machte,[25]) was er um so eher konnte, als er zweifellos den Ptolemäischen Zentralmeridian auch zu dem seinigen machte. Daß trotzdem bei den Arabern sich kein Hinweis auf diesen griechischen Mittelmeridian findet, erklärt sich nach Biot damit, daß sie denselben zu verschleiern suchten, von dem Wunsche beseelt, sich ein geographisches System zu schaffen, welches ihrer Nation eigen ist. Reinaud vermochte aus der Längentabelle Abul Hassans 43 Orte mit modernen zu identifizieren. Aus deren Längen nach Hassan und nach modernen Angaben berechnete Biot die mittlere Länge der Kuppel von Arîn zu 55° 47′ 38″ östlich von Paris. Daß dieser Wert nicht weit von demjenigen des Ptolemäischen Mittelmeridians abweichen würde, war eigentlich vorauszusehen. Damit ist nach unserer Meinung keine neue Erkenntnis gewonnen, die zu den Biotschen Schlüssen zwingt, abgesehen davon, daß es nicht unbedenklich ist, Längenangaben, nach denen die Westostausdehnung Kanarien—China 180° umfassen soll, während sie in Wirklichkeit nur 140—150° beträgt, mit unserem modernen Längengradsystem zu verknüpfen.

Diesen nicht vollständig überzeugenden und von modernen mathemathischen Anschauungen durchsetzten Darlegungen Biots möchten wir die Lösung der Arînfrage durch M. Reinaud gegenüberstellen, die nach unserem Dafürhalten durchaus ungezwungen und natürlich ist. Reinaud geht von der Tatsache aus, daß die Araber bei der Übersetzung indischer Werke leicht der Gefahr ausgesetzt waren, ein Wort in veränderter Form und damit auch Bedeutung in ihre Sprache zu übertragen. „Man sah, daß die Inder ohne Unterschied ihrem ersten Meridian die Bezeichnung von Lanka oder Odjein gaben, und diese letzte Bezeichnung war es, die in die arabischen Übersetzungen überging. Und nun wird das dj der Inder im Arabischen sowohl durch dj als auch durch z wiedergegeben. Die arabischen Übersetzer schrieben Ozein.[26])

[25]) Dies tun fast alle arabischen Astronomen mit den Tafeln ihrer Vorgänger.

[26]) Ein ähnlicher Fall liegt bei dem Worte sinus vor. Die Inder gebrauchten für die halbe Sehne das Wort dschyâ oder dschîva und schrieben es dem Wortlaut nach dschîba. Durch Vergessen der sogenannten diakritischen Punkte ist die Möglichkeit gegeben, auch dschaib zu lesen, eine Lesart, die den Arabern um so näher lag, als dschaib ein wirkliches arabisches Wort ist, das Busen, Herz, Bausch, Tasche bedeutet. Ein der Mathematik wenig kundiger mittelalterlicher Übersetzer arabischer Schriften ins Lateinische gab dann dschaib durch sinus wieder.

Vor ihnen hatte Ptolemäus in seiner Geographie 'Οζήνη geschrieben. Aber in arabischen Mss. läßt man oft die Vokale aus und die Mehrzahl der Leser, denen der Name der Stadt Odjein nur ein Wort ohne Inhalt und daher gleichgültig war, gewöhnte sich, Azin auszusprechen. Nun gab es Mss., wo der Kopist den Punkt vergessen hatte, der das z von r unterscheidet, so daß man auch Arin statt Azin lesen kann. Von da ab verloren die arabischen Autoren die Korrelation, die zwischen Azin, Arin und Odjein besteht,[27]) ganz aus den Augen. Odjein, dessen Name unbekannt war, ward als ein fiktiver Ort aufgefaßt, der am Rande des Meeres unter dem Äquator lag." (Reinaud, a. a. O. S. 240.)

Eine sehr bemerkenswerte etymologische Herleitung des Wortes Arin gab neulich C. A. Nallino in seiner „Geschichte der Astronomie bei den Arabern im Mittelalter", Rom 1911/12, S. 155,[28]) wo es heißt: „Die Araber nennen die Stadt Uggajinî Uzain. Im Anschluß an das Werk Sindhind bemerkten sie, daß die Längen vom Meridian von Uzain aus gezählt wurden; dann identifizierten sie irrigerweise Uzain mit Qubbat al Arḍ (Kuppel der Erde). Endlich schrieben sie dies Wort falsch und sprachen von Arîn und Qubbat Arîn." (Nach E. Wiedemann, Beiträge, XXVII, S. 13.)

Damit glauben wir auch der Frage nach der Etymologie Arîns genügt zu haben.[29]) Vom geographischen Standpunkt aus interessieren vielmehr die Fragen: Hatte Ptolemäus wirklich einen mittleren Meridian seines Weltbildes ausgezeichnet und ihm bewußt eine wissenschaftliche Bedeutung beigelegt? Haben die Araber von Ptolemäus die Idee eines Zentralmeridians übernommen, wie Biot glaubt? Und welcher moderne Längengrad

---

[27]) Nach Reinaud schreibt sich im Arabischen Ozein = أُزَيْن; Azin = أَزين; Arin = أَرين.

[28]) Leider ist dies Werk des trefflichen Gelehrten nur in arabischer Sprache erschienen; es ist aus Vorträgen entstanden, die Nallino zu Kairo hielt.

[29]) Andere etymologische Erklärungsversuche von Arîn gehen z. B. auf die Insel Arions, des Sohnes von Neptun, oder auf das einfache persische Wort arim (= erste), oder auf Iran (Persien) zurück. Vgl. besonders auch den Versuch von Perron in einem Briefe an L. A. Sédillot (7. Mai 1849), worin er nachweisen will, daß Arin unter dem Meridian von Arianie (auch Montagne d'Uranos) liege, der nahe der Insel Sokotra vorbeigeht. (L. A. Sédillot: Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux, Paris 1849, t. II, p. 665 et 748.)

dürfte sich am ehesten mit demjenigen decken, der durch die einstige Weltkuppel der Araber ging? (Siehe Anm. *f* am Schlusse dieses Artikels.)

Bekanntlich ließ Ptolemäus für die Ausdehnung der damals bekannten Welt durch 225 Längengrade (nach Marinus) deren nur 180 zu. Diese glatte Zahl von zweimal 90 Graden und die Wahl einer Kegelprojektion für die Darstellung der Erde sind Gründe, die wohl zu einem Mittelmeridian drängen, um den sich das Weltbild gruppieren kann. Allein Ptolemäus ließ diese Momente unbeachtet; er spielte nicht die fortschrittliche Rolle als Geograph, die ihm Biot gerne zuerteilen möchte. Dies ergibt sich deutlich aus dem zweiten Buche seines Almagest, wo er davon spricht, daß es nun noch nötig sei, die bemerkenswertesten Orte nach ihrer Länge und Breite zu placieren, die nach cölestischen Phänomenen bestimmt sind, und wobei er vom Meridian von Alexandria ausgeht. (Almag. I, S. 129.) Er würde sicherlich hier von der Längenreduktion auf den Zentralmeridian gesprochen haben; statt dessen macht er seine Längenangaben nach Marinus von Tyrus, den er bis zum 125. Grad getreulich kopiert.

Hingegen mußte sich den Arabern notwendigerweise die Idee eines Mittelmeridians durch die Kenntnis der indischen Wissenschaft aufdrängen. Allein er konnte niemals mit dem von Biot statuierten Ptolemäischen identisch sein. Als die Araber nach Nordafrika und Spanien vordrangen, da wurde ihnen die allzugroße westöstliche Ausdehnung des Mittelmeeres nach Ptolemäus klar. Indem sie jedoch an den 180 Längengraden des griechischen Meisters festhalten wollten, sahen sie sich gezwungen, den Nullmeridian weiter über die Kanarischen Inseln hinaus in den Atlantischen Ozean zu verlegen und somit die 180° Länge, die Ptolemäus zwischen den Kanarischen Inseln und China zuläßt, nochmals zn verringern.[30]) Die Araber glaubten, von diesen 180 Graden 17° 30′ wegnehmen zu müssen, so daß nunmehr der 90. Längengrad des Ptolemäus nach ihren Festsetzungen nur 72° 30′ von den Kanarischen Inseln nach Osten abstand. Ihr Null-

---

[30]) Wir folgen hier den lichtvollen Ausführungen L. A. Sédillots in seinem Mémoire sur les systèmes géographiques des Grecs et des Arabes. Der anscheinend viel zu wenig gekannte Traktat findet sich sowohl im 7. Teil des 2. Bandes des Sédillotschen Werkes Matériaux pour servir etc. (p. 650—727), als auch als selbständige Schrift, Paris 1842, in 4°. Wir zitieren nach den Matériaux.

meridian lag damit im Atlantischen Ozean. Sie nannten ihn den wahren, den Meridian durch die Kanaren den bewohnten Okzident. Jetzt ist uns auch die bereits bei Arzachel konstatierte doppelte Längenangabe von Toledo verständlich[31]) (11° in bezug auf die Kanaren, 28 1/2° in bezug auf den wahren Okzident). Freilich hatten die Araber nicht längs ihres ganzen Reiches, also durch ganz Nordafrika und Arabien hindurch eine entsprechende Reduktion der Ptolemäischen Längenangaben vorgenommen, sondern hauptsächlich im Westen, das durch einen regen Handel und Verkehr mit den östlicheren und südlichen Gebieten in Verbindung stand. Durch zahlreiche Reisen, auch von Fachgelehrten, sind die geographischen Positionen vieler Orte gegenüber Ptolemäus sehr verbessert worden, wie die folgende Tabelle (nach Sédillot) zeigen wird. Aus dieser ist auch zu erkennen, daß eine Anzahl Orte eine nahezu konstante Differenz (etwa 16 1/2°) mit den Ptolemäischen Längenangaben aufweist.

Name der Städte	Differenz der arab. und griech. Längen	Differenz der arab. und modern. Längen
Sala	+17° 20′	−0° 17′
Cadix	+18° 50′	+0° 3′
Tanger . . .	+17° 40′	−0° 22′
Méquinez . . .	+16° 45′	−0° 42′
Fez	+16° 45′	−0° 35′
Ceuta	+17° 50′	−0° 38′
Sevilla	+18° 25′	+0° 17′
Tlemcen . . .	+16° 9′	−0° 55′
Oran	+16° 40′	+0° 10′
Tunis	+18° 0′	+0° 50′
Alger	+16° 30′	+0° 46′
Constantine . .	+10° 30′	+0° 3′
Bizerte	+ 7° 18′	+0° 28′
Kairowan . . .	+ 7° 45′	+0° 5′

[31]) A. v. Humboldt macht darauf aufmerksam (Asie centrale), daß auch in den Alfonsinischen Tafeln von dieser Duplizität die Rede ist. Die hierauf bezügliche Stelle lautet: „Nach Übereinkunft der Astrologen gibt es zwei Okzidente, einen bewohnten, der um 72 1/2° von der Stadt absteht, welche unter dem Äquator liegt. Auf der anderen Seite nehmen sie einen gegen den Okzident gewandten Okzident an einem Ort an, der von der Stadt Arîn 90° absteht, und diesen nennen sie den wahren Okzident; denn von diesem bis zum Orient sind es 180°. Der wahre Okzident liegt 17 1/2° jenseits des bewohnten Okzidents.“

Der Ausgangspunkt für die Zählung der modernen Längen ist nach Sédillot die Insel Fayal in den Azoren.

Wenn man das von den Arabern statuierte Arîn unter $72^1/_2{}^0$ östlich der Insulae fortunatae gelegen annimmt, so geht nach Sédillot sein Meridian nur 30′ neben Tovin (Tébènes) vorbei, welches auch als Ausgangspunkt der Längenzählung bei den Persern betrachtet wurde. Da dieser Meridian östlich von Afrika den Indischen Ozean durchschneidet, so kann der Weltkuppel der Araber in Wirklichkeit keine Stadt und keine Insel entsprochen haben.[32])

Noch sei zum Schluß unserer Darlegung der Geschichte des Meridians von Arîn jener mittelalterlichen Erklärungsversuche gedacht, die kurz vor der Entdeckung von verschiedenen Gelehrten des Abendlandes gemacht wurden. Sie beweisen, daß keiner derselben jemals die Grenzen der im Altertum bekannten Welt überschritt. Tonangebend scheint Roger Bacos Opus Majus gewesen zu sein, wo es (Londoner Ausgabe, 1733) p. 195 heißt:

„In Wahrheit kommt der weit ausgedehnte Meridian Indiens vom Wendekreis des Steinbockes herunter, schneidet den Äquator beim Berg Maleus und den ihm angrenzenden Regionen und durchschreitet Syene, welches jetzt Arym genannt wird; denn im Buch über den Lauf der Planeten wird gesagt, daß es zwei Syene gebe, eines auf dem nördlichen Wendekreis, das andere auf dem Äquator. Von letzterem ist jetzt die Rede, und dies ist die Stadt Arym, welche die Mathematiker in die Mitte der Welt unter den Äquator verlegen und welche gleichweit vom Osten und Westen, Norden und Süden absteht."

Ähnliches soll sich nach A. v. Humboldt auch in den Schriften des scholastischen Philosophen und Kosmographen Peter von Ailly (1350—1426; Petrus de Aliaco, auch de Aylliaco, Pedro de Heliaco) finden, so in dessen Imago Mundi, Kap. IV und in den Mappae Mundi, Artikel de figura terrae. (S. Anm. *g* am Schlusse dieses Artikels.) Es ist sehr wahrscheinlich, daß auch Christoph Columbus den Begriff von der Kuppel von Arîn

---

[32]) Auch in den Mafâtîh finden sich mehrere geographisch interessante Stellen, z. B.: „Bârah (nach Ibn Baṭûṭa: Bârah Nagar, vielleicht die Nikobaren?) ist der Name einer Stadt auf einer Insel des größten Meeres in der Nähe der Qubba. Ihr liegt von diesen unseren Orten gegenüber Chuganda" (in Transoxanien mit einer Länge von 90° 35′ vom wahren Okzident [Azoren]). (Vgl. E. Wiedemann, a. a. O. S. 29.)

aus den Werken des Kardinals d'Ailly erhielt, der einen großen Einfluß auf die Pläne des Columbus ausübte, obgleich seine Werke nur ein Abglanz des Opus Majus waren. Auch von Columbus selbst weiß Humboldt ein Dokument anzuführen, das sich auf Arîn bezieht. Es ist ein Brief an die Königin Isabella (1498), dessen Inhalt Humboldt in seinem Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent et des progrès de l'astronomie nautique au XV et XVI siècle (Paris 1814—1834, 5 Bände, tome III, p. 64) näher analysiert.[33])

Dies zweite Syene unter dem Äquator haben nach der Meinung Reinauds (a. a. O. p. 244) Baco und d'Ailly nach dem Vorgang Gerhards von Cremona erfunden, der ein doppeltes Cadix annimmt, das eine im Osten, das andere im Westen.[34]) Ferner denkt Reinaud an die Möglichkeit, daß die Erwähnung einer Insel unter dem Äquator Ἔσσινα ἐμπόριον durch Ptolemäus (Geogr., lib. IV, cap. VII) durch die frappante Ähnlichkeit des Namens mit dem ägyptischen Syene den abendländischen Kosmographen Anlaß zur Einführung eines zweiten Syene gegeben hätte. (Vgl. auch Reinaud: Mémoire géographique historique et scientifique sur l'Inde, Paris 1849, p. 380.)

Aber mit der Entdeckung der neuen Welt versank die Kuppel der alten im Meere, und all die Legenden von dem rätselhaften Arîn, das niemand je geschaut, fielen der Vergessenheit anheim. Den französischen Orientalisten J. J. Sédillot, L. Am. Sédillot und Reinaud, im Verein mit Humboldt, Santarem und Biot gebührt das Verdienst der Wiederbelebung dieses eigenartig interessanten Kapitels der Geschichte der mathematischen Geo-

[33]) In demselben macht Columbus eine Anspielung auf die Theorie der Nichtkugelgestalt der Erde, indem er der irregulären Figur der Westhemisphäre und des Atlantischen Ozeans, wo eine sanfte Hervorragung der Meeresoberfläche das Ende des Orients markiert, die Osthemisphäre gegenüberstellt: „Die alte Welt vom Kap St. Vincent bis Kattigara hat Arîn unter dem Äquator zum Mittelpunkt und ist sphärisch, aber die andere Hälfte hat die Form einer halben Birne; 100 Meilen westlich von den Azoren hebt sich die Erde unter dem Äquator und die Temperatur ist erfrischend. Der höchste Teil, d. h. der Stiel der Birne, liegt bei der Insel Trinidad, gegenüber der Orinokomündung."

[34]) Die hierauf bezügliche Stelle hat Christmann in seinen Alfragani elementa, Francfort 1618, p. 54 publiziert; sie findet sich in den lat. Mss. der königl. Bibliothek zu Paris als Nr. 7421 und lautet: „Arim distat ab utrisque Gadibus, scilicet Alexandri et Herculis aequaliter. Distat enim a Gadibus Alexandri positis in oriente, 90 gradibus, et a Gadibus Herculis, positis in occidente 90 gradibus et ab utroque Polo 90°."

graphie, von dem man in der deutschen Literatur so gut wie nichts findet. Möchte unser Traktat dazu beitragen, daß es in künftigen Werken über Geschichte der Erdkunde wieder das ihm gebührende Plätzchen findet!

Anmerkungen und Zusätze.

a) Besonders Wasser- und Sanduhren dienten zur Zeitbestimmung bei Nacht. Über Wasseruhren, die durch allerlei oft wunderbare Vorrichtungen die (gleichen) Stunden anzeigten, vgl. E. Wiedemann: Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften (Sitzungsberichte der physikalisch-medizinischen Sozietät, Erlangen, Heft III, S. 255, V, S. 408, VI, S. 11, X, S. 348), daselbst (V, S. 411) sind auch die rätselhaften Uhren, die alle Stunden Kugeln werfen, aufgeklärt, worüber ich in meiner Arabischen Gnomonik nur die nicht recht verständliche Übersetzung Carra de Veaux' anzuführen wußte. Besonders sei noch auf die Beschreibung der wunderbaren Uhr hingewiesen, die den Palast des Königs von Tlemcen schmückte. (Wiedemann, V, S. 414.) Nach Wiedemann zeigten die Uhren nachts dadurch die Zeit an, daß Kerzen oder Lampen nacheinander zwölf Stundenringe beleuchteten. Auch bei den Chinesen bestimmte man die Stunden mit der Wasseruhr. Dies folgt aus Ed. Biots: Traduit et Examen d'un ancien ouvrage chinois intitulé Tscheou-pei (Journal asiatique, Juniheft 1841, p. 622). Ptolemäus unterscheidet bürgerliche und gleiche Stunden (Almagest I, S. 98, Ausgabe von Manitius). Erstere sind $^1/_{12}$ des Tagbogens der Sonne, letztere entsprechen einem Stundenwinkel von 15°. Die Verwandlung der einen in die andere geschieht sehr einfach durch Benutzung von Tabellen. Ptolemäus gibt Bruchteile von Stunden in Graden des Stundenwinkels an; die Araber scheinen die ersten gewesen zu sein, die die Sexagesimalrechnung auf die Stundenrechnung anwandten. In der Genauigkeit der Zeitangaben scheint Ptolemäus über $^1/_4$ bis $^1/_6$ Stunde nicht hinauszugehen (bei der Charakteristik der Zonen zwischen verschiedenen Parallelkreisen nur von $^1/_4$ Stunde zu $^1/_4$ Stunde, Almagest S. 71). Vgl. auch G. Bilfinger: Die antiken Stunden, Stuttgart 1888 (S. 89—109, Stundenbrüche). Bilfinger glaubt (S. 89), daß Albîrûnî im Osten zuerst das Sexagesimalsystem auf die Stunden anwandte. Ich finde es bei Ibn Jûnis ebenfalls erwähnt in einer Mitteilung J. J. Sédillots in seinem Traité des instruments etc., I. Bd., S. 299, die uns über die Ermittlung der Dauer der Dämmerung bei Ibn Jûnis aufklärt. Nach Delambre (Hist. de l'astr. du moyen âge, S. 21) wandten die Araber die temporären Stunden noch ausschließlich bis gegen 900 an; auch Al-Battâni verwandelte die Stunden stets in Grade wie Ptolemäus. Von Delambre erfahren wir ferner, daß Ibn Jûnis die Zeit des Beginnes einer Finsternis nach der augenblicklichen Höhe eines bekannten Sternes (z. B. Aldebaran, Arktur), die er mit dem Astrolabium ermittelte, bestimmte. Dies war nur in ganze Grade geteilt. Daraus ist die Genauigkeit der Messung zu ersehen. Mit dieser ziemlich ungenauen Höhe, die noch durch die Refraktion entstellt war, wurde dann der Stundenwinkel des Sternes und damit die Zeit gefunden, jedoch nicht nach dem Kosinussatz, sondern mit Kenntnis des Azimuts aus dem Sinussatz. (Über Astrolabien bei den Arabern vgl. E. Wiedemann: Beiträge X, S. 32 und 33, woselbst noch mehr Literatur angeführt ist. Astrolabium kommt von aṣtar = Stern und lâbûn = Anblick.)

Auch Abul Hassan lehrt die Verwandlung der gleichen Stunden in ungleiche und umgekehrt (I. Bd., S. 248) durch eine einfache Proportion. Will man jedoch einen allgemein gültigen Ausdruck für die Dauer einer Temporärstunde bei beliebiger geographischer Breite des Beobachtungsortes und gegebener Sonnendeklination haben, so kann man in folgender Weise verfahren: Der halbe Tagebogen s_0 findet sich bekanntlich aus der Gleichung

$$\cos s_0 = -\operatorname{tang} \varphi \,.\, \operatorname{tang} \delta,$$
$$s_0 = \operatorname{arc} \cos (-\operatorname{tang} \varphi \,.\, \operatorname{tang} \delta),$$

mithin ist der zu einer Temporärstunde gehörige Stundenwinkel

$$\frac{s_0}{6} = \frac{1}{6} \operatorname{arc} \cos (-\operatorname{tang} \delta \,.\, \operatorname{tang} \varphi).$$

Dieser ist in Zeit zu verwandeln. Für den Einheitsradius kommt auf 360° der ganze Kreisumfang oder 2π als Bogen, mithin ist der Stundenwinkel einer äquinoktialen Stunde $= \frac{2\pi}{24} = \frac{\pi}{12}$. Man hat daher folgende Proportion:

$$\frac{\text{Temp. Stunde}}{\text{Äquinokt. Stunde}} = \frac{\operatorname{arc} \cos (-\operatorname{tang} \varphi \,.\, \operatorname{tang} \delta)}{6} : \frac{\pi}{12},$$

Also ist

$$1 \text{ Temp. Stunde} = \frac{2 \operatorname{arc} \cos(-\operatorname{tang}\varphi \,.\, \operatorname{tang}\delta)}{\pi} \,.\, 1 \text{ Äquinokt. Stunde}$$

$$= \frac{2 \operatorname{arc} \cos(-\operatorname{tang}\varphi \,.\, \operatorname{tang}\delta)}{\pi},$$

wenn man die äquinoktiale Stunde zur Zeiteinheit wählt. Diesen Bruch verwandeln wir in eine Potenzreihe unter Beachtung, daß $\operatorname{arc}\cos x = \frac{\pi}{2} - \operatorname{arc}\sin x$ und

$$\operatorname{arc}\sin x = x + \frac{1}{2} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \cdot \frac{x^5}{5} + \ldots$$

ist. Dann folgt

$$\text{Temp. Stunde} = \frac{2}{\pi} \cdot \left(\frac{\pi}{2} + \operatorname{tang}\varphi \,.\, \operatorname{tang}\delta + \frac{1}{2} \cdot \frac{\operatorname{tang}^3\varphi \,.\, \operatorname{tang}^3\delta + \ldots}{3} \right)$$

$$= 1 + \frac{2 \operatorname{tang}\varphi \,.\, \operatorname{tang}\delta}{\pi} + \frac{1}{3} \cdot \frac{\operatorname{tang}^3\varphi \,.\, \operatorname{tang}^3\delta}{\pi} + \ldots$$

Die indische Astronomie unterscheidet zwischen Sonnen- und Sterntag (Sur. Siddh. XIV, 14, 19). Ersterer ist die Zeit zwischen zwei sukzessiven Sonnenaufgängen, letzterer die Zeitdauer einer scheinbaren Rotation des Himmelsgewölbes. Zur genaueren Bestimmung der Zeit führen die Siddhântas eine ganze Menge Instrumente an. So die Anwendung des Quecksilbers beim „wonder-causing-instrument", welches als eine rotierende Maschine, die durch Merkur getrieben zu werden schien, zu denken ist, den Gnomon, Stab, Bogen, das Rad, die Wasser- und Sanduhren usw., über welche die Siddhântas zum Teile im unklaren lassen (vgl. Sur. Siddh. XIII, Vers 19—24 und Siddh.-Çiromani, IX, astr. Instrumente). Es ist interessant, einer frappanten Ähnlichkeit zwischen arabischen und indischen Uhren zu begegnen. Erstere hatten oft Vögel (Raben), die alle Stunden Kugeln aus dem Schnabel in ein Metallbecken warfen. Von den Indern erfahren wir, daß an ihren Uhren Pfauen und Affen Sand und dergleichen aus dem Schnabel, beziehungsweise Maul träufeln ließen. Der Sur. Sidd. nennt den Gebrauch solcher Instrumente zum Teil schwierig und betont, daß das beste Zeitmeßwerk der

Gnomon bei klarem Sonnenschein sei. Jedoch ist hier zu bemerken, daß die Inder keine eigentliche Sonnenuhr mit Stundenlinien kannten, sondern ähnlich den Chinesen eine Schnur von der Spitze des Gnomons zur Erde spannten, so daß dieselbe schattenlos war und dann die Richtung zur Sonne angab. Wir werden über diese Dinge in unserer „Geschichte der mathematischen Geographie und sphärischen Astronomie" ausführlich handeln.

b) Ptolemäus stellt im Almagest ausführliche Breiten- und Längenangaben in Aussicht, die er am Schluß seiner Γεωγραφικὴ ὑφήγησις bringt. Sie belaufen sich auf nicht weniger als 350 Städte und andere wichtige Punkte (VIII. Buch), die Längen sind auf den Meridian von Alexandria bezogen. Selbst auf Ceylon nennt er 20 Städte und zählt 19 Malediven und Lakadiven; im ganzen kommen in der Ptolemäischen Geographie an 8000 Namen vor. Es ist nicht richtig, wenn das Brockhaussche und Meyersche Konversationslexikon angeben, daß der Anhang des I. Buches von Georgiis Alter Geographie (1838) eine deutsche Übersetzung der Ptolemäischen Geographie sei. Diese Übersetzung ist nie erschienen. Desgleichen ist die andere Angabe derselben Lexika unrichtig, es habe Halma eine französische Ausgabe dieser Geographie besorgt. Halma hat nur das 1. Buch (math. Geogr.) und einen Teil des 7. ins Französische übertragen (Paris 1828). Freilich gibt er in dem 41 Seiten langen Vorwort eine sumarische Übersicht über den Inhalt der 8 Bücher.

c) Von diesen 93 Angaben lassen sich verschiedene mit solchen des Ptolemäus identifizieren. C. A. Nallino hat im 2. Band seiner Albâttani-Ausgabe sehr wertvolle Winke zu ihrer genaueren Bestimmung gegeben (S. 33—36), unter vielfacher Benützung des J. Lelewelschen Werkes: Géographie du moyen âge (Bruxelles 1852, tome IV, p. 64—93). 1898 gab Nallino heraus: Le tabelle geografiche d'al-Battâni, Torino. Solche Tafeln finden sich in fast allen astronomischen Werken der Araber. In den Adnotationibus (II. Band, p. 209) stellt Nallino sehr lehrreiche Vergleiche an, aus denen unter anderem hervorgeht, daß Al-Battâni in seinem Werke über die Längendifferenz derselben zwei Orte verschiedene Angaben macht. So setzt er in tomo I, p. 56 die Längendifferenz zwischen seinem Beobachtungsort ar-Raqqah und Antiochia

amplius 10^{m} = 2° 30′,
p. 57 aber fere $^1/_4$ horae = 3° 45′,
in den Tafeln 73° 15′ — 69° = 4° 15′,
während der wahre Unterschied = 2° 55′ ist.

Ferner gibt er in tomo I, p. 42 für die Längendifferenz ar-Raqqah —Alexandria an

$^2/_3$ horae = 10°,

in den Tafeln aber

73° 15′ — 60° 30′ = 12° 45′.

Der wahre Unterschied ist etwa = 9° 12′.

Nach Nallino sind von den in den Albâttanischen Tafeln aufgeführten 172 Städten 68 der Geographie des Ptolemäus, 57 den Tafeln al-Khowarezmis entnommen, und 47 stammen aus anderen arabischen Quellen (ca. 10 von Battâni selbst).

d) Bei J. Lelewel: Géographie du moyen âge, t. I, p. 43 steht, daß Delisle in den Notices et extraits ect. VII, p. 16 et suiv. eine französische Übersetzung des Ibn Jûnisischen Ms. gegeben hätte (!). Lelewel verschaffte sich eine Kopie der Tafeln des Ibn Jûnis. Nach dieser gibt er eine Analyse derselben und im Anhang zu tome I die arabische Kopie selbst. Dieselbe enthält 290 geographische Positionen, von denen 12 oder 13 doppelt aufgeführt sind. Damit verbleiben 277, von denen wiederum 51 verdorben sind, so daß noch 226 für die Konstruktion einer Karte verwendbar sind; aber nach Lelewel bietet das Leydener Ms. besondere Schwierigkeiten (oftmaliges Fehlen der diakritischen Punkte). Viele Angaben decken sich mit denen des Buches über die Figur der Erde (Rasm) von Khowarezmi. Für Kairo gibt Ibn Jûnis 55° Länge an, Khowarezmi 54° 40′. Nr. 7 des Lelewelschen Atlasses enthält die Weltkarte nach Ibn Jûnis. Lelewel versucht auch eine Aufklärung der abweichenden Jûnisischen Längenangabe von Kairo (55° statt 54° 40′), aber für sie wie für nähere Details möchten wir auf Lelewel selbst verweisen (tome I, p. 43—62). Nach Lelewel nahm auch Ibn Jûnis die astronomische Längenbestimmung durch Finsternisse vor. Von der Kuppel von Arîn erfahren wir nichts.

e) Auch über Arzachel findet man näheres bei Lelewel (I, p. 79), der dessen Tafel ebenfalls einsehen konnte. Chasles besaß eine Kopie des Werkes von Arzachel, die lateinische Übersetzung durch Gerhard von Cremona befindet sich in der Bibl. nat. (Nr. 7421).

f) Freilich, von dem „Nabel der Erde“ (ὀμφαλὸς Θαλασσῆς der Griechen, umbilicus terrae der Römer, der Khobbet-al-Arḍ) sprach man schon im Altertum, aber diese Idee ist ganz und gar verschieden von jener eines oder mehrerer Punkte einer ausgezeichneten Linie, von denen jeder als Weltkuppel betrachtet werden konnte.

g) Über Pierre d'Ailly und seine Werke vgl. besonders Lelewel, tome II, p. 71—78, der davon sagt: „L'ouvrage a été imprimé en 1480, suivante les apparences à Louvain chez de Westfalie. Quantité d'autres ouvrages sont en manuscrits.“ Außer der Abhandlung über das Planisphär scheint alles andere nur Ms. zu sein.

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Schoy Carl

Artikel/Article: Längenbestimmung und Zentralmeridian bei den älteren Völkern. 27-62