

Publications of the Institute
for the History of Arabic-Islamic Science

Islamic Mathematics
and
Astronomy
Volume 98

Publications of the
Institute for the History of
Arabic-Islamic Science

Edited by
Fuat Sezgin

ISLAMIC
MATHEMATICS
AND
ASTRONOMY

Volume
98

Arabic-Spanish Astronomy
at the Court of
King Alfonso X of Castile

Texts and Studies
Collected and Reprinted

I

1998

Institute for the History of Arabic-Islamic Science
at the Johann Wolfgang Goethe University
Frankfurt am Main

CONTEMPORARY SECURITY POLICY

VOLUME 21

NUMBER 2

AUGUST 2000

Special Issue

EXPLAINING NATO ENLARGEMENT

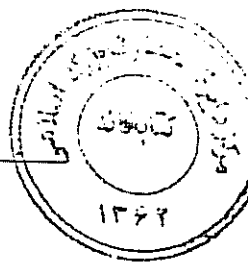
Editor

ROBERT W. RAUCHHAUS
University of California at Berkeley

A FRANK CASS JOURNAL

CONTEMPORARY SECURITY POLICY

(formerly 'Arms Control')



Executive Editors: Stuart Croft
Terry Terriff
North American Editor: Regina Karp
Reviews Editor: Aaron Karp

Editorial Board

Ulrich Albrecht
Ian Bellamy
Ken Booth
Ivo Daalder
Lawrence Freedman
Alan James
Karl-Heinz Kamp
Lord Kennet

Jean Klein
Keith Krause
Edward A. Kolodziej
Andrew Mack
Wolf Mendl
Jerzy Menkes
Uwe Nerlich
Jiri Sedivy

3.09.92

Articles appearing in this journal are abstracted and indexed in *Political Science Abstracts*, *International Political Science Abstracts*, *ABC Pol Sci: A Bibliography of Contents: Political Science and Government*, *Sociological Abstracts*, *British Humanities Index*, *The International Bibliography of the Social Sciences*, *The Lancaster Index to Defence and International Security Literature*, *University Microfilms products*, *World Affairs Online*, *IBZ International Bibliography of Periodicals Literature* and *IBR International Bibliography of Book Reviews*.

Manuscripts, proposals for articles and editorial correspondence should be sent to either Professor Stuart Croft or Dr Terry Terriff, Centre for Security and Diplomacy, The University of Birmingham, Edgbaston, Birmingham B15 2TT; or Dr Regina Karp, Graduate Programs in International Studies, 621 Batten Arts and Letters Building, Old Dominion University, Norfolk, Virginia 23529-0086, USA.

Books for review should be sent to Aaron Karp, Graduate Programs in International Studies, 621 Batten Arts and Letters Building, Old Dominion University, Norfolk, Virginia 23529-0086, USA (e-mail: akarp@odu.edu).

Subscriptions and advertising enquiries should be sent to *Contemporary Security Policy* at the address given below.

Annual Subscription: Volume 21	Institutions: £150.00/\$215.00 postage included Individuals: £38.00/\$48.00 postage included Single issue and back issue prices available from the publisher
-----------------------------------	--

Statements of fact or opinion appearing in *Contemporary Security Policy* are solely those of the authors and do not imply endorsement by the editors or publisher. The editors cannot accept responsibility for any damage to or loss of manuscripts.

Published in April, August and December

© Frank Cass & Co. Ltd. 2000

900 Eastern Avenue, Ilford, Essex IG2 7HH

Tel: +44 (0)20 8599 8866; Fax: +44 (0)20 8599 0984; E-mail: info@frankcass.com

Website: www.frankcass.com

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form, or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of Frank Cass & Co. Limited.

Printed in Great Britain by Antony Rowe Ltd., Chippenham, Wilts.

TABLE OF CONTENTS

Steinschneider, Moritz: <i>Alfons' X. "astronomischer Kongress zu Toledo" und Isak Ibn Sid der Chasan. (Eine Randglosse zum "Kosmos" [by Alexander von Humboldt], Bd. II. S. 261).</i> Magazin für die Literatur des Auslandes (Berlin) 33. 1848. pp. 226-227, 230-231.....	1
Narducci, Enrico: <i>Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1341 di una compilazione astronomica di Alfonso X. re di Castiglia.</i> Giornale Arcadico di Scienze, Lettere ed Arti (Rome) 187 (N.S. 42). 1864. pp. 81-112.	5
Herz, Norbert: <i>Über die Alphonsinischen Tafeln und die im Besitze der k.k. Hofbibliothek in Wien befindlichen Handschriften derselben.</i> Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften (Wien) CII. Band. Abtheilung II.a. 1893, Heft I-X. pp. 99-117.	37
Wegener, Alfred: <i>Die astronomischen Werke Alfons X.</i> Bibliotheca mathematica (Leipzig) 3.F. 6. 1905. pp. 129-185.	57
Wegener, Alfred: <i>Die Alfonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners.</i> Diss. Berlin 1905. 64 pp.; 2 pl.	115
Dreyer, Johann Louis Emil: <i>On the original form of the Alphonsine Tables.</i> Monthly Notices of the Royal Astronomical Society (London) 80. 1920. pp. 243-262.	181
Becker, Jerónimo: <i>Alfonso X, astrónomo.</i> Boletín de la Real Sociedad Geográfica (Madrid) 63. 1921. pp. 205-213.	201

Seemann, Hugo: <i>Das kugelförmige Astrolab nach den Mitteilungen Alfons X. von Kastilien und den vorhandenen arabischen Quellen. Unter Mitwirkung von Theodor Mittelberger.</i> Erlangen 1925. 69 pp. (Abhandlungen zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Medizin. Heft VIII). . .	211
Sánchez Pérez, José Augusto: <i>El Libro de las Cruces. Una obra astrológica que Don Alfonso X, rey de España, mandó traducir del árabe.</i> Isis (Cambridge/Brussels) 14. 1930. pp. 77-132.	287

wissenschaftlich zu machen, und es wies sich auch diesmal Gelegenheit finden, darauf zurückzukommen: der Hauptgegenstand der gegenwärtigen Kritik liegt aber um ein halbes Jahrhundert rückwärts und reicht sich an ein, in (seiner) Geschichte der Astronomie hervorzuheben. Erregnis, dessen noch allgemeinerer Betrachtung ihm auch eine Stelle im „Kosmos“ zuweihen, darauf, nach der widerstehenden Erinnerung des gelehrten Verfassers, nur solche Daten hervorzuheben machten konnten, welche auf die „Geschichte des Kosmos“ von Einfluß waren. In diesem Umstande dürfte aber auch, dem Publikum und dem besorgten Verfassers gegenüber, die Berücksichtigung, ich möchte fast sagen: Verpflichtung, begründet sein, einen Überdank, nach der Wissenschaftlichkeit dieser Blätter, nicht zu kritisieren, sondern dort nur kurz, und selbst ohne Hinweisung auf eine besondere Quelle, berührt werden. Wenn ich aber nicht vermute, so hat Humboldt gerade hier den Grund so reich und lauter fließenden Quellenstrom nicht etwa aus Mangel an Übersichtigkeit vermeiden lassen, sondern weil er ihn nicht durch unzulässige, einfach abgeleitete Vermutungen trüben wollte, und die Kenntnis der schmerzlichen Bedenken machte ihm wohl auch eine weite Pflicht in Aufklärung der Thatsachen selbst zufließen. Und doch scheint mir auch das Bedenken, dessen Aufklärung nicht zu umgehen war, nach nicht so spezifisch, unabweislich und sicher, wie mir es bei dem, ihrer Aufnahme in den Text des Kosmos gewöhnlichen Thatsachen, mit stillen Ausnahmen, gewohnt sind. Nach zweifellos heller und unfechter sind natürlich die weitläufigeren Angaben der astronomischen Disziplinen, so weit mir dieselben zugänglich und bekannt geworden, wozu nur einige Fälle angeführt werden sollen, darunter auch die vermittelnde Quelle Humboldt's.

Indem ich aber hierbei Männer angreifen muß, deren Name von bedeutender Autorität in gelehrten Kreisen ist, so sage ich, auch ich bin, auch durch meine Nachforschungen zu betrübender Thatsache vorwiegend ausgeführt, daß auch die Wissenschaftlichkeit dieser ein Objekt für das Publikum habe, in welches einzuräumen man sich sollte und sich schämt, darüber ohne eigene Kenntnis abzuurteilen und zu raten, wenn man eine Ansicht der Wissenschaftlichkeit in ihren Entwicklungspunkten mit der hebräischen Literatur auch bei den wichtigsten Vertretern im besten Falle ein wenig, gewöhnlich ein durch kritische Abgrenzung, Zurückweisung und Vermittlung mitteilbar macht. Aus diesem Gesichtspunkte möchte ich auch einige kleine (schlechte) Thatsachen von meinem in der Uebersichtlichkeit genannten Thema und manche spezifische Quellenangaben gerechtfertigt haben.

Was sich bei den mit bekannten Geschichtsforschern der Astronomie und Literatur seit dem letzten Jahrhundert über die sogenannten Alfonsischen Tafeln verbindet, läßt sich auf drei Hauptquellen zurückführen: 1) Alfons' verfaßte Sternkunde, 2) Juden und Araber, 3) diese geben die unter dem Vorhange des Hofes Ibn Sid, (Alfonso) zu Toledo, gemeinsamen astronomischen Tafeln anno 1222 heraus; allein 2) die Uebersetzung eines arabischen Sternkatalogs von Al-Battani veranlaßt Alfons zu einer verbesserten Ausgabe 1230.

1.

Für das erste Datum, den von Humboldt's bezeichneten, „astronomischen Kongress zu Toledo“, ist die mit bekannter erste Quelle: die Geschichte von Toledo des Historikers berühmten Jersaloms Hieronymus Romanus de la Historia (H. 1611 zu Toledo), der in einer Handschrift des Johann de Herrera Vukamont, Krönungsführer Philip's II., enthalten die Alfonsischen Tafeln, folgendes gefunden haben wird: Der König Alfons befahl, daß sich vereinigen sollten Ibn Abd al-Hakim (Ibn al-Hakim), seine Brüder (Ibn al-Hakim), gebürtig aus Toledo, Ibn al-Hakim und Abd al-Hakim aus Sevilla, und Yusuf Ibn al-Hakim (Ibn al-Hakim) (oder Al-Hakim, v. d. Ibn al-Hakim), aus Cordoba (Ibn al-Hakim) und Al-Hakim, nicht als launig zusammen, die er mit großen Kosten aus Paris und Oudenburg kommen ließ, und befahl ihnen das Quadrantarium des Ptolemäus zu überlegen und Schätze von Al-Hakim zur Messung (H. d. Ibn al-Hakim) und Al-Hakim hinzusetzen (oder sammeln, sammeln). Es war dies (Ibn al-Hakim) (Ibn al-Hakim) dem Sultan und dem Sultan (oder sammeln, sammeln) (Ibn al-Hakim) von Toledo übergeben, daß sie die Tafeln sollten im Hofe von Toledo, wo sie über die Bewegung des Himmels und der Sterne disputierten. Der König (H. d. Ibn al-Hakim) nicht anwesend war, Ibn al-Hakim und Al-Hakim, die diesen die Disputationen vom Jahre 1222 (Ibn al-Hakim) bis 1232, und am Ende verfaßten sie die so berühmten Tafeln, wie alle wissen. Und nachdem er (Alfons) dies große Werk zu Ende gebracht und ihnen viele Gnadengedankungen erwiesen hatte, sandte er sie zu ihren Vätern zurück und verließ ihren Freisitz, und daß sie und ihre Kinder frei sein sollten von Abgaben, sowohl (Ibn al-Hakim) als auch zu fordernden (Ibn al-Hakim) Abgaben in Form von geforderten (Ibn al-Hakim) (Ibn al-Hakim) verordnete noch (Ibn al-Hakim) (Ibn al-Hakim) verordnet zu Toledo am zwölften Tage des Monats Rajab vom Jahre 1230 der spanischen Zeit (1232).

Nach dem Alfons und der Uebersetzung die Krone aufzusetzen, hat der nicht minder berühmte Jersaloms Hieronymus Romanus in seiner Chronologie aus drei

Spanien.

Alfons' X. „astronomischer Kongress zu Toledo“ und Ibn Sid der Al-Hakim.

(Ibn al-Hakim zum „Kosmos“ H. II. S. 21.)

Es war mir bereits früher einmal vergönnt, in diesen Blättern (Ibn al-Hakim) auf die Leistungen eines jüdischen Astronomen aus Toledo, welcher um 1210 blühte,

1) Alfons, 1211, 24, S. 171.

Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1344 di una compilazione astronomica di Alfonso X. re di Castiglia. Nota di Enrico Narducci, socio corrispondente della R. Commissione pe'testi di lingua, dell'Ateneo di Treviso, e dell'Accademia scientifico-letteraria de' Concordi di Rovigo.

Mi confido che gli amici e i cultori delle scienze, e quelli principalmente delle lettere italiane, accoglieran con piacere la notizia che io do loro d'un importantissimo codice, contenente l'unico esemplare a me noto d'un testo di lingua citato dagli accademici della Crusca, e da questi ritenuto finora smarrito. Questo codice conservasi nella Biblioteca Vaticana, ed è segnato col n° 8174 della serie dei Vaticani. È in foglio grande, composto di 478 pagine, numerate ne' margini superiori coi numeri I-VIII, 1-470, membranacee tutte, salvo le numerate I-VI, 449-478, che sono cartacee. La scrittura delle carte membranacee si pare del 1350 in circa. È scritto a due colonne, di bella lettera squadrata, con rubriche scritte in rosso e spazii vuoti per le iniziali. Vi si trovano eseguiti con somma diligenza e maestria molti sincroni disegni a colori, rappresentanti figure celesti od istrumenti astronomici. È legato in cartone, coperto internamente di carta bianca ed esternamente di pergamena, con sei scompartimenti rilevati sul dorso, nei primi tre dei quali è scritto a penna « 8174 || Trattato || G.A.T.CI.LXXXVII. »

» della || Sfera. || M. S. » Nulla ne indica la provenienza; se non che alla pagina numerata 218 si legge, di mano del secolo decimosettimo « Luigi delarobia » (1). Altre particolarità relative al codice stesso potranno conoscersi dai saggi che più oltre ne reco.

Nel tomo decimo dell'Inventario de'codici Vaticani il precitato codice è descritto (carta 143, *verso*, lin. 11-22) così:

« 8174. Trattato della Sfera composto per ordine di Alfonso Rè di Castiglia, e tradotto dalla Lingua Araba in Italiano da Gueruccio figliuolo di » Cione Federighi della molto nobile Città di Firenze nell'anno 1341, come » ricavasi dal Foglio 103. della medesima Opera. Codex Membranaceus in » folio summi pretii, quia continet versionem Italiam supradicti Guerucci » Federighi, cujus nulla mentio habetur apud Cruseg scriptores. Continet » folia 447. Inc. Questo Libro. Codex Chart. (sic) Sgc. XIV. »

Tre inesattezze giova rilevare in questo brano del medesimo Inventario. La prima è nelle parole « tradotto dalla Lingua Araba in Italiano »; avvegnachè ciò che si legge più oltre nelle linee 12-16 della pagina 98, dopo il segno C, chiaramente dimostri che la versione fu fatta di lingua spagnuola. La seconda consiste nell'aver attribuito questa versione a Gueruccio di Cione Federighi, mentre in vece questi, comechè a lui si debba, non la distese. La terza risulta dal non avere avvertito che, sebbene alcuna menzione di Gueruccio non trovisi fatta dagli accademici della Crusca, tuttavia l'opera fu da essi copiosamente citata.

In fatti ciascuna volta che il Vocabolario della Crusca reca esempi colla citazione « *Lib. Astr.* » o « *Lib. Astrol.* »

(1) Questo « Luigi delarobia » è per avventura il medesimo Luigi figlio di Lorenzo di Luca di Simone della Robbia e di Monna Cassandra di Piero di Francesco Biondi, e che fu cassiere di Alessandro di Chiarissimo de' Medici coll'annuo onorario di fiorini 36 (1); come apparisce da una relazione di Lorenzo della Robbia a Bernardo Pandolfini, pubblicata da Domenico Maria Manni (*Osservazioni istoriche sopra i sigilli antichi de' secoli bassi. Tomo decimo. In Firenze, 1742; pag. 5-12*).

questi esempi trovansi identicamente nel detto codice Vaticano. In prova di che veggasi il precitato vocabolario alla voce « CORTURA », e vi si troverà riportato ad esempio ciò che si legge più oltre nelle linee 28—29 della pagina 102, cioè « Per sapere l'ore, e la diversitate delle notte, e del die in » lungura, e in cortura ».

Ora è da discorrere alcuna cosa del codice citato dalla Crusca.

È da credere che a Lionardo Salviali non fosse nota l'esistenza di questo codice; giacchè ne' suoi *Avvertimenti della lingua sopra 'l Decamerone*, stampati l'anno 1593, non ne fa parola. La prima volta che questo codice sia menzionato è, a mia notizia, nella edizione del Vocabolario fatta nel 1612, nella quale edizione (pag. 21^a, lin. 26—27) si legge: (1)

« Lib. Astr. } *Trattato d'Astrologia. Testo a pennadi Giovanbambista Strozz.* »
 « Lib. Astrol. } *Libro d'Astrologia* »

Questo codice esisteva ancora in Firenze nel 1738, trovandosi citato nel sesto volume della quarta impressione del precitato Vocabolario così: (2)

« Lib. Astr. LIBRO, o sia TRATTATO D'ASTROLOGIA;
 » Lib. Astrol. Testo a penna, che fu già di GIOVAMBATISTA
 » Lib. Astrol. G. S. STROZZI. »

Ora per altro il medesimo codice si crede smarrito, come rilevasi dal seguente brano del primo volume (unico stampato) della quinta impressione del precitato Vocabolario: (3)

(1) *Vocabolario degli Accademici della Crusca. In Venezia M DC XII. Appresso Giovanni Alberti* — «TAVOLA || DELL'ABBREVIATVRE, || PER ORDINE » D'ALFABETO. || Dove si dà conto della qualità de' libri citati, e chi sieno » i pa-||droni delle copie a penna. » (contenuta nelle pagine 15^a—28^a).

(2) *Vocabolario degli Accademici della Crusca. Quarta impressione. In Firenze M. D. CC. XXXVIII. Appresso Domenico Maria Manni* (pag. 48, lin. 12—14).

(3) *Vocabolario degli Accademici della Crusca. Quinta impressione. Volume I. In Firenze, nella tipografia Galileiana di M. Cellini e C. 1863* (pag. lvii, lin. 22—24).

« *Lib. Astrol.* Libro o sia Trattato d'Astrologia. - Testo a penna, che fu già di Giambattista Strozzi. Non sapendo più dove sia questo testo ci atten-
ghiamo nelle citazioni allo spoglio fattone dai nostri predecessori. »

Il Giovanni Battista Strozzi menzionato nei passi recati di sopra del precitato Vocabolario ritengo sia il celebre Giovanni Battista di Lorenzo di Federigo Strozzi e di Marietta d'Agnolo Tornabuoni, nato nel 1551 e morto nel 1634, detto il Cieco per aver perduto negli ultimi suoi anni la vista. Di lui ancor vivo fa il seguente elogio Lionardo Salviati (1): « Giouambatista Strozzi gentiluomo giouane d'anni, ma di senno maturo, e letterato, ed ingegnoso, e discreto, al par d'ogni altro delle nostre contrade. Il quale essendo in rima a questi tempi gentilissimo dicitore; in quella guisa specialmente, che madrigali si chiamano, ai giorni nostri, il primo luogo, senza contrasto, s'è guadagnato nella nostra fauella ». Oltre a quanto più o meno esattamente ne scrissero il Poccianti, il Negri ed il Cinelli negli *Scrittori Fiorentini* (ms. autografo nella Corsiniana di Roma), veggansi anche Gian Vittorio Rossi (2), Salvino Salvini (3) e Girolamo Tiraboschi (4).

Pietro Leopoldo I di Lorena, Granduca di Toscana, dopo la morte di Luigi Strozzi, avvenuta il 17 marzo 1784, con reparto approvato li 7 luglio 1786 ordinò che i codici Stroziani fossero, secondo la diversità delle materie, ripartiti alle

(1) *Degli avvertimenti della lingua sopra 'l Decamerone. Volume primo del cavalier Lionardo Salviati All'Ec.^{mo} S. Iacopo Boncompagni. In Venezia M.DLXXVIII*; pag. 112, lin. 33—39; *Lib. 2^a, cap. XII*.

(2) *Jani Nicii Erythraei, Pinacotheca altera. Coloniae Vbiorum 1645*, pag. 15—16.

(3) *Fasti consolari dell'Accademia fiorentina. In Firenze 1717*, pag. 244—259; dove a pag. 253—254 è riportata una lettera di Lionardo Salviati a Giambattista Strozzi, in data « di Ferrara di 31. di Gennaio 1588 ».

(4) *Storia della letteratura Italiana di Girolamo Tiraboschi, tomo VIII, Milano 1824* (Tomo VIII, parte I, lib. I, §. 13).

Biblioteche Magliabechiana e Mediceo-Laurenziana, ed ai pubblici archivii di Firenze (1). Sendo riuscite vane le più diligenti ricerche a fine di ritrovare in tali biblioteche ed archivii il codice citato dalla Crusca, non è impossibile che questo codice o rimanesse presso altri della famiglia Strozzi, o venisse allora sottratto, o fosse smarrito, come pur troppo in simili congiunture per mala fede o per incuria suole accadere. Per esempio il volgarizzamento di Valerio Massimo, citato dagli accademici della Crusca, come appartenente a Giambattista Strozzi, è ora nella Libreria di Monte Cassino, ov'è segnato col n.º 671. Per ciò non sarebbe fuor d'ogni ragione il supporre che il detto codice Vaticano n.º 8174 fosse il medesimo *Libro d'Astrologia* menzionato di sopra: tanto più, che un altro Giovanni Battista Strozzi, de' Duchi di Bagnolo, fra gli accademici della Crusca l'*Ansioso*, visse lungamente in Roma, ov'era nato il 19 giugno 1646, e vi morì il 24 settembre 1719 (2). Se non che a rimuovere da questa sentenza viene in mezzo la stessa Crusca coll'annoverare il *Libro d'Astrologia* fra i *Libri d'incerto, e d'incognito autore*. Or se gli accademici avessero avuto sott'occhio il codice Vaticano vi avrebbero trovato fin dalla prima pagina il nome del re Alfonso scritto in lettere maiuscole, e scorrendolo per lo spoglio, vi avrebbero trovato per entro tutti gli altri nomi d'autori e di traduttori, che leggonsi nei brani che più oltre si riportano del codice stesso, e certamente non avrebbero passato sotto silenzio Gueruccio di Cione Federighi, come quegli cui si deve la traduzione del trattato che in esso codice si contiene. Arrogì avere il codice

(1) *Novelle letterarie pubblicate in Firenze l'anno 1786. Volume decimosettimo. In Firenze 1786, col. 33 e 34.*

(2) *Notizie istoriche degli Arcadi morti* (raccolte da Gio. Mario Crescimbeni), tomo secondo. In Roma 1720, pag. 34—36. Articolo di Salvino Salvini, sotto il nome arcadico di *Criseno Elissonoe*.

Vaticano appartenuto, come vedemmo nella nota (1) della pagina 4, ad un Luigi della Robbia, che certamente fu posteriore a Giovanni Battista Strozzi; e non potersi per ciò con fondamento asserire che questo codice rimanesse nella Libreria Stroziana. Il che è pure confermato dal non trovarsene alcuna menzione nell'inedito catalogo dei codici Stroziani esistente nella Magliabechiana, e compilato dal proposto Ferdinando Fossi, secondo che mi assicura l'erudito e diligente mio amico sig. Filippo Ricci, impiegato nella medesima Biblioteca. In guisa che delle due espresse opinioni questa mi sembra esser convalidata da maggiore sostegno, che cioè il codice Vaticano sia, comechè più importante, totalmente diverso da quello citato dagli accademici della Crusca. (1)

Di Gueruccio di Cione Federighi altra notizia non mi occorre di ritrovare se non la seguente, ben meschina per vero dire, ma tale da non trascurarsi in tanta scarsezza. Nelle pagine 125-260 del volume 10° delle *Delizie degli eruditi Toscani* (2) del P. Ildefonso di S. Luigi trovasi una nota intitolata « Squittino dell'anno MCCCCLXXXI. cavato da copia » autentica degli Squittini Tomo I. a 283. delle Riformagioni ». Una parte di questa nota, la qual parte incomincia alla pagina 221 del precitato volume 10°, ha il seguente titolo: « *Registrum Vexilli Draconis Viridis Quarterii Sancti Johannis de septem Maioribus Artibus & Scio-peratis.* » Nella nota medesima (pag. 245, lin. 25, sotto la data « *Die vij. Februarii V. Ind. Mcccclxxxj. Vaio* »), si legge:

(1) Nelle carte numerate 104-112 del codice Magliabechiano contrassegnato « II. III. 47 » trovasi uno scritto intitolato « Tractato di abstrologia » dall'onso », ma nulla ha che fare con ciò che si contiene nel codice Vaticano; oltre di che il precitato codice « II. III. 47 » fu acquistato per la Magliabechiana dal Bibliotecario Vincenzio Follini soltanto il 28 giugno 1806.

(2) *Storia fiorentina di Marchionne di Coppo Stefani pubblicata da Fr. Ildefonso di San Luigi. Volume decimo. In Firenze, l'anno 1783.*

Dal che raccogliamo ch'egli fosse del vessillo del Drago verde, del quartiere di S. Giovanni, e fosse ascritto all'arte de' vaiai, una delle sette arti maggiori di Firenze. Ov'è da avvertire che l'anno 1381 deesi intendere secondo lo stile fiorentino, cioè 1382 secondo lo stile comune, come c'insegna la nota « *V. Ind.* », cioè « quinta indizione », che correva appunto nel 1382, e non già nel 1381. (1) Se adunque Gueruccio non solamente viveva ancora nel 1382, ma s'immischiava nei pubblici affari, dovea essere ben giovane allorchè fece voltare in italiano il trattato d'Alfonso. E qui si porge spontaneamente bella occasione a considerare quanto in alcune cose nel medio evo fossero gli animi educati a più nobili sentimenti che non siano al presente. Ecco un giovane gentiluomo, che uscito per qualsivoglia cagione d'Italia a percorrere straniere contrade, ivi lascia memoria perenne della sua intelligenza e del suo amore pe' buoni studii, a gloria e decoro della sua patria. Bell'esempio, ah! quanto raramente imitato a' giorni nostri, ne' quali sembrano invece ingegnarsi i ricchi giovani ne' loro viaggi in profondere l'avito censo ad acquistarsi una trista gloria, la cui fama è spesso misurata dalla enormezza di vili passioni! Picciola invero è la differenza: preferivano quelli eternarsi nelle biblioteche, questi negli archivii e ne' pubblici fogli; quelli appo i posteri, questi appresso i contemporanei. Ma per tornare al Federighi, del quale altra notizia non mi fu dato di rintracciare se non quella testè recata, non sarà discaro il conoscere almeno i seguenti cenni intorno alla sua famiglia,

(1) *Art de vérifier les dates*, troisième édition, tome premier. A Paris, 1783; pag. 28 col. 1^a e 2^a, lin. 32—33).

desumendoli, fra molte fonti, dalla *Istoria delle famiglie fiorentine* di Giovanni Monaldi (1).

« La famiglia de Federighi hebbe l'origine sua da Em-
 » poli, hà in Firenze una strada p lei nominata, uiene gra-
 » dita di 9=Conf:^{ri}, e 38=Sig:^{ri}, il p.^{mo} de quali nel 1324=
 » fù Federigo di Arrigo, e l'ultimo nel 1518 = fù Piero di
 » Gio:., di loro fù Benozzo Vescono di Fiesole, Iacopo di
 » Antonio Cau:^{re} Gierosolimitano = L'Arme loro sono 7 = Palle
 » Bianche in Campo Celeste = Anno 9 = Conf:^{ri}, e 32 Sig:^{ri},
 » il p.^{mo} nel 1538 = Cappella in S. Pancrazio = ».

L'opera della quale si contiene una versione italiana nel codice Vaticano n.º 8174 fu scritta originalmente in lingua spagnuola, e compilata parte per fatica e parte per ordine d'Alfonso X. re di Castiglia nel 1276. Ne parla Nicolò Antonio, il quale citando l'autorità di Girolamo Higuera nella sua *Historia Toletana* (lib. 24, cap. 8), dice conservarsene un esemplare manoscritto in Alcalá de Henares (2); ma inesattamente chiama l'opera stessa *Libro de las armellas*; giacchè, come si vedrà più oltre, questo titolo appartiene solamente ad uno dei sedici trattati nei quali essa è divisa. Francesco Perez Bayer, nelle note alla *Bibliotheca Hispana vetus* di Nicolò Antonio, ne annovera tre altri codici, uno dei quali, segnato *Lit. h, Plut. I, n.º 1*, scritto per uso di D. Carlo figlio di Filippo II, dice conservarsi nella Biblioteca dell'Escorial, e due altri, del secolo XIV., nella Biblio-

(1) *Istoria delle Famiglie Fiorentine scritta nell'Anno 1607 = Da Pietro di Giovanni Monaldi Cittadino Fiorentino Tomo Vnico al Sere.^{mo} Ferdinando Primo, Gran Duca di Toscana, con l'aggiunta di Monsig:^{re} Sommai sino all'anno 1626.* (Codice posseduto dal sig. principe D. Daldassarre Boncompagni e contrassegnato n.º 286; car. 168, verso, lin. 19—24 e car. 169, recto, lin. 1—4).

(2) *Bibliotheca Hispana vetus, ecc. Auctore D. Nicolao Antonio Hispanensi, curante Francisco Perezio Bayerio, tomus secundus, Matrili, 1788, pag. 83, col. 2 e pag. 84, col. 1.*

teca Reale di Madrid. Il primo di questi tre codici è lungamente descritto da Giuseppe Rodriguez de Castro, il quale nella sua *Bibliotheca Española* non solo ne reca testualmente i proemii di ciascun trattato, ma ne riporta anche i titoli di ciascun capitolo (1). È da credere che questo codice sia quello medesimo citato dal sig. Pasquale de Gayangos, come ora esistente nella Biblioteca dell'Escoriale, e segnato « L. 97 » (2). Da ultimo il sig. Emmanuele Rico y Sinobas si accinse per ordine regio alla pubblicazione dell'opera suddetta in una raccolta intitolata *Libros del saber de astronomia del rey D. Alfonso X. de Castilla*, ecc., della quale vennero sinora in luce tre volumi, in foglio, due nel 1863 ed il terzo nel 1864 (3).

(1) *Bibliotheca Española*. Tomo primero, ecc. su autor D. Joseph Rodriguez de Castro. En Madrid, 1781; pag. 116—159.

(2) *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain extracted from the Nafhu-l-Khattib min Ghosni-l-Andalusi-r-Rattib wa Tārīkh Kisānu-d-dīn Ibnī-l-Khattib*, by Ahmed Ibn Mohammed al-Makkari a native of Telem-sān, translated, ecc. by Pascual de Gayangos, Vol. I. London 1840, pag. 385; note al lib. I, cap. 6.

È da avvertire che un esemplare del testo spagnuolo del libro indicato più oltre (pag. 102—103) sotto il n.° VIII trovasi in principio nel codice Canoniciano latino, n.° 340, della Biblioteca Bodleiana d'Oxford, come apparisce dal seguente brano del volume intitolato *Catalogi codicum manuscriptorum Bibliothecae Bodleianae. Pars tertia, codices graecos et latinos Canonicianos complectens. Confecit Henricus O. Coxe. Oxonii, 1854* (col. 602).

« 340.

- Chartaceus et membranaceus, ff. 164, secc. xvi,
- xiv, et xv.
- 1. • El libro de la fabrica et composicion del instru-
- mento delas armillas, el qual fue fecho por
- mandado del rey don Alfonso el Sabio, rey de
- Castilla. • fol. 16.
- Incip. prol. • Pues que dicho auem a et
- monstrado. •
- Incip. lib. • Dixo el Sabio Abuzach, Azar-
- chel. " •

Debbo questa indicazione al dotto sig. Maurizio Steinschneider dimorante in Berlino, il quale sta ora preparando un interessante lavoro intorno ad Azarchele.

(3) Dei tre volumi menzionati di sopra non mi è riuscito vederne alcun

Recherò qui appresso, a guisa di saggio, il proemio generale e i proemii di ciascuno dei trattati contenuti nel

esemplare. La biblioteca dell' Istituto di Parigi ne possiede un esemplare contrassegnato « M. 384¹. in f. ». Il primo di questi tre volumi è intitolato « LIBROS DEL SABER DE ASTRONOMIA || DEL REY || D. ALFONSO X DE CASTILLA, || COPILADOS, ANOTADOS Y COMENTADOS || POR DON MANUEL RICO Y SINOBAS, || INDIVIDUO NUMERARIO DE LA REAL ACADEMIA || DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES, Y CATEDRATICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EN LA UNIVERSIDAD CENTRAL || OBRA PUBLICADA DE REAL ORDEN || TOMO I || MADRID || TIPOGRAPHIA DE DON EUSEBIO AGUADO, IMPRESOR DE CAMARA || DE S. M. || Y DE SU REAL CASA. || 1863. » Il titolo del secondo volume è identico con quello del primo, salvo il leggersi « II » invece di « I ». Il titolo del terzo è parimente identico con quello del primo, salvo il leggersi « III » in vece di « I », e « 1864 » in vece di « 1863 ». Un rapporto del sig. Le Verrier intorno al primo di questi tre volumi leggesi nelle pagine 277—280 del volume intitolato *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome cinquante-septième. Juillet-Décembre, 1863 (*séance du lundi 3 août 1863*). Un rapporto dello stesso sig. Le Verrier intorno al secondo dei medesimi tre volumi leggesi nelle pagine 285—287 del volume intitolato *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome cinquante-huitième. Janvier-Juin 1864 (*séance du lundi 8 février 1864*). Un rapporto del medesimo sig. Le Verrier intorno al terzo de' tre volumi suddetti leggesi nelle pagine 765—768 del volume intitolato *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, ecc. Tome cinquante-neuvième. Juillet-Décembre 1864 (*séance du lundi 7 Novembre 1864*). Interessanti particolari intorno a questa pubblicazione trovansi nel seguente brano d'una gentilissima lettera che il precitato sig. D. Manuel Rico y Sinobas si compiacque di scrivermi, in data di « Madrid, 6 de Mayo 1865 ».

« Además de las memorias bibliográficas y críticas que preceden á cada uno de los libros el fondo principal de la publicación actual son los textos mismos del códice original que poseyó el Rey y los cuales se han conservado felizmente en la antigua biblioteca de la Universidad de Alcalá.

« Respecto de copias de este códice he hallado dos grandes trozos en castellano en códices en papel y vitela en la Biblioteca nacional de Madrid, una parte que felizmente tiene las dos primeras hojas de la obra las cuales han sido las más difíciles de hallar se encuentra en la biblioteca de la Academia de la Historia de Madrid y una copia del códice incompleta de Alcalá que se guarda en la Biblioteca del Escorial. Este último códice es al que se refiere Castro en su Biblioteca Rabínica: pero por estar incompleto faltándole los tres primeros libros á saber *el de las Estrellas del Septentrion, el de las zodiacales y el de las del medio día*; además los dos libros del cuadrante para rectificar resulta que las noticias de Castro son incompletas.

« Del códice de que V. me habla de la Biblioteca del Vaticano no tenía mas que una noticia poco determinada pues no he visto mas que un índice en Castellano de los libros españoles que posee dicha biblioteca y en el se citaba un códice con el nombre de Obras

precitato codice Vaticano, n.º 8174; affinchè si paia ancora l'ordinamento delle materie che nel medesimo codice si contengono.

Incomincia la parte scritta di questo codice nella pagina numerata viii, così: (1)

« Questo libro e di sapere di astrologia che lo fece comporre delli libri de li saui antichi che fauellarono di questa scienza a don ALFONSO per la grazia di dio Re di Castella. di Tolletto. di Leone. di Galizia. di Sibilila. di Cordoua. di Murçia. di Giahen. e del Algarbe. E figliuolo del molto nobile Re don FERANDO e della reina donna BETRICE (sic) E fauella in esso di tutte quelle maniere per le quali si possa guardare cognoscere e intendere il mouimento di tutti li cieli che si muouono. e delle stelle che sono in loro. così ben di quelle del .VIIIº cielo che si chiamano fisse perche non anno mouimento come laltre. come dellaltre VII che si chiamano pianete. perche sono mouenti in lor medesime. E altressi per li cieli in che elle stanno che si muouono sempre. E fece partire questo libro in XVI. parti. ciascuna con suoi capitoli che mostrano pianamente le ragioni che sono in loro. E fecele altressi figurare perche quelli che questo uolessero apprendere. lo potessero più legghiermente sapere. non tanto solamente per intendimento. ma ancora per uista E le .XVI. parti di che e composto tutto il libro sono queste

La prima e delle .xlviii. figure del .viii spera

La .ii. e della spera ritonda come si dee fare. e come si dee operare con esso.

La .iii. e. come si debbon fare le armelle del altacyr in nella alcora. e come si dee operare con esse.

La .iiii. e. del astrolabio ritondo come si dee fare e come si dee operare con esso.

La .v. e. del astrolabio piano come si dee fare. e come si dee operare con esso.

* astronómicas de D. Alfonso de Castilla con 250 ó 260 folios. El volumen y numero de ojas
 * me hizo sospechar si seria el mismo libro pero no tenía mas noticias que las referidas de
 * dicho catalogo formado por alguno de los Jesuitas españoles que pasaron á Roma en el si-
 * glo pasado.

† Egnacio Danti tambien publicó que habia visto la referida obra astronómica en Italia
 * pero aseguro que estaba escrita en latin contra lo cual escribió el Matematico Nuñez en el
 * siglo xvj. refiriéndose al codice de Alcalá que tubo ocasion de ver.

* De las partes del mismo codice que poseen las bibliotecas de París me he ocupado
 * en las introducciones á cada uno de los libros alfonsinos. *

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo I. Madrid, ecc. 1863; pag. 3 e 4.

- La .vi. e. della lamina universale. come si dee fare. e come si dee operare con essa.
- La .vii. e della açafeha del zarquiel come si dee fare. e come operare con essa.
- La .viii. e. delle armelle. come si debbon fare. e come operare con esse.
- La .viii. e. delle lamine di ciascuna delle sette pianete. come si debbon fare. e come si fa una lamina generale che basta tanto come le sette sopradette. e come si dee operare con essa.
- La .x. e. del quadrante. come si dee fare. e come operare con esso.
- La .xi. e della pietra della meriggia. come si dee fare. e come operare con essa.
- La .xij. e. del Relogio del acqua. come si dee fare e come si dee operare con esso.
- La .xij. e del Relogio del argento vivo. come si dee fare e come operare con esso.
- La .xiii. e del Relogio del (sic) come si dee fare. e come operare con esso.
- La .xv. e come si debbon fare li due modi del palazzo del ore.
- La .xvi. e come si dee fare uno strumento piano per fare atacyr. e come si dee operare con esso. »

Delle sedici parti annunziate nella precedente enumerazione il codice non ne contiene se non tredici intere, e parte della quattordicesima, come mostrerò a suo luogo. Per maggior chiarezza porrò un numero romano progressivo in principio del titolo di ciascun trattato.

La pagina numerata 1 del codice precitato incomincia col seguente titolo, al quale fa seguito immediatamente il prologo che pure si riporta qui appresso. L'intero trattato è compreso nelle pagine numerate 1-93 del codice medesimo.

I. Codice Vaticano, n.º 8174, pag. 1; pag. 2, col. 1ª, lin. 1-16: (1)

« Al nome di dio amen. Questo e illibro delle figure delle stelle fisse le quali sono nellottavo cielo il quale libro fece traslatare di calden e de arabico in uolghare castellano lo Re don alfonso figlio del molto nobile re don Ferrando. e della reina donna bentrucie. e signore di Castella. di tol-

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo I. Madrid, ecc. 1863., pag. 7, lin. 1-18; pag. 8; pag. 9, lin. 1-29.

letto. di leone. di galizia di siutlia di cordoua di murça di Jaken e del garbo E transtatollo per suo chomandamento Giuda il choenso al haquin E Guillienarremon da spaso chericho E fue fatto nel quarto anno che regno il sopradetto re che choreua gli anni domini .Mccly. anni E poi lo achoncio e chomandollo comporre questo re sopradetto e tolse uia ogni soverchio e doppio dire. e quel dire che uide che non era uolgare castellano. e pose solamente quelle ragioni che allui parue che bastassero. E quanto lo linguaggio indirizzo pur egli. Ma laltre cose ebbe per suoi aiutatori il maestro giouanni di missina. (1) e il maestro giuda sopradetto. e Samuel. E

(1) Il codice d'Alcalá, che servì di testo alla suddetta pubblicazione del sig. Rico y Simohias, ha nel testo spagnuolo corrispondente a questo passo del precitato codice Vaticano « Et en los otros saberes uno por ayuntado » res a maestre Joan de Mesina, et a maestre Joan de Cremona » (*Libros del saber de astrologia*, ecc. Tomo I. Madrid, ecc. 1863, pag. 7); il quale Giovanni da Cremona non trovasi menzionato nella versione italiana.

Il « maestro giouanni di missina », menzionato nella linea 9 della presente pagina, non è improbabile sia identico col maestro Giovanni di Sicilia, del quale Giacomo Tommasini (*Bibliotheca Venetae manuscripta*, ecc. Vtini, 1650, pag. 5, col. 1) cita come esistenti nella Biblioteca veneta di S. Antonio (*): *Tabulas Toletanas super canonibus Arzachelis*, e registrato per ciò da Antonino Mongitore nel primo volume della sua *Bibliotheca Sicula* (Panormi 1708, pag. 314, col. 1), e da Giovanni Alberto Fabricio (*Bibliotheca latina mediae et infimae aetatis*, tomus II, Patavii, 1754, pag. 144, col. 1). Il sig. Enrico O. Coxe (*Catalogi codicum manuscriptorum Bibliothecae Bodleianae, partis secundae fasciculus primus. Oxonii 1858*, col. 422, lin. 44—50), descrivendo il codice Laud. 594 della Bodleiana, cioè n.º 594 dei codici appartenuti a Guglielmo Laud, arcivescovo di Cantorbery, decapitato il 10 Gennaio 1644, cita il seguente scritto « Expositio magistri JOHANNIS de » Sicilia super canones tabularum Arzachelis sive Toletanorum; il quale scritto incomincia « Inter cetera veritatis philosophice documenta », e che è forse un altro esemplare del medesimo scritto citato dal Tommasini. Il detto codice Bodleiano era stato già descritto più sommariamente da Odoardo Bernard (*Catalogi librorum manuscriptorum Angliæ et Hiberniæ. Oxoniæ, 1697*, pag. 63 della prima numerazione, col. 2, codice n.º 1030).

Del Giovanni da Cremona, tacito nella versione italiana, è menzionato nel testo spagnuolo, non si ha notizia neppure nella *Bibliotheca latina mediae et infimae aetatis* del Fabricio. Solamente il Montfaucon (*Bibliotheca Bibliothecarum*, ecc. tomus primus. Parisiis M.DCC.XXXIX, pag. 518, col. 1) riferisce come esistente nell'Ambrosiana di Milano « Joannis » Cremonensis chronica planetarum ». Quest'opera per altro è probabilmente la *Theorica planetarum* di Gherardo Cremonese, la quale fu anche stam-

(*) I codici già esistenti in questa preziosa Biblioteca collocata nel Monastero di S. Antonio di Castello in Venezia, e consumata dal fuoco nel 1697, avevano appartenuto al Cardinale Domenico Grimani, morto il 27 agosto 1523.

questo fue fatto nel XXV^o anno del suo regno. E andaua lera di cesare in Mcccxiij^o anni e quella del nostro signor ihu xpo Mcdlxxvi. anni.

(D)Io si e conpiuta uertude di che tutte le cose la riceuono e anno. e senza lui non la possono auere. E per questo lo douemo lodare per le grandi grazie checci fae per la sua grande uirtude e per la sua gran bontade. e perche uole che noi aiutiamo della sua uertude che egli puose in tutte le creature che el fecie. ¶ Altressi il douemo amare per che per la sua uirtude e per la sua grazia ci mantiene. e dacci aiuto in questo mondo mentre che uole che noi uiuiamo. e guardaci. e liberaci di molti mali che riceuiamo secondo la natura di che siamo fatti. e la uolonta che noi abbiamo naturalmente doperare il male anzi chel bene. E altressi lo douemo temere e guardarci di farli ingiuria. accio che la uertu del suo potere e della sua ira non uoglia mostrare in questo mondo a nostri corpi. e nel altro al anime. E per tutte queste ragioni lo douemo lodare. amare. e temere. lodando la uertude della sua bontade. e amando la uertude del suo ben facto. e temendo la uertude del suo podere. ¶ E poi noi Rè don alfonso sopradetto. desiderando quelle grandi uertudi e inarauigliose che dio puose nelle cose che el fecie che fusson conosciute e sapute dagli uomini intendenti in maniera che si potessero aiutare di loro. per che dio fusse di loro lodato. amato. e temuto. E guardando tutte queste ragioni. facemmo traslatare e comporre questo libro in nel quale parla delle uirtudi delle stelle fixe. cioe tramontane che sono nella figura del ottauo cielo. e mostriamo di qual maniera eran fatte per pensamento e per uista. Secondo che dissor li. saui antichi. e che nomi anno. e per qual ragioni. e di che grandezza sono. e di che larghezza. e di che lunghezza. e di che natura. e che compressioni anno. e la uertu che a ciaschuna in se. e che figure altre eschono di quelle

pata, diversamente da tutte le altre edizioni, sotto il titolo di « Theorica » planetarum Joannis cremonensis », nelle ultime quattro carte della raccolta intitolata *Sphera cum commentis*, ecc. *Venetijs impensa heredum quondam Domini octauiani Scoti*, ecc. 19 *Januarij* 1518, e nelle carte 2, verso—5, *recto*, della raccolta seguente: *Sphera mundi*, ecc. *Venetijs impensis nobilis viri Luce antonij de giulla Florentini. Die ultima Junii* 1518. Questa identità è anche rilevata da Francesco Arisi (*Cremona literata*, To. I. Parma 1889, pag. 51; articolo « Joannes Cremonensis »). Nè per simile equivoco si creda possibile che il sopracitato Giovanni da Cremona, il quale aiutò il re Alfonso nella sua compilazione astronomica, e che per ciò doveva vivere nel 1276, o poco prima, possa essere identico col celebre Gherardo da Cremona; mentre questi morì in Toledo l'anno 1187, nel 73^o anno di sua vita, com'è dimostrato dal sig. D. Baldassarre Boncompagni coll'appoggio di varii codici e della cronaca di Francesco Pipino, nell'opera intitolata *Della vita e delle opere di Gherardo Cremonese*, ecc. e di Gherardo da Sabbionetta, notizie raccolte da Baldassarre Boncompagni [Dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei*, anno IV. Sessione VII del 27 giugno 1851], Roma 1851, ecc. (pag. 1—11).

che son partite per .ccclx. gradi. e che uirtude /a/ ciascuna. e che operazioni fa. e sopra che cose. e in che modo. e in qual tempo. e che cose debbon esser guardate accio che questo si fornischia. e questo sintende nelle figure e nelle stelle che sono nel zercho de segni che si chiama zodiacho. che uol dire in grecho. come luogo che sta apparecchiato per dare alma a tutte le cose che si conuenga. e che sia apparecchiata a ricenerla. ¶ E àltressi. dimostriamo delle figure e delle stelle fixe che son fuori di questo çercho zodiaco dala parte di settentrione. e di meço giorno. il quale /e/ da quel çercho che diciamo in che stanno i segni. e per ondè ua il sole in tutto l'anno. così ben quando /e/ sotto la terra/ come quando egli e sopressa. e di qual maniera sono. e li nomi che anno. e per che ragione. e di che grandezza sono. e di che larghezza. e di che lunghezza. e di che nature. e di che compressioni. e la uertu che /a/ ciaschiuna in se. e che altre figure eschon di quelle che son partite per .ccclx. gradi di questo medesimo çercho. e ciaschiuna che uertu /a/. e che opera fa. e sopra che cose. e in che maniera. e in che tempo. e che cose debbon esser guardate accio che questo si fornischia. si chel fatto loquale e in se ueritiero / si dimostri per opera conpiuta. E mostriamo chome di loro riceuanno (*sic*) le uirtude tutte laltre cose. si chome li altri cieli che sono sotto lottano che e ciascuno per se. In che assegniassi istelle chessi chiaman pianete. E eziandio si come le riceuon dalloro i quattro alimenti. e poi tutte laltre cose che si fanno di loro e per loro. e sicome li animali che son cosa uiua. e anno sentimento. e mouimento. Et àltressi quelle che chiamano *vegetabiles*. che sono arbori. e erbe di tutte nature. E poi queste an in se uita. e fanno loro simigliante. ma non hanno mouimento alcuno. ¶ Delle maniere (*sic*) diciamo che e altra cosa che si fae della terra. che queste non anno in se spirito di uita per fare altre tali comelle. ne anno sentimento per muouersi. ¶ Altre cose sono iui che fanno li alimenti per la uertu che riceuon dalle stelle che non sono animali ne uegetabili. ne minerali. Et questo operano eglin in se medesimo. faccendosi e disfaccendosi. e di loro in altre cose che adlucono a lor natura secondo le compressioni che riceuon di loro. sicome /e/ collera. sangue. Nemma. e malinchonia. E di tutte queste cose fauelleremo ciaschiuna in suo luogo. Secondo che li saui dissero. ¶ Ma ora uogliamo primamente fauellare de cieli e delle stelle che sono in egli. per uenire a quello che prometteremo. »

Questo trattato, del quale non parla il De Castro, è diviso in 46 capitoli. Descrive le figure celesti e ne dà i nomi nelle lingue araba, spagnuola, italiana, latina e talora anche greca. Ciascuna descrizione è accompagnata da un grande disegno in forma di ruota, nel cui centro è dipinta a colori la figura d'una costellazione, e nei raggi sono scritti a caratteri rossi e neri i dati astronomici e numerici ad essa

relativi. Non sarà inutile il riportare qui appresso come trovansi nel codice le denominazioni italiane ed arabiche di tali figure; tanto più che quest'ultime coincidono, salvo piccole varietà, con quelle date da Abderrahman Sûfi, e riportate dal ch. Sig. L. Am. Sédillot nell'eccellente suo scritto intitolato *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes* (1). Orsa minore, *Dubalaç car* — Orsa maggiore, *alachar* — Serpente, *tanin* -- Infiammato (Cefeo), *almultahib* — Gridatore (Boote), *alaye* ovvero *çayale albucar* — Corona settentrionale, *alfaca* ovvero *alaclih axemeli* — Inginocchiatore (Ercole), *alieçi alerocbatihi* ovvero *alraquiç* — Testuggine (Lira), *azolhafa*, *allora*, *sollaca*, *alzain* — Gallina (Cigno), *altayr* o *digeia* — Femina che siede in sedia (Cassiopea), *det alcorçi* — Tagliatore del capo (Perseo), *barseus*, o *hamil raçağol* — Tenitore delle redina (Auriga), *muncie alayna alanāça* — Cacciatore delle serpe (Serpentario), *alhace valhaya* — Saetta (non dà il nome arabo) — Aguila ouero auoltoio volante, *alaucab* o *alnaçr altayr* — Dalfino, *delfun* — Il frustrato del caualllo, *quirahit alfuraz* — Il caualllo maggiore, (Pegaso), *alfaraz alaadam* — Femina incatenata (Andromeda), *almara almulçelçela vaçaca* — Tre canti ouero iscudo (Triangolo), *alçeleg*.

Aries, *alhamal* — Taurus (non dà il nome arabo) — Gemini *altahua mayn aliauçe* — Cancer, *alçaratan* — Leo, *alaçan* — Virgo, *aladra alçumbula* — Libra, *almiçen* — Scorpio, *alacrab* — Sagictarius (non dà il nome arabo) — Capricornius, *aliadi* — Aquarius, *celquib alme* o *aldalu* — Pisces, *alçamacatayn alot*.

Cetus, *caytoç*, *hayauen babri* — Vrioue, *aliabar aliauçe* —

(1) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France. Première Série, Tome I, Paris 1844* (pag. 118—141).

Fiume, *almahr* — Lepre, *alarnab* — Cane maggiore, *alqb alacbar* — Cane minore, *alqb alacgar* — Nave, *alçafina* — Ydro, *alsuial* — Vaso, *aluatia alqz* — Corbo, *algurub* — Centauro, *hualçaba* — Focholare, *almahmara* — Corona meridionale, *alacil alianubi* — Pescie meridionale, *alhot alianubi*.

II. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 94, col. 1ª, lin. 1-29: (1)

« libro del conto delle stelle secondo che vano in ciaschuna figura. e delle somme loro. »

Le figure del ottavo cielo auemo tutte nominate e dette di che fattezze sono ciascuna di loro. così bene nelli segni che sono nella linea di mezzol cielo. che si chiama in grecho zodiaco. che nominamo già in altri luoghi. come dellaltre figure che sono di parte di settentrione. e di mezzo die. e mostramo la lunghezza. e la larghezza loro che e da la linea delli segni. infino al polo de segni medesimi. E dicemo attressi. quanto sono grandi. E nominamo quante stelle ae ciascuna di loro. e per che simiglianze li sau puosero loro questi nomi. E questo facciamo noi perche questo nostro libro sia piu compiuto. si che coloro che lo leggieranno truonino qui tutto compimento di quello che si appartiene a questa scienza. E per sapere il conto certo di tutte le stelle. primeramente delle lucenti edenziandio (sic) di quelle che non sono lucenti. e così bene di quelle che sono dentro da le forme. come di quelle che sono di fuori. che sono in tutto .M.xxii. E partonsi per tutte le figure in questa maniera. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 117, col. 2ª, lin. 25-42; pag. 118, col. 1ª e col. 2ª, lin. 1-33), occupa le pagine 94-102 del precitato codice, ed è diviso in 41 capitoli.

III. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 103, col. 1ª, lin. 1-32: (2)

« Delle fattezze della spera. e di sue figure e di sue opere. »

(Q)uesto libro e quello del alcora. che si chiama in latino alcora che conpuose un sauo di Oriente che ebbe nome. Cozta. E fauella di tutto lor-

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo I. Madrid, ecc. 1863, pag. 121, lin. 3-19.

(2) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo I. ecc., pag. 153, lin. 2-14. Naturalmente manca nel testo spagnuolo ciò che si legge più oltre, dopo il segno ¶, nelle linee 12-16 della pagina 98.

dinamento della spera la qual si chiama in arabico Det alcurey. che uol dire tanto come la spera che stae sopra la sedia. E fece questo libro in arabico. ¶ E dappoi lo fece traslatate di arabico in linguaggio castellano lo Re don alfonso. figliuolo del molto nobile Re don ferrando. e della Reina donna Beatrice. E signore di Castella. di Tolletto. di Leone. di Galizia. di Sinilia. di Cordona. di Murzia. di giachen e del algarue. al maestro Giouanni di aspa suo capellano. E a giuda el cohemso alhaquim. e fue facto giouuedi a di .vi. di febraio. nella era di .Mcc. lxxxvii. anni. e negli anni domini nostri ihu xpi. M.cc. lviii. E nel settimo anno di questo Re sopradetto. ¶ E nel tempo che andaua la era nel .M.ccc.xv. anni e li anni domini andaua .nel .M.cc. lxxvii. E auca .xxv. anni che el regnaua. fecelo comporre e correggiere. e traslatarlo in questo libro. ¶ E dopo molto tempo che andaua la era in .M. ccc. lxx. viii. anni. E gli anni domini. in .M.ccc.xli. essendo in ispania nella citta di Sibilia. Gueruuccio figliuolo di Cione federighi della molto nobile citta di firenze. fece traslatate questo libro. di Castellano in fiorentino. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 118, col. 2^a, lin. 34-41; pag. 119-121; pag. 122, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-10), occupa le pagine 103-133 del precitato codice, ed è diviso in 69 capitoli. È seguito da un capitolo che incomincia: (1)

« accio che fosse questa opera della spera piu compiuta. Comandammo noi Re don ALFONSO sopradetto accrescere qui questo capitolo per fare armelle nella spera per sapere lo atacyr e agualliare le case secondo la oppinione di hermes. E comandammo a don Mosse nostro alfachim. cioe », ecc.;

il qual capitolo, che finisce alla pagina 133 del medesimo codice, è anche indicato dal De Castro (l. c., pag. 122, col. 2^a, lin. 11-25).

IV. Codice Vaticano, n° 3174, pag. 135, col. 1, lin. 1-24: (2)

« Questo è il prologo del astrolabio ritondo.

Di tutti li libri in che fauella delli strumenti che si appartengono nella arte di astrologia abbiamo gia detto. E ora uogliamo fauellare come si dee fare lo astrolabio ritondo. e come si dee operare con esso. pero che è uno

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo I. Madrid, ecc. 1863, pag. 206, lin. 1-4.

(2) *Libros*, ecc. Tomo II. Madrid, ecc. 1863, pag. 113, lin. 2-16.

delli buoni strumenti che furono facti in questa scienza sopradetta. E perche non trouiamo libro in che fauelli come si dee fare di nuouo. E in per cio noi Re don Alfonso sopradetto chomandamo al detto rabiçag. che lo facesse ben compiuto e bene aperto. in modo che lo intendessero quelli che auessero uolenta di farlo nuouamente. sicome habbiamo facto nelli altri libri che facemo delli altri strumenti (1) E questo libro e partito in tre parti, e nella prima fauella come si dee fare di nuouo questo strumento. E nella seconda. come e il firmamento delli cieli e li loro mouimenti sopra la spera della terra. E nella terza come si adopera con questo astrolabio. E nella prima parte di queste ae .xxvj. capitoli. E queste sono le sue rubriche. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 122, col. 2^a, lin. 26-41; pag. 123-128; pag. 129, col. 1^a, lin. 1-19), occupa le pagine 135-182 del precitato codice, e non è diviso in tre parti, come annunzia il proemio, ma in sole due parti; la prima delle quali ha 22 capitoli e la seconda (che è la terza delle menzionate nel proemio), ne ha 135.

V. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 133, col. 1^a, lin. 1-32 : (1)

« Questo e il prologo del primo libro del astrolabio piano.

(P)erche larte del astrologia non si puote tanto conoscere e sapere per altra cosa come per guardamento e per utile. pero abbiamo primeramente fauellato della spera che e il primo strumento. e il piu nobile. e piu compiuto che li altri. e in che meglio e piu manifestamente si dimostrano le figure che sono nel cielo. e in che meglio si cognoscono e con men trauaglio. e in che le potrae l'uomo ymaginare piu tosto. per che e tale come la forma del cielo. E impercio e chome madre delli altri strumenti. Ma ora uogliamo dire del astrolabio che fue facto primeramente ritondo come la spera. E perche tolemeo tenne che era strumento molto graue a portare da un luogo a un altro per la grandezza sua. e altressi a fare. di ritondo che era si la rechoe plana in nel luogo oue erano li segui / e laltre stelfe che erano appresso di loro. E auegna che noi auessimo fauellato in altro luogo del astrolabio. fauellamo delle stelle fixe che iscielse tolemeo per porre in esso. Ma non fauellamo come dee essere facto. ne di che cose. ne come si dee operare per esso. E pero lo uogliamo ora mostrare qui. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag.

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo II. Madrid, ecc. 1863, pag. 225, lin. 2-17.

129, lin. 20-40 e col. 2^a; pag. 130-133; pag. 134, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-12), occupa le pagine 183-211 del precitato codice. È diviso in due libri, il primo dei quali ha 25 capitoli e 57 il secondo. Sembra opera del medesimo Costa (Ben Luca), del quale è fatta menzione nel brano riportato di sopra sotto il n° III, leggendosi nel capitolo secondo del primo libro (pag. 183 del codice, col. 2^a): « (L) o astrolabio si » puote fare di tutte quelle cose di che si fae lalcora si » come detto auemo innel libro che fauella di lei ». La qual notizia non rileva il De Castro.

VI. §. 1. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 212, col. 1^a, lin. 1-12: (1)

« Questo e il prologho del libro. »

Detto abbiamo infin a qui chome si dee fare lalcora. et come si dee operare con essa e altressi abbiamo detto del astrolabio ritondo et del astrolabio piano chome son facti et chome si dee operare con catuno di loro. E ora uolliamo fauellare come si dee fare la lamina uniuersale la quale fue facta in tolletto donde fue tracta la acasafa del zarquiel. E lo sauio che fece questa lamina sopradetta non fece libro come ella si dee fare di nuouo. si-comel vedrete per innanzi inel libro che egli fece come si dee operare con essa. E perche questo strumento sarebbe molto difectuoso se non auesse libro come si dee fare di nuouo. Pero noi don Alfonso sopradetto chomandamo al nostro sauio Rabi çag di Tolletto chel facesse ben conpiuto con loro prouue et loro figure. E in questo libro ae due capitoli et queste sono le loro robrieche. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 134, col. 2^a, lin. 13-39; pag. 135, col. 1^a, lin. 1-7), trovasi nel precitato codice (pag. 212-218; pag. 219, col. 1^a, lin. 1-10), ed è diviso in due soli capitoli.

VI. §. 2. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 219, col. 1^a, lin. 11-46 e col. 2^a, lin. 1-3: (2)

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo III. Madrid, ecc. 1864, pag. 3, lin. 2-13.

(2) *Libros*, ecc. Tomo III, ecc., pag. 11, lin. 4-28; pag. 12, lin. 2-3.

*« Qui si compie questo libro di come si dee fare questa lamina universale.
E ora si comincia il libro come si dee operare con essa.
E questo e suo prologho.*

(Disse al figlio di Alaf. laude sian date a dio il quale diede grande intendimento all'uomo. e puoselo sopra tutti li animali in sapere le scienze. e le sottiliezze. e l'uomo non le puote compiere di lodare sì come si conviene a tal signore come gli e. E con tutto questo non dee l'uomo ristare di renderli lode e grazie ogni die. E idio dea onore al mio signore lo re Meymon. per chui fue facto questo libro. E sappi colui che uorra alcuna cosa apprendere di lui che dapoi che io uidi lo libro di tholomeo il quale e fece come si dee appianare la sfera. e come si possono segnare linee in cosa piana che siano simiglianti a le linee che sono segnate nella sopraffaccia della sfera. e che le linee che sono segnate in nel piano ritornino a quello che tornan. le linee che sono segnate nella sopraffaccia della sfera in tutti modi de monumenti. E questo strumento e quello che si chiama astrolabio. Ma saputa cosa e che questo strumento ae bisogno una lamina a ogni latezza. E io pensai come si puote fare uno strumento che basta a tutte le latezze per torre la fatica di fare a ogni latezza una lamina. e tanto pensai in questo che io intesi come si puote fare uno strumento per tutta la terra che non sia in lui più che una lamina. e una rete. e puosili nome. horizonte universale. e alzalo per lo mio signore lo re Meymon. E feci questo libro in che fauella come si dee fare di nuovo. ne nella pruova di suo facto tanto che io auessi agio di fare un libro in che fauelli di quanti modi si puote apianare la sfera con pruoue di Geometria. Sopra catuno sì come ae mestiere. e in quel libro fauellerò in che modo fue appianata la sfera in questo strumento. e come le pruoue sono sopresso. E questo libro e partito in sette parti. e in nella prima parte ae .xxx. capitoli. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c.) pag. 135, col. 1^a, lin. 8-12 e col. 2^a; pag. 136-142; pag. 143, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-32), trovasi nel precitato codice (pag. 135, col. 1^a, lin. 11-46 e col. 2^a; pag. 219-256). È diviso non già in sette parti, come annunzia il proemio, ma in sole cinque, la prima delle quali ha 10 capitoli, la seconda ne ha 63, la terza ne ha 59, la quarta ne ha 64 e la quinta ne ha 12.

VII. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 264, col. 1^a: (1)

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo III. Madrid, ecc. 1864, pag. 135, lin. 2-19.

« *Questo e lo libro dela azafeha che e chiamata lamina.*

(D)ello auemo infm a qui del alcora come e facta et come si dee operare con essa. E altressi del astrolabio come e facta et del opere che si possono fare per lui. Ma ora uogliamo fauellare della azafeha che fece il sauio azarql astrolagho di Tolletto ad onore del Re almemu che era allora signore della cittade. et chiamolla per quello almemonia. E poscia fue a Siuilia et fece questa azafeha medesima in altro modo piu compiuta. E fece altresi lo libro come si dee fare et come si dee operare con essa ad onore del Re almuhtamid aben abet, il quale era signore di questa cittade in quel tempo. et per questo la chiamoe. allhabedia. E questo libro sopradetto traslato di arabicho in uolgare maestro ferrando di Tolletto per comandamento del molto nobile Re don Alfonso figliuolo del molto nobile Re don ferrando et della Reina donna Beatrice. et signore di Castella. di Tolletto. di leone. di Galizia. di Siuilia. di Cordoua. di Murzia. di Giahen. del algarabe. in nel quarto anno chelli regnoe. E poscia lo fece translatare unaltra uolta in borgho meglio et piu compiutamente a maestro Bernardo arabico ouero saracino. et a don abraham suo alfaqim in nel xxvj^o anno di suo regno che andaua la era di cesare in .Mccccxv. anni. et quella del nostro signore ihu xpo in. Mcclxxvj. anni. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 143, col. 2^a, lin. 33-41; pag. 144-147; pag. 148, col. 1^a e col. 2^a, lin. 4-5), occupa le pagine 264-315 del precitato codice. È diviso in due parti, la prima delle quali ha 4 capitoli e 100 la seconda. Questa seconda parte incomincia (pag. 172 del codice, col. 1^a, lin. 4-10): « (D)isse il sauio sopradetto » azarql. Perche io trouai che gli uomini antichamente et » nuouamente aueano apparecchiati istrumenti per operare » per sapere lora et la diuersitade della notte et del die » in lungura et in cortura sopra catuno orizone et laltre » cose che si tengono con questo ».

VIII. Codice Vaticano, n^o 8174, pag. 316, col. 1^a: (1)

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo II. Madrid, ecc. 1863, pag. 1, lin. 2-14.

« Questo e il prologo in che fauella come si debbono fare le armille.

Dapoi che auemo detto et mostrato in questo libro dello strumento che fece açarquiel il sauio tolletano il quale si chiama in arabicho: açaphelia. et in latino lamina. come si dee fare di nuouo et come si adopera con esso: tegnamo per cagione di mostrare dellaltro strumento che fece tholomeo che si chiama in arabico. del albalac et in latino. armillas. Et mostrerremo altressi in che modo si dee operare con esse. auegna che questo libro di come sadopera con esse non era ancora trouato in questa nostra stagione. E pero comandamo al nostro sauio Rabiçag di tolletto che facesse ben conpiuto et ben aperto ad intendere in modo che possa operare con esso qual huomo si sia che guardi in questo libro. E questo libro si parte per due parti. E la prima e chome questo strumento si fae di nuouo. la seconda e chome sadopera con esso. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 148, col. 2^a, lin. 6-10; pag. 149-151; pag. 152, col. 1^a, lin. 1-24), occupa le pagine 316-356 del precitato codice. È diviso in due parti, la prima delle quali ha 11 capitoli e 70 la seconda.

IX. Codice Vaticano, n^o 8174, pag. 357, col. 1^a, lin. 1-21: (1)

« Questo libro e lo libro delle lamine delle sette pianete.

(D): tutti li strumenti di astrologia che fecero li sauï per rectificare. abiamo già fauellato. e abiamo detto come son facti e come si dee operare con essi. E uogliamo ora fauellare nelle lamine delle .vij. pianete che sono facte per sapere luomo lo luogo certo della pianeta in qual hora e in qual die si sia. senza tauole e senza fatica alcuna. e molto tosto. e e una delle sottiliezze che furon facte in questa iscienzia. E questo libro si e partito per due parti. La prima parte fauella chome luomo puote fare una lamina a ogni pianeta. secondo chel mostroe il sauio abulcacim abuazamh. E la seconda parte fauella chome luomo puote fare una lamina per tutte le pianete. E in nella prima parte ae. xvi. capitoli. li quali sono questi si come uanno per ordine. »

(1) *Libros del saber de astronomia*, ecc. Tomo III. Madrid, ecc. 1864, pag. 241, lin. 2-13.

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 152, col. 1^a, lin. 25-41 e col. 2^a; pag. 153, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1), trovasi nel precitato codice (pag. 357-382; pag. 383, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-3). È diviso in due parti, la prima delle quali ha 16 capitoli ed 11 la seconda.

X. Codice Vaticano, n.º 8174, pag. 384, col. 2^a, lin. 4-19: (1)

« Qui si chominchia il libro del quadrante con che si rectifica.

(Q)uesto libro in che fauella del quadrante di che ora uogliamo dire si e partito in due parti. e nella prima fauella come si dee fare di nuouo. E nella seconda. come si dee operare con esso. E per che questa primera parte di questo libro non fue trouata in questa istagione dora certa ne compiuta si come dee essere E pero noi Re don alfonso sopradetto comandamo al nostro sauio Rabizag di tollettochel facesse ben certo e ben compiuto. E questo fue quando la era del nostro signore ihu xpo. correua in .M. cc. lxx. vij. anni. E quella di Cesare in .M. ccc. xv. E in questa prima parte sono .vij. capitoli. E queste sono le rubriche di catun di loro sicome uanno per ordine luna dopo l'altra. »

Questo trattato non è menzionato dal De Castro, e sembra per ciò mancante nel codice da esso descritto. Occupa le pagine 384-399 del precitato codice, ed è diviso in due parti, la prima delle quali ha 8 capitoli e 19 la seconda.

XI. Codice Vaticano, n.º 8174, pag. 400, col. 1^a, lin. 1-17:

Questo e lo libro in che fauella della pietra dellombria.

(P)ero che noi non trouiamo nel facto della pietra dellombria libro che fosse compiuto per se medesimo in modo che in sua opera non auesse mestiere altro libro. E pero noi Re don alfonso sopradetto piaceueci e comandamo al sopra dello rabi zag che facesse questo libro ben compiuto in modo che colui che nolesse fare la pietra non abbia fatica di guardare in altro se non in questo. Ed è partito questo libro in due parti. E nella prima parte fauella come si dee fare questa pietra E nella seconda come si dee

(1) *Libros del saber de astronomia, ecc. Tomo III. Madrid, ecc. 1855, ecc., pag. 287, lin. 2-13.* Con questo trattato termina il terzo volume, ultimo finora pubblicato, della sopracitata pubblicazione del sig. D. Manuel Rico y Sinohas.

operare con essa. E questa prima parte e partita per .xiiij. capitoli. E queste sono le robrique loro si come uanno ordinate l'una dopo l'altra.

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 153, col. 2^a, lin. 2-41; pag. 154, col. 1^a, lin. 1-26), trovasi nel precitato codice (pag. 400-410; pag. 411, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-18). È diviso in due parti, la prima delle quali ha 14 capitoli e 3 la seconda.

XII. Codice Vaticano, n.º 8174, pag. 411, col. 2^a, lin. 19-47; pag. 412, col. 1^a, lin. 1-3:

« Questa e il prolagho del libro del relogio.

(L)o libro del relogio del acqua /e/ questo. in che fauella di sapere la-scendente. e lore passate del die / e altre cose. di che fauelleremo per innanzi E per che questa cosa è molto sottile di sapere l'uomo tutto questo senza uedere l'uomo il sole o alcuna stella. pero noi Re don alfonso abbianno uolonta di ponerlo in questo nostro libro. E quello che tronamo iseritto nelli libri che fecero li saui antichi era molto difettoso. E questo e perche eglino forauano la tinaglia / o uero la caldaia doue dee essere l'acqua nel fondo. E correua dindi l'acqua nella prima ora più che nella seconda. E nella seconda più che nella terza. E seconda questa opera riusciano lore iguali disuguali. E non sapeano per quelli loro relogii la-scendente e altre cose che si possono intendere per esso. E altressi in questo fatto che li sauii faceano era mestiere dagualliare con lastrolabio o con altro strumento ogni ora del die e della nocte. E non puote esser che non uegha (sic) in ogni ora alcuno erro. E quanto lore si uanno più crescendo tanto si uae l'erro più alzando E annoi piacque di fare questo relogio in altra maniera in modo che non ui sia erro ne fallo ueruno. E per innanzi lo potrete intendere per le sottiliezzes che ui uedrete. che non fue facto tale come questo nelli tempi passati. E chomandamo a Rabizag sopradetto chel facesse certo. e ben compiuto. E che ponesse in lui quante maestrie si puote porre. o sia per l'arte del acqua. o sia per l'arte de astrologia.»

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 154, col. 1^a, lin. 27-41; pag. 155; pag. 156, col. 1^a, lin. 1-7), trovasi nel precitato codice (pag. 411, col. 2^a, lin. 19-47; pag. 412-432). È diviso in due parti, la prima delle quali ha 22 capitoli e 15 la seconda.

XIII. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 433, col. 1^a, lin. 1-37:

« Qui si comincia il prologo del libro del relogio del ariento uiuo.

(D)El relogio del acqua abbiamo fauellato come si fae et come sadopera con esso. Ora uogliamo mostrare come si dee fare il relogio del ariento uiuo. e come si dee operare con esso. E pero noi Re don alfonso sopradetto comandamo al detto rabi zag che facesse un libro come si puote fare questo relogio per larte del libro che fece il filosofo yran in che fauella come si possono alzare le cose pesate cioe graui. E comandamogliele fare in questo modo. Che mostri come si possa fare una ruota che si muoua per se medesima in un die e una nocte una uolta compiuta ne piu ne meno. si come fae il nono cielo. quel che fae il die. e la nocte. e che per lo mouimento di questa ruota si muoua una rete di astrolabio sopra lamina che sia segnata da qual luogo si sia in modo che quella rete sia tutta uia armata secondo che e il cielo a tutte lore del die e della nocte. e che ni apparisca lascende. (sic) e tutte le .xj. cose. (sic) e lattura del sole e di quale stella si sia e lore passate. e tutto questo a quale hora si sia del die o della nocte. senza che huomo abbia a prendere lattura del sole di die o della stella di nocte. ne di toechare questa rete con la mano. ma chella si muoua per se medesima. E questo medesimamente potremo fare con ispera se uorremo. E che in questo relogio abbia piu campanelle piccole che suonino per loro medesime allore che huomo uole di die o di nocte. E in questo libro ae .vj. capitoli. E nelli cinque fauella come si dee fare di nuouo questo strumento. E nel sesto come si dee operare con esso. E queste sono le robrieche di ciascuno capitolo. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 156, col. 1^a, lin. 8-40 e col. 2^a, lin. 1-28), trovasi nel precitato codice Vaticano (pag. 433-439; pag. 440, col. 1^a), ed è diviso in 6 capitoli.

XIV. Codice Vaticano, n° 8174, pag. 441, col. 2^a, lin. 1-16:

« Questo e il prologo del relogio della candela.

(U)n altro modo trouiamo di relogio che e molto buono et molto conuenuele per porre in questo libro. e questo strumento si chiama lo relogio della candela. e possonsi sapere per lui lore passate del die o della nocte. e l'ascendente. el mezzo cielo. E ardendo la candela dala prima ora insin alla mattina dee apparire di lei di fuor dala forma sempre cosa assegnata ne piu ne meno. E perche intendemo che era bella cosa e con profecto.

comandamo a samuel leui di Tolieto nostro giudeo che facesse questo libro in che fauella come si dee fare questo relogio & come si dee operare con esso. & sono in lui .xiiij. capitoli. & queste sono le robrieche loro. »

Questo trattato, del quale parla il De Castro (l. c., pag. 156, col. 2^a, lin. 29-41; pag. 157, col. 1^a e col. 2^a, lin. 1-3), dovrebbe, secondo il medesimo De Castro, esser diviso in 14 capitoli. Finisce per altro nel precitato codice Vaticano col nono capitolo non completo alla pagina 148, colle seguenti parole: « E questi pesi porrai in loro luogo nelle case qua- » drate che facesti ».

Le pagine 149-161 del codice medesimo contengono alcune tavole astronomiche di carattere uniforme del secolo XV, con titoli parziali, ma prive di titolo generale. Nelle ultime 5 linee della pagina 159 è scritto del medesimo carattere:

« Expliciūt. loca st. illaꝝ st. xat p antiquos astronomos ob. fuata || et per me Ga. pironanū artiā et medicine doctorem nouiter || calculata p̄suppōita radice t̄p̄e p̄thoi calculata per cū anno dñj || 138 nel 140 p̄ aliā uia nūc corrente p̄e anno dñi a nat̄itate || 1470 die 30 noꝝ ho.^a 17. Johannes franciscus de pgamo Insc̄ipt. »

Sebbene la descrizione recata di sopra del codice Vaticano n.º 8174 soddisfi all'intendimento propostomi, quello cioè di dare un saggio di esso codice, tuttavia parmi spedito il far conoscere alcuna cosa degli ultimi due trattati, i quali doveansi contenere in esso e che andarono per mala sorte smarriti. Ne parla il De Castro (l. c., pag. 157, col. 2^a, lin. 4-41; pag. 158-159; pag. 160, col. 1^a, lin. 1-7); donde recherò qui appresso voltati in italiano dall'originale spagnuolo i proemii degli stessi due trattati: il primo dei quali, che dovea contenere due parti, la prima delle quali divisa in sette capitoli ed in cinque la seconda, ha il proemio seguente:

XV. Questo è il prologo del primo libro, in che parla come si debba fare il palazzo delle ore.

Detto abbiamo di sopra come si fanno gli orologi e come si dee operare con essi; ora vogliamo mostrare come si dee fare il palazzo delle ore, in che dee avere xii finestre per le xii ore del dì, a ciascuna ora una finestra, e che entri il sole in ciascuna finestra nell' ora sua stessa e non in altra. E comandammo al sopradetto Rabi Zag che facesse questo libro, in che mostri come si dee fare questo palazzo. E questo libro è partito in due parti. E nella prima parte parla come dee esser fatto il palazzo, e come si deono fare le finestre nella parete di esso. E nella seconda parte parla come deono esser disposte in esso le finestre nella tettoia di questo palazzo. E nella prima parte di questo libro ha vii capitoli.

L' ultimo trattato dovea contenere pur esso due parti, la prima delle quali divisa in 9 capitoli ed in 9 la seconda. Eccone il prologo recato di spagnuolo in volgare italiano:

XVI. Questo è il prologo del libro in che parla dell'istrumento del levamento, e chiamarlo in arabico Alaçir.

Perchè vedemmo e intendemmo non poter l'uomo giugnere a sapere le grandi cose delli fatti di questo mondo, e altresì la durata della vita dell'uomo e delle cose che avvengono del male e del bene, senza sapere il levamento che dicono atacyr. E se desidera l' uomo saper bene ciò, è cosa molto grave da fare; nè per ciò è da scusarlo; ed iscusandolo fa grande fallo in questa scienza. E per questa ragione comandammo al sopradetto Rabi Zag che facesse questo libro, in che parla come possa l'uomo fare l'alaçir. E partimmo questo libro in due parti. Nella prima parla come si dee fare di nuovo, e nella seconda come si dee operare con esso.

Il riportar qui le notizie di tutti gli scrittori dei quali è fatta menzione ne'brani recati di sopra del precitato codice Vaticano troppo eccederebbe i limiti del presente scritto, avente per iscopo principale di far conoscere l'importanza filologica della traduzione che si contiene nel codice medesimo. Queste notizie trovansi per altra parte nella detta pubblicazione del sig. Rico y Sinobas (1). Altre notizie relative

(1) Quelli siano gli scrittori menzionati nella suddetta compilazione del re Alfonso apparirà dal seguente brano, che leggesi alla pagina XCII del pre-

alla maggior parte di essi scrittori furon già date dal dotto mio amico sig. Maurizio Steinschneider in varii suoi scritti, e lo saranno fra non molto in una eruditissima lettera ch'egli sta ora preparando intorno ad Azarchele. Mi limiterò ad accennare brevemente ciò che riguarda il principal compilatore della raccolta contenuta nel medesimo codice, ed altri due re menzionati nella stessa raccolta.

È ben noto che il re Alfonso X, sotto la cui direzione fu compilata l'opera suddetta, succedè il 1.º gigno 1252 a Ferdinando III, il Santo, suo padre, e morì in Siviglia, rimastagli sola fedele, il 21 agosto 1284. Malgrado i molti suoi

citato volume intitolato *Libros del saber de astronomia*, ecc. *Tomo I. Madrid*, ecc. 1863, e che fa parte d'uno scritto che ha per titolo « *Discurso preliminar a los libros astronómicos Del Rey Don Alfonso el Sabio* »:

« *Escritores cristianos que tomaron parte en la redaccion de los códices astronómicos, físicos y de Historia natural del Rey D. Alfonso.*

- 1.º El Rey D. Alfonso X de Castilla, llamado el Sábio.
- 2.º El maestro D. Guillen Arremon Daspa.
- 3.º El maestro Juan de Mexina.
- 4.º El maestro Juan de Cremona.
- 5.º El maestro D. Xosé.
- 6.º El maestro D. Fernando de Toledo.
- 7.º El clérigo Garcí-Pérez.
- 8.º El maestro D. Bernaldo.

« *Escritores hebreos.*

- 1.º Yhuda el Coleheuo, alfaquí del Rey.
- 2.º Sámuel el Levi.
- 3.º Rabiçag el de Toledo.
- 4.º Rabiçag Aben-Cayut.
- 5.º Yhuda fi de Mose fi de Mosca.
- 6.º D. Abraham, Alfaquí del Rey.

« *Escritores árabes y griegos que se citan en el Códice Alfonsí*

- 1.º Abolfazen. Libro de las estrellas.
- 2.º Abul-razin Abnaçabu Libros de los

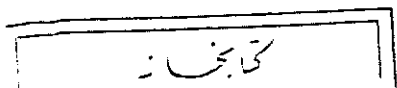
« *planetas.*

- 3.º Alrachis ó sea Hiparco, veáse la constelacion de Aries en el Catálogo Alfonsí.
- 4.º Ptolomeo, su *Almageste*, *Tetrabiblos* y Catálogo de las estrellas.
- 5.º Aristóteles, citado como filósofo.
- 6.º Abnizac el Zarquiel, los Libros de la Azafaba, y citado tambien en los de las órbitas de los planetas.
- 7.º El-bateni, citado en los libros de las órbitas planetarias.
- 8.º Hermes.
- 9.º Aben-Must.
- 10.º Abul-massar.
- 11.º Ivan el filósofo, como escritor del arte de levantar los graves y cosas pesadas con mas facilidad.
- 12.º El sábio Cozta, el de oriente, que escribió el libro de las armellas.
- 13.º Alí, fiyo de Halaf, autor de una lámina ó astrolabio llano universal.
- 14.º Abolais, autor del libro de las 360 piedras.
- 15.º Ali, fiyo de Aben-Ragel el Canu, autor de los Libros sobre los juicios de las estrellas.
- 16.º Theodocius.
- 17.º Velex.

errori politici, fra i quali il principale e fonte d'ogni sua sventura fu quello di contrastare la corona imperiale a Rodolfo d'Absburgo, la scienza gli va debitrice di celebri lavori, il più noto dei quali sono le tavole chiamate Alfonsine. Dicesi che contemplando le complicazioni, senza le quali non si sarebbero potute sostenere le ipotesi dell'erroneo sistema tolemaico, egli si lasciasse sfuggire di bocca che s'egli fosse stato chiamato a consigliere dal Creatore nella fabbrica dell'Universo, sì gli avrebbe dato migliori consigli (1). Minore empietà di quella comune a tanti altri costituiti in pari dignità della sua, i quali per libidine di assolutismo vorrebbero annullata nell'anima umana la facoltà dell'intelletto!

Due altri re sono menzionati di sopra (pag. 101, lin. 9, 21; pag. 102, lin. 5, 9), cioè « Meymon » o « almemù », e « al- » muhtamid aben abet ». Il primo di essi fu Yabia al-Mamùn, re di Toledo, che succedè circa l'anno 1045 dell'era cristiana a suo padre Ismaele, figlio d'Abdù 'l-Rahmàn Ibn Dzù 'l Nùn, e che divenne nel 1048 tributario di Ferdinando I. re di Castiglia e di Leone. Nel 1071 ospitò Alfonso VI. re di Leone, detronizzato da Sancio II. re di Ca-

(1) È antico vezzo l'attribuire empîi motti ad uomini celebri. A cagion d'esempio Tommaso Lansio, austriaco, in una sua orazione contro l'Italia (*contra Italiam*), stampata a pag. 531—602 della edizione intitolata *Fred. Achillis Ducis Wurtembergiæ, ecc. Consultatio de principatu inter provincias Europæ, operâ studio Thomæ Lansii. Editio novissima*, Amstelodami 1637, in nome di Giorgio Kâlderer von Nöch, così narra del Bembo: « Is siquidem *Epistolas omnes Pauli* palam condemnavit, easque desflexo » in contumeliam vocabulo *Epistolaccias* est ausus appellare ». Da tale accusa per altro ingegnosamente il difende l'ab. Giovanni Battista Parisotti nell'*Apologia del Cardinale Pietro Bembo*, inserita a pag. 24^a, 25^a, e III—LI del volume intitolato *Raccolta d'opuscoli scientifici e filologici* (del P. Angelo Calogerà), tomo ventesimo nono. In Venezia, 1743. Intorno al sopradetto re Alfonso veggansi i seguenti scritti indicati nella *Bibliographie biographique* del sig. Odoardo Maria Oettinger (*Bruxelles*, 1854; t. I, col. 31 e t. II, col. 2037).



stiglia. Nel 1074 gli fu mossa guerra da Abbād III. re di Siviglia, ma fu difeso e salvato dal medesimo Alfonso VI. Morì l'anno 1077. — L'altro dei due re sopradetti fu Mohammed Al-mu'tamed al-Allah Ben Abbād, l'ultimo dei tre Beni Abbād sultani di Siviglia dal 1023 al 1091, nato in Beja l'anno dell'egira 431 (1039-1040 di G. C.). Fu sua sventura l'aver disposta sua figlia Zaida ad Alfonso VI. assegnandole in dote varie piazze forti; avvegnachè i principi Mori, invocato l'aiuto di Yussûf-Tachefyn re di Marocco, dopo aver mosso guerra ad Alfonso, e sconfittolo, assalirono Al-mu'tamed in Siviglia, talchè dovette arrendersi a discrezione. Fatto prigioniero e condotto in Africa, insieme alle sue figlie, fu obbligato con queste a faticosi lavori. Morì, secondo al-Makkari (1) in Aghmât nel mese di Rabi' primo dell'anno 488 dell'egira (marzo-aprile 1095).

Nello stendere la precedente nota mi sono proposto di far conoscere, secondo che per me si poteva, la duplice importanza che dee avere per noi italiani l'opera che si racchiude nel precitato codice Vaticano n.º 3174, importanza cioè scientifica e filologica. Che se il governo di Spagna stimò lodevol cosa il provvedere a che si pubblicasse il testo spagnuolo di quest'opera a proprie spese e senza ri-

HERRERA (Miguel de). Cronica del rey Fernando III, Alonso X el Sabio e del rey Sancho el Bravo. *Falladotid*, 1554, in 4.º

SCHWARTZ (J... N...). Dissertatio de interregno Richardo Cornubiensi et Alphonso Castiliæ rege. *Jenæ*, 1714, in 4.º

KOLDITZ (August Gottlob Friedrich). De Alphonso X, Castellæ Legionisque rege, cognomine sapientis indigno. *Severst.* 1757, in 4.º

IBANEZ DE SEGOVIA Y MONDEJAN (Gaspar). Memorias historicas del rey D. Alonso el Sabio, publ. por Francisco CERDA Y RICO. *Madrid*, 1777, in f.º

VARGAS Y PONEE (José de). Elogio del rey Alonso el Sabio. *Madrid*, 1782, in 4.º

(1) *The History of the Mohammedan Dynasties in Spain*, ecc. Vol. II. London, 1843, pag. 301.

sparmio di munificenza, come potrebbero coloro che reggono ora i destini d' Italia plausibilmente ritrarsi dal rendere pubblica la traduzione italiana dell'opera medesima, quando questa, oltre alla sua importanza scientifica, è anche monumento storico di nostra lingua, servita anch' essa a gittarne le fondamenta, e però tale da essere annoverata fra le glorie italiane? (1) Contro la quale utilissima impresa non potranno levarsi se non quegli che non hanno intendimento buono. « Tali come questi (piacemi conchiudere colle parole stesse del re Alfonso (2)) guastano il sapere in tre modi: lo primo, perchè egli non intendono; lo secondo, perchè non intendendolo disprezzano, dicendo che non è veritate; la terza, perchè non basta loro che non lo intendono, e non intendendolo sì 'l disprezzano, ma vogliono che gli altri del loro intendimento lo disprezzino e nol credano, così com' egli nol credono. E a tali come questi disse Aristotile e gli altri filosofi, che li spiriti loro sono tanto duri e gravi, che anzi debbono essere contati in luogo d'altri animali che d'uomini ».

(1) A persuadersi maggiormente della importanza della precitata versione gioverà riportare le opinioni di chiarissimi uomini, quali sono i sigg. prof. Cav. Giuseppe Spezi, Cav. Pietro Fanfani, e cav. Francesco Zambrini. Il primo di essi scrisse nel tomo decimo dell'Inventario de'codici Vaticani, presso al brano riportato di sopra (pag. 82, lin. 8—14) di questo tomo: « opera inedita e degnissima di essere pubblicata per le stampe ». Il secondo si compiacque di scrivermi, in data di Firenze 7 aprile 1865: « Ad ogni modo la sua scoperta parmi di sommo conto, e la conforto effacemente, non solo a dar notizia dell' opera e del codice; ma anche a stamparlo in beneficio della scienza e della lingua ». In una gentilissima lettera scrittami dal detto sig. Cav. Zambrini, in data di Bologna 10 aprile 1865, questo illustre ed infaticabile letterato chiama l'opera contenuta nel precitato codice Vaticano « opera da prendere in considerazione, ed occuparsene seriamente », e subito dopo soggiunge: « Non meno per la materia che per la lingua potrebbe tornare un bel gioiello alla nostra collana ».

(2) Codice Vaticano, n° 8174, pag. 7, col. 2ª, lin. 24—35.

Über die Alphonsinischen Tafeln und die im Besitze der k. k. Hofbibliothek in Wien befindlichen Handschriften derselben

von

Dr. Norbert Herz in Wien.

In den Jahren 1863 bis 1867 erschienen im Drucke die »Libros del Saber de Astronomia del Rey. D. Alfonso X de Castilla; Copilados, anotados, y commentados por Don Manuel Rico y Sinobas«, in welchen 75 verschiedene Handschriften angeführt sind, deren Gegenstand zum grossen Theile die Alphonsinischen Tafeln bilden. Unter diesen 75 Codices sind namentlich die folgenden anzuführen, welche theils vollständig, theils fragmentarisch die erwähnten Planetentafeln enthalten:

Codex 23 (Morella); 25 (Cardinal Celada); 27 (Nr. 6967 der Pariser Bibliothek); 30 (Nr. 7284 derselben Bibliothek, genannt »Tabulas Alfonsies de Oxford«); 31 (von Juan de Linneriis, lateinisch, Bibliothek von Colbert); 32 (Tabulas Alfonsies Cremonenses); 36 (Robert de la Rue); 38 (Juan de Monte Fortii, redactados por el Duque Juan de Lancaster); 40 (Tabulas Astronomicas del Rey D. Pedro de Aragon); 44 (Tabulas Alfonsies de Rodolf Erhardi); 45 (Tabulas Alfonsies Cremonenses del Museo Brittanico); 46, 47, 48 (Nr. 2288 und 2352 der Bibliothek in Berlin); 50 (Bibliothek Cosanotense, Rom); 51 (Bibliothek des Palazzi Corsini); 52 (Bibliothek des Collegio Romano); 57, 58 (Vaticanische Bibliothek).

Ferner als Tabulae Toletanae bezeichnet: Codex 62, 63 (Nr. 7336 und 7431 der Pariser Bibliothek).

7*

Dass die Zahl der Handschriften dieser Tafeln noch so bedeutend ist, dürfte wesentlich in dem Umstande seine Erklärung finden, dass sie die ersten grossen astronomischen Tafeln waren, welche im Abendlande ausgedehntere Verwendung fanden, dass sie aber die letzten vor der Erfindung der Buchdruckerkunst, daher die letzten durch wiederholte Abschriften verbreiteten waren. Die k. k. Hofbibliothek in Wien besitzt sechs Codices von den Alphonsinischen Tafeln, und zwar Nr. 2288, 2352, 3872, 5245, 5299¹ und 5478 der Handschriftensammlung, deren jedoch in den *Libros del Saber de Astronomia* nicht Erwähnung geschieht, wenn man nicht bei Codex 46, 47, 48 einen Druckfehler annehmen will, indem die dort als Berliner Handschriften angeführten Codices gemäss ihren Nummern mit den in Wien befindlichen übereinstimmen.

Ehe ich auf die betreffenden Handschriften näher eingehe, möchte ich zunächst Einiges über die *Libros del Saber* selbst und über die Alphonsinischen Tafeln im Allgemeinen bemerken.

I. Die *Libros del Saber de Astronomia* scheinen im Gegensatz zu den eigentlichen Alphonsinischen Tafeln, welche einem vorzugsweise astronomischen Gebrauche bestimmt waren, mehr astrologischen Zwecken gedient zu haben. Es geht dies unzweideutig daraus hervor, dass die in denselben angeführten Zahlenwerthe in einer, selbst für jene Zeiten nur als rohe Näherungen zu bezeichnenden Genauigkeit angegeben sind. So wird die Schiefe der Ekliptik zu $23\frac{1}{2}^{\circ}$ angegeben (III. Band, S. 47); die mittlere tägliche Bewegung der Sonne zu 1° (III, S. 131).¹ Auf S. 262 des III. Bandes finden sich Angaben über »*moradas primera*« und »*moradas secunda*« für die fünf damals bekannten Planeten, aber nur auf ganze Grade, ohne Minuten und Secunden. Die Bedeutung dieser Zahlen ist nicht leicht ersichtlich; es dürften wohl mittlere Längen und Anomalien für eine gewisse, jedoch nicht angegebene Epoche sein. Desgleichen sind die im IV. Bande gegebenen *Tabulas Alfonsies*, welche für die Ära

¹ Hier wird nämlich angegeben, dass die Zeit, in welcher sich die Sonne m' weiterbewegt, gleich $(2m \times 24) : 120 = 0.4m$ Stunden ist, was eben auf die tägliche Bewegung 1° führt.

Alfonsi gerechnet sind, durchaus keine astronomischen Tafeln. Sie enthalten direct die scheinbaren Örter der Planeten für einen Cyclus von mehreren Jahren, abgekürzt auf ganze Grade, und zwar für Mercur, Venus und Mars von fünf zu fünf Tagen, für Jupiter und Saturn von zehn zu zehn Tagen, für den Mercur für einen Cyclus von 46 Jahren, für die Venus für einen Cyclus von 8 Jahren, für den Mars für 79 Jahre, für Jupiter für 83 Jahre und für Saturn für 59 Jahre entsprechend den bereits Hipparch bekannten Planetencyclen. Für die Sonne werden die wahren Örter für einen Cyclus von vier julianischen Jahren auf Grade, Minuten und Secunden gegeben.

Die Handschrift, nach welcher die *Libros del Saber de Astronomia* gedruckt wurden, scheint selbst eine Ineinanderschichtung mehrerer Codices zu sein; es scheint dieses unzweifelhaft daraus hervorzugehen, dass sich Bearbeitungen desselben Themas wiederholt finden. So ist Band II, S. 213 ein Capitel »De Saber el retornamiento de la planeta ó su endereamiento«, ein Capitel, in welchem allerdings nicht die Berechnung der Stationen und Retrogradationen aus den Planetenelementen, sondern nur die Art und Weise angegeben ist, wie man aus den Beobachtungen schliessen kann, ob der Planet in directer oder retrograder Bewegung begriffen ist, oder sich in seinen Stationen befindet. Trotzdem gerade diese Discussion doch äusserst einfach ist, und gerade keiner besonderen Anleitung bedürfte, findet sich genau dasselbe, nur in etwas anderen Worten im III. Bande, S. 219 wieder. Im selben Bande, S. 113, findet sich die Bestimmung der Längendifferenz zweier Orte aus Mondesfinsternissen angegeben; dasselbe wird nochmals S. 193 wiederholt. Derartige, mitunter mehrfache Wiederholungen finden sich fast über jedes Thema. Besonders charakteristisch jedoch sind die Bücher, welche von den Planetenbewegungen handeln, die »*Libros de las laminas de los VII Planetas*« (Band III, S. 239 ff.), wo die Zahlenwerthe in den verschiedenen Abtheilungen nicht übereinstimmen, wie aus dem Folgenden hervorgeht.

Die Richtungen der Apsiden (Alaux) finden sich angegeben:

für Saturn	Jupiter	Mars	Sonne	Venus	Mercur
247°	167°	130°	85°	85°	203° ¹
246 40	166 40	129 10	—	83 27	203 40 ²
247 50	157 $\frac{1}{4}$	129	—	85 50	— ³
240 6	160	121 40	—	78 30	200 ⁴

Für die Excentricitäten sind die Werthe angegeben:

für Saturn	Jupiter	Mars	Venus	Mercur
3 $\frac{1}{2}$ p.	5 $\frac{1}{2}$ p.	6p.	2 $\frac{1}{2}$ p.	7p. ⁵
3 19'	2 47'	5 7'	—	— ⁶
6 32	5 33	10 14	—	— ⁷

Die Halbmesser der Epicykel sind:

für Saturn	Jupiter	Mars	Venus	Mercur
11 $\frac{1}{2}$ p.	6 $\frac{1}{2}$ p.	39 $\frac{1}{2}$ p.	43p.	22p. ⁸
11 30'	—	33 10'	28 30'	18 30' ⁹

Bei dem ersten Codex, welchem die Zahlen auf S. 245 bis 253 entnommen sind, findet sich für alle Planeten derselbe Fehler: der Mittelpunkt der gleichmässigen Bewegung (des yguador) halbirt hier die Excentricität des levador (des Deferenten), während gemäss allen Planetentheorien die Excentricität des levador die Hälfte derjenigen des yguador sein sollte, wie dies bei den Zahlen S. 275 stattfindet. Der Fehler scheint durch Übertragung der Ptolemäischen Mercurstheorie entstanden zu sein. Auch für die Mercurstheorie finden sich zwei Darstellungen, von denen die eine mit unveränderter Wiedergabe der Ptolemäischen Zahlen hinter der Darstellung des

¹ Bd. III, S. 245—253.

² Bd. III, S. 262.

³ Bd. III, S. 273: Vom Frühlingspunkt. Hier muss es natürlich bei Jupiter 167 $\frac{1}{4}$ ° lauten.

⁴ Bd. III, S. 273. Vom Kopf des Widders.

⁵ Bd. III, S. 245—253.

⁶ Bd. III, S. 275: Excentricität des levador: für die Sonne gleich 3p. 44'.

⁷ Bd. III, S. 275: Excentricität des yguador.

⁸ Bd. III, S. 255.

⁹ Bd. III, S. 282.

Almagest an Klarheit und Präcision weit zurücksteht, während die zweite, etwas bessere Darlegung geänderte Zahlenwerthe gibt. Ich möchte noch erwähnen, dass sich S. 282 des III. Bandes eine Zeichnung für die Mercursbahn findet, welche hier elliptisch dargestellt ist, bei welcher aber die Sonne sich im Mittelpunkt befindet. Eine Erklärung findet sich zu dieser Tafel nicht, und dürfte dieselbe wohl eher als eine spätere Einschlebung der missverstandenen Kepler'schen Theorie anzusehen sein, denn als ein Beweis für die Kenntniss oder die Hypothese einer elliptischen Mercursbahn zu Alphons X. Zeiten.

Über das Alter der verschiedenen Codices lässt sich nichts Bestimmtes angeben,¹ doch mag darauf hingewiesen werden, dass sich im III. Bande, S. 11, eine Globularprojection vorfindet, die man bisher als Projection von Nicolosi (1660) bezeichnet hat,² die sich aber allerdings auch schon in der Ausgabe der *Tabulae Rudolphinae* von 1627 findet, und dass im selben Bande, S. 143, eine Projection mit geradlinigen, äquidistanten Parallelkreisen und kreisförmigen, im Äquator äquidistanten Meridianen vorkommt, die man bisher Apian zuschrieb.³

II. Die eigentlichen »Alphonsinischen Tafeln« enthalten keine theoretischen Darlegungen; solche scheinen überhaupt keiner Handschrift beigelegt zu sein; doch sind die Tafeln, wie aus den Darlegungen Peurbach's folgt, dessen »*Theoricæ novae planetarum*« ganz wohl als der Text zu denselben betrachtet werden kann, von denjenigen im Almagest der An-

¹ Vieles was Alphons X. zugeschrieben wird, dürfte wohl in eine spätere Zeit, vielleicht in die Zeit Alphons XI. fallen. So wurde ja auch ein nachweislich nach Alphons XI. verfasstes Werk: »*Libro de la monteria*« in die Zeit Alphons X. gesetzt. Siehe hierüber D. José Gutierrez de la Vega, *Libro de la monteria del Rey Alfonsi XI.* Madrid, 1877.

² Siehe mein »*Lehrbuch der Landkartenprojectionen*«, S. 148. Es kann nun daraus allerdings kein Schluss auf das Alter des diesbezüglichen Manuscriptes gezogen werden, da die jedenfalls sehr einfache Globularprojection ganz wohl dem Zeitalter Alphons X. zugeschrieben werden kann.

³ Ibid. S. 166. Apian's *Cosmographie*, in welcher diese Projection (eigentlich eine davon etwas wenig verschiedene, bei welcher die Grade im Äquator um $\frac{1}{n}$ kleiner sind) auftritt, erschien 1524 im Drucke. Allein auch diese Projectionsmethode ist so elementar, dass sie ganz wohl schon früher benützt worden sein konnte.

lage nach nicht wesentlich verschieden. Die aus dem *Almagest* ersichtlichen, jedenfalls auch von den spanischen Astronomen eingeschlagenen, ziemlich mühsamen Methoden zur Bestimmung der Elemente der Planetenbahnen, die Beobachtungen, welche zur Verbesserung dieser Elemente verwendet wurden, sind nirgends ersichtlich; was mitgetheilt wird, sind nur die resultirenden Tafeln, die, wenn auch von den Ptolemäischen nicht sehr verschieden, doch gewiss die vollständige Wiederholung aller aus dem *Almagest* bekannter Methoden erforderten, und zwar in umso grösserer Ausdehnung, als Beobachtungen vorlagen, denen die Tafeln, wenigstens bis zu einem gewissen Grade genügen sollten.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass auch die zu Grunde gelegten Elemente, mit Ausnahme der mittleren Bewegungen nicht unmittelbar ersichtlich sind.

Bezüglich der Anordnung der Tafeln ist Folgendes zu bemerken: die mittleren Bewegungen werden für einen Tag ausgedrückt in Sexagenae (60°), Graden, Minuten, Secunden u. s. w. nach dem Sexagesimalsystem fortschreitend. Um die Bewegungen für ein beliebiges Intervall zu erhalten, wird dasselbe in 60^1 , 60^2 , 60^3 , 60 Tagen, ferner in nach dem Sexagesimalsystem fortschreitenden Tagesbruchtheilen verwandelt. Es hat dieses den Vortheil, dass dieselbe Tafel für alle Complexe oder Bruchtheile der Tage gelten kann, wenn nur die Benennung entsprechend geändert wird. So werden für Sexagenae dierum die Grade, Minuten, Secunden . . , Sexagenae, Grade, Minuten . . bedeuten; sie werden für $\frac{1}{60}$ Tage als Minuten, Secunden, Tertian . . . verwendet, u. s. w. Diese Anordnung, welche als consequente Durchführung des Sexagesimalsystemes anzusehen ist, erforderte eine Hilfstafel zur Verwandlung der Jahre, Monate, Tage, Stunden, Minuten . . . in das zu Grunde gelegte System;¹ diese Anordnung wurde auch in späteren Tafeln noch längere Zeit als Alphonsinisches System (*secundum Alphonsinum*) beibehalten, bis sich nach Kepler das decadische System allmählig Eingang verschaffte. Für die Ungleichheiten

¹ Die Hilfstafeln sind bereits derart angelegt, dass für jedes vorgelegte Datum aus einer beliebigen Ära die seit der Tafelepoche verflossene Zeit im zu Grunde gelegten Systeme unmittelbar entnommen werden kann.

finden sich zwei verschiedene Anordnungen, von denen die eine für den Mond, die andere für die fünf Planeten verwendet wird, und welche den von Ptolemäus für seine Tafeln gewählten vollständig conform sind. Eine siderische Bewegung der Apsidenrichtungen ist noch nicht gefunden; die Apsiden der Deferenten werden als siderisch fest angenommen; die in den Tafeln enthaltene Veränderlichkeit derselben rührt nur von der Präcession her.

Die hauptsächlichste Änderung der Tafeln gegenüber den früheren betrifft die Bewegung der Äquinoclien, bei welcher die durch die Araber eingeführte Theorie der Trepidation selbstverständlich eine wichtige Rolle spielt. Während aber die Araber die Trepidation an Stelle der Präcession setzten, haben die Alphonsinischen Tafeln die Trepidation mit der Präcession vereinigt. Allein directe Beobachtungsergebnisse sind die Perioden beider Bewegungen gewiss nicht. Für die Periode der Präcession werden 49.000 Jahre, für diejenige der Trepidation 7000 Jahre angegeben, so dass die jährliche mittlere Bewegung der Äquinoclien $26^{\circ}449$, die jährliche Bewegung des Argumentes der Trepidation $185^{\circ}143$ wäre. Da die grösste, aus der Trepidation entstehende Verschiebung der wahren Äquinoczialpunkte gegen die mittleren gleich 9° angenommen erscheint, so würde der Ausdruck für die Gleichung der Äquinoclien

$$x = 26^{\circ}449t + 9^{\circ} \sin (T_0 + 0^{\circ}0514t)$$

sein, wenn T_0 das Argument zur Zeit der Epoche $t = 0$ wäre. Nachdem der periodische Theil dieser Veränderung aus

$$\sin x_1 = \frac{\sin \rho}{\sin \varepsilon} \sin (T_0 + 0^{\circ}0514t)$$

folgt, wenn ρ der Halbmesser des die Trepidation erzeugenden kleinen Kreises und ε die Schiefe der Ekliptik ist, so wird in der den Tafeln zu Grunde gelegten Näherung

$$\rho = 9^{\circ} \sin \varepsilon = 3^{\circ}35'7''.$$

Für die jährliche Änderung der Längen würde daraus folgen

$$\frac{dx}{dt} = 26^{\circ}449 + 29^{\circ}059 \cos (T_0 + 0^{\circ}0514t),$$

daher für Christi Geb. ($T_0 = 359^\circ 12'6'', t = 0$) nahe $55'$, für die Ära der Tafeln $40'$; um 3000 nach Christi Geb. würde die jährliche Änderung nahe Null, sie würde dann negativ bis zu dem Maximalbetrage $-2'6''$, u. s. w.

Die Tafeln enthalten die »Radices« (Constanten der Argumente) für die Epochen: diluvii, nabucodonozor, alexandri magni, caesaris, incarnationis, alhegirae, yezdegirt, alfonsi, bezogen auf den Meridian von Toledo.¹ Differentia incarnationis et regis Alphonsi = $2^3.6^2.57^1.59'' = 457.079$ Tage, woraus Ära Alphonsi = 1. Juni 1252.

Die Differenz der zu den verschiedenen Epochen gehörigen Werthe der Apogeen für die einzelnen Planeten ist gleich der Präcession in der Zwischenzeit, z. B. für die Ära incarnationis und Alphonsi gleich $9^\circ 11'38''37'''$, gleich der Präcession für 457.079 Tage (natürlich der in der Tafel angenommenen Präcession), was auch der Bezeichnung der Präcession als motus medius augium et stellarum fixarum entspricht. Es gelten demnach die angegebenen Apogeen für den jeweiligen mittleren Frühlingspunkt der Epoche (sine motu octavae sphaerae). Die Werthe der übrigen Argumente für die verschiedenen Epochen sind jedoch durch unmittelbare Übertragung mit den in den Tafeln ersichtlichen mittleren Bewegungen erhalten. Der Werth irgend eines Argumentes G zu einer beliebigen Epoche (t Tage nach der Epoche der Tafel) wird, wenn γ die mittlere tägliche Bewegung ist

$$G = G_0 + \gamma t.$$

Wäre G eine mittlere Länge, γ die zugehörige mittlere siderische Bewegung, so würde der erhaltene Werth von G die mittlere Länge, gezählt von dem festen Frühlingspunkt der Tafel Epoche sein; die mittlere Anomalie im Deferenten wird von dem als fest anzusehenden Apogeum aus gerechnet, ist daher von der Präcession unabhängig; desgleichen wird die mittlere Anomalie im Epicykel von derselben nicht beeinflusst. Bei den oberen Planeten Saturn, Jupiter und Mars wird sie in

¹ Doch finden sich in einzelnen Handschriften überdies andere Meridiane gewählt, worüber Näheres weiter unten erwähnt wird.

der Tafel allerdings aus den mittleren Bewegungen abgeleitet: da sie aber gleich der mittleren Länge des Planeten, vermindert um die mittlere Länge der Sonne ist, die Präcession (und eventuell Trepidation) aber beide Werthe gleich beeinflusst, so kann dieselbe hiefür ebenfalls übergangen werden.

Bezüglich der mittleren Länge selbst sind nun aber zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Ist γ wie oben angenommen die mittlere tägliche siderische Bewegung, so wären die G_0 der verschiedenen Epochen auf einen bestimmten Frühlingspunkt einer gewissen Haupt-epoche bezogen.¹ Ist die Zwischenzeit zwischen dieser und einer anderen Tafel-epoche t_0 , so würde die Constante des Argumentes für diese zweite Tafel-epoche, bezogen auf den Frühlingspunkt der Haupt-epoche

$$G_0 = G_{00} + \gamma t_0$$

und bezogen auf den Frühlingspunkt der zweiten Tafel-epoche

$$G'_0 = G_0 + \pi t_0$$

wenn π die tägliche Präcession bedeutet. t Tage nach der zweiten Tafel-epoche wäre der Werth des Argumentes

$$G = G'_0 + \gamma t$$

bezogen auf den mittleren Frühlingspunkt der zweiten Tafel-epoche, oder

$$G' = G'_0 + \gamma t + \pi t$$

bezogen auf den instantanen, mittleren Frühlingspunkt.

2. Ist γ die mittlere tropische Bewegung, so ist das Argument $G_0 + \gamma t$ bezogen auf den instantanen Frühlingspunkt, und die Werthe der in der Tafel enthaltenen G_0 für die verschiedenen Epochen beziehen sich auf den jeweiligen Frühlingspunkt der Epoche.

¹ Würde also z. B. die *aera incarnationis* als solche gelten, so wäre G_{00} die Constante des Argumentes (z. B. die mittlere Länge) für die Tafel-epoche (z. B. für die *aera alphonsi*) bezogen auf den mittleren Frühlingspunkt der Haupt-epoche (der *aera incarnationis*).

Ist nun Π_0 die Länge des Apogeums für eine gewisse Tafel-epoche, so wäre die Anomalie im Deferenten $G - \Pi_0$ für den ersten Fall (γ siderisch), aber $G - (\Pi_0 + \pi t)$ für den zweiten Fall (γ tropisch). Es ist nirgends ersichtlich, ob die angegebenen mittleren Bewegungen siderische oder tropische Bewegungen sind; es ist aber auch nirgends ersichtlich, welche der angeführten Ären als Hauptära anzusehen ist. Gerade dieser letztere Punkt drängt jedoch zu der Annahme, dass die angegebenen Bewegungen als tropische anzusehen sind. Dass bei den Apogeen ausdrücklich bemerkt ist: »sine motu octavae sphaerae« ist nicht wesentlich, da damit nur gesagt sein soll, dass die Längen derselben vom mittleren Frühlingspunkte (ohne Rücksicht auf Trepidation) gezählt sind. Hingegen findet sich in den Erläuterungen vieler Handschriften¹ die Bemerkung: »Utrum locum augis cujuslibet planetae per tabulas invenire quere primo motum augium et stellarum fixarum non accepto radice aliquo sed modum dictum in mediis motibus«, so dass wohl für die Berechnung nicht der Werth Π_0 , sondern $\Pi_0 + \pi t$ zu verwenden wäre.

In der Anleitung, welche in der Pariser Ausgabe des Paschasius Hamellius (1545) gegeben wird, wird jedoch die mittlere Anomalie im Deferenten einfach $G'_0 + \gamma t - \Pi'_0$ angegeben, wofür Π'_0 eine Constante, allerdings nicht die in der Ausgabe gegebene Radix incarnationis, zu nehmen ist. Es ist $\Pi'_0 = \Pi_0 + K$, wo die Constante K als Aux communis = $0^\circ 19' 32' 45'' 24'''$ angenommen ist. Diese Zahl findet sich weder in den Handschriften, noch in der Ausgabe von 1483; sie ist jedoch gleich der Präcession + Trepidation von Christi Geb. bis 1476 nach Christi Geb.,² woraus folgt, dass auch hier γ als die mittlere tropische Bewegung angesehen ist, während K den Werth $\pi t + \text{Trepidation}$ darstellt, wobei als Ausgangsepoche Christi Geb. angenommen ist, wo aber an Stelle des variablen Werthes von t ein constanter, vielleicht mittlerer Werth genommen ist, welcher ungefähr der Zeit entsprechen müsste, in welcher die

¹ Z. B. zur Handschrift Nr. 2352 der k. k. Hofbibliothek in Wien.

² In der Pariser Ausgabe erscheint die Epoche 1476 Sept. 21, 6^h 1^m 36^s p. m. ohne nähere Begründung als Tafel-epoche gewählt, während als Constanten die Radices incarnationis gewählt sind.

Handschrift verwendet worden sein mag. Da diese Zeit 1476 ist, so ist der Schluss naheliegend, dass das 1545 im Druck erschienene Werk nach einem Manuscripte gedruckt wurde, das um das Jahr 1476 entstanden sein mag, und bei dessen Verwendung der Unterschied $\pi(t - 1476 \text{ Sept. 21})$ für die nächstliegenden Jahre vernachlässigt wurde.

III. Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen werde ich mich bezüglich der einzelnen oben angeführten Codices der k. k. Hofbibliothek in Wien etwas kürzer fassen können und im Folgenden nur auf die Unterschiede hinweisen, welche gegenüber der obigen allgemeinen Form auffallen.

I. Der Codex Nr. 2288 enthält selbst zwei Handschriften, von denen die zweite, ältere nur ein Fragment ist. Die erste ist im Handschriftencataloge als Abschrift eines Heilbronner Manuscriptes bezeichnet. Doch scheint es wahrscheinlicher, dass dieselbe die Abschrift eines Pariser Codex ist, welche aus den oberitalischen Provinzen nach Wien gekommen sein mag. Hiefür sprechen die folgenden beiden Gründe.

Um Planetentafeln für einen anderen Ort als für denjenigen zu benützen, für dessen Meridian die Tafeln angelegt sind, muss jede Zeit, für welche ein Planetenort gebraucht wird, durch Anbringen der Längendifferenz auf die Zeit des Normalmeridians (der Tafel) gebracht werden. Um diese Rechnung zu ersparen, kann man ein für allemal die Radices einfach auf den Meridian desjenigen Ortes übertragen, für welchen man die Tafel zu verwenden hat. In den verschiedenen Handschriften sind diese für andere Meridiane als für denjenigen von Toledo gültigen Radices in Fussnoten aufgenommen. Die Handschrift Nr. 2288 enthält nun die Radices incarnationis¹ ausser für den Meridian von Toledo noch für die Meridiane von Paris, Cremona und Verona, woraus eben der Schluss gezogen werden kann, dass eine für den Meridian von Paris (für Beobachtungen in Paris) genommene Abschrift vorlag, nach welcher die hier betrachtete Handschrift copirt wurde, und zwar für den Gebrauch in Cremona und Verona. Herr Custos v. Göldlin, dem ich meine Wahrnehmungen mittheilte, hatte die Güte, den Codex

¹ Die übrigen Radices nur für den Hauptmeridian von Toledo.

auch in anderer Richtung einer genaueren Prüfung zu unterwerfen, welche meine Wahrnehmungen bestätigte. Es liegt ein Palimpsest vor, bei welchem noch einzelne Stellen der ersten Schrift deutlich kenntlich sind. Aus denselben geht hervor, dass das Pergament ursprünglich als ein Rechnungsbuch verwendet wurde, als dessen Eigenthümer »Dom. Bonaventura de Cast. Massa superiore« ersichtlich ist. Massa super. (in der Provinz Rovigo, am Po gelegen) deutet zweifellos auf den italienischen Ursprung der Handschrift.

2. Der Codex Nr. 2352 stammt 'aus dem Jahre 1392 aus der berühmten Bibliothek des deutschen Kaisers Wenzel. Die Jahreszahl ist in dem den ersten Buchstaben der Handschrift verzierenden Bilde, welches einen auf einer Tafel schreibenden Mann darstellt, notirt. Die Handschrift trägt ganz den Charakter der auf Befehl dieses Kaisers ausgeführten Handschriften. Sie ist, so wie die berühmte Wenzelsbibel ebenfalls als ein Kunstwerk jener Zeiten merkwürdig. Die Anfangsbuchstaben jedes Capitels bilden kleine, polychrom ausgeführte, mit Gold reich ausgestattete Handzeichnungen, die im Charakter nicht gar verschieden sind von dem viel späteren Albrecht Dürer. Die Seiten sind mit reichen, ebenfalls polychrom ausgeführten, theils ornamentalen, theils figuralen Ranken eingefasst, so dass das ganze Werk als ein Denkmal der Kunst des XIV. Jahrhunderts betrachtet werden muss. Hingegen darf nicht unerwähnt bleiben, dass auf den astronomischen Theil der Handschrift nicht die gleiche Sorgfalt verwendet erscheint, indem sich in die Tafel selbst zahlreiche Abschreibefehler eingeschlichen haben.

Erwähnt mag noch werden, dass die Radices incarnationis »ad Meridianum Magdebg., Worma, Wratissl, Erford, Pragae und Wyenn« angeführt sind, so dass der Gebrauch dieser Tafeln für mehrere Orte erleichtert erscheint.

3. Zu den Codices Nr. 3872, 5245 und 5299 ist nicht viel zu erwähnen: der erstere enthält nebst den Radices incarnationis für den Meridian von Toledo dieselben auch noch bezogen auf die Meridiane »Erfordia« und »Wiennam«; der zweite enthält die Alphonsinischen Tafeln, bezogen auf den Meridian von Krakau als Anhang zu anderen Tafeln, welche Mich. de Carnine

für denselben Meridian berechnete. Die Handschrift Nr. 5290 enthält dieselben als Anhang zu den von Blanchinus in grösserer Ausführlichkeit und mit dem Bestreben zur Erreichung einer weitergehenden Genauigkeit berechneten Planetentafeln.

Die Codices müssen sämmtlich als mehr oder weniger fragmentarisch bezeichnet werden, indem einzelne kleinere Theile der Tafeln nicht aufgenommen erscheinen. So fehlt in den meisten der Sternkatalog, welcher bereits in der ersten im Drucke erschienenen Ausgabe »Venetiis 1483« enthalten ist. In den Handschriften Nr. 3872, 5245 und 5299 fehlen die Finsternistafeln, in der Handschrift Nr. 5245 ist statt des vollständigen Sternkataloges nur ein Verzeichniss von 24 der hellsten Sterne enthalten.

4. Das meiste Interesse bietet die Handschrift Nr. 5478. Dieselbe ist im Handschriftenkataloge als wahrscheinlich Alphonsinische Tafel angeführt, muss aber von dem Kenner sofort als nicht Alphonsinisch erklärt werden, und ist dieselbe wahrscheinlich nur deshalb als solche bezeichnet worden, weil derselben der Meridian von Toledo zu Grunde gelegt ist.

Die Handschrift ist nur als Fragment erhalten und enthält erstens die mittleren Bewegungen der Sonne und die Mittelpunktsgleichung derselben; zweitens die mittlere Bewegung des Mondes in Länge und in Anomalie, nebst den Mondgleichungen; drittens die mittlere Bewegung des Mondknotens; viertens die mittlere Bewegung des Saturn, und auf dem letzten Blatte, von welchem die eine Hälfte weggeschnitten ist, die Gleichungen des Saturn. Erläuterungen zu den Tafeln sind keine erhalten.

Die mittleren Bewegungen sind nicht »secundum Alphonsinum«, d. i. in der Sexagesimaltheilung tabulirt, sondern unter Zugrundelegung der arabischen Mondjahre zu 354 und 355 Tagen, wie aus dem folgenden Auszuge aus der Tafel der mittleren Bewegungen der Sonne folgt.

Medius cursus Solis.

					In annis expansis				
Radix	3'	23°	41'	11"	1	11'	18°	54'	19"
30	5	1	41	32	2	11	8	47	47
60	6	9	41	53	3	10	27	42	7
90	7	17	42	14	4	10	16	36	26
...	...	...	...	...	5	10	6	29	54
...	...	...	...	...	6	9	25	24	14
...	...	...	...	...	7	9	15	17	41
810	1	29	50	59	8	9	4	12	1
840	3	27	51	0	9	8	23	6	21
					10	8	12	59	49
					11	8	1	54	8
					12	7	20	48	28
					13	7	10	41	56
					14	6	29	36	16
					15	6	18	30	35
					16	6	8	24	3
					17	5	27	18	23
					19*	5	17	11	51
					20	5	6	6	10
					21	4	25	0	29
					22	4	18	53	58*
					23	4	3	48	17
					24	3	22	42	37
					25	3	12	36	6
					26	3	1	30	26
					27	2	21	23	54
					28	2	10	18	13
					29	1	29	12	33
					30	1	19	6	1
						1	8	0	21

					In mensibus				
	1	0'	29°	34'	5"				
	2	1	28	9	3				
	3	2	27	43	9				
	4	3	26	18	6				
	5	4	25	52	12				
	6	5	24	27	9				
	7	6	24	1	15				
	8	7	22	36	13				
	9	8	22	10	18				
	10	9	20	45	16				
	11	10	20	19	22				
	12	11	18	54	10				

Aux Solis	2	17	50						
-----------	---	----	----	--	--	--	--	--	--

Die Radices — für den Meridian von Toledo gültig — sind einfach hingeschrieben, ohne Angabe der Epoche. Eine Vergleichung mit den Radices der Alphonsinischen Tafeln zeigt, dass dieselben für die arabische Ära gelten, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht.

* Schreibfehler.

	Handschrift Nr. 5478	Alphonsinische Tafeln (Hegira)
Radix motus Solis	3° 23' 41" 11'	114° 52' 2" 0" 50 ^{IV}
• Augis Solis	2 17 50	75 59 21
• Cursus Lunae	4 0 58 18	122 1 16 23 53
• Argumenti Lunae	3 18 28 39	107 21 27 42 28
• Capitis Draconis	7 24 9 55	233 53 20 35 51
• Cursus Saturni	3 25 51 15	118 21 0 3
• Augis Saturni	8 0 5	237 57 40 58

Für die mittleren täglichen Bewegungen ergeben sich aus den Tafeln die folgenden Werthe, denen ich zur Vergleichung auch die Ptolemäischen, Alphonsinischen und Copernicanischen Werthe beigefügt habe.

	Handschrift Nr. 5478	Ptolemäus
Sonne	0° 59' 8" 11" 28 ^{IV} 26 ^V	0° 59' 8" 17" 13 ^{IV} 12 ^V
Mond	13 10 34 52 48 35	13 10 34 58 33 30
Anomalie des Mondes	13 3 53 56 17 52	13 3 53 56 17 52
Knoten	0 3 10 46 42 31	0 3 10 41 15 26
Saturn	0 2 0 26 35 18	0 2 0 33 31 29
	Alphonsinische Tafeln	Copernicus
Sonne	0° 59' 8" 19" 37 ^{IV} 19 ^V	{ 0° 59' 8" 11" 22 ^{IV} 1 ^I 0 59 8 19 37 2 ^I
Mond	13 10 35 1 15 11	13 10 34 57 8 27
Anomalie des Mondes	13 3 53 57 30 21	13 3 53 56 34 4
Knoten	0 3 10 38 7 15	0 3 10 42 21 31
Saturn	0 2 0 35 17 40	0 2 0 27 17 54

Aus dieser Vergleichung kann zunächst wieder geschlossen werden, dass die Alphonsinischen Tafeln tropische Bewegungen, die Handschrift Nr. 5478 hingegen siderische Bewegungen tabulirt.

Endlich unterscheiden sich die Tafeln von den Alphonsinischen durch die Mittelpunktsgleichung der Sonne und die Aequatio argumenti des Mondes, während die anderen Tafeln der Gleichungen mit den Alphonsinischen übereinstimmen (mit Ausnahme weniger irrelevanter Zahlenwerthe, die ebensowohl durch Abschreibefehler, als durch geringfügige Unterschiede in den verwendeten Constanten erklärt werden könnten).

Da die Alphonsinischen Tafeln bereits durch den Druck verbreitet sind, so gebe ich hier nur die beiden erwähnten, von denselben verschiedenen Tafeln.

¹ Siderisch.

² Tropisch.

Äquatio Solis.

0'				1'		2'		3'		4'		5'		
0° 0' 0"	0' 0"	0' 0"	0' 0"	0° 57' 45"	1° 41' 18"	1° 59' 20"	1° 44' 53"	1° 1' 22"	30°					
1	0	2	2	0 59 35	1 42 18	1 59 10	1 43 53	0 59 29	29					
2	0	4	2	1 1 19	1 43 20	1 59 10	1 42 50	0 57 34	28					
3	0	6	2	1 3 3	1 44 23	1 59 8	1 41 46	0 55 38	27					
4	0	8	2	1 4 46	1 45 23	1 59 4	1 40 41	0 53 41	26					
5	0	10	1	1 6 23	1 46 21	1 58 57	1 39 35	0 51 44	25					
6	0	12	1	1 8 8	1 47 17	1 58 50	1 38 23	0 49 46	24					
7	0	14	1	1 9 57	1 48 10	1 58 40	1 37 9	0 47 48	23					
8	0	16	0	1 11 25	1 49 0	1 58 28	1 35 53	0 45 50	22					
9	0	18	0	1 13 0	1 49 48	1 58 13	1 34 35	0 43 51	21					
10	0	19	59	1 14 35	1 50 35	1 57 56	1 33 16	0 41 52	20					
11	0	17	58 *	1 16 9	1 51 20	1 57 38	1 31 59	0 39 53	19					
12	0	23	57	1 17 41	1 52 4	1 57 20	1 30 33	0 37 53	18					
13	0	25	55	1 19 12	1 52 45	1 56 59	1 29 8	0 35 52	17					
14	0	27	52	1 20 43	1 53 23	1 56 33	1 27 41	0 33 50	16					
15	0	29	49	1 22 12	1 53 59	1 56 3	1 26 13	0 31 48	15					
16	0	31	47	1 23 40	1 54 34	1 55 31	1 24 44	0 29 46	14					
17	0	33	42	1 25 6	1 55 7	1 54 58	1 23 14	0 27 43	13					
18	0	35	38	1 26 30	1 55 39	1 54 28	1 21 42	0 25 38	12					
19	0	37	33	1 27 53	1 56 9	1 53 48	1 20 9	0 23 31	11					
20	0	39	26	1 29 15	1 56 36	1 53 10	1 18 34	0 21 24	10					
21	0	43	20	1 30 37	1 56 59	1 52 30	1 16 28	0 19 17	9					
22	0	43	13 *	1 31 55	1 57 21	1 51 47	1 15 21	0 17 9	8					
23	0	45	6	1 33 13	1 57 42	1 51 2	1 13 42	0 15 1	7					
24	0	46	58	1 34 28	1 58 1	1 50 16	1 12 1	0 12 53	6					
25	0	48	49	1 35 41	1 58 17	1 49 28	1 10 17	0 10 45	5					
26	0	50	38	1 36 51 *	1 58 30	1 48 39	1 8 32	0 8 36	4					
27	0	52	26	1 37 59	1 58 41	1 47 46	1 6 46	0 6 27	3					
28	0	54	14	1 39 3	1 58 50	1 46 50	1 5 0	0 4 18	2					
29	0	56	2	1 40 10	1 58 57	1 45 52	1 3 12	0 2 9	1					
30	0	57	45	1 41 18	1 59 20 *	1 44 53	1 1 22	0 0 0	0					
				11'	10'	9'	8'	7'	6'					

* Schreibfehler.

Aequatio Argumenti Lunae.

	0'	1'	2'	3'	4'	5'	
0°	0° 0' 0"	2° 19' 44"	4° 9' 6"	5° 0' 2"	4° 31' 7"	2° 42' 36"	30°
1	0 4 50	2 24 1	4 11 53	5 0 26	4 29 26	2 37 49	29
2	0 9 40	2 28 16	4 14 37	5 0 44	4 26 37	2 32 57	28
3	0 14 39	2 32 30	4 17 18	5 0 55	4 24 23	2 28 1	27
4	0 19 18	2 36 42	4 19 54	5 0 59	4 21 44	2 23 2	26
5	0 24 7	2 40 52	4 22 25	5 10 0 *	4 18 58	2 18 0	25
6	0 28 56	2 44 58	4 24 51	5 0 57	4 16 5	2 12 53	24
7	0 33 44	2 49 2	4 27 12	5 0 49	4 13 6	2 7 48	23
8	0 38 32	2 53 5	4 29 28	5 0 37	4 10 3	2 2 36	22
9	0 43 19	2 57 6	4 31 41	5 0 21	4 6 57	1 57 22	21
10	0 48 5	3 1 3	4 33 51	5 0 1	4 3 47	1 52 4	20
11	0 53 51	3 4 57	4 35 57	4 59 22	4 0 32	1 46 44	19
12	0 57 36	3 8 48	4 37 57	4 58 55	3 57 11	1 41 21	18
13	1 2 20	3 12 37	4 39 52	4 58 12	3 53 44	1 35 56	17
14	1 7 4	3 16 23	4 41 43	4 57 24	3 50 9	1 30 29	16
15	1 11 47	3 20 6	4 43 29	4 56 33	3 46 27	1 25 0	15
16	1 16 28	3 23 46	4 45 10	4 55 38	3 42 38	1 19 29	14
17	1 21 8	3 27 22	4 46 46	4 54 33	3 38 45	1 13 57	13
18	1 25 47	3 30 55	4 48 17	4 53 20	3 34 50	1 8 23	12
19	1 30 25	3 34 25	4 49 43	4 52 0	3 30 52	1 2 48	11
20	1 36 3	3 37 52	4 51 5	4 50 33	3 26 52	0 57 11	10
21	1 39 39	3 41 16	4 52 23	4 49 2	3 22 49	0 51 32	9
22	1 44 18	3 44 37	4 53 36	4 47 26	3 18 41	0 45 51	8
23	1 48 45	3 47 58	4 54 43	4 45 47	3 14 26	0 40 9	7
24	1 53 17	3 51 7	4 55 43	4 44 6	3 10 5	0 34 26	6
25	1 57 48	3 54 17	4 56 39	4 42 23	3 5 41	0 28 42	5
26	2 2 17	3 57 23	4 57 30	4 40 31	3 1 13	0 22 58	4
27	2 6 43	4 0 24	4 58 16	4 38 31	2 56 39	0 17 14	3
28	2 11 5	4 3 23	4 58 56	4 36 23	2 52 1	0 11 30	2
29	2 15 25	4 6 16	4 59 31	4 34 9	2 47 20	0 5 45	1
30	2 19 44	4 9 6	5 0 2	4 31 7	2 42 36	0 0 0	0
	11'	10'	9'	8'	7'	6'	

* Schreibfehler.

8°

Die Anlage der Tafel deutet auf arabischen Ursprung hin; dass dieselbe auf den Meridian von Toledo bezogen ist, kann nicht massgebend sein, da die Werthe der Argumente für die Epoche zur leichteren Verwendung in Toledo auf den Meridian des Beobachtungsortes übertragen worden sein können. Dass die Tafeln aber thatsächlich älter sind als die Alphonsinischen und zweifellos arabischen Ursprunges, lässt sich durch Vergleichung der denselben zu Grunde gelegten Constanten zeigen. Diese Constanten sind nämlich diejenigen, welche Albategnius für die Elemente der Planeten annimmt.

Aus der grössten Mittelpunktsleichung der Sonne $1^{\circ}59'10''$ folgt $e = 0.03467 = 2^{\circ}4'48''$; Albategnius hat $2^{\circ}4'45''$ (in seinem Werke »De numeris et motibus stellarum«, Cap. 28). Ptolemäus $2^{\circ}22'3''$, Alfragan $2^{\circ}30''$; die Alphonsinischen Tafeln: grösste Gleichung $2^{\circ}9'57''$, daraus $e = 2^{\circ}16'5''$; Copernicus: grösste Gleichung $1^{\circ}51'$, $e = 1^{\circ}56'15''$. Die grösste Äquatio argumenti lunae gleich $5^{\circ}1'$ findet sich ebenfalls bei Albategnius (Cap. 30), doch schreibt er sie Ptolemäus zu; Alfragan $5^{\circ}0'3''$. Die Alphonsinischen Tafeln $4^{\circ}54'9''$.

Über die mittleren Bewegungen gibt Albategnius in seiner Planetentheorie keinen Aufschluss, nur für die Sonne findet sich die Angabe der Jahreslänge, aus welcher die mittlere tägliche Bewegung $0^{\circ}59'8''20'''46^{IV}56^V$ folgt (Cap. 27) demnach um $9''18^{IV}30^V$ grösser, als der in den Tafeln verwendete Werth. Der Unterschied ist aber gleich der Präcession in einem Tage, wenn dieselbe gleich $1''$ in 63.5 Jahren angenommen würde. Nun fand Albategnius aus den Fixsternen die Präcession gleich $1''$ in 66 Jahren (Cap 50) aus dem Sonnenapogäum $1''$ in 61 Jahren. Wenn aus beiden Werthen das Mittel genommen würde, so würde der obige Unterschied sich demgemäss dadurch erklären, dass der aus der Jahreslänge gefolgerte Werth in seiner Planetentheorie als mittlere tropische Bewegung (das Jahr als tropisches Jahr), die in den Tafeln verwendete als mittlere tägliche siderische Bewegung aufzufassen ist.

Die Tafeln wären demnach zweifellos als »Planetentafeln des Albategnius« zu bezeichnen. Tafeln der Planeten, berechnet für den Meridian von Toledo, welche demgemäss auch

mitunter als *Tabulae Toletanae* bezeichnet werden, sollen um 1080¹ von *Arzachel* angefertigt worden sein. Manuscripte dieser Tafeln finden sich in den Bibliotheken des Escorial, der Universität Cambridge (England) und Leyden. Ob die erwähnte Handschrift der k. k. Hofbibliothek in Wien mit diesen identisch ist, würde nur durch eine directe Vergleichung zu constatiren sein, zu welcher ich bisher keine Gelegenheit hatte. Weidler schreibt über *Albategnius*: *Novas tabulas adornavit, et Meridiano Aractensi accomodavit, quae aliquamdiu apud Arabes tamquam accuratiores in pretio fuerunt,*² und über *Arzachel*: *Auctor putatur Tabularum Toledanarum. Cum enim hactenus tabulae Albategnii sine ulla erroris suspitione usurpatae essent Arzachel vero illas coelo non amplius congruere deprehendisset novas composuit, quarum tamen fides, propter Albategnii auctoritatem ambigua a posteris habita est. . . Ceterum Arzachel cum inter se et Albategnium magnam discrepantiam deprehendisset et simul eccentricitatis decrementum observavisset, fertur effinxisse circellum, in cujus ambitu centrum eccentrici ita versaretur, ut id modo a terra propius modo longius abesset et simul ipsum apogaeum repedare posset.* Hiernach würde er aber die später von *Copernicus* eingeführte Theorie des Hemicykels bereits zur Erklärung der Veränderlichkeit der Excentricität der Erdbahn (Sonnenbahn) eingeführt haben. Da aber die Handschrift Nr. 5478 die Constante des *Albategnius* verwendet, so würde diess gegen die Annahme, dass man es mit den Tafeln des *Arzachel* zu thun hat, sprechen. *Copernicus* hingegen schreibt, dass *Arzachel* $\text{arc sin } e = 1^\circ 59'$ annimmt; ob der Unterschied von $10''$, welcher allerdings dem Sinne nach stimmt (der *Arzachel*'sche Werth ist thatsächlich der kleinere), auf die Verschiedenheit der Tafeln zu schliessen berechtigt, bleibt immerhin etwas zweifelhaft; doch kann als Resultat der vorstehenden Untersuchungen gesagt werden, dass die Handschrift Nr. 5478 der k. k. Hofbibliothek in Wien gewiss arabischen Ursprunges ist, und dass als deren Autor *Albategnius* oder *Arzachel*, mit grosser Wahrscheinlichkeit aber der erstere bezeichnet werden muss.

¹ *Albategnius* lebte um 900 nach Chr. Geb.

² Immerhin bleibt es noch unentschieden, ob die Tafeln als Tafeln des *Albategnius* oder Tafeln des *Arzachel* zu bezeichnen wären.

Die astronomischen Werke Alfons X.

Von ALFRED WEGENER in Berlin.

Inhaltsverzeichnis.

Vorbemerkung.

1. Das Zeitalter Alfons X.
2. Alfons Werke.
3. Das Lehrbuch von den astronomischen Instrumenten.
4. Die „Tabulae Alfonsinae“.
5. Die Tafelfragmente im IV. Bande der *Libros del saber* etc.
6. Das kastilianische Original der Alfonsinischen Tafeln.

Als ich das Material zu meiner Arbeit: *Die Alfonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners*¹⁾ sammelte, sah ich mich genötigt, auch die geschichtlichen Daten über die astronomische Tätigkeit Königs ALFONS X von Castilien eingehender zu studieren, wobei sich die Angaben der gebräuchlichen Geschichtswerke bald als so dürftig und in manchen Punkten unzutreffend herausstellten, daß ich mich fast überall auf die in den Fachzeitschriften zerstreuten Abhandlungen und auf die alte Literatur zurückzugreifen genötigt sah. Hierdurch und durch das Bestreben, über die gesamte astronomische Tätigkeit Königs ALFONS ein möglichst zusammenhängendes Bild zu gewinnen, haben sich diese Untersuchungen viel weiter ausgedehnt, als es ursprünglich beabsichtigt war. Vielleicht werden daher die folgenden Zusammenstellungen für denjenigen, der eine eingehendere Untersuchung auf diesem Gebiete auszuführen beabsichtigt, als eine vorläufige Orientierung nicht ohne Nutzen sein.

An eine Lösung der Frage nach der Umrechnung oder Fälschung der ALFONSINISCHEN Tafeln — dem dunkelsten Punkte des ganzen Materials — konnte ich wegen meiner geringen Erfahrung auf bibliographischem Gebiet nicht herantreten. Was ich hier tun konnte, ist das, daß ich auf einige Punkte der astronomischen Seite dieser Frage aufmerksam machte, denen man bisher wohl zu wenig Beachtung geschenkt hat.

1) Dissertation (Berlin 1905).
Bibliotheca Mathematica. III. Folge. VI.

Einer eingehenden Erläuterung der Theorie und Einrichtung der ALFONSinischen Planetentafeln in der Form, wie sie im 15. und 16. Jahrhundert im Druck erschienen, glaubte ich mich entschlagen zu dürfen, wenngleich die bisher vorhandenen Erläuterungen, z. B. bei DELAMORE¹⁾ und HERZ²⁾ keineswegs befriedigen. Man findet indessen die Tafeln selbst in nur wenig geänderter Form und unter Beibehaltung der gesamten alten Terminologie nebst einer eingehenden Erläuterung ihrer Theorie in meiner obengenannten Schrift.

Ich kann nicht umhin; dem Leiter dieser Zeitschrift, Herrn FNESTRÖM, an dieser Stelle meinen Dank dafür auszusprechen, daß er mir die Fertigstellung dieser Abhandlung in der gegenwärtigen Form durch die liebenswürdige Angabe einer Reihe von neueren, das vorliegende Thema berührenden Arbeiten ermöglichte, ohne deren Berücksichtigung diese Abhandlung wohl kaum vor den Augen der Fachgenossen hätte bestehen können.

1. Das Zeitalter Alfons X.

Das Zeitalter ALFONS X. gehört in kultureller Hinsicht zu den merkwürdigsten des ganzen Mittelalters. Vom 8. bis zum 11. Jahrhundert hatte Spanien unter der arabischen Herrschaft der Ommajaden, namentlich unter den Chalifen ANDERRAHMAN III. und HAKEM II. eine Höhe der Kultur erreicht, welche es an die Spitze der gesamten damals bekannten Welt stellte. Es ist das Zeitalter, von welchem WHEWELL³⁾ eine so begeisterte Schilderung gibt: „Zu dieser Zeit war es, und nicht, wie viele glauben, unter FERDINAND und ISABELLA, wo Amerika entdeckt wurde, zu jener ersten Zeit war es, daß Spanien sein wahrhaft goldenes Jahrhundert und die höchste Stufe seines Glanzes erreicht hatte. Damals goß Spanien, von arabischem Feuer erwärmt, sein geistiges Licht in reichen Strömen aus über das ganze übrige, in finsterner Nacht der Barbarei liegende Europa, und selbst über den fernen Osten, aus welchem dieses Licht zuerst gekommen war. Hier fügte der glänzende Hof der Ommajaden zu dem Rufe der Waffen noch den Ruhm der Kunst und Wissenschaft, und aus allen Teilen Europas, ja selbst aus den entferntesten Ländern Asiens wanderte man nach der Akademie von Cordova. Nie vielleicht wurde die Wissenschaft und jede Blüte des menschlichen Geistes höher geschätzt und mehr geehrt als am Hofe HAKEMS II., und der Ruf seiner Akademie zu Cordova ließ den der längst

1) *Histoire de l'Astronomie du moyen âge*, S. 249.

2) *Geschichte der Bahnbestimmung von Planeten und Kometen*, II (Leipzig 1894), S. 38.

3) *Geschichte der induktiven Wissenschaften*. Deutsch von J. J. v. LITTROW (Stuttgart 1840—1844)

verschollenen zu Alexandrien, ließ selbst den Ruf der kurz zuvor von HARON und MAMUN gestifteten Hochschulen von Bagdad, Kufa, Bassora u. a. weit hinter sich zurück. Auch war zu keiner Zeit Spanien intelligenter und reicher und glücklicher, und nie waren daselbst die Finanzen, die Verwaltung, die Industrie, der innere und äußere Handel, der Landbau und selbst der Zustand der öffentlichen Straßen besser besorgt als in dieser glänzenden Zeit.“ Auch die Astronomie, die uns hier in erster Linie angeht, gelangte damals zu einer bedeutsamen Blüte. Am berühmtesten ist die Schule maurischer und auch jüdischer Astronomen geworden, die im 11. Jahrhundert in Toledo wirkte, und aus deren Händen die Toledanischen Planetentafeln hervorgingen.

Diese Blütezeit arabischer Kultur in Spanien war vorüber. Nachdem dem weiteren Vordringen der Mauren nach Europa ein Halt geboten war, fanden auch die Spanier die Kraft, sich gegen die Fremdherrschaft zu erheben, und nun folgte ein Jahrhunderte währendes Ringen dieser beiden Nationen, welchem die einst so stolze Kultur des Landes fast ganz zum Opfer fiel. Verschwunden sind heute jene berühmten Akademien, verschollen die großen Bibliotheken (HAKEMS Bibliothek soll 600 000 Manuskripte enthalten haben!), und von den maurischen Prachtbauten, die damals Spanien schmückten, findet man nur noch spärliche Reste. Mit dem Spanien schmückten, jagte man auch seine Kultur zum Lande hinaus, ohne aber einstweilen instande zu sein, eine eigene an deren Stelle zu setzen. Spanien sank damals so tief in die Barbarei zurück, daß die Araber verächtlich auf ihre Gegner herabsahen.

In dieser Zeit lebte ALFONS X. Es läßt sich kaum ein größerer Gegensatz denken als zwischen diesem Herrscher und seiner Zeit. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß ALFONS „der Weise“ oder „der Gelehrte“, wie man seinen schon in früher Jugend erworbenen Beinamen „el Sabio“ vielleicht am richtigsten übersetzt, manchen praktischen Anforderungen seines Herrschertums nicht gerecht zu werden verstand, allein sollen wir ihn deshalb tadeln? Gehug es ihm doch trotz aller kriegerischen und politischen Unruhen eine wenn auch kurze, so doch sehr bedeutsame Nachblüte jener einstigen maurischen Kultur zur Entfaltung zu bringen. Die außerordentliche Vielseitigkeit seiner wissenschaftlichen Interessen wird um so bewunderswerter, wenn man die zahllosen Mißgeschicke und Widerwärtigkeiten in Betracht zieht, in welche er außer durch die Kämpfe mit den Mauren auch durch seine bekannte Anwartschaft auf die deutsche Kaiserkrone während des Interregnums, namentlich aber durch die wiederholten Empörungen und Bürgerkriege im eigenen Lande verstrickt wurde, welche letzteren schließlich zu seiner Entthronung durch seinen eigenen Sohn führten. Um 1226 (nach anderen 1221) geboren, folgte ALFONS

seinem Vater FERDINAND am 1. Juni 1252 nach, erhielt 1257 von den deutschen Fürsten den Königstitel, ohne aber jemals deutschen Boden zu betreten, und wurde 1282 von seinem Sohn SANCHE entthront und der Gotteslästerung angeklagt. Er starb 1284 zu Sevilla.¹⁾

Da fast alle Quellen, aus denen ALFONS schöpfen konnte, maurischen Ursprungs waren, so trägt auch seine ganze Geisteskultur noch einen ausgeprägt maurischen Charakter. War doch noch der größte Teil der wissenschaftlichen Literatur in arabischen Manuskripten enthalten, und hatte man doch soeben erst begonnen, durch Übertragung derselben in die lateinische Gelehrtensprache sich die Werke der alten griechischen und römischen Literatur zugänglich zu machen. Ebenso wie einst das Zeitalter, in dem die Araber die Kultur der von ihnen unterjochten Völker in sich aufnahmen, ist auch diese Periode des Übergangs arabischen Wissens auf das Abendland durch eine an manchen Stellen in großartigem Stil betriebene Übersetzertätigkeit gekennzeichnet, wovon SUTER in seinem Büchlein: *Die Araber als Vermittler der Wissenschaften in deren Übergang vom Orient zum Occident*²⁾ ein anschauliches Bild entworfen hat. Eine solche Stelle bildete auch ALFONS Hof, und die zahlreichen Übersetzungen arabischer Werke, die er ausführen ließ, zeugen von dem Anteil, den er an diesem Prozeß genommen hat. Freilich hatte diese Tätigkeit bei ihm eine besondere Färbung: er wollte offenbar seinem Volke eine Literatur in der Landessprache schaffen, welche diesem so sehr fehlte. Denn wie er auch in der Rechtsprechung statt der bisher üblichen lateinischen die Landessprache einführte, so sind auch alle Werke, die er selbst schrieb oder schreiben ließ, und alle Übersetzungen, die er ausführen ließ, in der altkastilianischen Sprache verfaßt. Ich habe keine einzige zuverlässige Nachricht finden können, daß ALFONS irgend ein Werk in lateinischer Sprache schreiben ließ.³⁾ Vielleicht mag hierin der Grund zu

1) Genauere Geschichtsangaben findet man in: CASPARI INÁÑEZ, *Memorias historicas del Rei D. Alonso el Sabio* etc., Madrid 1777, sowie: JONHEIN DE VANDAS Y PANCOR, *Elogio del Rey D. Alonso el Sabio*, Madrid 1782. — Eine kurze Biographie gibt auch HASSE in: ERSEN und GRUBER, *Allg. Encycl. d. Wiss. u. Künste*, Band III, Leipzig 1819.

2) 2. Aufl., Aarau 1897.

3) STEINSCHNEIDER berichtet freilich (*Hebr. Übers.* p. 579), daß die auf ALFONS Befehl hergestellte kastilianische Version des astrologischen Werkes ADENRAGELS wiederum auf seinen Befehl von AENIDIUS DE TREBALDIS und PETRUS DE REGIO (HEAT) ins Lateinische übertragen sei, doch dürfte diese Notiz ungenau sein. Ebenso schreibt er (a. a. O. p. 525) vom *Tetrabiblos*: „die zweite Übersetzung des Textes (nämlich ins Lateinische) besorgte ... AENIDIUS DE TREBALDIS auf Befehl ALFONS X. nach einer durch denselben Herrscher veranlaßten spanischen“. Mir kommen aber beide Angaben verdächtig vor, da in beiden Fällen die lateinische Übersetzung nach einer spanischen Version hergestellt wurde, welche letztere auf ALFONS Befehl ausgeführt worden war, so daß der Gedanke an eine Verwechslung nahe liegt.

suchen sein, warum ALFONS so wenig ein Vermittler zwischen der maurischen Wissenschaft und dem Abendlande geworden ist, zu welcher Stellung er doch gleichsam geschaffen erschien, und daß seine zahlreichen Werke nur einen recht bescheidenen Einfluß auf die Geistesentwicklung der folgenden Jahrhunderte gewonnen haben. Nur in vereinzelten Fällen wurden sie über die Grenzen ihres Heimatlandes hinaus bekannt und ruhen zum größten Teil noch heute unbenutzt im Staube der spanischen Bibliotheken, ohne auch nur eine einzige Druckauflage erlebt zu haben. Freilich mögen hierzu auch noch andere Einflüsse beigetragen haben. Die unaufhörlichen, jahrhundertelangen Kämpfe mit den Arabern verbrauchten die besten Kräfte des spanischen Volkes. ALFONS X. Liebe zur Wissenschaft war eine seltene Ausnahme in jenen kriegerischen Zeiten, und was er in der Kürze eines Menschenlebens geschaffen, mußte unter solchen Umständen im Drange der kriegerischen und politischen Ereignisse bald wieder vergessen werden. Auch die furchtbaren Krankheiten, deren verheerender Einfluß auf die gesamte Kultur des Mittelalters gar nicht groß genug geschätzt werden kann (wie J. J. v. LITTRON in seiner Übersetzung von WUEWELLS oben zitierter Arbeit und an anderen Orten mit Recht hervorgehoben hat), namentlich der 1347 erschienene schwarze Tod, der Süd-europa und überhaupt die ganze damals bekannte Welt entvölkerte, sind hier zu nennen. Soll doch durch diese verheerende Krankheit, welcher auch ALFONS XI. im Jahre 1350 zum Opfer fiel, die Bevölkerungsziffer Spaniens auf den dritten Teil reduziert worden sein!

2. Alfons Werke.

Von den zahlreichen Werken, die unter dem Namen ALFONS X. genannt zu werden pflegen, stammt nur ein geringer Bruchteil aus seiner eigenen Feder, obwohl er auch den übrigen nie ganz ferngestanden hat, wie die zahlreichen Vorworte beweisen, die er selbst ihnen beigelegt hat. Er scheint bei diesen Werken, die auf sein Geheiß angefertigt wurden, nur eine Art Zensur ausgeübt zu haben. Von ihm selbst stammen drei Gedichte („El libro de las querellas“, ferner „El libro de la vida y hechos de ALEXANDRO MAGNO“, und das Gedicht „De las lores y milagros de nuestra Señora“). Ferner kennt man außer einem philosophischen Werk („El libro del tesoro“) mehrere chemische oder alchemistische Schriften von ihm (z. B. „El candido“), auch werden eine Reihe von Geschichtswerken genannt, nämlich eine allgemeine Geschichte Spaniens („La historia general de España“), eine anscheinend davon verschiedene allgemeine Geschichte („Grande y general historia“), eine Geschichte der Kreuzzüge („La gran conquista de ultramar“)¹⁾, und eine Geschichte der Kirche

1) Wurde 1508 zu Salamanca (Huns Schoffer) gedruckt.

(„Historia sagrada“). Desgleichen hat er außer einem anderen juristischen Werke („El fuero Real“) auch eine nach ihren sieben Teilen benannte Gesetzsammlung („Las siete partidas“) hinterlassen, welche dann im Jahre 1501 auf dem Reichstage zu Toro als das allgemeine Landrecht in Spanien bestätigt wurde und einen großen Ruf genoß.¹⁾ Um auch der Theologie zu gedenken, wird berichtet, ALFONS habe das alte Testament in die kastilianische Sprache übersetzen lassen. Ferner ist ein Schiffahrtsbuch, und endlich ein prächtig illustriertes Spielbuch²⁾ erhalten.

Das regste Interesse brachte aber ALFONS unstraitig der Astronomie und wie es scheint auch der Astrologie entgegen. Sagt man doch, er habe in den Sternen seine Entthronung gelesen und sei dadurch hart und ungerecht geworden, was seinen Sturz beschleunigt habe. Auch ist bekannt, daß er angesichts der Komplikation der PROLEMÄischen Planetentheorie den Ausspruch tat, der ihm bei seiner Entthronung eine Anklage wegen Gotteslästerung zuzog: wenn er bei der Erschaffung der Welt zu Rate gezogen wäre, so würde manches besser angeordnet sein.

Über die astronomischen Gelehrten, welche am Hofe ALFONS tätig waren, ist ein Geschichtsschreiber des 14. Jahrhunderts, der Pater ROMANUS DE LA HIGUEIRA, an einer eigentümlichen Verwirrung schuld, welche man noch heutzutage in fast allen Geschichtswerken findet, obwohl STEIN-SCHNEIDER bereits im Jahre 1848 den Irrtum berichtigt hat. In seiner Geschichte von Toledo³⁾ berichtet der erstere nämlich von einem astronomischen Kongreß unter der Leitung ALFONS X., an dem etwa 50 arabische, jüdische und christliche Astronomen aus aller Herren Länder teilgenommen hätten, von denen er eine ganze Reihe bei Namen zu nennen weiß. Er will diese Angaben aus ALFONSinischen Handschriften entnommen haben, die er selbst eingesehen hat. Richtig wird aber diese Schilderung erst dann, wenn man alle arabischen Namen streicht. Selbst wenn man nämlich nicht wüßte, daß diese Araber fast alle jahrhundertlang vor ALFONS gelebt haben, so wäre es schon der politischen Lage nach so gut wie ausgeschlossen, daß am Hofe ALFONS X. arabische Gelehrte tätig gewesen

1) Gedruckt zum erstenmal 1576 zu Salamanca, zum letztenmal 1758 zu Valencia unter dem Titel: *Leyes de las partidas*. 1898 hat die Akademie zu Madrid eine Ausgabe der *Opusculos legales* veranstaltet.

2) Dies wenig bekannte Werk, das kulturhistorisch nicht ohne Interesse sein dürfte, ist betitelt: „Juegos diversos de axedrez, dados y tablas con sus explicaciones, ordenados por mandado del Rey d. ALONSO el Sabio“. Siehe JOSEPH ROMANUEZ DE CASTRO, *Biblioteca Española*, Madrid 1781, I p. 650.

3) P. GERONIMO ROMAN DE LA HIGUEIRA, *Historia Ecclesiastica de la imperial Ciudad de Toledo y su tierra* (Cap. XII des XXII. Buches), welche sich im Originalmanuskript (9 Bände in folio) in Madrid befindet.

seien. Die Sache hängt aber sehr einfach folgendermaßen zusammen: die astronomischen Werke des Königs ALFONS waren fast sämtlich Übersetzungen aus dem Arabischen, und daher sind in ihnen meist die Namen der älteren arabischen Autoren und die der jüdischen und christlichen Übersetzer genannt. Unserem Historiker ist hier nur das Versehen passiert, daß er auch die arabischen Namen unter die Zahl der ALFONSINISCHEN Gelehrten aufnahm. Nach diesem Stückchen dürfen wir uns freilich nicht wundern, daß man nun auch seiner übrigen sehr detaillierten Schilderung von der Tätigkeit dieses Kollegiums etwas skeptisch gegenübersteht. Die Sicherheit seiner Darstellung hat freilich die Historiker von nicht weniger als sechs Jahrhunderten geblendet, und STEINSCHEIDERS Klage, daß es noch immer nicht gelungen sei, diesen auch durch HUMHOLDT'S *Kosmos* sanktionierten Irrtum auszurotten, ist nur allzu berechtigt. Man findet den betreffenden Passus von HIGGERS bei vielen spanischen Autoren im Urtext zitiert. NICOLAUS ANTONIUS Hispanensis¹⁾ gibt außerdem auch eine lateinische Übersetzung. Bei WEIDLER, DELAMURE u. a. und sogar noch bei HORZEAU und LANCASTER²⁾ findet man wenigstens inhaltliche Auszüge.

Den wahren Sachverhalt hat aber, wie erwähnt, STEINSCHEIDER bereits 1848³⁾ aufgedeckt. Hiernach beschäftigte ALFONS eine Reihe jüdischer und christlicher Gelehrten, von denen den ersteren wohl im allgemeinen die eigentliche Übersetzung der arabischen Originale, den letzteren dagegen die sachgemäße Redaktion und Umarbeitung zufiel.

Über die astronomischen und astrologischen Werke, welche ALFONS auf diesem Wege aus dem Arabischen ins Spanische übersetzen ließ, herrschte bei den älteren Geschichtsschreibern infolge der Verstümmelung der arabischen Namen eine außerordentliche Konfusion, welche sich erst durch die Arbeiten neuerer Orientalisten gelichtet hat.

INN EL-HATHAM'S „Weltkonstruktion“ wurde auf ALFONS Befehl von dem jüdischen Arzt ABRAHAM DE BALMES ins Spanische übersetzt, woraus dann die handschriftlich erhaltene lateinische Übersetzung geflossen ist mit dem Titel: „Liber de mundo et coelo, de motibus planetarum etc. in partes duas distinctus, per ABRAH. Hebraeum iubente ALPHONSO Hispaniae rege de Arab. in Hispanum, postea ab anonymo quodam in Lat. versus, cum figuris, praevis capitulorum elencho et ALPHONSI epistola.“⁴⁾

1) *Bibliotheca Hispana vetus*; Romae 1696.

2) *Bibliographie générale de l'astronomie*, Bruxelles 1887, I, p. 248.

3) ALFONS X. astronomischer Kongreß und Isak von Saragossa; *Mag. f. d. Lit. des Ausl.* 1848, S. 226, 230.

4) SEYD, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber u. ihre Werke*. Leipzig 1900, p. 94; STEINSCHEIDER, *Notice sur un ouvrage astronomique inédit d'INN EL-HATHAM*; *Bullett. di bibliogr. d. sc. matem.* 14, 1881, p. 721.

Das astrologische *Quadripartitum* oder *Tetrabiblos* des PTOLEMÄUS, über dessen Echtheit man im Zweifel ist, wurde gleichfalls von einem unbekannten Übersetzer [ISAAK IBN SID?] auf Befehl ALFONS ins Spanische übertragen [dann aus dem Spanischen ins Lateinische von AEGIDIUS DE THEBALDIS].¹⁾

Die Nachricht, daß ISAAK IBN SID auf ALFONS Geheiß den *Almagest* des PTOLEMÄUS ins Spanische übersetzt haben soll,²⁾ geben wir mit allem Vorbehalt wieder, denn wir vermuten mit STEINSCHNEIDER,³⁾ daß hier eine Verwechslung mit dem oben erwähnten *Quadripartitum* vorliegt, um so mehr, als bei IBÁÑEZ auch der spanische *Almagest* sodann durch AEGIDIUS DE THEBALDIS ins Lateinische übersetzt sein soll⁴⁾.

Die sogen. *Canones* des ALBATEGNIUS oder AL-BATTANI wurden wahrscheinlich von ISAAK IBN SID [bei ANTONIUS RABÍ (Ibn) (= ISAK) DE TOLEDO] ins Spanische übersetzt.⁵⁾

Das astrologische Werk ABENRAGELS oder IBN ABI'L-RUDJALS wurde 1266 von dem jüdischen Arzt JEHUDA BEN MOSE KOHEN auf ALFONS Befehl ins Spanische übersetzt. Diese spanische Version wurde später wieder mehrmals ins Lateinische übertragen, in welcher Form dies Werk unter dem Titel: *Praeclarissimus liber completus in judiciis astrorum* etc. sehr bekannt wurde und mehrfach im Druck erschien.⁶⁾

Außer diesen Übersetzungen ließ ALFONS noch eine Reihe anderer anfertigen, welche über astronomische Instrumente handeln; die arabischen Originale sind mehrere Schriften von ZARKALI, ferner AL-SUFÍ, COSTA BEN LUCA, ALI BEN KHALAF, ABÜL-KASIM AS'BAG IBN AS-SAM'U und „IRAN“ (so bei ALFONS). Diese Übersetzungen ließ er im Jahre 1276 und 1277 zu einem zusammenhängenden und vollständigen Lehrbuch der astronomischen Instrumentenkunde unter dem Titel *Libros del saber de astronomia y de los instrumentos* zusammenstellen, zu welchem Ziele sie zum Teil umgearbeitet werden mußten.

Dieses Lehrbuch liegt uns in der fünfbandigen Prachtausgabe der Akademie zu Madrid unter dem Titel: *Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla, copilados, anotados y commentados*

1) STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 525; ANTONIUS, a. a. O.

2) IBÁÑEZ, a. a. O. Lib. VII, p. 458.

3) *Hebr. Übers.* p. 522 Anm. 158, wo übrigens merkwürdigerweise AEGIDIUS DE THEBALDIS als der spanische Übersetzer genannt wird.

4) Vgl. auch WÜSTENFELD, *Die Übersetzungen arabischer Werke ins Lateinische seit dem 11. Jahrhundert*, Göttingen 1877, p. 91.

5) ANTONIUS, a. a. O.; STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 549, Anm.

6) STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 579; BUTER, a. a. O. p. 100.

por Don MANUEL RICO y SIXEROS, Madrid 1863—1867¹⁾ vor. Da wir es im folgenden detailliert besprechen wollen, so können wir es an dieser Stelle übergehen.

ALFONS hat aber noch ein zweites, diesem ähnliches Sammelwerk zusammenstellen lassen, welches über Astrologie handelt. Der Titel dieses noch recht wenig untersuchten Werkes lautet zu deutsch: Das Buch von den Figuren und Sternbildern des Himmels und von den Einflüssen und Wirkungen, welche von ihnen auf die irdischen Körper hervorgehen, welches aus den Büchern der alten Philosophen zusammenstellen ließ der sehr hohe und verehrungswürdige Don ALFONSO, der Diener (wörtlich: Liebhaber) der Wissenschaften und der Weisheit, durch Gottes Gnade König von Castilien etc.; Sohn des sehr verehrungswürdigen Königs Don FERNANDO und der Königin Donna BEATRIX; und es wurde begonnen im Jahre 1276 und beendet im Jahre 1279, im 28. Jahre seiner Regierung.“)

Dieses Werk zerfällt in 11 Teile, deren jeder eine Übersetzung darstellt, und zwar von

1. ABOLAYS (ABU'L-AISC?), „De la propiedad de las piedras“. Dies Werk soll ursprünglich „ealdäisch“ geschrieben, dann von ABOLAYS ins Arabische übertragen sein. Diese arabische Version wurde von JEHUDA BEN MOSE KOHEN, einem der ALFONSinischen Gelehrten, ins Spanische übersetzt. Es handelt von 360 Gesteinen, welche nach Farbe, Häufigkeit, Fundort sowie Eigenschaften beschrieben werden, wobei letztere von dem ihnen zugeordneten Grad des Tierkreises sowie vom jeweiligen Stand der Sonne in demselben abgeleitet werden. Nach STEINSCHEIDER (*Hebr. Übers.* p. 980) ist dieses Werk gemeinsam mit drei anderen ähnlichen „Lapidarien“ von der Akademie zu Madrid herausgegeben worden (*Lapidario di Alessa*, 1881), wobei man aber den ganzen Prolog und Index des ALFONSinischen Sammelwerkes „de las formas et de las imagines“, der doch zu dem einzelnen Buch nicht gehört, versehentlich mit abgedruckt hat.

Vermutlich haben die folgenden Bücher in ähnlicher Weise wie das

1) Band V, welcher ganz bibliographischen Untersuchungen gewidmet ist, wird nur als erste Hälfte des fünften Bandes bezeichnet und ist 1867 erschienen. Von einer Ergänzung ist mir nichts bekannt (vgl. HOUZEAU und LAFESTER, *a. a. O.*, I, S. 514).

2) Libro de las formas et de las imagines que son en los cielos et de las virtudes et de las obras que salen de ellas en los cuerpos que son de yuso de cielo, que mando componer de los libros de los Philosophos antiguos al mucho alto et honrado Don ALFONSO amador de ciencias et de saberes por la gracia de Dios Rey de Castilla etc. hijo del muy honrado Rei Don FERNANDO et de la Reina Donna BEATRIX e se començo año de MCCLXXVI et se acabo año de MCCLXXIX. XXVIII año de su Reinado. — Ausführlichere Angaben über diesen Kodex findet man bei CANTO, *a. a. O.* I, p. 159.

vorangehende die Wirkung der Gestirne auf die irdische Welt beschrieben. Die Autoren sind: 2. TIMTIM (bei STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 856 auch TONTOM). 3. PITAGORAS. 4. YLUZ. 5. BELYENUS und YLUZ. 6. PLANIUS und BELYENUS und andere Gelehrte. Man sieht aus diesen Angaben, daß auch hier, wie in dem Werk über die astronomischen Instrumente, die Übersetzungen nicht wörtlich sein können, sondern offenbar frei behandelt und bisweilen ganz umgearbeitet sind. 7. UTARIT. 8. RAGIEL; vielleicht das schon erwähnte astrologische Werk ANENRAGEIS, welches 1256 von JEHUDA BEN MOSE KOHEN ins Spanische übersetzt wurde, oder wenigstens ein Teil davon. 9. YACOTH. 10. ALY. 11. Kein Verfasser genannt.

Dies Sammelwerk, welches ein Gegenstück zu den *Libros del saber de astronomia y de los instrumentos* darstellt, ist abgesehen vom 1. Teil bisher nur als spanische Handschrift bekannt.

Das bekannteste nicht nur der astronomischen, sondern überhaupt aller Werke ALFONS X, bilden aber die „tablas astronomicas“, welche in den folgenden Jahrhunderten in lateinischer Übersetzung oder Umarbeitung als „tabulae ALFONSINAE“ eine außerordentliche Verbreitung gefunden haben. Man findet überall die Angabe, daß diese Tafeln im Jahre 1252 von den ALFONSINISCHEN Astronomen unter der Leitung ISAAK IBN SID'S vollendet worden seien, und manche Autoren fügen sogar hinzu, sie seien ALFONS bei seiner Thronbesteigung am 1. Juni überreicht worden. Auch wird vielfach eines Berichts Erwähnung getan, nach welchem ALFONS vier Jahre darauf (1256) die Tafeln habe umrechnen lassen, indem er statt der bisher verwendeten Trepidationstheorie die einfache Präzessionstheorie des ALBATEGNIIUS einführte, nach welcher die Längen der Fixsterne gleichförmig um 1° in 66 Jahren wachsen. Diese Dinge werden Gegenstand der folgenden Untersuchungen sein. Zur Orientierung will ich vorweg nehmen, daß nach meiner Meinung die Tafeln erst etwa im Jahre 1270 gemeinsam von JEHUDA BEN MOSE und ISAAK IBN SID angefertigt wurden, nachdem diese eine Reihe von Jahren hindurch mit den Instrumenten, die ihnen ALFONS zu diesem Zweck unter erheblichem Kostenaufwande¹⁾ anfertigen ließ, Beobachtungen angestellt hatten. Diese Beobachtungen dienten dazu, um diejenigen Bewegungen in den älteren Tafeln, welche mit dem Himmel nicht mehr in Übereinstimmung waren, zu rektifizieren, während die übrigen Konstanten, bei denen man keine Abweichung bemerkte, von älteren Werken [vermutlich den Toledanischen Tafeln] übernommen wurden. Der Bericht von der 1256 erfolgten Umrechnung beruht, wie später gezeigt

1) ENASSUR REINHOLD schreibt in der Einleitung seiner Prutenischen Tafeln: „Hunc (ALFONSIUM) scribunt . . . in tabularum constructionem contulisse quadringenta millia aureorum“. Andere sind mit quadraginta zufrieden. — Es lohnt nicht, zu untersuchen, ob diese Nachricht zuverlässig ist.

werden soll, wahrscheinlich auf einer irrtümlichen Auslegung der Nachricht von der 1256 erfolgten Übersetzung des Fixsternverzeichnisses des Al-Sufi.

Das kastilianische Original dieser Alfonsinischen Tafeln ging in der Folgezeit verloren und dürfte während der ganzen Zeit, in welcher die Tafeln eine allgemeine praktische Verwendung fanden, vollkommen unbekannt gewesen sein. Ihre große Verbreitung gewannen sie erst in der lateinischen Bearbeitung des JOHANNES DE SAXONIA, der nach neueren Forschungen zu Beginn des 14. Jahrhunderts blühte. Was indessen zwischen jener ersten spanischen Redaktion und der lateinischen Ausgabe von JOHANNES DE SAXONIA mit den Tafeln geschehen ist, ist gegenwärtig noch in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt. Von dem spanischen Original besitzen wir nämlich seit der Herausgabe der *Libros del saber de astronomia* etc. von RICO wenigstens den Text, den RICO bei seinen umfangreichen bibliographischen Arbeiten in einem handschriftlichen Sammelband entdeckte, während allerdings die Tafeln selbst leider nach wie vor fehlen. Dieser Text genügt aber immerhin, um zu beweisen, daß das Original der Tafeln ganz anders gebaut war als diejenigen des JOHANNES DE SAXONIA, die uns ziemlich rein in den zahlreichen Druckauflagen des 15. und 16. Jahrhunderts vorliegen. Daher gewinnt nun die alte Überlieferung von einer Umrechnung der Tafeln eine ganz neue Gestalt.

Auch RICO ist dieser Widerspruch zwischen den lateinischen Tafeln und dem spanischen Original nicht verborgen geblieben, und er kommt durch seine Untersuchungen zu dem Schluß, daß eine Fälschung vorliegt. Leider scheint er aber in bezug auf das wahre Aussehen der originalen Tafeln einem Irrtum zum Opfer gefallen zu sein, denn er publiziert im Anschluß an den glücklich gefundenen originalen Text ein Tabellensystem als das Original der gesuchten Tafeln, welches nichts weiter ist als eine jener „immerwährenden Ephemeriden“, die auf der Tabulierung von Perioden beruhen, und eine zeitlang in der Astronomie des Mittelalters sehr gebräuchlich waren. Natürlich können diese Ephemeriden nichts mit den gesuchten Planetentafeln zu schaffen haben und passen überdies gar nicht zu dem originalen Text, welcher ganz andere Tafeln voraussetzt.

Diese Angaben mögen für eine vorläufige Orientierung genügen. In den folgenden Untersuchungen werde ich eingehendere Belege dafür bringen.

Ich möchte hier gleich noch auf eine andere Konfusion hinweisen, die aber glücklicherweise so grob ist, daß ihr wohl keine lange Lebensdauer beschieden sein wird. Weil nämlich RICO im IV. Bande der *Libros del saber* den wirklich originalen Text und die vermeintlich originalen Zahlentabellen der Alfonsinischen Tafeln gegeben hat, haben einige Autoren geglaubt, ALFONS habe ein einziges großes Werk über Astronomie hinterlassen, zu dem die zahlreichen Bücher über die Instrumente (eins von diesen

nahmen sie dabei fälschlich für eine Darlegung der Planetentheorie) und auch die Tafeln gehörten, während doch beides ganz getrennte Werke sind. So hält MÄDLER¹⁾ die *Libros del saber* für eine „neue und vollständige Ausgabe der ALFONSinischen Tafeln“. In NEWCOMBS populärer *Astronomie*²⁾ liest man: „ALFONS X läßt von zahlreichen Gelehrten eine Art neuen *Almagest*, die nach ihm genannten ALFONSinischen Tafeln konstruieren. Sie bilden einen Teil der . . . *Libros del saber de astronomia* etc., die das PROLEMÄische Werk in vielen Stücken verbessern und ergänzen“. Aus einer ähnlichen Unklarheit entsprang auch wohl die Bemerkung bei WOLF³⁾, die *Libros del saber* bildeten einen „fürmlichen Kodex des astronomischen Wissens im 13. Jahrhundert“, was schon deswegen nicht zutrifft, weil sie gar keine Planetentheorie enthalten, sondern nur über Instrumente handeln. Auch HERZ muß hier genannt werden, der den *Libros del saber* wohl nicht so viel Platz in seiner *Geschichte der Bahnbestimmung*⁴⁾ eingeräumt hätte, wenn er nicht die Beschreibung der Äquantorien für eine Darlegung der Planetentheorie gehalten hätte.

3. Das Lehrbuch von den astronomischen Instrumenten.

Das erwähnte ALFONSinische Sammelwerk über die astronomischen Instrumente hat niemals eine große Verbreitung erlangt. Bis zu seiner Herausgabe seitens der Akademie zu Madrid war es in der Geschichte der Astronomie zwar nicht gänzlich unbekannt, doch bestanden meist nur sehr unklare Vorstellungen über seine Existenz. NICOLAUS ANTONIUS (n. a. O.) teilt die Einleitung mit und konstatiert, daß dies Werk von den Tafeln verschieden sein müsse;⁵⁾ RICCIOLI⁶⁾ hat nur bei EUNATIO DANTE etwas über ein ALFONSinisches Werk von den Instrumenten gelesen, WEIDLER kennt es in seinem Hauptwerk, *Historia astronomiae*, gar nicht, und berichtet nur ganz kurz in seiner *Bibliographia astronomica*,⁷⁾ daß JOH. DE ROIAS und NICOLAUS ANTONIUS auf ALFONSinische Bücher über

1) *Geschichte der Himmelskunde* II, p. 351—360. Er nimmt dabei an, daß „die zahlreichen und meistens sehr ausführlich eingeteilten und bezifferten Kreise die Stelle der eigentlichen Tafeln vertreten“. Übrigens kennt er nur Bd. I—III, so daß es für ihn noch leichter war als für die anderen, diesem Mißverständnis zu entgehen.

2) Deutsche Ausgabe von R. ENGELMANN (Leipzig 1881), p. 609.

3) *Handbuch der Astronomie* I, p. 16.

4) Teil II, p. 31—54. Siehe hierüber auch weiter unten.

5) „Hucusque praefatio, ex qua liquido apparet diversum hoc esse opus a Tabulis.“

6) *Almagestum novum*, p. XXX.

7) Wittenbergae 1755, in den angefügten *Supplementa historiae astronomiae*, p. 14.

Instrumente Bezug nehmen. Bei BAILEY, DELAMURE und den meisten anderen sucht man überhaupt vergebens nach unserem Werk. Nur CASTRO hat 1781 in seiner *Biblioteca Española*,¹⁾ die von seinen Zeitgenossen nicht die gebührende Beachtung gefunden zu haben scheint, einen längeren Auszug gegeben. Erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ist dieser ALFONSSINISCHE Kodex durch eingehende Quellenforschungen in Spanien von neuem entdeckt und, wie schon erwähnt, in den Jahren 1863—67 nebst den bibliographischen Untersuchungen RICOS von der Akademie der Wissenschaften zu Madrid publiziert worden. Aber auch in denjenigen Geschichtswerken der Astronomie, die nach dieser Publikation erschienen, ist der Inhalt dieses Werkes nur in sehr unbefriedigender Weise vorarbeitet worden, und erst die Arbeiten neuerer Forscher haben hier einigermaßen Ordnung geschaffen.

Die Handschriften unseres Lehrbuches sind selten, und wenn wir RICO trauen dürfen,²⁾ so gibt es nur zwei einigermaßen vollständige, von denen die eine das bekannte Manuskript von Alcalá de Henares ist, das als Grundlage für die Reproduktion in der Akademienausgabe benutzt wurde, während das andere (in der Vaticanischen Bibliothek) eine italienische Übersetzung darstellt, welche von NANNUCCI beschrieben worden ist.³⁾ Außer diesen sind noch mehrere unvollständige spanische Handschriften sowie lateinische Übersetzungen einzelner Teile bekannt. Ohne hierauf näher einzugehen, verweisen wir hier auf die umfangreiche Aufzählung ALFONSSINISCHER Handschriften im V. Bande der *Libros del saber*⁴⁾ sowie auf STEINSCHNEIDER, *Études sur ZARCALLI*⁵⁾. Es sei noch erwähnt, daß die Kgl. Bibliothek zu Berlin in der Nr. Lat. qu. 23 ein lateinisches Manuskript besitzt, das eine (unvollständige?) Übersetzung des Lehrbuches zu sein scheint und wohl einer genaueren Untersuchung wert wäre.

Die Entstehung unseres Lehrbuches von den Instrumenten hat sich anscheinend folgendermaßen abgespielt. Unter den zahlreichen anderen arabischen Werken über Astronomie ließ ALFONSS auch einige Werke über

1) I, p. 117 ff.

2) *Libros del saber* V, p. 87.

3) *Intorno ad una traduzione italiana fatta nell'anno 1341 di una compilazione astronomica di Alfonso X re de Castiglia*, Giorn. arcadico (Roma) 42, 1864, p. 81—112; auch im Separatdruck.

4) Hier werden außer den Handschriften des Lehrbuches sowie der Tafeln auch noch allerhand andere genannt, denen RICO ALFONSSINISCHEN Ursprung zuschreibt, z. B. auch die der Toledanischen Tafeln, welche, wie wir jetzt wissen, von der älteren maurischen Schule in Toledo, namentlich Ius Sān (nicht mit Ius Sin zu verwechseln!) und ZARCALLI herrühren. Siehe STEINSCHNEIDER, *Études sur ZARCALLI* etc., Bull. di bibliogr. d. sc. matem. 14, 1881, p. 174, und SIESEN, a. a. O. p. 107.

5) Bull. di bibliogr. d. sc. matem. 17, 1884.

astronomische Instrumente ins Spanische übersetzen, so z. B. 1255 die Schrift von ZARKALÄ über seine „Azafehn“, 1256 AL-SUFÄ über die Fixsterne, und wahrscheinlich noch andere Werke über dasselbe Thema, 1260 KOSTA BEN LUKA über den Gebrauch des Globus. Später entstand dann der Plan, unter Benutzung dieser vorhandenen Übersetzungen und noch anderer, die erst auszuführen waren, ein Lehrbuch zusammenzustellen, in welchem alle gebräuchlichen astronomischen Instrumente beschrieben, abgebildet und ihr Gebrauch gelehrt wurde. Zu diesem Ziele mußten also die vorhandenen Übersetzungen umgearbeitet werden, — hienäher so, daß sie nun kaum noch als Übersetzungen betrachtet werden können —, eine Anzahl neuer Übersetzungen angefertigt werden, und außerdem noch einige Teile, für die man kein vorhandenes Werk benutzen konnte, von den ALFONSinischen Gelehrten selbst verfaßt werden.

Dieses Lehrbuch entstand in den Jahren 1276 und 1277 und bildet also nicht lediglich eine Reihe von zusammengehefteten Übersetzungen, sondern ein einheitliches Ganzes, an dem es uns manchmal schwer fallen würde, die arabischen Originale der einzelnen Teile festzustellen, wenn ALFONS diese nicht überall angegeben hätte. Das Zusammenschweißen der einzelnen Teile zu einem einheitlichen Ganzen ist zum größten Teil ALFONS eigene Arbeit, wie die zahlreichen von seiner Hand herrührenden Vorworte beweisen. Man wird gut tun, sich diese Verhältnisse vor Augen zu halten, um nicht in den Fehler zu verfallen, die Teile des Lehrbuches ohne weiteres durchweg als wörtliche Übersetzungen anzusehen. Andererseits ergibt sich hieraus, daß auch die ursprünglichen wörtlichen Übersetzungen wahrscheinlich noch gesondert als Manuskripte vorhanden sein dürften, wodurch vielleicht manche der „unvollständigen“ Manuskripte ihre einfache Erklärung finden.

Die Tendenz bei der Organisation dieses Lehrbuches ging offenbar dahin, ein allgemeinverständliches Werk zu schaffen. Mehrmals lesen wir in den Einleitungen zu den einzelnen Büchern, daß ALFONS den Auftrag gab, sie so ausführlich abzufassen, daß der Leser nur dies Buch und kein anderes außerdem mehr nötig habe, um das betreffende Instrument zu bauen und es zu gebrauchen. Da es vor ALFONS X. eine wissenschaftliche Literatur in kastilianischer Sprache kaum gab, so konnte er in der Tat nicht wohl bei seinem Leser die Kenntnis anderer Werke voraussetzen. Durch dies Prinzip der Allgemeinverständlichkeit findet der oft sehr umständliche Stil eine Erklärung. Das ganze Werk zerfällt in ebensoviel Teile, als es Instrumente zu beschreiben gab. Eine Ausnahme hiervon bildet nur der erste Teil, der über die Fixsterne handelt. Allein bei näherer Betrachtung zeigt sich, daß er nur die notwendige Ergänzung zu dem folgenden über Konstruktion und Gebrauch des Himmelsglobus bildet

und wohl lediglich wegen seines großen Umfanges als ein besonderes Buch vorausgenommen wurde.

Bevor wir zur Besprechung der einzelnen Teile übergehen, gehen wir noch eine Übersicht über den Gesamteinhalt:

1. 4 Bücher über die Sternbilder.
2. Das Buch vom Himmelsglobus.
3. Das Buch von den Armillen.
4. Das Buch vom sphärischen Astrolabium.
5. Das Buch vom ebenen Astrolabium.
6. Das Buch vom Ataqir.
7. Das Buch von der Universal-Lamina.
8. Das Buch von der Aqafehn.
9. 2 Bücher von den Laminas der 7 Planeten (Äquantorien).
10. Das Buch vom Quadranten.
11. 5 Bücher von den Uhren:
 - a) Sonnenuhr.
 - b) Wasseruhr.
 - c) Quecksilberuhr.
 - d) Kerzenuhr.
 - e) Studententempel.

Die vier Bücher über die Sternbilder.

Bei den älteren Geschichtsschreibern, wie IBÁÑEZ, CASTRO und anderen¹⁾ findet man die Nachricht, JEHUDA BEN MOSE habe auf Befehl ALFONS X. die astronomische Schrift AVICENNAS über die Fixsterne ins Spanische übersetzt. Andere Autoren, wie ANTONIUS und RICCIOLI, bezeichnen ALMOHAZEN als Verfasser dieser Schrift, und fügen hinzu, JEHUDA habe seine Übersetzung 1256 dem Könige vorgelegt, wodurch sich dieser zu der Präzessions-theorie des ALMATENNIUS bekehrt habe. Daran knüpft sich dann der weitere Bericht über die Umrechnung der ALFONSINISCHEN Tafeln, von der wir weiter unten sprechen werden. Man war lange im Zweifel, wer eigentlich der arabische Autor dieses Werkes sei, bis wiederum STEINSCHNEIDER²⁾ den wahren Sachverhalt aufgedeckt hat. Nach ihm ist der wahre Verfasser AL-SÜFI, dessen vollständiger Name nach SUTER³⁾ 'ANN-ERRAHMÂN b. 'OMAR, ABÜ'L-HOSEIN, EL-SÜFI lautet (er lebte 909—986). ALMOHAZEN ist also korumpiert aus ABÜ'L-HOSEIN, während die Angabe AVICENNA falsch ist. STEINSCHNEIDER erkannte auch sogleich, daß diese

1) Z. B. auch BISSAUX, *Histoire des Juifs* (Rotterdam 1707) VII, p. 1770.

2) *Hebr. Übers.* p. 616; *Die Mathematik bei den Juden*, Biblioth. Mathem. 1896, p. 119.

3) *a. a. O.*, p. 62 und 63.

in allen früheren Überlieferungen als gesondertes Werk angeführte Übersetzung mit dem ersten Teil unseres Lehrbuches über die Instrumente identisch sei, bei dem nicht angegeben ist, von welchem arabischen Original es übersetzt wurde, so daß hiermit auch diese Streitfrage in der befriedigendsten Weise ihre Lösung gefunden hat. Man hat sich seitdem gewöhnt, diese ALFONSINISCHEN „vier Bücher über die Fixsterne“ kurzerhand als eine spanische Übersetzung des Werkes von AL-SUFI zu betrachten, doch ist meines Erachtens diese Anschauungsweise nicht ganz einwandfrei. AL-SUFI'S Werk liegt uns ja in wortgetreuer französischer Übersetzung von SCHJELLERUP seit 1874 vor,¹⁾ und wenn man diese mit unserer ALFONSINISCHEN Schrift vergleicht, so finden sich doch sehr erhebliche Abweichungen. Ich stelle mir die Entstehung der ALFONSINISCHEN Übersetzung folgendermaßen vor. Im Jahre 1256 übersetzte der mehrfach genannte JEHUDA BEN MOSE KOHEN gemeinsam mit einem christlichen Gelehrten, der bei ALFONS GUILLEN ARREMON DASPA genannt wird, verschiedene Werke über die Fixsterne ins Spanische, darunter sicher dasjenige AL-SUFI'S, vielleicht aber auch PROLEMÄUS und andere. Daß es sich jedenfalls um mehrere Werke handelt, scheint mir aus den Worten der Einleitung hervorzugehen, nach denen die in Frage stehenden vier Bücher von den genannten Gelehrten „aus dem Caldäischen und Arabischen“ ins Spanische übersetzt wurden. Daß eins von diesen PROLEMÄUS war, vermute ich wegen der überaus häufigen Anführung seines Namens. Sicher ist ferner, daß ALFONS durch die Polemik des AL-SUFI gegen PROLEMÄUS und die Begründung seines Kataloges auf denjenigen des MENECLAUS unter Ausschaltung des PROLEMÄISCHEN, wobei die von AL-BATTANI eingeführte Präzession von 1° in 66 Jahren benutzt wird,²⁾ zu eben diesem Prinzip bekehrt wurde und seinen Katalog ebenfalls auf MENECLAUS bzw. AL-SUFI gründete, wie sofort gezeigt werden wird. Diese wortgetreuen Übersetzungen wurden nun im Jahre 1276 in freier Weise verarbeitet, und zwar unter reger persönlicher Beteiligung ALFONS selbst. Wir lesen darüber: „Und später brachte sie in Ordnung und ließ sie zusammenstellen der genannte König, und entfernte diejenigen Dinge, die er als überflüssig und doppelt erkannte, und die nicht in gutem Kastilianisch waren, und setzte diejenigen hinzu, die er als Vervollständigung betrachtete. Und in bezug auf die Sprache ordnete er sie selber allein. . .“. Weiter heißt es, zur Unterstützung in den anderen Wissenschaften habe er dabei die beiden Christen JOAN de Mesina und JOAN de Cremona, und die beiden Juden

1) *Description des étoiles fixes composée au milieu du dixième siècle de notre ère par l'astronome persan ABD-AL-RAHMAN AL-SUFI. Traduction littérale etc. par H. C. F. C. SCHJELLERUP* (St. Pétersbourg 1874).

2) Bei SCHJELLERUP, a. a. O. p. 42 und 43.

JENNIA und SAMUEL gehabt. Daß hier eine freie Umarbeitung vorliegt, dürfte schon daraus hervorgehen, daß ALFONS keinen bestimmten Autornamen nennt, was er gewiß getan haben würde, wenn das Werk in seinen Augen noch eine Übersetzung gewesen wäre. Der Wortlaut ist denn auch in der Tat zum aller größten Teil ein ganz anderer als bei AL-SUFİ, und nur bei den sachlichen Aufzählungen der Sterne und ihrer Namen schwimmt noch das Original hindurch. Man sucht z. B. auch vergebens nach der oben zitierten Auseinandersetzung AL-SUFİs über die Ableitung seines Katalogs aus dem des MENELAUS. Dagegen ist es freilich aus sachlichen Gründen um so sicherer, daß AL-SUFİs Werk in der Tat die hauptsächlichste Grundlage dieser freien Bearbeitung gebildet hat. Rechnet man nämlich AL-SUFİs Katalog unter Benutzung seiner Präzessionskonstante von 1° in 66 Jahren auf das Jahr 1256 um, so erhält man genau die ALFONSinischen Positionen, während dies vom Katalog des PTOLÉMÄUS aus nicht gelingt. Wenn trotzdem über jeder Figurentafel die konstante Differenz $17^\circ 8'$ gegen PTOLÉMÄUS angegeben ist, so ist dies offenbar (ebenso wie bei AL-SUFİ) nur wegen der größeren Berühmtheit des PTOLÉMÄischen Katalogs geschehen, während dieser in Wahrheit eliminiert ist.¹⁾

Die eigentümliche Anordnung des Materials, bei welcher die Längen und Breiten der Sterne nicht im Text gegeben sind, sondern in strahlenförmiger Anordnung das Bild der zugehörigen Konstellation umgeben, dürfte ALFONS Werk sein. Bei AL-SUFİ findet sich nichts derartiges. Auch sind die Sternbilder selbst nicht wie bei AL-SUFİ und in unseren heutigen Sternkarten dem unmittelbaren Anblick entsprechend, sondern als Spiegelbild desselben dargestellt, also in der Weise, wie sie auf einem Himmelsglobus gezeichnet zu werden pflegen, wodurch sich der Zusammenhang dieses Buches mit dem folgenden über den Himmelsglobus deutlich zu erkennen gibt. Übrigens liest man auch über jeder Figurentafel: „Und dies ist die Figur, wie sie auf dem Himmelsglobus erscheint, der auf arabisch *alcora* heißt“.

Die Angaben dieser Figurentafel findet man in den lateinischen *Tabulae Alfonsinae* als Fixsternkatalog wieder. In einigen derselben ist sogar noch der Wortlaut erhalten, welcher also hier bei AL-SUFİ, dem ALFONSinischen Lehrbuch und den gedruckten Tafeln abgesehen von der Längenreduktion noch vollkommen parallel geht. Bei ALFONS wird z. B. der Sirius folgendermaßen beschrieben: „Der, welcher im Maule ist. Und

1) Über den Sternkatalog des MENELAUS und sein Verhältnis zu dem PTOLÉMÄischen siehe A. A. Björnho, *Hat MENELAUS aus Alexandria einen Fixsternkatalog verfaßt?* Biblioth. Mathem. 23, 1901, p. 196. Vgl. auch F. Boll., *Die Sternkataloge des Hipparch und des Ptolemäus*, ibidem 23, 1901, p. 185.

Bibliotheca Mathematica. III. Folge. VI.

er ist sehr hell, und heißt »Axara Alemanin«, nach anderen »Alnahor«. Länge $4^{\circ}48'$ cancris, Breite $39^{\circ}10'$, und ist 1. Größe. Und seine Natur ist vom Jupiter und ein wenig vom Mars, und ist heiß und weniger feucht“. Die Ausgabe Venedig 1518 der Tafeln gibt: „Quae est in ore: et est in ultimitate luminis: et dicitur canis: et est aschere alimeni alnahor. Longit: $1^{\circ}34^{\circ}48'$, latit: $39^{\circ}10'$ merid., magnit: 1“, und unter der Rubrik „naturae“ ist $\frac{1}{2}$ angegeben. Endlich gehen wir die entsprechende Stelle aus SCHJELLERUPS Übersetzung des AL-SUFİ: „L'étoile qui est sur la bouche, très brillante, nommée la Chien, ou al-schira al-jamanija ou al-abôr. Longit.: $9^{\circ}0^{\circ}22'$, Lat: $39^{\circ}10'$, Grand. 1.“

Es sei noch erwähnt, daß ALFONS auch die Längen und Breiten von 14 Sternen, welche auf sein Geheiß im Jahre 1260 in Toledo durch Beobachtung ermittelt wurden, in dies Buch über die Fixsterne mit aufgenommen hat. Sie werden im IV. Kapitel des letzten Buches mitgeteilt. In diesem letzten Buch befindet sich nur eine einzige Abbildung, welche in etwas schematischer Darstellung das PROLEMÄISCHE ANSTALBIUM mit den 44 darin markierten Sternen darstellt, die auf diese Weise als Fundamentalsterne dienen.

Einen strittigen Punkt bildete schon im Mittelalter die Epoche dieses ALFONSINISCHEN KATALOGS. Nach unserer Darlegung ist sie offenbar 1256, also das Jahr, in dem AL-SUFİS Werk von JEHUDA übersetzt wurde. Diese Annahme würde auch, obwohl wir bei ALFONS selbst keine Angabe darüber finden, ganz einwandfrei erscheinen, wenn nicht die gedruckten *Tabulae ALFONSINAE*, die doch dieselben Längen geben, völlig einmütig als Epoche das Krönungsdatum ALFONS X., den 1. Juni 1252 angäben, zu welchem Zeitpunkt die Tafeln auch vollendet sein sollen. Daß letzteres offenbar unrichtig ist, soll weiter unten gezeigt werden. Mir scheint aber auch, daß die Epoche gleichfalls unrichtig angenommen ist. Diesen Fehler erkannte auch bereits im 16. Jahrhundert RITZ in seinem Werk *De motu octavae sphere*,¹⁾ wo er im Kapitel 46 schreibt:²⁾ „Revocata priore sententia, ALBATEGNI sententiam complexus est (ALFONSUS), et stellas fixas, quae hodie in ALPHONSI tabulis locis suis descriptae videntur, secundum hanc eandem sententiam locavit, scripsitque stellas continuato cursu semper ad ortum ferri; tempus autem radicum earundem stellarum est anni 1256, non 1252 sicut notant, qui priores ALPHONSI Canones novis stellarum radicibus immiscuere“. So weit ich gesehen habe, hat aber diese Be-

1) Der genaue Titel ist nach BJÖRNBO, a. a. O. p. 197 Anm.: *Aræstini Riti de motu octavae sphere: opus mathematica atque philosophia plenum* ... BJÖRNBO schließt, daß es 1517 verfaßt wurde. Die meisten Quellen geben: Paris 1521 (vgl. ENSTRÖM, Biblioth. Mathem. 3, 1902, p. 328).

2) Zitiert nach RICCIOLI, *Almagestum novum*, p. 444.

richtigung von RITRUS nur die eine Wirkung gehabt, daß PASCAL HAMEL in seinen beiden Pariser Ausgaben der Tafeln vom Jahre 1545 und 1553 vor dem Fixsternkatalog schreibt: „Loca quae ab ALFONSO in his tabulis posita sunt, radice habent ab anno 1256 teste AUGUSTINO RICCIO“, während er weiter keinerlei Rücksicht darauf nimmt. Übrigens waren dies die letzten Druckausgaben der Tafeln, und während der längsten Dauer der praktischen Wirksamkeit derselben hat also der 1. Juni 1252 — fälschlich — als die Epoche der Sternkataloge gegolten. Wir werden später noch einmal auf diese Dinge zurückkommen müssen.

Das Buch vom Himmelsglobus.

Diesen 2. Teil des Lehrbuches findet man am Schluß des 1. Bandes der *Libros del saber* etc. Im wesentlichen ist er die Übersetzung der Schrift des KOSTA BEN LUKA (bei ALFONS „COZTA“) über den Gebrauch des Himmelsglobus.¹⁾ Die wörtliche Übersetzung wurde am Donnerstag den 6. Februar 1259 gemeinsam von JEHUDA BEN MOSE und JOHANN N'ASRA fertiggestellt. Erst 18 Jahre darauf, im Jahre 1277, wurde es in der vorliegenden Form umgearbeitet und dem Sammelwerk einverleibt.

Die ersten vier Kapitel, welche von der Herstellung des Globus handeln, stammen nicht von dem arabischen Original, sondern sind von den ALFONSinischen Gelehrten verfaßt, während das arabische Original gleich mit der Beschreibung des fertigen Instrumenta beginnt. Obwohl die Herstellung des Globus mit einer peinlichen Sorgfalt geschildert wird, und das Kapitel 3 z. B. genau darüber Auskunft gibt, welche Farben man am besten für den Himmelsgrund und für die Sterne zu wählen, und welche Form man diesen selbst zu geben hat usw., so findet man nirgends die Zahlenangaben der Sternpositionen, welche doch zum Einzeichnen nötig sind, wodurch sich der Zusammenhang dieses Buches mit dem vorausgegangenen deutlich zu erkennen gibt. Es folgt dann eine eingehende Anleitung zum Gebrauch und eine umfangreiche Sammlung von Aufgaben aus der mathematischen Geographie, welche mit Hilfe des Globus durch Einstellen gelöst werden. Man findet Aufgaben über die Drehungserscheinungen des Himmels in den verschiedenen Breiten, über Tageslänge, Polartag und Polarnacht und dergl. Das letzte Kapitel ist ein Zusatz, welcher auf ALFONS Geheiß von „Xosse“ verfaßt worden ist, und enthält einige technische Ergänzungen, welche anscheinend den Globus für astrologische Einstellungen brauchbar machen sollen. Hierzu gehören auch einige Figuren, die einzigen in diesem Buche.

1) Siehe STEINSHNIDEN, *Hebr. Übers.* p. 552.

Das Buch von den Armillen.

Das Vorwort dieses Buches rührt von ALFONS selbst her. Der erste Teil, welcher über die Herstellung des schon von PTOLEMÄUS verwendeten Instruments handelt, stellt offenbar die Übersetzung einer Schrift von ZAKKALI dar, denn es beginnt mit der üblichen Formel: Es spricht der Gelehrte ARUÇACH AZARQUEL. Damit stimmt die Angabe überein, welche ALFONS im Vorwort macht, daß er nämlich über den Gebrauch dieses Instruments kein Buch vorgefunden habe, das er hätte übersetzen lassen können, und daß er darum einem gewissen RAMUÇACH den Auftrag gegeben habe, das Werk zu vervollständigen, und zwar in leichtfaßlicher Weise, so daß jeder nach dieser Anleitung das Instrument benutzen könne. Dieser RAMUÇACH oder ISAK ist niemand anders als ISAAK IHN SIN, der Hauptverfasser der ALFONSINISCHEN Tafeln, wie wiederum STEINSCHNEIDER mit gewohntem Takt erkannt hat.¹⁾

Die Armillen bestehen aus einer Anzahl größter Kugelschalen, die konzentrisch zusammengefügt sind. Zuerst wird die Herstellung der einzelnen Kreise beschrieben und durch Abbildungen veranschaulicht. Dann folgt ein Kapitel über die Montierung des Instruments, zu welchem eine prächtig kolorierte Tafel gehört, die das ganze Instrument auf einem kleinen Steinpfeiler aufgestellt zeigt.

Der Gebrauch des Instruments ist ein sehr mannigfaltiger, weshalb es auch gelegentlich als „instrumento universalmente“ bezeichnet wird. Alle drei Systeme, Äquatorial-, Ekliptikal-, Horizontal-system sind in ihm enthalten, und es sind direkte Ablesungen in ihnen möglich. Auch lassen sich außer direkten Augenbeobachtungen auch Schattenbeobachtungen ausführen, und endlich dient das Instrument auch als Rechenmaschine, um zahlreiche astronomische Aufgaben auf mechanischem Wege zu lösen. Es wird eine sehr umfangreiche Sammlung solcher Aufgaben gegeben, welche z. T. von ABEN MOHAD, PTOLEMÄUS, AL-BATTANI und HERMES herrühren. Auch kommen einige Hilfstabellen vor, welche in römischen Ziffern gegeben sind. — Da auch in dem später zu besprechenden originalen Text der Planetentafeln nur römische Ziffern vorkommen, so wird hierdurch der Gedanke nahe gelegt, es könnten auch die gegenwärtig unbekannten originalen Planetentafeln selbst römische Ziffern aufweisen.

Das Buch vom sphärischen Astrolabium („astrolabio redondo“).

Auch bei diesem Buche rührt das Vorwort von ALFONS selber her. Er sagt darin wieder, weil er kein Buch gefunden habe, welches über die

1) *Die Mathematik bei den Juden*; Biblioth. Mathem. 1896, p. 113.

Herstellung dieses Instruments handelte, habe Iñn Sin (wir behalten im folgenden gleich diese Schreibweise bei) den Auftrag gegeben, ein solches zu verfassen, und zwar, was immer betont wird, in allgemein faßlicher Form.

Das hier beschriebene Instrument besitzt keine feste Aufstellung, sondern wird beim Gebrauch aufgehängt oder in der Hand gehalten. Es besteht aus einer mit Gradteilungen versehenen Kugel, der „espera“, welche sich innerhalb einer durchbrochenen Kugelschale, dem „red“ (eigentlich Netz) dreht. Letzteres besteht aus verschiedenen miteinander starr verbundenen Kreisteilungen, die aber nicht nur größte Kreise darstellen. Auch eine Reihe von Fundamentalsternen finden sich in diesem „red“ markiert. Der zweite Teil des Werkes, welcher wieder von der Anwendung des Instruments handelt, stellt auch hier eine große Sammlung von Aufgaben dar. Das Instrument dient in erster Linie zur Beobachtung, und zwar sowohl zur direkten Augenbeobachtung als zu Schattenbeobachtungen, es gestattet aber auch eine Verwendung als Rechenmaschine für gewisse Aufgaben, z. B. kann man sofort durch Einstellen der Alhidada auf den Jahrestag den Längengrad der Sonne ablesen u. dergl. Einige der aufgeführten Aufgaben rühren von PTOLEMÄUS, „VELES“, HERMES und ZARKALI her.

Das Buch vom ebenen Astrolabium („Astrolabio plano“).

Bei diesem Buche wird wieder der Verfasser noch eine Jahreszahl genannt. Vermutlich rührt es ebenso wie das vorangehende von Iñn Sin her. Das hier beschriebene Instrument ist das gebräuchlichere ebene Astrolabium, welches schon PTOLEMÄUS verwendete. Im Vorworte heißt es: „... das Astrolabium, welches ursprünglich sphärisch war wie die Himmelskugel. Und weil PTOLEMÄUS sah, daß dies Instrument (das sphärische Astrolabium) wegen seiner Größe sehr schwer von einem Ort zum anderen zu transportieren war, und daß es auch schwer herzustellen war, so verwandelte er es aus dem sphärischen in ein ebenes ...“. Der Unterschied gegen das vorige Instrument besteht darin, daß man alles auf eine Ebene projiziert hat. Auf diese Weise erhält man eine durchbrochene Scheibe („red“) mit verschiedenen Kreisteilungen und den markierten Fundamentalsternen, und darunter drehbar eine andere Scheibe („lamina“), welche hier die Kugel des vorigen Instruments vertritt. Obendrein hat man auch noch die Rückseite der Scheibe zur Verwendung herangezogen. Wie bei dem vorigen Buch sind viele Figuren gegeben, in welchen man das Instrument nach und nach vor sich entstehen sieht. Die Anwendung ist im großen und ganzen dieselbe wie bei dem sphärischen Astrolabium, und es wird wieder eine ähnliche Aufgabensammlung gegeben wie früher. Das letzte Kapitel handelt von einer Prüfung des Instruments. Auch in diesem Buche kommt eine Zahlentafel mit römischen Ziffern vor.

Das Buch vom Ataqr. ¹⁾

Dies nur kurze Buch bildet den Schluß des zweiten Bandes der *Libros del saber*. Das Vorwort rührt von ALFONS selbst her, von welchem wir erfahren, daß INN SID dies Buch auf sein Geheiß verfaßt hat. Das hier beschriebene Instrument, welches auch als „astrumento del leuuantamiento“ (ascensiones?) bezeichnet wird, ist ähnlich dem vorigen eine scheibenförmige, mit Alhidade versehene Vorrichtung. Nach dem Vorwort zu urteilen, scheint es lediglich zu astrologischem Gebrauch bestimmt zu sein, denn ALFONS sagt dort: „Weil wir sehen und hören, daß man die gewaltigen Ursachen des Geschehens dieser Welt sowie die Dauer des menschlichen Lebens und die Dinge, welche sich ereignen von Bösem und von Gutem, nur erforschen kann durch die Kenntnis des leuuantamiento, welches ataqr genannt wird; und weil es, so man dies durch Rechnung wissen will, sehr schwierig zu bewerkstelligen ist, und es deswegen oft unterbleibt, während doch das Unterbleiben einen großen Verlust in dieser Wissenschaft verursacht, — deswegen gaben wir den Auftrag . . .“. Es scheint also, als sei das Instrument bestimmt gewesen, gewisse astrologische Rechnungen, welche man sich wegen ihrer Umständlichkeit gern sparte, durch mechanische Einstellungen auszuführen. Das Werk ist wie die bisherigen in zwei Teile geteilt. Der erste, mit Figuren versehen, handelt von der Herstellung, der zweite, hier sehr kurz, vom Gebrauch.

Das Buch von der Universal-Lamina („Lamina universal“).

Auch dies Werk ist im wesentlichen die Übersetzung einer arabischen Schrift. Der Autor derselben, bei ALFONS „Alyn Sohn des Halaq“, = 'Alī b. CHALAF, ist nach SUTER²⁾ vielleicht mit 'Alī b. CHALAF b. GĀLIL EL-ANṢĀRĪ, ABŪ'L-ḤASSAN, identisch. Das hier beschriebene Instrument ist eine Abart des ebenen Astrolabiums. Die Benennung „Universal-Lamina“ bezieht sich offenbar nicht auf das ganze Instrument, sondern nur auf die drehbare Scheibe (lamina), die den inneren Teil des Astrolabiums bildet. Diese Scheibe ist hier mit einer Projektion versehen, welche das Instrument für alle geographischen Breiten verwendbar macht.

Auch hier rührt das kurze Vorwort von ALFONS selbst her. Er sagt darin: „Und nun wollen wir davon handeln, wie die lamina universal herzustellen ist, welche in Toledo gebaut wurde, wovon dann die Aqafsha des ZARKALI abgeleitet wurde. Und der Gelehrte, welcher die genannte Lamina herstellte, schrieb kein Buch über ihre Herstellung, wie weiter

1) Ataqr = Tsajir. Vgl. STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 277.

2) A. s. O. p. 214. Siehe auch STEINSCHNEIDER, *Études sur ZARKALI*; *Bullett. di bibliogr. d. sc. matem.* 18, 1885, p. 355.

unten aus dem Buche zu ersehen ist, welches er über den Gebrauch schrieb...". Deshalb habe er IUN SID den Auftrag gegeben, den ersten Teil über die Herstellung „recht vollständig mit allen Beweisen und Figuren“ abzufassen. Die ersten zwölf Kapitel rühren also von IUN SID her. Der zweite Teil dagegen beginnt mit den Worten: „Es spricht ALYN, der Sohn des HALAF“ und stellt also die Übersetzung des arabischen Originals dar. Der Verfasser bezeichnet sich unzweideutig selber als Erfinder der Universal-Lamina. In seinem Werke folgt nämlich auf eine überschwengliche Lobpreisung Gottes eine Auseinandersetzung, in welcher er von dem PROLEMÄischen Problem, die Oberfläche einer Kugel auf einer Ebene darzustellen („cuemo se deue allanar la espera“) und seiner Verwirklichung im ebenen Astrolabium ausgeht. Er führt aus, daß letzteres die große Unbequemlichkeit besitze, daß man für jede geographische Breite eine besondere Lamina nötig habe. Deshalb habe er eine Lamina mit einer anderen Projektion ersonnen, welche für alle Breiten gelte, und habe dies Instrument „ell orizon uniuersal“ genannt, auch habe er dies Buch darüber geschrieben. Er will ferner das Instrument dem Könige „Meymun“ (EL MAMUN) gewidmet haben. Nach SUTER¹⁾ ist dies der Kalife QASIM u. HAMMÜD, genannt EL-MÄMÜN, von Cordova, der um das Jahr 1019 oder 1020 regierte. RICO will die ganze Schrift ZARKALI zuteilen, worauf wir indessen nicht näher eingehen können. Zur Vervollständigung ließ ALFONS von IUN SID einen ersten Teil, mit Figuren versehen, vorausschicken, welcher über die Herstellung des Instruments handelt.

Den Hauptteil des Werkes bildet auch hier eine umfangreiche Aufgabensammlung aus allen Gebieten der praktischen Astronomie. Die Aufgaben sind in sehr äußerlicher Weise nach dem Objekt, mit dem sie sich befassen, in fünf Teile unterschieden, deren erster über die Zusammensetzung und Handhabung des Instruments handelt, während der zweite Aufgaben aus der astronomischen Geographie ohne direkten Bezug auf einen Himmelskörper, der dritte Aufgaben über die Sonne, der vierte solche über die Fixsterne und der fünfte desgleichen über den Mond gibt. Bei einigen dieser Aufgaben wird auf ältere Autoren zurückgegriffen, namentlich PROLEMÄUS, AL-BATTANI, HERMES.

Das Buch von der Aqafeha.

Das Buch ist eine Übersetzung der bekannten Schrift von ZARKALI über die von ihm erfundene Saḥba oder Aqafeha, ein dem vorigen ähnliches Astrolabium. Der vorausgeschickte Teil über die Herstellung des Instruments rührt aber offenbar von den ALFONSinischen Gelehrten her, da erst der zweite Teil mit dem stereotypen Satz beginnt: Es spricht der oben genannte Gelehrte ZARKALI. Aus der Einleitung des Buches ist zu ersehen, daß

¹⁾ A. u. O. p. 214.

ZARKALI sein Instrument zuerst dem Könige EL-MAMÜN (1038—75) widmete. Später siedelte er nach Sevilla über, wo er eine andere, vollkommene Saphira konstruierte, die er nun dem König von Sevilla MUHAMMED BEN 'ANBÄD (1069—91) widmete.¹⁾ Weiter erfahren wir, daß ALFONS bereits in seinem vierten Regierungsjahre, also 1255 oder 1256, dies Buch aus dem Arabischen durch FERNANDO von Toledo ins Spanische übertragen ließ, daß er aber 1277 die Übersetzung nochmals vollständiger und besser durch „BERNALDO“ und „ABRAHEM“ ausführen ließ. Der letztere ist offenbar identisch mit dem früher erwähnten ABRAHAM DE BALMES, der IHN HEPTIAMS Weltkonstruktion für ALFONS ins Spanische übertrug.

Wir wollen auf dieses Werk, das schon wiederholt Gegenstand genauerer Untersuchungen gewesen ist,²⁾ hier nicht näher eingehen.

Zwei Bücher von den Laminas der sieben Planeten (Äquantorien).

Diese im dritten Bande der spanischen Publikation enthaltenen Bücher sind von manchen Autoren nicht richtig ausgelegt worden, weswegen es wohl nicht unnütz ist, auf ihren Inhalt etwas näher als bei den übrigen einzugehen. Das erste ist eine Übersetzung des arabischen Buches, welches ABÜL-KASIM AS'UDÄD IBN AS-SAM'Ü († 1035), der bei ALFONS ABULCAZIM ABNAQAUM genannt wird,³⁾ verfaßt hatte, und das wahrscheinlich über ZARKALI auf ALFONS gekommen ist. Das zweite ist ebenfalls eine Übersetzung eines arabischen Werkes, und zwar von ZARKALI, welches nach RICO etwa 1081 zu Sevilla verfaßt wurde.

Der Gegenstand, welchen diese beiden Bücher behandeln, wird in der Einleitung deutlich bezeichnet: „ . . . und nun wollen wir von den Laminas der sieben Planeten handeln, welche gemacht sind, um den Ort eines Planeten zu einer beliebigen Stunde und an einem beliebigen Tage mit Sicherheit zu erfahren, ohne Tafeln und ohne irgend welche Rechnung, sondern auf sehr einfache Weise; und es ist dies eine der Subtilitäten (sotilezas), welche in dieser Wissenschaft erfunden worden sind“. Die Laminas sind also Apparate, welche es gestatten, den Ort eines Planeten zu einer beliebigen Zeit auf graphisch-mechanischem Wege, „ohne Tafeln und Rechnung“ zu finden. Diese Instrumente, welche in der Geschichte der Astronomie wohl nicht ganz mit Unrecht nur recht kurz erwähnt zu werden pflegen,⁴⁾ waren später, namentlich im 16. Jahrhundert unter dem

1) Siehe SUTER, a. a. O. p. 215.

2) So namentlich in STEINACHNER, *Études sur Zarkali, astronome arabe du XI^e siècle, et ses ouvrages*; *Bullett. di bibliogr. d. sc. matem.* 14 (1881), p. 171; 16 (1883), p. 493; 17 (1884), p. 765; 18 (1885), p. 348; 20 (1887), p. 1, 575.

3) Vgl. STEINACHNER, *Études sur Zarkali*, a. a. O. 18, 1885, p. 348. sowie SUTER, a. a. O. p. 85 und 215.

4) Bekannt ist KEPLERS abfälliges Urteil über sie: *industria miserabilis*.

Namen *aequatium* (*aequare* = Ungleichung anbringen), auch wohl *planisphaerium* bekannt, und besaßen eine größere Verbreitung, als man nach der Kürze ihrer Besprechung in den neueren Geschichtswerken meinen sollte.¹⁾ Es ist hieraus aber ersichtlich, daß man von diesen Büchern nicht ohne weiteres in dem Sinne sprechen kann, als sei hier eine Planetentheorie gegeben. Denn wenn sich auch der Mechanismus dieser Laminas an die Theorie anlehnt, so treten, wie gezeigt werden wird, doch auch Abweichungen auf, und namentlich sind auch die Zahlenwerte, da sie für den Zeichner gegeben sind, meist nur abgerundete Näherungswerte. Die Breite bleibt natürlich ganz unberücksichtigt. Die Laminas stellen eine ebene Kreisscheibe dar, welche als die Ekliptikalebene oder auch als die Bahnebene zu betrachten ist, wozwischen kein Unterschied gemacht wird. Der Mittelpunkt stellt die Erde dar, und der äußere Rand, der eine Ekliptikaleitung trägt, den Kreis der Ekliptik in der Fixsternephäre. Auf der Scheibe wird nun der Deferent (Layador) des betreffenden Planeten in seiner exzentrischen Lage zur Erde eingezeichnet. Auf diesen Deferenten wird der Mittelpunkt der kleinen, gesondert ausgeschnittenen Epizykelscheibe aufgesetzt, dessen Peripherie von dem Planeten beschrieben wird, während sich der Mittelpunkt auf der Peripherie des Deferenten herum bewegt. Die sogenannte Zweiteilung der Exzentrizität, vermöge welcher

1) So gab nach WEIDLER CAMILLO LEONARDI 1496 ein *Liber desideratus canonum aequatorii coelestium motuum, sine calculo* heraus. Ich hatte ein anderes Werk über denselben Gegenstand in Händen, welches SCHÖNER 1524 zu Nürnberg unter dem Titel herausgegeben hat: *Aequatorii astronomici omnium ferme Uranicorum theorematum explanatorium canones*. Auch hier müssen, wie bei den arabischen Laminas, die mittleren Bewegungen im Deferent und Epizykel einer Hilfstafel entnommen werden. Diese Größen werden eingestellt, worauf ein im Mittelpunkt der Scheibe befestigter Faden über den Ort des Planeten im Epizykel gespannt wird und an der äußeren Ekliptikaleitung den wahren Ort abzulesen gestattet. Am Schluß des Werkes befinden sich fünf kolorierte Figuren, das Äquatorium des Mondes, der Sonne, Venus und Merkurs und nochmals des Mondes darstellend. — Dies scheint indessen nur das vorbereitende Werk zu dem vollständigeren und umfangreicheren *Aequatorium astronomicum* gewesen zu sein, welches SCHÖNER 1534 zu Nürnberg herausgab. — Über denselben Gegenstand haben noch zahlreiche andere Autoren geschrieben. Wir erwähnen FRANCISCUS SANZONIUS (1535), ferner namentlich das bekannte Werk des PETRUS APIANUS: *Astronomicum Chysaerum* (Ingolstadt 1540) (hier lautet der terminus technicus „planetolubium“), welches eingehend in KÄSTNER *Geschichte d. Mathematik* II, p. 548—564 besprochen ist. Auch SEBASTIAN MÜNSTER (um 1530) scheint hierher zu gehören. Ferner hat ORONTIUS FINEUS ein derartiges, von seinem Vater FRANCISCUS gebautes Instrument in einem 1548 zu Paris erschienenen Werke beschrieben, welches den Titel führt: *In proprium planetarum aequatorium, omnium antehac excogitarum et intellectu et usu facillimum, canones, ab ipso auctore recens aucti et emendati*. Vergleiche auch das „planisphaerium“ des JOHANN DE ROTAS. RICCIOLI gibt in seinem *Almagestum novum* p. 505 einen kurzen Überblick über die Literatur dieses Gegenstandes.

sich die Bewegung im Deferenten nicht gleichförmig vollzieht, sondern dergestalt, daß sie sich von einem neuen, aber auch auf der Apsidenlinie gelegenen Punkte (*centrum aequans*) aus als gleichförmige Winkelbewegung darstellt, wird auf höchst einfache Weise dadurch berücksichtigt, daß die Teilung des Deferenten nicht zentrisch ausgeführt wird, sondern so, daß die Verbindungstrahlen der Teilstriche mit dem „*centrum aequans*“ untereinander gleiche Winkel einschließen. Auf diese Weise wird die genannte Korrektur von der Figur selbst angebracht, und man braucht sich gar nicht weiter um sie zu kümmern. Kennt man also die Einstellungswinkel im Deferent und Epizykel, so ist damit der Ort des Planeten auf der *Lamina* festgelegt, und man braucht nur noch einen um den Mittelpunkt der Scheibe drehbaren Alhidadenarm so zu legen, daß seine Kante durch diesen Ort des Planeten geht, um sofort an der äußeren Ekliptiktheilung die wahre Länge ablesen zu können. Wie ersichtlich, müssen die Winkel im Deferenten und Epizykel zur Einstellung gegeben sein, allein dies sind die gleichförmigen mittleren Bewegungen, die man ohne Mühe einer kleinen auf die *Lamina* selbst geschriebenen Hilfstafel entnehmen kann.

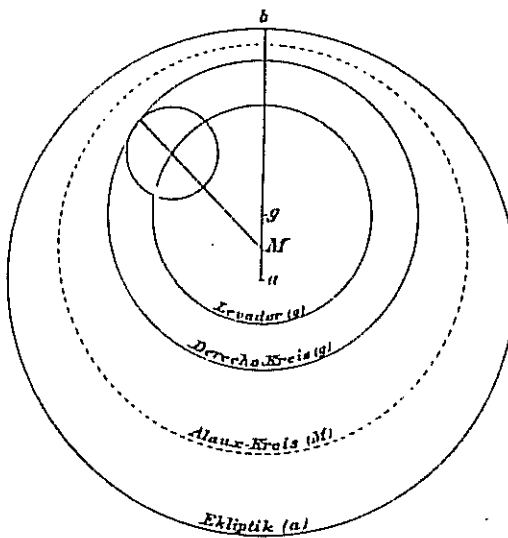


Fig. 1.

Soweit das Prinzip.

Im einzelnen treten sowohl zwischen den verschiedenen Planeten als auch zwischen den beiden genannten Büchern manche Unterschiede auf, von denen wir hier, um die Darstellung nicht allzu weit auszudehnen, nur die hauptsächlichsten erwähnen können.

Bei *ION SAM'U* ist für jeden Planeten eine besondere *Lamina* nötig, doch werden alle nach gemeinsamem Maßstabe entworfen, was den Vorteil gewährt, daß man für alle nur eine einzige Epizykelscheibe

braucht. Die weitere Darstellung ist aus Figur 1 ersichtlich: *ab* ist der Radius der Scheibe und zugleich die Apsidenlinie, auf der alle Zentren liegen. *a* ist die Erde, *b* der Punkt der Ekliptik, auf welchen das Apogäum (*aux*) des Planeten fällt. Dann zeichnet man die Exzentrizität *ag* und schlägt um *g* den Levandorkreis. Der Anfangspunkt der Zählung im Levandor ist natürlich

durch die Apsidenlinie gegeben. Schwieriger ist der frei aufgesetzte Epizykel zu orientieren. Um dies zu ermöglichen, hat INN SAM'N einen zum Levador konzentrischen Kreis gezeichnet, der von diesem überall um den Epizykelradius entfernt ist, so daß er den aufgesetzten Epizykel in allen Lagen desselben berührt. Dieser Kreis, welcher als „en derecho“ des Levador bezeichnet wird, ist eine Erfindung des genannten maurischen Astronomen. Nun müssen noch Levador- und Derechokreis mit Teilungen versehen werden, und zwar wie erwähnt, zentrisch vom „punctum aequans“ M aus, so daß die abgeteilten Bogenstücke ungleich groß werden. Zu diesem Zweck schlägt man um M einen möglichst großen Hilfskreis, hier Alauxkreis genannt (Alaux = aux), welcher in 360 gleiche Teile geteilt wird und durch dessen Radien Levador- und Derechokreis eingeschnitten werden. Dieser Alauxkreis mit dem „centrum aequans“ M als Mittelpunkt dient also gleichsam als Teilmaschine für die beiden anderen Kreise, die ihm etwas exzentrisch aufgesetzt sind. Da hiermit sein Zweck erfüllt ist, so wird er nach erfolgter Teilung wieder entfernt, so daß auf der fertigen Lamina, wie sie in dem spanischen Werke abgebildet ist, nur Levador- und Derechokreis zu sehen sind. Merkwürdigerweise liegt aber Punkt M nicht jenseits von g , so daß $ag = gM$, wie es die PROLEMÄISCHE Theorie verlangt, sondern er halbiert ag , so daß $aM = Mg$. Diese Abweichung, welche bereits HEUZ a. a. O. mit Recht hervorgehoben hat, ist sehr merkwürdig, denn einerseits ist ein Fehler durch Abschreiben und Übersetzen nicht wahrscheinlich, da sich dieselbe Darstellung der Reihe nach bei allen Planeten findet, und andererseits sieht man nicht ein, welche Gründe den Verfasser zu dieser Abweichung von der Theorie nötigten. Es liegt daher die schon von HEUZ geäußerte Vermutung nahe, daß wir es hier mit einem Mißverständnisse der PROLEMÄISCHEN Lehre von der Zweiteilung der Exzentrizität zu tun haben.

Sind Levador- und Derechokreis in der angegebenen Weise mit Teilungen versehen, so findet die Orientierung des aufgesetzten Epizykels einfach in der Weise statt, daß der Nullpunkt seiner Teilung auf denselben Grad des tangierenden Derechokreises eingestellt wird, auf den im Levador der Mittelpunkt des Epizykels gesetzt ist. Dadurch wird die Bedingung der Theorie erfüllt, daß der Nullpunkt des Epizykels stets vom „centrum aequans“, nicht von der Erde aus, hinter seinem Mittelpunkt liegt, d. i. im mittleren Epizykelapogäum und nicht im wahren.

Auf die bei INN SAM'N sehr abgerundeten Zahlenwerte können wir hier nicht näher eingehen, desgleichen auch nicht auf die Vereinfachungen und Komplikationen, welche bei der Sonne, bezw. beim Monde und Merkur auftreten.

An Präzision der Darstellung und Einheitlichkeit der Behandlung ist

das zweite, von ZARKALI verfaßte Buch weit überlegen, bei welchem man in der Tat nichts fortlassen kann, ohne daß eine wesentliche Lücke entstünde. Während bei seinem Vorgänger für jeden Planeten eine eigene Lamina nötig war, besteht das Instrument von ZARKALI nur aus einer einzigen Lamina mit zwei Seiten, welche auf der Vorderseite die Kreise der Planeten Venus, Mars, Jupiter und Saturn, und auf der Rückseite diejenigen der Sonne, des Mondes und Merkurs trägt, wozu dann noch eine für alle Planeten gemeinsame aufsetzbare Epizykelscheibe kommt. Die auf der Vorderseite vereinigten vier Planeten sind ganz gleichartig behandelt, während auf der Rückseite die drei vom Schema abweichenden vereinigt sind. Die beiden Figuren p. 281 und 282 des III. Bandes der *Libros del saber* zeigen Vorder- und Rückseite dieser Lamina, letztere mit der oft zitierten Merkursellipse, und auf p. 283 ist die Epizykelscheibe, allerdings in vergrößertem Maßstabe, abgebildet. ZARKALI'S Darstellung weicht in mehreren Punkten von seinem Vorgänger ab. Zunächst sind seine Zahlenangaben weit genauer, ja von einer für den Zeichner meist illusorischen Genauigkeit, und ZARKALI sagt ausdrücklich, er überlasse es dem Zeichner, sie abzurunden. Daher wird man, wenn überhaupt, bei diesem Buche eher berechtigt sein als bei dem vorangegangenen, auf die Planetentheorie des Verfassers zu schließen. Das Mißverständnis seines Vorgängers in bezug auf die Zweiteilung der Exzentrizität ist in ZARKALI'S Werk entfernt, und seine Darstellung stimmt mit der PROLEMÄischen Theorie überein. Den Derechokreis ION SAM'N'S übernimmt auch er, nennt ihn aber — was zu beachten ist — Alauxkreis, während er für den Hilfskreis, der bei jenem Alauxkreis hieß, den Namen Ygunador (Äquant) einführt. Auch bei ZARKALI wird dieser Ygunador nach der mit seiner Hilfe erfolgten Teilung der anderen Kreise entfernt, so daß für jeden Planeten zwei Kreise, der Alauxkreis und der Levador, die zueinander konzentrisch sind, stehen bleiben. Die Differenz ihrer Radien ist überall konstant, nämlich gleich dem Radius der gemeinsamen Epizykelscheibe, auf welcher alle Epizykel konzentrisch gezeichnet sind.

Die Vorderseite der ZARKALI'schen Lamina, die auf p. 281 der spanischen Publikation abgebildet ist, zeigt daher, wenn man von der äußersten Ekliptikaleilung absieht, von außen nach innen gezählt folgende acht geteilte Kreise: Alauxkreis $\mathfrak{h}$, Alaux $\mathfrak{A}$, Alaux $\mathfrak{C}$, Alaux $\mathfrak{Q}$, Levador $\mathfrak{h}$, Levador $\mathfrak{A}$, Levador $\mathfrak{C}$, Levador $\mathfrak{Q}$.

Die auf der folgenden Seite abgebildete Rückseite der Lamina gibt, wie erwähnt, die abweichend konstruierten Kreise der Sonne, des Mondes und Merkurs. Am wenigsten Umstände macht naturgemäß die Sonne, bei welcher der Epizykel ganz fortfällt, so daß auch der Alauxkreis unnötig wird. Die Mondkreise konstruiert ZARKALI anders als sein Vorgänger.

Trotzdem bildet offenbar auch bei ihm die Darstellung derselben wegen der komplizierten Handhabung des Apparates einen wunden Punkt. Dagegen ist es ihm für die gleichfalls schwierige Merkursbewegung gelungen, eine Darstellung zu finden, die eine sehr einfache Handhabung des Apparates zuläßt und doch die Komplikation der PROLEMÄischen Theorie getreu wiedergibt. Es ist dies die von vielen Autoren nicht richtig interpretierte Ellipse, welche sich auf der Rückseite der ZANKALischen Lamina befindet. Die ganze Figur zeigt, wenn man wieder von der äußersten Ekliptiktheilung absteht, von außen nach innen gezählt folgende Kreise: Kreis der Sonne, Alauxkreis des Merkur, Alaux Mond, Levador Mond (ohne Zählung), und Levador des Merkur (die Ellipse). Der kleine Kreis in der Mitte endlich ist eine Hilfskonstruktion für die Merkurskurven. Die Konstruktion der letzteren gründet sich auf die PROLEMÄische Theorie der Merkursbewegung, nach welcher der Mittelpunkt des Deferentenzentrums, während dieser beschrieben wird, seinerseits wieder auf einem kleinen Kreise rotiert. Die hieraus resultierende Kurve, welche der Epizykelmittelpunkt zu beschreiben hat, besitzt jene ellipsenähnliche Gestalt. Die Konstruktion dieser Kurve ist in dem unmittelbar vorangehenden Kapitel mit einer geradezu peinlichen Sorgfalt dargestellt. Es sei in Figur 2 a die Erde und zugleich der Mittelpunkt der ganzen Scheibe. ag ist die Exzentrizität, wobei g aber nur den mittleren Ort des Deferentenzentrums darstellt. Der wahre Ort wandert auf dem kleinen Kreise mit dem Radius gM herum, welcher »el cerco levador del centro del levador de mercurio« heißt. Punkt M selbst, welcher ag halbiert, ist das Zentrum der gleichförmigen Winkelbewegung im Levador und daher der Mittelpunkt des mit beliebigem Radius geschlagenen Yguador. Nun wird sowohl der Yguador als der kleine Kreis jeder für sich zentrisch geteilt, doch so, daß die Teilung des letzteren entgegen der Zählung der Längen fortschreitet, während die des ersteren im Sinne der wachsenden Längen erfolgt. Nun erhält man ein Punk-

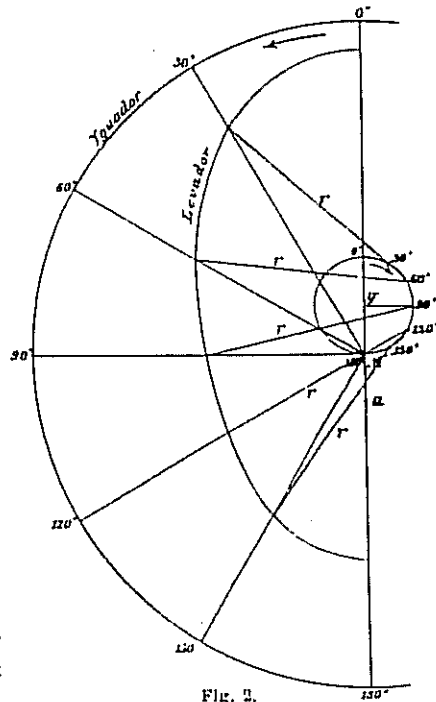


Fig. 2.

Die Erde und zugleich der Mittelpunkt der ganzen Scheibe. ag ist die Exzentrizität, wobei g aber nur den mittleren Ort des Deferentenzentrums darstellt. Der wahre Ort wandert auf dem kleinen Kreise mit dem Radius gM herum, welcher »el cerco levador del centro del levador de mercurio« heißt. Punkt M selbst, welcher ag halbiert, ist das Zentrum der gleichförmigen Winkelbewegung im Levador und daher der Mittelpunkt des mit beliebigem Radius geschlagenen Yguador. Nun wird sowohl der Yguador als der kleine Kreis jeder für sich zentrisch geteilt, doch so, daß die Teilung des letzteren entgegen der Zählung der Längen fortschreitet, während die des ersteren im Sinne der wachsenden Längen erfolgt. Nun erhält man ein Punk-

skelett der zu zeichnenden Levadorkurve, wenn man eine konstante Strecke r — eben den Radius des Levadorkreises — in den Zirkel nimmt, seinen einen Schenkel sukzessive auf die Teilpunkte des kleinen Kreises einsetzt und mit dem freien Schenkel die Schnittpunkte mit den gleichnamigen Radien des Ygundor markiert. Die Kurve wird sodann ausgezogen, indem man je drei der erhaltenen Punkte durch einen Kreisbogen verbindet. Wie ersichtlich, stellen die konstruierten Punkte zugleich die Gradteilungen dieser Kurve dar, und man sieht, wenn sich ein Punkt in dieser Kurve so bewegt, daß er in gleichen Zeiten stets gleich viel dieser ungleichen Grade zurücklegt, so erscheint seine Bewegung vom „centrum apocum“ *M* aus als gleichförmige Winkelbewegung. Die erhaltene Kurve ist keine Ellipse, und wird auch nur als „ovalada y proximate elliptica“ bezeichnet. Sie besitzt nur eine Symmetriachse, nämlich die Apsidentlinie. Diese Art, den Merkursdeferenten als ovale Kurve darzustellen, war auch im späteren Mittelalter keineswegs unbekannt. Genau dieselbe Konstruktion findet man in der von REINHOLD mit Figuren und Scholien versehenen Planetentheorie PEURBACHS (1542) sowie in den „Questiones“ über dieselbe von URSTISIUS (WURSTEISEN, 1568), auch findet sie sich im *Almagestum novum* des RICCIOLI p. 564 reproduziert, wo es dazu heißt: „die folgende Figur bringen die Kommentatoren der PEURBACHschen Planetentheorie REINHOLDUS p. 121, OSVALDUS p. 211, URSTISIUS p. 327, sowie MAGINUS in seinen Theoricis p. 51 etc.“. Man sieht, daß diese Darstellung durchaus geläufig und allgemein bekannt war. Sogar für den Monddeferenten war eine ähnliche Kurve im Gebrauch, welche sich ebenfalls in der REINHOLDSchen Bearbeitung von PEURBACHS Planetentheorie findet und auch von RICCIOLI reproduziert worden ist. DELAMBRE schreibt über die Ausgabe 1558 der ersteren: „In dem Kapitel über den Mond bemerkt man namentlich die Figur, wo er die ovale oder linsenförmige Kurve, die aus der PROLEMÄischen Theorie resultiert, ausgezogen hat.“¹⁾ Wie ersichtlich, ist also diese Darstellungsart im 16. Jahrhundert sehr geläufig gewesen, ohne daß es jemandem eingefallen wäre, sie als eine Neuerung oder auch nur Abweichung von der PROLEMÄischen Theorie zu betrachten. Infolgedessen ist die weitschweifige Erörterung RICCIOS nicht recht verständlich, in welcher dieser die Vermutung äußert, KEPLER könne durch diese Merkurskurve des maurischen Astronomen auf die elliptische Bewegung der Planeten gekommen sein. KEPLER hat ohne Zweifel die PEURBACHsche Planetentheorie sehr gut gekannt, und so konnte er diese Anregung aus einer viel näher liegenden Quelle schöpfen, wenn sie überhaupt eine Einwirkung auf ihn gehabt hat. Es scheint aber, als habe RICCI die völlige

1) In der mir vorliegenden Ausgabe von 1542 ist diese Kurve für den Mond nicht enthalten, sondern nur die für Merkur.

Übereinstimmung dieser Konstruktion mit der PROLEMÄischen Theorie nicht klar durchschaut und daher das Verdienst ZARKALIS etwas zu hoch angeschlagen. Er steht jedoch in dieser unrichtigen Auffassung so wenig allein, daß es mir vielmehr trotz eifriger Bemühungen nicht gelungen ist, eine Darstellung zu finden, in welcher diese Kurve richtig interpretiert wäre. LEVENHUK schließt sich in seiner Besprechung der *Libros del saber*¹⁾ sehr eng an den spanischen Herausgeber an, wodurch er wie dieser zu einer sicherlich etwas zu hoch gegriffenen Schätzung dieser Konstruktion gelangt: „ZARKALI sagt, daß diese Kurve, die wegen der Menge der sie zusammensetzenden Linien sehr schwierig herzustellen sei, die genaueste sei, um die Stellung des Merkur bei seinen unregelmäßigen Bewegungen durch die Himmelsräume zu erhalten. Diese Idee, obwohl sehr klar formuliert und graphisch erläutert, ist vom 11. bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts, zu welcher Epoche KEPLER seine Gesetze und seine Rudolfinischen Tafeln publizierte, für die Wissenschaft unfruchtbar geblieben“. Als Mißverständnis aber muß man die Darstellung bezeichnen, welche man bei deutschen Autoren findet. So liest man in WOLFFS *Geschichte der Astronomie* (München 1877): „Merkwürdig ist . . ., daß, während im allgemeinen ganz in PROLEMÄischem Sinne nur Kreise zur Verwendung kommen, auf p. 282 eine elliptische Merkursbahn erscheint, deren Axen 82 und 67 mm halten, und wenn es auch etwas gewagt erscheint in dieser Ellipse, deren Mittelpunkt das Zeichen der Sonne (☉) zeigt, einen Vorläufer der KEPLERschen Ellipsen sehen zu wollen, so dokumentiert sie dagegen, wie MÄDLER richtig hervorhebt, daß man schon früh die Unmöglichkeit eingesehen hat, mit dem exzentrischen Kreise in allen Fällen auszureichen“. Das »Sonnenzeichen« ist der oben erwähnte »cerclo levador del centro del levador de mercurio«, auf welchem nach der PROLEMÄischen Theorie der Mittelpunkt des Deferenten herumwandert! Das gleiche Mißverständnis findet man in MÄDLERS *Geschichte der Himmelskunde*: „Unter den Darstellungen ist besonders die p. 282 gegebene merkwürdig. Während nämlich alle übrigen nur Kreise geben, seien sie nun konzentrisch oder exzentrisch, ist hier die Bahn des Merkur durch eine Ellipse ausgedrückt, deren kleine Achse sich zur großen beiläufig wie 9 zu 11 verhält. Aber das Sonnenzeichen (☉) findet sich nicht im Brennpunkt, sondern im Mittelpunkt der Kurve“. Fast noch verfehlter ist die Darstellung in der *Geschichte der Bahnbestimmung* von HERZ. Obwohl sich doch etwa die Hälfte der ganzen Schrift ZARKALIS mit dieser Figurentafel beschäftigt, und speziell das letzte Kapitel vor den beiden Figurentafeln die Konstruktion der ovalen Merkurskurven enthält, und die letzten Worte dieses Kapitels lauten: „Und dies sind die Abbildungen der Lamina von beiden Seiten (de ambas las faces)“, worauf die beiden

1) *Comptes rendus de l'acad. d. sc. [de Paris]* 50, 1864, p. 765 folg.

Figurentafeln (Vorder- und Rückseite der ZARKALISCHEN Lamina) ohne Zwischentext folgen, — trotzdem lesen wir bei HENZ: „Endlich ist noch zu erwähnen, daß sich p. 282 eine Zeichnung für die Merkursbahn findet, welche hier elliptisch dargestellt ist, bei welcher aber die Sonne (1) sich im Mittelpunkte befindet. Eine Erklärung findet sich zu dieser Tafel nicht (1), und dürfte dieselbe viel eher als eine spätere Einschiebung der mißverstandenen KEPLER'SCHEN Theorie anzusehen sein, denn als ein Beweis für die Kenntnis oder die Hypothese einer elliptischen Merkursbahn zu ALFONS X. Zeiten“.¹⁾

1) Wir können nicht umhin, an dieser Stelle auf einige andere Vorsehen hinzuweisen, durch welche die Darstellung bei Henz leider entstellt wird. Wir wollen nur einiges herausgreifen. Daß die „Laminas de los VII planetas“ die oben beschriebenen Äquatorien darstellen, dürfte Henz kaum durchschaut haben, denn nach ihm sind es „die Bücher, die von den Planetenbewegungen handeln“, und er beginnt die Darlegung ihres Inhalts mit den Worten: „In der Theorie der Planetenbewegung...“. Sonst hätte er die spanische Publikation in seinem Werke auch wohl kaum erwähnt, da sie ja doch ausschließlich von Instrumenten handelt. — Des weiteren hat er übersehen, daß die beiden genannten Bücher von verschiedenen Autoren herrühren, so daß ihm die Verschiedenheit der Zahlenwerte, der Bezeichnungen und der ganzen Behandlung unverständlich bleibt. In ZARKALI'S Buch kommt er durch die dort gegebenen Zahlenwerte auf das Jahr 1080 und bemerkt dazu: „Die letztere Epoche würde der Jahreszahl 1080 entsprechen, welche mit der ALFONSO'SCHEN Ära in keinem Zusammenhange steht, und deren Bedeutung an dieser Stelle überhaupt nicht ersichtlich ist“. Dabei beginnt aber das Buch mit den Worten: „Es spricht der Gelehrte ANTONIO AZARQUEL (ZARKALI)“, und Rico verrät uns außerdem in seinen bibliographischen Notizen, daß dies Buch um 1081 in Sevilla von ZARKALI verfaßt wurde. — Als besonders charakteristisch führen wir noch ein anderes Beispiel an. Bei der für die Armillen gegebenen Aufgabensammlung findet sich auch ein Kapitel, in welchem gezeigt wird, wie man aus der gegebenen Parallaxe in Höhe mit Hilfe der Armillen als Rechenmaschine diejenige in Länge und Breite erhält; die Schlussworte lauten: „Und dies ist die Tafel, um die Parallaxe (diversidad del entendimiento, in der späteren Latinität: diversitas aspectus) zu wissen, so wie wir es dir in diesem Kapitel 40 gezeigt haben,“ worauf eine Tabelle der Parallaxe in Höhe für Sonne und Mond folgt. Henz druckt den Kopf dieser Tafel ab und bemerkt dazu: „Aus dem bloßen Ausblick der Tafel ist weder die Bedeutung der in derselben enthaltenen Zahlen, noch auch der Gebrauch der Tafel zu ersehen, und da zu derselben keinerlei Anleitung gegeben ist (1) und dieselbe von den eigentlichen ALFONSO'SCHEN Tafeln wesentlich verschieden ist, so ist deren Bedeutung nicht leicht zu entziffern“. — Wie Henz die Rückseite der ZARKALISCHEN Lamina mißverstanden hatte, so ist ihm leider auch der Sinn der unmittelbar vorausgehenden Abbildung, welche die Vorderseite darstellt, entgangen. Wir lesen bei ihm: „p. 281 findet sich eine Zeichnung, in welcher sich die einzelnen Planetenbahnen derart berühren, daß die größte Entfernung eines Planeten von der Erde gleich ist der kleinsten des nächstfolgenden“, weswegen Henz vorschlägt, hieraus die theoretische Annahme über die Entfernung der Planeten durch Rechnung zu ermitteln. Wer sich aber die genannte Figur ansieht, wird sich sofort überzeugen, daß es nur zwei Kreise sind, bei denen sich die Kreislinien wirklich berühren, während jeder andere Kreis nur die ziemlich willkürlich angesetzte Rückseite

Es bleibt noch zu erwähnen, daß die andere zum Merkur gehörige Kurve, nämlich die zur Orientierung des Epizykels dienende Alauxkurve, welche in der Figur in den *Libros del saber* jenseits der beiden Mondkreise liegt, in der Weise konstruiert wird, daß auf den vorhandenen Radien des Ygnador nach außen hin überall der konstante Radius der gemeinsamen Epizykelscheibe abgetragen wird. Die erhaltenen Punkte werden wieder durch Kreisbögen zu je drei miteinander verbunden und stellen auch hier gleich die Gradteilung dar. In derselben Weise wie früher wird dann der Epizykel so orientiert, daß sein Nullpunkt auf demselben Grad in der ihn berührenden Alauxkurve eingestellt wird, auf welchen im Levador sein Mittelpunkt gesetzt ist. Wie ersichtlich, muß die Alauxkurve des Merkur ebenfalls eine, wenn auch schwächere seitliche Abplattung zeigen, was anscheinend bei der Reproduktion der Figur in den *Libros del saber* verloren gegangen ist, denn dort ist diese Kurve offenbar ein Kreis.

Das Buch vom Quadranten.

Es bildet den Schluß des dritten Bandes der *Libros del saber*. Auch hier hat Alfons selbst das Vorwort geschrieben, worin er sagt, weil über den ersten Teil, die Herstellung, zu seiner Zeit kein brauchbares Buch existierte, habe er seinen Gelehrten JON SIO im Jahre 1277 dies Buch schreiben lassen. Der zweite Teil, die Aufgabensammlung, scheint demnach irgend welchen älteren Schriften entnommen zu sein. Der erste Teil ist wieder wie üblich mit einer Reihe sehr sorgfältiger Abbildungen versehen, welche das Instrument in allen Stadien der Herstellung zeigen. Der Quadrant ist ein Handinstrument, und stellt einen mit einem Lot versehenen Kreisquadranten dar, bei dem die Diopter fest an dem einen der beiden begrenzenden Radien angebracht sind. Das Instrument dient vorzugsweise zu Höhenmessungen. Man visiert durch die Diopter nach dem Gegenstande und liest die Lage des Lotfadens an der Kreisteilung ab. Bei der Sonne lassen sich mit Vorteil auch Schattenbeobachtungen an-

des Kreises, die Teilung tragenden Streifens seines Nachbarn berührt, eine Anordnung, die natürlich nur aus ökonomischen Rücksichten auf dem Instrument eingeführt ist, und nichts mit der Theorie zu schaffen hat. Auch ist an einem solchen Berührungspunkt keineswegs die kleinste und größte Entfernung erreicht, was man auf den ersten Blick erkennen kann, da die Berührungstellen nicht alle auf einem Durchmesser liegen. Endlich scheint Herz ganz übersehen zu haben, daß die Figur acht Kreise enthält, während es doch nur sieben Planeten gibt. Wie wir schon oben ausführten, gehören diese acht Kreise überhaupt nur zu den vier Planeten Venus, Mars, Jupiter, Saturn, indem jedem von ihnen zwei zueinander konzentrische Kreise zukommen. — Es wird niemandem, der sich die Mühe nimmt, schwer fallen, noch eine ganze Reihe ähnlicher Irrtümer auf den wenigen Seiten, die Herz den *Libros del saber* widmet, aufzufinden. Wir müssen uns hier mit dem Hinweis darauf begnügen.

stellen. Die Anwendung des Instruments wird in 19 kurzen Kapiteln auseinandergesetzt.

Die fünf Bücher über die Uhren.

Mit diesen Büchern, welche den letzten Teil des ALFONSinischen Lehrbuchs darstellen, beginnt der vierte Band der spanischen Publikation.

a. Das Buch von der Schattensteinuhr (*relogio de la piedra de la sombra*). Im Vorwort sagt ALFONS: „Weil wir für die Herstellung der Sonnenuhr kein Buch fanden, welches für sich vollständig wäre, derart daß man bei der Arbeit kein anderes Buch nötig hat, darum beschlossen wir, dem genannten RAM ÇAG (IBN SIN) den Auftrag zu geben, dieses Buch recht vollständig zu verfassen, derart, daß der, welcher die Sonnenuhr herstellen will, kein anderes Buch zu lesen braucht als dieses“. Eine Jahreszahl wird nicht genannt. Auch in diesem Buche werden zwei Teile unterschieden, deren erster in 14 Kapiteln die Herstellung behandelt. Die ersten dieser Kapitel handeln von vorbereitenden allgemeinen Aufgaben über den Lauf der Sonne sowie von der Berechnung des Schattens, und enthalten einige Zahlentabellen mit römischen Ziffern. Dann erst kommt die Herstellung des Steins selber mit zahlreichen sorgfältigen Abbildungen, in denen man das Instrument nach und nach vor sich entstehen sieht. Der zweite Teil setzt in vier kurzen Kapiteln den Gebrauch auseinander.

b. Das Buch von der Wasseruhr (*relogio dell agua*). Auch hier stammt das Vorwort aus ALFONS Feder, in welchem es heißt: „Und das, was wir in den Büchern der alten Gelehrten geschrieben fanden, war sehr dürftig; und das kam daher, weil jene das Gefäß für das Wasser an seinem Boden durchbohrten, so daß in der ersten Stunde mehr Wasser ausströmte als in der zweiten, und in der zweiten mehr als in der dritten, und nach dieser Vorrichtung kamen die gleichen Stunden als ungleiche heraus . . . Und wir beschlossen, diese Uhr nach anderer Weise herzustellen, so daß ihr kein Fehler anhaftet; und weiter unten wirst du dies verstehen können durch die subtilen Erfindungen, die du hier sehen wirst, welche bisher in dieser Art nicht hergestellt wurden in den vergangenen Zeiten. Und wir gaben dem obengenannten RAM ÇAG (IBN SIN) den Auftrag, daß er es recht genau und recht vollständig ausführte, und daß er seine ganze Meisterschaft, sowohl in den Künsten des Wassers als in der Kunst der Astronomie hineinlegte.“ Der erste Teil des Buches behandelt wieder die Herstellung und enthält viele Abbildungen. Der fertige Apparat ist ziemlich umfangreich und stellt eine förmliche hydraulische Maschine dar. Das ausfließende Wasser füllt nach und nach ein Gefäß an und hebt darin eine auf einem Schwimmer befestigte Stundentafel, welche auf diese Weise an einem festen Index vorbeigeführt wird. Diese Stundentafel, welche

„gemeinthe del cielo“ heißt, ist sehr kunstvoll eingeteilt und mit den Zeichen des Tierkreises bemalt. Der zweite Teil handelt vom Gebrauch und enthält außer den Vorschriften, welche für die Verwendung des Instruments als Uhr gelten, auch noch allerhand andere Aufgaben, die mit seiner Hilfe gelöst werden.

c. Das Buch von der Quecksilberuhr (*relogio dell' argent vivo*). ALFONS sagt in dem Vorwort, er habe IUN SID den Auftrag gegeben, die Herstellung der Quecksilberuhr „nach der Kunst des Buches, welches »Ibn el filósofo« (HENON?) schrieb,“ darzustellen. Der Mechanismus dieser Uhr besteht aus einem Rad, welches in 24 Stunden gerade eine Umdrehung ausführt. Die treibende Kraft ist ein Gewicht, die Hemmung geschieht durch Quecksilber, welches sich im Innern des Rades befindet und durch Querwände mit nur sehr kleinen Öffnungen gehemmt, dem Zug des Gewichts nur langsam nachgibt. Die Drehung dieses Rades wird auf ein Astrolabium übertragen, welches gewissermaßen als ein sehr kunstvolles Zifferblatt dieser Uhr betrachtet werden kann, auf welchem man außer den Stunden auch gleich die Stellung der Sonne und der Sterne und überhaupt den ganzen momentanen Anblick des Himmels ablesen kann. Statt des Astrolabiums, heißt es, könne man das Uhrwerk auch mit einem Himmelsglobus verbinden. Auch lasse sich durch geeignete Anbringung von Schellen eine Art Weckeruhr daraus herstellen. Das Buch enthält nicht die übliche Zweiteilung, sondern besteht einfach aus sechs kurzen Kapiteln.

d. Das Buch von der Kerzenuhr (*relogio de la candela*). Auch hier hat ALFONS selbst das Vorwort verfaßt. Er sagt: „Eine andere Art von Uhren haben wir gefunden, welche sehr gut ist und es sehr verdient, in dies Buch aufgenommen zu werden, und dies Instrument heißt die Kerzenuhr... Und damit die Kerze vom Beginn der Nacht bis zum folgenden Morgen brenne, muß sie äußerlich stets von der gezeichneten Form sein, nicht größer und nicht kleiner. Und weil wir sehen, daß dies eine zweckmäßige und nützliche Sache ist, so haben wir SAMUEL EL-LEVI, unserem »indio« den Auftrag gegeben, dies Buch zu schreiben...“ ALFONS bezeichnet sich hiermit anscheinend selbst als Erfinder dieser Uhr. STEIN-SCHNEIDER nimmt, ich weiß nicht warum, einen arabischen Anonymus an.¹⁾ Das Buch besteht aus 14 Kapiteln und enthält wieder zahlreiche Abbildungen. Die Kerze wird durch Zuggewichte nach oben gegen einen festen Widerhalt gepreßt, so daß ihr unteres Ende in dem Maße heraufrückt, wie sie oben abschmilzt. Diese Bewegung wird durch Übertragung einer Stundentafel mitgeteilt, welche ähnlich derjenigen der Wasseruhr in vertikaler Richtung an dem festen Index vorbeigeführt wird, und wie dort

1) *Die Mathematik bei den Juden*; Biblioth. Mathem. 1896, p. 118.

mit vielen Teilungen und Malereien versehen ist. Der ganze Apparat ist ziemlich umfangreich und kompliziert.

e. Das Buch von der Uhr des Studentempels (*relojio del palacio de las oras*). ALFONS schreibt im Vorwort, daß INN SIO dies Buch auf sein Geheiß geschrieben hat. Es besteht nur aus 5 Kapiteln und enthält verschiedene Abbildungen im Text, sowie eine farbige Tafel, welche den fertigen Tempel darstellt. Die Wand desselben besitzt auf der Südseite 12 schmale Fenster, die im Halbkreis angeordnet und so gebaut sind, daß die Sonnenstrahlen immer nur durch eins derselben ins Innere gelangen können. Dort fallen sie auf einen mit Teilungen versehenen Fußboden und bilden so den Zeiger der Sonnenuhr. Das ganze Buch zerfällt in zwei Teile, deren erster die Herstellung des Studentempels selbst und der in den Wänden befindlichen 12 Fenster beschreibt, während der zweite von der Konstruktion von 12 weiteren Fenstern im Dach handelt.

Damit schließen die fünf Bücher von den Uhren und überhaupt der ALFONSINISCHE Codex von den Instrumenten. Die zweite Hälfte des vierten Bandes der spanischen Publikation ist, wie schon erwähnt, ein Anhang und gibt Fragmente des anderen ALFONSINISCHEN Werkes, der Planetentafeln, während der fünfte Band ganz bibliographischen Untersuchungen gewidmet ist.

4. Die „Tabulae Alphonsinae“.

Wie bereits erwähnt, kennen wir seit der Herausgabe der *Libros del saber* den Text der originalen ALFONSINISCHEN Tafeln, während die zugehörigen Zahlentabellen leider nach wie vor unbekannt sind. Was in den ersten 50 Jahren ihres Bestehens mit diesen Tafeln geschehen ist, bedarf gegenwärtig noch eingehender Nachforschungen. Die lateinische Ausgabe, welche JOHANNES DE SAXONIA in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts veranstaltete, zeigt eine wesentlich andere Gestalt als der kastilianische Originaltext. Von hier ab können wir indessen den Faden weiter verfolgen. Die lateinische Ausgabe wurde vielfach neu bearbeitet, wobei die Tafeln selber jedoch anscheinend nicht mehr geändert wurden, und auch ins Spanische¹⁾ und ins Hebräische²⁾ übersetzt. Es existieren noch heute eine große Zahl namentlich lateinischer Handschriften, von denen die meisten in der großen Aufzählung bei RICO genannt werden. Auch HERZ beschreibt³⁾ fünf Handschriften der Hofbibliothek zu Wien.

Ich möchte an dieser Stelle auf einen Irrtum hinweisen, der sich bei RICO in der Aufzählung der 75 ALFONSINISCHEN Handschriften vorfindet. Dort werden nämlich die Nummern 2288 und 2352 der Berliner Bibliothek als Handschriften der ALFONSINISCHEN Tafeln bezeichnet. Diese Nummern

1) CASTRO, a. a. O. Bd. I, p. 116. — 2) STEINACHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 618.

3) *Geschichte der Bahnbestimmung* II, p. 38.

passen aber gar nicht für die Berliner Bibliothek, denn dort werden die Handschriften zuerst nach Sprache und Format bezeichnet (z. B. Lat. qu. 23), so daß so hohe Nummern gar nicht vorkommen. Offenbar liegt eine Verwechslung mit der bei Rico nicht erwähnten Hofbibliothek zu Wien vor, deren Nummern 2288 und 2352 in der Tat von Henz als Handschriften der ALFONSINISCHEN Tafeln genannt werden. Die Nummer 2288 enthält hier auch wirklich, wie es Rico verlangt, zwei verschiedene Handschriften, wodurch jeder Zweifel beseitigt wird. Henz hat diesen Irrtum in seine *Geschichte der Bahnbestimmung* aufgenommen.

Nach Erfindung der Buchdruckerkunst entstanden eine große Zahl von Druckausgaben in lateinischer Sprache. Wir geben eine kurze Übersicht über dieselben.

1. Erster Druck 1483, Venedig, von EMILIUS RATDOLT besorgt, führt den Titel: „ALFONSI regis castelle illustrissimi celestium motuum tabule: nec non stellarum fixarum longitudes ac latitudes ALFONSI tempora ad motus veritatem mira diligentia reducta. At primo JOANNIS SAXONIENSIS in tabulas ALFONSI canones ordinati incipiunt faustissime“. Der Schluß lautet: „Finis tabularum astronomicarum ALFONSI regis castelle. Impressionem quarum emendatissimum EMILIUS RATDOLT augustensis mira sua arte sua (sic) et impensa feliciissimo sidere complere curavit. Anno salutis 1483 Sole in 20. gradu Cancrī gradiente hoc ē. 4. nō. Julii. Anno mundi 7681 soli deo dominantī astris gloria“. Von dieser meist als selten bezeichneten Ausgabe hatte ich zwei Exemplare in Händen, das eine aus der kgl. Bibliothek, das andere aus der Bibliothek der kgl. Sternwarte zu Berlin. Beschrieben in *Bullett. di bibliogr. d. sc. matem.* 12, 1879, p. 370.

2. In *Libros del saber* I, p. L wird einer Ausgabe von 1487 Erwähnung getan, die aber wohl erst weiterer Bestätigung bedarf.

3. Ausgabe von 1488, Augustae Vind., besorgt von J. ENNEL (ANGELUS), führt den Titel: „ALFONSI Tabulae. Jo. de SAXON. Canones in Tabulae astronomice ALFONSI. Item Concordantie astronomie cum theologia.“ (LALANDE, *Bibliogr. astr.*, Paris 1803, p. 17; HOUZEAU et LANCASTER, *Bibliogr. générale de l'astronomie* I, p. 1366.)

4. Ausgabe von 1490, Venedig (*Libros del saber* I, p. LIII; LALANDE a. a. O. p. 18; HOUZEAU et LANCASTER, a. a. O. I, p. 1366.)

5. Ausgabe von 1492, Venedig, von JOHANN LUCIUS SANTRITTER aus Heilbronn, führt den Titel: „Tabule Astronomicæ ALFONSI Regis“. Der Schluß lautet: „Explicunt tabule tabularum astronomicæ divi ALFONSI Romanorum et Castelle regis illustrissimi: Opera et arte mirifica viri solertis Johannis Hannan de Landoia dictus Hertzog cura que sua non mediocri: impressione complete existunt felicibus astris. Anno a primo

rerum etherearum circuitione 8476. Sole in parte 18 gradientis Scorpii sub celo Veneto. Anno salutis 1492 corrente: Pridie Calen. Novembr. Venetiis“. Diese Ausgabe hatte ich selbst in Händen. Sie wird übrigens eingehend beschrieben in KÄSTNERS *Geschichte der Mathematik II* (Göttingen 1797), p. 312—313.

6. DELAMBRE erwähnt (*Hist. de l'astr. du moy. âge*, p. 249) eine Ausgabe von 1517. Wohl unsicher.

7. Ausgabe von 1518 (1521) Venedig, führt den Titel: „Tabulae astronomice divi ALFONSI regis Romanorum et Castellae: Nuper quam diligentissime cum additionibus emendata. Ex officina litteraria PETRI LICHTENSTEIN. Anno 1518 Venetiis. Cum privilegio.“ Das letzte bedruckte Blatt zeigt ein großes schwarzrotes Wappen mit den Worten: „PETRUS LICHTENSTEIN anno 1521 Venetiis.“ Das Wappen mit der Jahreszahl wurde offenbar erst später nachgedruckt, während das Erscheinungsjahr der Tafeln 1518 ist. Diese Ausgabe hatte ich selbst in Händen. LALANDE führt gesondert von dieser Ausgabe noch eine andere vom Jahre 1518 an, welche denselben Titel führt und mit der ersteren identisch sein dürfte.

8. Ausgabe von 1521, Venedig, von GAURICUS, führt den Titel: „Tabulae tabularum caelestium motuum divi ALFONSI regis Romanorum et Castellae illust. Nec non stellarum fixarum longitudines ac latitudines ipsius tempore ad motus veritatem mira diligentia reductae etc.“. Den zweiten Teil des Buches bilden die von GAURICUS verfaßten Tafeln der Königin ISABELLA der Katholischen. (*Libros del saber V*, p. 139; HOUZEAU et LANCASTER, n. n. O. I, 1866.)

9. Ausgabe von 1524, Venedig, von GAURICUS, führt den Titel: „ALFONSI Hispaniarum regis Tabulae et L. GAURICI artium doctoris egregii Theoremata quorum hic est index:“, worauf gleich auf dem Titelblatt ein Inhaltsverzeichnis folgt. Der Schluß lautet: „Haec divi ALFONSI regis Hispaniarum illustriss. tabulae et GAURICI theoremata tibi POMPEO COLUMNAE sacratissime pont. Impressit Lucas Antonius Junta anno salvatoris 1524 mense novembris: anno autem mundi labente 6723 iuxta ecclesiae decreta. Secundum vero ALFONSUM regem 8509.“ Als Anhang ist dieser Ausgabe angefügt: „L. GAURICI Neapol. artium doctoris egregii Theoremata et plerique additiones. In tabulis ELISABETH Hispaniarum reginae quarum hic est index etc.“. Diese Ausgabe hatte ich in Händen.

10. In *Libros del saber I*, p. LIII wird einer Ausgabe von 1534, Venedig, Erwähnung getan. Wohl unsicher.

11. Ausgabe von 1545, Paris. Die erste der beiden Pariser Ausgaben von PASCAL HAMEL; führt den Titel: „Divi ALFONSI Romanorum et Hispaniarum regis, astronomicae Tabulae, in propriam integritatem restituae,

ad calcem adjectis tabulis quae in postrema additione deerant, cum plurimorum locorum correctione et accessione variarum tabularum ex diversis autoribus. Qua in re PASCHASIUS HAMMELIUS, regius professor, sedulam operam suam praestitit.“ Diese Ausgabe hatte ich in Händen (im Besitz von Herrn Dr. LUDENDORFF in Potsdam).

12. Ausgabe von 1553, Paris. Die zweite der beiden Pariser Ausgaben; führt den Titel: „Divi ALPHONSI Romanorum et Hispaniarum regis, astronomicae Tabulae in propriam integritatem restitutae, ad calcem adiectis tabulis, quae in postrema editione deerant, cum plurimorum locorum correctione, et accessione variarum tabularum ex diversis autoribus huic operi insertatum, cum in usus ubertatem, tum difficultatis subsidium . . . Qua in re PASCHASIUS HAMMELIUS Mathematicus insignis idemque regius professor sedulam operam suam praestitit; Parisiis, ex officina Christiani Wecheli, sub Peguso, in vico Bellovacensi. Anno 1553.“ Darüber das Pegusawappen, welches sich auch auf der letzten Seite findet. Diese Ausgabe diente mir als Grundlage für meine eingangs erwähnte Umrechnung der Tafeln.

13. Ausgabe von 1641, Madrid, führt den Titel: „Tabulae ALPHONSINAE perpetuae motuum coelestium, denuo restitutae et illustratae a FRANCISCO GAUCHA VENTANAS Mathematico. Traduntur praecepta, ut arithmeticae colligantur omnes medii motus, nec non festa mobilia secundum correctionem Gregorianam, et tabulae abbreviatae eliciendi eidem medios motus, constructae ad Meridianum Toletanum cuius longitudo est 11° . Matrili in officina regia 1641.“ (KÄSTNER a. a. O. II, p. 312; *Libros del saber* V, p. 85; HOUZEAU et LANCASTER a. a. O. I, 1866, geben das Jahr 1649 an.)

Die meisten dieser Ausgaben entstanden in Venedig, wo vielfach deutsche Buchdrucker die junge Kunst der Druckerei zu einer hohen Blüte brachten. Nach 1524 scheint zu Venedig keine neue Auflage mehr entstanden zu sein. 21 Jahre darnach erschien aber die erste der beiden Pariser Ausgaben, auf welche 1553, also bereits nach Erscheinen der Prutenischen Tafeln des ERASMUS REINHOLD, die zweite folgte. Damit sind die hauptsächlichsten Ausgaben erschöpft, von denen nur eine einzige in Deutschland entstand, und es folgt nur noch die etwas verspätet zu Madrid erschienene vom Jahre 1641.

Die älteren Ausgaben, welche ich einsehen konnte, besitzen sämtlich gothischen Druck, die beiden Pariser dagegen lateinischen, während die Ausgabe 1524 (GAUCHUS) abwechselnd lateinischen und gothischen Druck aufweist. Allen diesen Ausgaben liegt jene erste Redaktion von JOHANNES DE SAXONIA zugrunde, deren Text (die sogen. *Canones*) mit den Worten beginnt: „Tempus est mensura motus primi mobilis: ut vult ARISTOTELES IV. physicorum“. In der ältesten Druckausgabe (1483) stellen diese Worte

den Anfang des Textes dar, bei späteren hat man diesen ursprünglichen *Canones* noch andere vorausgeschickt, so daß sich der angeführte Passus an einer späteren Stelle findet. In der ältesten Ausgabe findet man auch zwei Figuren, die zur Erläuterung der Finsternisberechnung dienen, und es heißt dazu: „Figuram autem facies secundum doctrinam magistri JOHANNIS DE LINERIUS, a quo habeo scientiam meam“. Dies ist einer der Belege dafür, daß JOHANNES DE LINERIUS der Lehrer des JOHANNES DE SAXONIA gewesen ist.¹⁾ Diese beiden Figuren sind übrigens in keiner späteren Ausgabe mehr zu finden. Auch darin unterscheidet sich diese älteste Ausgabe von der späteren, daß sie keine Zeitgleichungstabelle enthält und daher unmittelbar die mittlere Zeit als gegeben voraussetzt. Außerdem ist die Tabelle der geographischen Koordinaten der Städte ausgedehnter als in den meisten anderen Ausgaben, und es wird nicht wie dort, die Längendifferenz gegen Toledo in Zeit gegeben, sondern nach PTOLEMÄISCHER Weise die geographische Länge in Graden, gerechnet vom westlichsten Punkte der damals bekannten Welt aus, welche für Toledo 11° beträgt. Wir werden weiter unten noch einmal auf diese für die Längenzählung im Mittelalter sehr merkwürdige Stelle der ältesten Ausgabe zurückkommen.

Gegen Ende des 15. Jahrhunderts unterzog sodann JOHANNES LUCIUS SANTRITTER, ein Deutscher aus Heilbronn, die ALFONSinischen Tafeln einer neuen Bearbeitung. Worin diese bestand, teilt er uns in der Ausgabe 1492 in seiner Vorrede an AUGUSTINUS MORAVIUS Olomucensis (aus Olmütz) mit: „interim divi ALFONSI astronomi exactissimi tabulas, in facillimum ordinem nostra opera redactas accipies, ne quis amplius difficultate perterritus relicto principe tabularum ad alios minoris veritatis se conferat. Quibus aliquas etiam tabulas addidimus, quo opus completius esset. Necnon canones partim a me confectos, partim ex plurimis laudatis auctoribus excerptos adiunximus“.

Die Ausgaben 1521 und 1524 stellen Bearbeitungen des LUCAS GAURICIUS aus Neapel, „artium et medicinae doctoris“, dar. Er reduzierte den Fixsternkatalog, der in den bisherigen Ausgaben noch auf das ALFONSinische Krönungsdatum, den 1. Juni 1252 bezogen war, durch Addition von 2° 32' zu allen Längen auf 1500. Er berichtet selbst hierüber: „OCTAVIANI SFORTIADAE episcopi Aretini olim laudensis suasu, labente anno christiannae salutis 1500 supputavimus et ad libellam examinavimus atque rectificavimus in finitore Venetiano 1027 stellas fixas secundum PTOLEMAEUM“. In dieser Form findet sich der Fixsternkatalog auch in den späteren Ausgaben. Seine sonstige Tätigkeit bei der Bearbeitung bezeichnet GAURICIUS in seiner Vorrede an den „augustissimus princeps POMPEUS COLUMNA pont. Carolin. auctoratus.“ folgendermaßen: „OCTAVIANI SFORTIADAE episcopi Aretini suasu,

1) Vgl. STEINACHNEIDER, *Études sur ZARKALI*; *Bullett. di bibliogr. d. sc. matem.* 20, 1887, p. 581.

super tabulis ALFONSI regis Hispaniarum serenissimi ac doctissimi problema-
mata seu novos Canones ac propositiones adicere, et antiquos mirum in
modum perplexos dilacerare non dubitavimus. In luminariis preterea
synodis ac pleniluniis theoremata, novas tabellas, et plerumque alia scitu
dignissima concervavimus. Quas lucubratiunculas nostras (licet unius
menstruine intercapelinis quadrante tumultuaria exaraverim lucerna) tibi
princeps augustiss. etc. sacravimus“. Durch die in Klammern gesetzten
Worte, welche offenbar besagen, daß GAURICUS eine Woche lang an dieser
Ausgabe gearbeitet hat, hat sich derselbe den Tadel verschiedener Autoren
zugezogen. GAURICUS hat auch zuerst die Zahlenbeispiele für die Be-
rechnung eines Sonnen- und eines Mondortes gegeben, die aber ihren Zweck
als Erläuterung wegen der Knappheit der Darstellung und auch wegen
mehrerer beim Mondorte vorhandener Rechenfehler sehr schlecht erfüllen.
Diese Knappheit der Darstellung trägt die Schuld an manchen Versehen,
welche neueren Autoren bei der Besprechung der ALFONSinischen Tafeln
untergekauft sind. So hält HEUZ¹⁾ die für das Datum des Beispiels
zahlenmäßig gegebene „aux communis“ (d. i. die Gesamtpräzession von
Christus bis zum jeweiligen Datum, welche aus drei verschiedenen Tafeln
zusammengesetzt wird) irrtümlich für eine sich auf die allgemeine Rechnungs-
vorschrift beziehende Konstante, nämlich einen für eine größere Zeitdauer
zu gebrauchenden Mittelwert, obwohl doch die drei Präzessionstafeln keinen
anderen Zweck haben, als eben diese „aux communis“ für jedes Datum zu
rechnen, wie auch aus dem zugehörigen Text zu ersehen ist, der über-
schrieben ist: „augem communem supputare“. HEUZ wundert sich auch
darüber, daß das Datum 1476 Sept 21 6^h 1^m 30^s p. m. als „aera generalis
episcopi“ bezeichnet ist. In den Ausgaben, welche mir vorliegen, steht:
„era generalis episcopi Ara“. Es ist eben das Datum, für welches das
Beispiel des Sonnen- und Mondortes durchgeführt ist, und ist offenbar
die Geburtszeit des in der Vorrede erwähnten Gönners des GAURICUS
„OCTAVIANUS SPORIADAE episcopus Aretinus“, dessen Geburtsort vermutlich
St. Arezzo (Aretium) in Italien ist.

Auch möchte ich gleich hier erwähnen, daß STEINSCHNEIDERS An-
gabe,²⁾ das Datum der Tafeln habe bei ihrem Gebrauch in der Folgezeit
fortlaufend Änderungen erfahren, unzutreffend sein dürfte. Wenigstens
liegt bei der Nennung des Jahres 1251 ein Mißverständnis vor, indem
an der fraglichen Stelle von 1251 Jahren und 5 Monaten als von der seit
Christus verfloßenen Zeit die Rede ist (annis completis 1251 et mens. 5),
welche natürlich auf das Krönungsdatum, den 1. Juni 1252 führt.

In der Ausgabe von GAURICUS scheint auch zum ersten Male die

1) A. u. O. II, p. 44. — 2) Hebr. Übers. p. 616, 617.

Präzessionstafel des JOANNES BLANCHINUS vorzukommen, welche die „aux communis“, die in den ALFONSinischen Tafeln erst aus einer säkularen Bewegung und einer periodischen Ungleichheit zusammengesetzt werden muß, unmittelbar für die Jahreszahl zu entnehmen gestattet. In einem merkwürdigen Optimismus ist diese Tafel bis zum Jahre 7000 nach Christus ausgedehnt, wo die Periode der Ungleichheit geschlossen ist. Natürlich ist diese Tafel nur nebenher gegeben, während die ursprünglichen ALFONSinischen Präzessionstafeln nach wie vor vorhanden sind.

In den beiden Pariser Ausgaben endlich, welche DELAMBRE „les plus estimées“ nennt, kündigt PASCHASIUS HAMMELLIUS eine „restitutio in propriam integritatem“ an. Indessen darf man bei seinen Ausgaben nicht einmal an einen Versuch einer textkritischen Behandlung im heutigen Sinne denken. Er hat nicht nur die BLANCHINischen Tafeln und die übrigen Zusätze, die sich nach und nach angesammelt hatten, wieder aufgenommen und sogar das Vorwort von GAURICUS wieder abgedruckt, sondern die „propria integritas“ ist so wenig hergestellt, daß man das Mondbeispiel des GAURICUS unverändert mit allen Fehlern reproduziert findet. Wenn trotzdem diese Ausgaben mit Vorliebe den Besprechungen zugrunde gelegt werden, so hat dies insofern eine gewisse Berechtigung, als sie gegenwärtig wahrscheinlich noch in den meisten Exemplaren erhalten sind, und weil sie außerdem den leicht lesbaren lateinischen Druck besitzen.

Was die Madrider Ausgabe vom Jahre 1641 anbelangt, so kann man im Zweifel sein, ob ihre Drucklegung wirklich noch aus einem praktischen Bedürfnis heraus erfolgte, nachdem 1627 bereits die Rudolfinischen Tafeln KEPLERS erschienen waren. In seiner Vorrede an D. BERNARDINO FERNANDEZ DE VELASCO Y TOVAR, welche sich in den *Libros del saber* (Bd. V, p. 86) abgedruckt findet und auch in KÄSTNERS *Geschichte der Mathematik* (Bd. II, p. 312) eingehend besprochen ist, sagt der Herausgeber: Die Zeit habe gesucht, den Ruhm des Königs ALFONS zu schmälern. PERRAUCH, RECHOMONTAN, COPERNICUS, REINHOLD, TYCHO BRAHE, KEPLER und LANSBERG hätten genauere Beobachtungen geliefert oder gäben es wenigstens vor, und deswegen habe man an der Wahrheit der ALFONSinischen Tafeln zu zweifeln angefangen. Wenn er aber andererseits sehe, wie ALFONS von allen gerühmt werde, und wie man namentlich bei der gregorianischen Kalenderreform die Länge des ALFONSinischen Jahres angenommen habe, so folge für ihn daraus, daß die ALFONSinischen Tafeln am besten von allen mit dem Himmel übereinstimmen („Las Tablas Alfonsinas son las que mas concuerdan con la perpetuidad de los tiempos“).

Wenn man von dieser letzten Ausgabe absieht, die etwas aus dem Rahmen der übrigen herausfällt, so erstrecken sich alle Bearbeitungen und Änderungen nur auf den Text und unwesentliche Hilfstafeln, sowie allen-

falls auf die Anordnung des gesamten Tafelmateri als. Es dürfte eine undankbare Aufgabe sein, die Herkunft jedes einzelnen Teils dieser *Canones* zu ermitteln. Stellt doch STEINSCHEIDER fest:¹⁾ „Es gibt also vier Gelehrte namens JOHANN, die fast gleichzeitig in Paris lebten und sich mit Regeln für den Gebrauch der ALFONSinischen Tafeln beschäftigten, deren Arbeiten nicht immer mit dem Namen des Verfassers und wahrscheinlich nicht ohne Verwechslung derselben, abgeschrieben wurden, so daß hier eine Aufgabe zu lösen ist“. Ich muß allerdings gestehen, daß mir ungleich wichtiger die Tatsache erscheint, daß die Tafeln selbst in allen Druckausgaben Ziffer für Ziffer übereinstimmen.

5. Die Tafelfragmente im IV. Bande der „*Libros del saber*“.

Wie eingangs erwähnt, hat RICO bei seinen umfangreichen bibliographischen Arbeiten auch nach dem kastilianischen Original der ALFONSinischen Planetentafeln geforscht, welches bisher gänzlich unbekannt war, und hat das Resultat seiner Nachforschungen in Gestalt des vollständigen originalen Textes sowie einer Reihe von fragmentarischen Zahlentabellen im IV. Bande der großen spanischen Publikation niedergelegt. Während der Text, wie weiter unter gezeigt werden soll, ohne Zweifel in der Tat das gesuchte Original darstellt, ist RICO in bezug auf die Zahlentabellen offenbar einem Mißverständnisse zum Opfer gefallen, auf welches jedoch meines Wissens bisher noch niemand hingewiesen hat.

Wie wir aus einer Vorbemerkung erfahren, sind diese numerischen Tafeln zwei Codices aus den Jahren 1309 und 1396 entnommen, also jedenfalls nicht aus demselben Kodex, in dem der originale Text entdeckt wurde. Bei näherer Prüfung dieser Tabellen, welche RICO für das Original der ALFONSinischen Planetentafeln ausgibt, zeigt sich, daß sie in Wahrheit eine primitive Art jener im 15. und 16. Jahrhundert unter dem Namen „*Almanach perpetuum*“²⁾ gebräuchlichen immerwährenden Ephemeriden darstellen, bei denen gewisse Perioden tabuliert sind, nach deren Ablauf die Tafeln wieder von vorn benutzt werden. In den RICOschen Tabellen werden unmittelbar die wahren Längen der Planeten gegeben, z. B. die des Merkur für einen Zeitraum von 46 Jahren. In demselben Zeitraum legt aber Merkur sehr nahe 191 ganze siderische Umläufe zurück, so daß nach Ablauf dieser Periode Sonne, Erde und Merkur wieder dieselben Plätze einnehmen, so daß von nun ab die Tabelle wieder von vorn benutzt

1) Hebr. Übers. p. 623.

2) Über den Gebrauch des Wortes „*Almanach*“ für Ephemeriden siehe STEINSCHEIDER, *Über das Wort Almanach*; Biblioth. Mathem. 1888, p. 18. Dort wird auch ein „*Almanach perpetuum ad inveniendum vera loca planetarum in signis* ...“ erwähnt.

werden kann. Auch die Längen der übrigen Planeten sind in entsprechenden Perioden tabuliert, nämlich

Merkur	für 46 Jahre	=	190.993 sider. Umläufe
Venus	„ 8 „	=	13.004 „ „
Mars	„ 79 „	=	42.002 „ „
Jupiter	„ 83 „	=	6.997 „ „
Saturn	„ 59 „	=	2.003 „ „

Entsprechend ist auch die Länge der Sonne für einen vierjährigen julianischen Zyklus tabuliert. Nur für den Mond war dies Verfahren offenbar nicht mehr in der ursprünglichen Einfachheit durchführbar, und man hat hier die Bewegung in mittlere Bewegung, Argument und Ungleichheiten zerlegt, so daß diese Tafeln eine oberflächliche Ähnlichkeit mit den theoretischen Planetentafeln besitzen. Diesem primitiven Bau der Tafeln entspricht die geringe Genauigkeit, mit der die Längen gegeben sind. Nur die Tafeln für Sonne und Mond geben Minuten und Sekunden, während für die übrigen Planeten nur ganze Grade gegeben sind, und die Breite überhaupt unberücksichtigt bleibt.

Ähnliche immerwährende Ephemeriden sind noch mehrfach aus späterer Zeit bekannt. Besonders sei erwähnt, daß JOHANN LUCIUS SANTRITTER, derselbe, der auch die ALFONSIINISCHEN Tafeln einer Bearbeitung unterzog, im Jahre 1495 zu Venedig (Petrus Liechtenstein) *Ephemerides sive Almanach perpetuum* herausgab, welche auf demselben Prinzip der Tabulierung beruhen. WEIDLER schreibt über ihn: „novam condendarum ephemeridum rationem iniiit“. Man sieht aber, daß diese Methode schon viel älter gewesen ist. Für die Sonne wählt auch SANTRITTER eine Periode von vier Jahren, für den Mond 31, Mondknoten 93, Venus 8, Merkur 125, Mars 79, Jupiter 83, Saturn 59 Jahre. Man erkennt ohne weiteres die Verwandtschaft dieser Perioden mit den oben angeführten. Noch bekannter sind die Tafeln des ABRAHAM ZACUTH, die nach STEINSCHNEIDER 1478 (mit der Radix 1473) verfaßt wurden und später mehrfach in lateinischer Sprache im Druck erschienen,¹⁾ z. B. 1502 zu Venedig (Petrus Liechtenstein) unter dem Titel: *Almanach perpetuum exactissime nuper emendatum omnium celi motuum cum additionibus in eo factis tenens complementum.*²⁾

1) Sollte dies Werk wirklich einfach als Übersetzung des *Almagest* von ZACUTH anzusehen sein, da es doch lediglich die zahlenmäßigen Ephemeriden nebst ihrer Gebrauchsanweisung enthält, so daß jener Name gar nicht dafür passen würde? Vgl. STEINSCHNEIDER, *Die mathematischen Wissenschaften bei den Juden 1411–1500*; Biblioth. Mathem. 23, 1901, p. 69; sowie BJÖRNHO, Biblioth. Mathem. 23, 1901, p. 198 Anm.

2) Nach HOUZEAU und LANCARTEN (a. a. O. I, p. 1487) ist die erste Auflage vom Jahre 1472 (was ja unmöglich ist, wenn die Arbeit zuerst 1478 verfaßt wurde) und sind weitere Ausgaben 1496, 1499, 1502 erschienen. Nach STEINSCHNEIDER (a. a. O. S. 69) erschien die Arbeit zuerst 1496 und zum letztenmal 1572.

Ich habe diesen *Almanach perpetuum* des ZACUTUM mit dem vorerwähnten von SANTHITTER verglichen, wobei sich gezeigt hat, daß diese beiden Werke wahrscheinlich identisch sind.¹⁾

Es dürften aber wohl noch andere Tafelwerke aus jener Zeit existieren, die nach demselben Prinzip entworfen waren.²⁾ Immerhin ist diese Art von Ephemeriden nicht sehr verbreitet gewesen und im 16. Jahrhundert wohl wieder ganz abgekommen. In der Tat war diese Methode auch wohl kaum einer weiteren Entwicklung fähig. In der ursprünglichen, einfachen Form mußten die Tafeln sehr ungenau bleiben, mit der verschärften Genauigkeit, wie sie im ZACUTUSCHEN *Almanach* vorhanden ist, wird aber sofort wieder eine Rechnung nötig, um den Planetenort zu erhalten, welche um so umständlicher wird, je weiter die Genauigkeit getrieben wird, so daß man schließlich keinen Vorteil vor den theoretischen Planetentafeln mehr besitzt.

Nach dem vorausgegangenen dürfte es nicht mehr zweifelhaft sein, was wir von den numerischen Tafeln im V. Bande der *Libros del saber* zu halten haben. Es bedarf kaum einer Erwähnung, daß ein derartiger „immerwährender Almanach“ in keinem Falle das unbekannte Original der ALFONSSINISCHEN Tafeln repräsentieren kann. Wie im nächsten Kapitel zu zeigen ist, passen diese Tafeln auch gar nicht zu dem von LUGO selbst ihnen vorausgeschickten Originaltext, welcher vielmehr eigentliche Planetentafeln voraussetzt, in denen die mittleren Bewegungen im Deferent und Epizykel, sowie die verschiedenen Ungleichheiten einzeln tabuliert sind.

1) Über die Urheberschaft der SANTHITTERSCHEN Ephemeriden herrschte bisher keine völlige Gewißheit. Schon KÄSTNER stellte fest: „SANTHITTER sagt nicht, daß die Ephemeriden seine Arbeit sind“. LALANDE führt sie als RECHONSTANS Ephemeriden, herausgegeben von SANTHITTER, an und tadelt WEINLEN, daß er sie SANTHITTER selbst zuschreibt, „quoique l'auteur avoue dans la préface que ces Ephémérides sont de RECHONSTANS“. Der obengenannten Identität dieser Ephemeriden mit dem ZACUTUSCHEN *Almanach* stehen allerdings mehrere Gründe entgegen. Namentlich sind die SANTHITTERSCHEN Tafeln auf Toledo, die ZACUTUSCHEN dagegen auf Salamanca bezogen. Als entscheidend muß aber gelten, daß die Haupttafeln Ziffer für Ziffer dieselben sind, obwohl die Häufigkeit der Druckfehler an manchen Stellen diese Übereinstimmung fast verschleiert, und bei den Sonnentafeln ganze Seiten geändert zu sein scheinen. Endlich ist aber der Beginn der tabulierten Perioden in beiden Fällen auf den Mittag des letzten Februar 1479 gelegt, was kaum noch einen Zweifel an der Identität zuläßt. Die angegebenen Differenzen würden sich zwanglos durch die Annahme erklären lassen, daß SANTHITTER ein fragmentarisches Manuskript des ZACUTUSCHEN Tafelwerkes in Händen hatte, welches ihm weder über den Verfasser noch über den den Tafeln zugrunde liegenden Meridian Aufschluß gab und ihn obendrein nötigte, einige fehlende Seiten der Sonnentafeln völlig neu zu entwerfen.

2) HOUZEAU und LANCETER u. a. O. I, p. 1375 führen an: „Almanack planetarum pro omni loco et tempore, cum canone. MS à la Bibl. de l'Université de Cambridge“.

Ich kann nicht einsehen, warum RICO diese Tabellen mit dem glücklich gefundenen Originaltext zusammengestellt hat, mit der Erklärung, er wolle ein Bild von der originalen Form der ALFONSinischen Tafeln geben (*Para que . . . pueda la historia de las ciencias consultar y juzgar lo que verdaderamente fueron aquellas en su original . . .*), und warum er sie als „Fragmentos numericos de las Taulas ALFONsies“ bezeichnet.

6. Das kastilianische Original der Alfonsinischen Tafeln.

Aus dem vorangegangenen Kapitel ist ersichtlich, daß die im IV. Bande der *Libros del saber* irrtümlich als Fragmente der ALFONSinischen Tafeln bezeichneten numerischen Tabellen zu einer besonderen Art von Ephemeriden zu zählen sind und keinesfalls etwas mit den originalen ALFONSinischen Tafeln zu tun haben. Dagegen sehen wir in den ihnen vorausgeschickten 54 Textkapiteln mit voller Wahrscheinlichkeit den originalen und vollständigen Text derselben. Nach der Vorbemerkung RICOs ist er dem Kodex L 97 der Nationalbibliothek zu Madrid entnommen. Obwohl die zugehörigen Tafeln fehlen, lassen sich doch schon aus dem Text allein einige sehr merkwürdige Abweichungen gegen die späteren lateinischen Druckausgaben feststellen. Die Ausdrucksweise des Textes ist ebenso breit und umständlich, wie in dem Werk über die Instrumente, und steht in scharfem Kontrast zu den oft nur allzu knappen Anleitungen der lateinischen Drucke. Das Vorwort lautet in der Übersetzung folgendermaßen:

„Es spricht JEHUDA BEN MOSE (in der ALFONSinischen Schreibweise „YIHUDA Sohn des MOSE Sohn des MOSCA“) und ISAAK IHN SID (bei ALFONs RABI ÇAG [= ISAAK] AHEN ÇAYUT [= ÇAHID = SID]): Weil die Wissenschaft der Astronomie ein Gegenstand ist, der nur durch Beobachtungen erforscht werden kann, und die Beobachtungen, welche die diesem Gegenstande obliegenden Gelehrten anstellen, nicht von einem einzigen Menschen vollendet werden können, vielmehr was vollendet wird, durch die Arbeit vieler Menschen vollendet wird, welche einer nach dem anderen lange Zeit hindurch arbeiten, — und dies deswegen, weil es unter den himmlischen Bewegungen einige gibt, die so langsam sind, daß sie erst in Tausenden von Jahren einen Umlauf vollenden, — deswegen also ist es nötig, die Beobachtungen fortzusetzen, weil bei ihrer Fortführung zu der einen Zeit (sazon) Dinge sichtbar werden, die zu einer anderen Zeit nicht sichtbar waren: Und wir nun zu unserer Zeit, welche ist im ersten Jahrzehnt des 4. Jahrhunderts des 2. Jahrtausends der Ära ÇĀSAUS. Und es sind seit der Beobachtungszeit des ZARKALI bisher 200 Jahre verstrichen. Und es erschienen hier an einigen Stellen Abweichungen, offenkundig und klar für den einsichtigen, so daß man keine Ausflüchte dafür angeben kann,

und zu diesem Zeitpunkte erschien die glückliche und von Gott geförderte Regierung und das Königtum des sehr hohen und edlen Herren Don ALONSO, den Gott schütze. Und da er die Gelehrten verehrte und schätzte, ließ er die Instrumente verfertigen, welche PROLEMÄUS in seinem *Almagest* nennt, von der Art der Armillen und andere Instrumente. Und er trug uns auf, zu beobachten in der Stadt Toledo, welche eine der Hauptstädte Spaniens ist, das Gott erhalte. In ihr fanden die Beobachtungen ZARAKALIS statt. Dieser forderte auf, die Abweichungen zu verbessern, welche an den Örtern einiger Planeten und auch an anderen Bewegungen sichtbar waren. Und wir gehorchten der Aufforderung, wie es nötig war, und haben die Instrumente verbessert, damit sie möglichst vollkommen wären, und haben in der Beobachtung einen Sommer lang (una sazon) gearbeitet, und haben die Sonne weiter beobachtet ein ganzes Jahr, und haben sie noch vor- und nachher beobachtet, wenn sie in die Tag- und Nachtgleichen (egualdades) eintrat und in die Wendekreise und in die andern Viertel (cuartos) des Himmels, welche in der Mitte des Stiers, des Skorpions, des Löwen und des Wassermanns sind. Und wir haben außerdem einige solche Konjunktionen der Planeten beobachtet, wo sie sich untereinander vereinten, und einige andere, wo sie sich mit Fixsternen verbunden. Und wir haben viele Sonnenfinsternisse und viele Mondfinsternisse beobachtet und haben andere Beobachtungen angestellt, wenn wir irgendwo im Zweifel waren, und haben sie viele Male wiederholt, um den Zweifel zu heben, und haben nichts aufzusuchen und zu erforschen versäumt, bis wir das verbessert sahen, was zu verbessern war. Und als alles geprüft war, da haben wir das, was sicher oder nahezu sicher ist, als korrekt übernommen, und haben auf Grund der Radices, die aus diesen Beobachtungen herausgezogen sind, diese Tafeln hergestellt, und haben in ihnen die Kapitel zusammengefügt, welche uns bei diesem Werke nötig zu sein schienen, und gaben diesem Buch den Namen: das Buch von den ALFONSOINISCHEN Tafeln, weil es auf sein Geheiß verfertigt und zusammengestellt wurde, und teilten es in 54 Kapitel, welche die folgenden sind“.

Hiernach wäre also außer ISAAK IBN SID auch JEHUDA BEN MOSE Verfasser der Tafeln. Von einem astronomischen Kollegium, durch dessen gemeinsame Arbeit die Tafeln entstanden wären, hören wir dagegen nichts. Auch die Beobachtungen scheinen nur von diesen beiden jüdischen Astronomen ausgeführt worden zu sein. Frühere Autoren zweifelten, ob überhaupt Beobachtungen angestellt seien. Sagt doch z. B. KÄRNER¹⁾: „Eigene Beobachtungen finde ich von ihnen gar nicht erwähnt, es scheint also, sie haben sich befriediget, nach Theorien, die sie vor sich fanden,

1) A. a. O. II, p. 312.

zu rechnen, allenfalls noch an denselben zu künsteln, ohne den Himmel selbst zu befragen“. Der jüdische Geschichtsschreiber ISRAELI berichtete dagegen bereits im Jahre 1310 von dem (anscheinend hebräisch verfaßten) Autograph mehrerer Mondfinsternisbeobachtungen, die ISAAK IBN SID in den Jahren 1263—1266 auf ALFONS Befehl ausführte.¹⁾ Auch möchte ich hier an die früher erwähnten 14 Sternpositionen erinnern, die ALFONS 1260 durch Beobachtung bestimmen ließ

Von großer Wichtigkeit ist die leider nicht sehr genaue Zeitangabe, welche die bisherige Überlieferung Lügen straft, nach der die Tafeln 1252 vollendet sein sollen. Das „erste Jahrzehnt des 4. Jahrhunderts des 2. Jahrtausends der Ära CĀSAUS“ ist offenbar der Zeitraum von 1300—1310 der cäsarischen oder 1262—1272 der christlichen Ära. Hieraus ist zu schließen, daß die Tafeln am Schluß dieser Beobachtungsperiode, also um 1272 oder rund 1270 fertiggestellt wurden.²⁾ Wegen dieser späten Zeit haben manche Autoren in Anlehnung an die Überlieferung von einer Umrechnung der Tafeln angenommen, dieser Originaltext stelle die umgerechnete Ausgabe dar, während die ursprüngliche bereits 1252 vollendet wurde. Dies ist schon deswegen sehr unwahrscheinlich, weil in unserem Text mit keinem Worte einer früheren Redaktion Erwähnung geschieht. Nach meiner Auffassung haben wir hier das eigentliche Original vor uns, und die Überlieferung der Jahreszahl 1252 beruht auf einem Irrtum. In der Tat unterliegt es keinem Zweifel, daß zur Zeit, wo die lateinischen Ausgaben verbreitet waren, das kastilianische Original völlig unbekannt war. Bei dem Mangel an zuverlässigen Nachrichten über die Entstehung der Tafeln, und bei dem Fehlen jeglicher Angaben hierüber in den lateinischen Ausgaben selbst lag es natürlich nahe, die Abfassung derselben auf denjenigen Zeitpunkt zu verlegen, welcher in ihnen die Rolle der Fundamentalepoche spielte oder doch unverkennbar gespielt hatte, nämlich das Krönungsdatum ALFONS X. (*Radix ALFONSI regis*). Diesen naheliegenden Fehlschluß haben offenbar alle Autoren des Mittelalters und auf ihnen basierend die der Neuzeit getan, während die wirklichen Vorgänge bei der Entstehung der Tafeln ebenso wie das kastilianische Original derselben vollkommen unbekannt waren.

Gleich das erste der auf das Vorwort folgenden Kapitel ist wiederum von Wichtigkeit, da es von der Fundamentalepoche der Tafeln handelt. Zunächst wird mit einer verschwenderischen Wortfülle eine neue Ära, die Ära ALFONSI, begründet: „Und wir sahen, daß in dieser unserer Zeit ein beachtenswertes und der Ehrung würdiges Ereignis stattfand, von derselben Bedeutung wie alle die vorangegangenen (es war die Rede gewesen von

1) STEINSCHNEIDER, *Hebr. Übers.* p. 617. — 2) RICO gibt 1272.

der Ära ALEXANDERS, CÄSARS etc.). Und dies ist die Regierung des Königs Don Alonso, welcher an Weisheit, Verstand, Einsicht, Gerechtigkeit, Güte, Frömmigkeit und Edelmut die weisesten Könige übertrifft. Und deswegen beschlossen wir, dasjenige Jahr zum Beginn der Ära zu nehmen, an welchem dieser edle König zu regieren begann etc.". Der Beginn der ALFONSSINISCHEN Ära wird darauf genauer auf den Anfang des Jahres 1252 festgesetzt, so daß der 1. Januar dieses Jahres der erste Tag der ALFONSSINISCHEN Ära ist. Die Fundamentalepoche der Tafeln aber, auf welche sich alle Radices beziehen, wird als der Mittag des 0. Januar 1252 angegeben. Dies wird in der umständlichen Weise durch folgende Worte umschrieben: „Diese Radix ist der Mittag des Sonntages, welcher vor dem Montag ist, an welchem der Januar in dem ersten Jahr der Ära dieser Tafeln beginnt“. In den lateinischen Druckausgaben der ALFONSSINISCHEN Tafeln wird zwar überall die „radix incarnationis“ benutzt, allein es finden sich daneben noch Radix-Tafeln, in welchen neben der „radix diluvii“, „ALEXANDRI magni“, „CAESARIS“ etc. auch eine „radix ALFONSI regis“ für jede Bewegung gegeben wird, ohne aber zur Verwendung zu gelangen. Diese Radix gilt jedoch für das Krönungsdatum, den 1. Juni 1252, denn man erhält sie aus der „radix incarnationis“ durch Addition der Bewegung in 1251–1520. Dasselbe Datum ist in den Drucken auch als die Epoche des Sternkatalogs bezeichnet, was wir bereits als Irrtum nachgewiesen haben, sowie als der Beginn der dortigen Ära ALFONSI. Die Drucke haben also die Fundamentalepoche nicht lediglich auf den Beginn unserer Zeitrechnung übertragen, was keine große Änderung bedeuten würde, sondern was wesentlicher ist, ihre „radix ALFONSI“ bezieht sich auf das Krönungsdatum, während diejenige der originalen Tafeln sich auf den Beginn des Krönungsjahres bezieht.

Des weiteren wird in unserem Text angegeben, die Tafeln seien für den Meridian von Toledo, der Geburtsstadt ALFONS, berechnet, und es werden die geographischen Koordinaten von Toledo gegeben, wobei das Wort „aryn“ — die „civitas Arim“ der ältesten Druckausgabe — zur Bezeichnung einer Art von Anfangs- oder Normalmeridian gebraucht wird. Obwohl die Stelle etwas verdorben zu sein scheint, lassen die Zahlenangaben doch keinen Zweifel über den Sinn dieser Darlegung. Arim liegt auf dem Äquator und im Mittelpunkt der damals bekannten Welt. 90° westlich davon liegt der Westpunkt, 90° östlich der Ostpunkt. Toledo liegt nun 62° westlich von Arim oder 28° östlich des Westpunktes oder dreizehn 152° westlich des Ostpunktes. Die Breite wird zu 39° 54' gegen 41° der Druckausgaben angegeben. Die genannte Art der Längenzählung findet sich nur in einer einzigen der späteren Druckausgaben der Tafeln, nämlich der ältesten vom Jahre 1483, wieder, während alle späteren nur die Längen-

differenz gegen Toledo in Zeit tabulieren. In dieser ältesten Ausgabe wird zwischen einem wahren Westpunkt (*occidens verum*) und einem bewohnten Westpunkt (*occidens habitatum*) unterschieden, welcher letzterer $17^{\circ} 30'$ östlich von jenem liegt. Die civitas Arim liegt nun 90° östlich des *occidens verum*, so daß sie vom *occidens habitatum* nur $72^{\circ} 30'$ entfernt ist. 90° östlich von ihr liegt dann wie früher der Ostpunkt. In der Tabelle findet sich die Länge von Toledo zu 11° angegeben, und zwar vom *occidens habitatum*. Um also diejenige vom *occidens verum*, die auch im originalen Text gegeben ist, zu erhalten, haben wir $17^{\circ} 30'$ zu addieren und bekommen $28^{\circ} 30'$ gegen die 28° des Originaltextes. Unter dem *occidens habitatum* verstand man den westlichsten Punkt der glückseligen (kanarischen) Inseln, das *occidens verum* aber war ein fingierter Punkt westlich davon auf dem Ozean. Die Stadt Arim im Mittelpunkt der damals bekannten Welt soll zuerst von ZARKALI als Anfangsmeridian eingeführt worden sein.¹⁾

In dem Originaltext der ALFONsinischen Tafeln folgen des weiteren die Anleitungen zu den chronologischen Tabellen, welche wir übergehen, und sodann diejenigen für die Planetentafeln. Hier findet sich wieder eine sehr merkwürdige Abweichung gegen die lateinischen Drucke. Das Kapitel XV gibt eine allgemeine Anweisung, wie man für ein gegebenes Datum eine beliebige mittlere Bewegung zu entnehmen hat. Mit der seit der Fundamentalepoche verflossenen Zeit geht man zuerst in die Tafel der „*annos collectos*“, welche von 20 zu 20 Jahren fortschreitet, ein, darauf mit dem Rest der Zeit, welcher kleiner als 20 Jahre ist, in die Tafel der „*annos espansos*“, die von Jahr zu Jahr fortschreitet, dann mit den Monaten in die Tafel der „*meses*“, mit den Tagen in die der „*dias*“ und endlich in die der „*oras*“ und der „*menudos*“. Die entnommenen Werte, welche in Gestalt von „*signos*, *grados*, *menudos*, *segundos*“ gegeben sind, werden summiert, wodurch man die gewünschte mittlere Bewegung für das Datum erhält. Unter den „*signos*“ sind stets die später als „*signa communia*“ benannten Größen zu 30° verstanden, welche unmittelbar den 12 Zeichen des Tierkreises nachgebildet sind, während in den lateinischen Drucken überall „*signa physica*“ zu 60° verwendet werden.²⁾ Ungleich wichtiger ist indessen diese Rechnungsvorschrift als Ganzes, denn sie setzt einen

1) Vgl. E. MAYER, *Die Geschichte des ersten Meridians und die Zählung der geographischen Länge*; Mitteil. aus d. Gebiete d. Seewesens 6, 1878, No. II und III.

2) CANTORS Bemerkung (*Vorles. üb. Gesch. d. Math.* II², p. 177), die von JOHANNES VON GEMINUS gebrauchten *signa physica* zu 60° seien schon in den 1252 verfaßten ALFONsinischen Tafeln enthalten gewesen, trifft daher offenbar für das Original derselben nicht zu.

Bau der betreffenden Tafeln voraus, welche der heute üblichen Tabulierung mittlerer Bewegungen entspricht und demnach völlig verschieden von dem gerade so charakteristischen Bau der betreffenden Tafeln in den lateinischen Druckausgaben ist. Bei letzteren ist nämlich die seit der Fundamentalepoche — hier Christus — verflossene Zeit, welche als Tafelargument dienen soll, zuvor in einem eigentümlichen Sexagesimalsystem auszudrücken, dessen Grundeinheit der Tag ist, von welchem aus sowohl nach unten als auch nach oben neue sexagesimale Einheiten gebildet werden. So ist, um ein Beispiel anzuführen, für das Datum 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s dies Tafelargument gleich 2^d 29^h 49^m 32^s 15^u 4^u 0^u, wobei 1^d = 1 Tag, 1^h = 60 Tage und 1^m = $\frac{1}{60}$ Tag ist usw. Die Tabulierung ist dann so erfolgt, daß die Tafel nur die Änderung des betreffenden Winkels in der seit der Fundamentalepoche verflossenen Zeit gibt, zu welcher man noch die Radix, d. i. den Stand dieses Winkels zur Fundamentalepoche selbst als Konstante zu addieren hat, um den gesuchten Stand für das Datum zu erhalten. Vermöge des eingeführten Sexagesimalsystems ist es aber möglich, mit nur einer Tafel für diese Änderung des Winkels auszukommen, deren Argument von 0 bis 60 läuft; man geht nämlich nacheinander mit den verschiedenen sexagesimalen Ordnungen in die Tafel ein, in unserem Beispiel zuerst mit der 2, dann mit der 29 usw., wobei man natürlich jedesmal die Benennung des Tafelwertes um eine Stelle weiterrücken muß. Addiert man schließlich die erhaltenen Einzelwerte und fügt, wie erwähnt, noch die Radix hinzu, so hat man die gesuchte mittlere Bewegung für das Datum. Diese Einrichtung, welche die augenfälligste Eigentümlichkeit der lateinischen Druckausgaben der ALFONSinischen Tafeln bildet, ist also in dem kastilianischen Original nicht vorhanden gewesen. Vielmehr ist hier der auch heute übliche Weg eingeschlagen, der keiner weiteren Erläuterung bedarf. JOHANNES SCHONER, welcher um 1537 in Gestalt seiner *Tabulae resolutae* eine Umrechnung der ALFONSinischen Tafeln gab, indem er die mittleren Bewegungen wieder in der heute üblichen Form tabulierte, ahnte wohl nicht, daß er sich damit wieder der ursprünglichen Gestalt dieses Tafelwerkes näherte.

Die folgenden Kapitel des Originaltextes geben die speziellen Anweisungen zum Gebrauch der Planetentafeln. Es geht aus ihnen hervor, daß die Tafeln der Ungleichheiten im kastilianischen Original genau denselben Bau besitzen haben wie in den späteren Druckausgaben. Die termini technici der letzteren sind lediglich Übersetzungen der entsprechenden spanischen Ausdrücke. Tabuliert war die „*eguacion del centro*“ (aequatio centri), ferner die „*eguacion dell argumento*“ (aequatio argumenti), ferner die „*diversidad del diametro*“ (diversitas diametri), und zwar sowohl für die „*longura mas luenga*“ (longitudo longior), als auch für die „*longura*“

mas çerca“ oder „çercana“ (longitudo propior), und endlich die „menudos proporcionales“ (minuta proportionalia). Die Bedeutung dieser Größen stimmt mit den lateinischen terminis vollkommen überein, und die Rechnungsvorschriften sind so gleichartig, daß man — von ganz unerheblichen Änderungen abgesehen — den kastilianischen Originaltext als Anleitung zu den Planetentafeln der lateinischen Drucke benutzen kann. Hiernach ist ohne weiteres ersichtlich, daß die von RICO publizierten numerischen Tafelfragmente, in denen einfach die wahre Länge für eine gewisse Periode gegeben ist, gar nicht zu dem originalen Text passen, daß dieser vielmehr ganz andere Tafeln voraussetzt, welche zwar in bezug auf die mittleren Bewegungen von den späteren Druckausgaben erheblich abwichen, aber doch keineswegs den einfachen Bau jener immerwährenden Ephemeriden besessen haben.

Sind schon diese Unterschiede zwischen dem kastilianischen Original und der lateinischen Redaktion der Tafeln sehr merkwürdig, so gilt dies womöglich in noch höherem Maße von der Präzessionstheorie. Dieselbe wird in dem Kapitel XLIX des RICOschen Originaltextes auseinandergesetzt.

Man hat zu unterscheiden zwischen natürlichen Örtern (logares naturales) und eigenen Örtern (logares propios) der Planeten. Erstere werden gezählt vom natürlichen Anfangspunkt, welcher in der äußersten, nicht gestirnten Himmelsphäre liegt (en el cielo alto, raso ó no estrellado) und einen absoluten Fixpunkt darstellt, der nur die tägliche Drehung des Himmelsgewölbes mitmacht. Innerhalb dieser äußersten Sphäre liegt die Sphäre der Fixsterne (cielo estrellado), und von ihrem Frühlingspunkt, der also unter den Fixsternen eine feste Lage hat, werden die eigenen Örter gezählt. Der absolute Fixpunkt der äußersten Sphäre ist das, was wir heute den beweglichen Frühlingspunkt nennen, und in ihm steht die Sonne tatsächlich in jedem Frühlingsäquinoktium. Die innere Sphäre mit den Fixsternen war es nach der damaligen Auffassung, welche sich gegen diesen absoluten Fixpunkt verschob. Diese Auffassung ist also der unserigen gerade entgegengesetzt, denn wir lassen die Fixsterne ruhen und den wahren Frühlingspunkt wandern. Aus den Tafeln resultieren unmittelbar nur die eigenen Örter, indem nur die Bewegung in bezug auf die Sterne tabuliert ist. Das Ziel der Rechnung aber müssen die auf den absoluten Fixpunkt bezogenen natürlichen Örter bilden, denn da in diesem Punkte die Sonne in jedem Frühlingsäquinoktium steht, so beziehen sich auch alle Beobachtungen auf ihn. Die infolgedessen am fertigen Tafelorte anzubringende Korrektur ist so tabuliert, daß man mit der Zeit zunächst einen Winkel entnimmt, welcher mittlere Bewegung des Widderkopfes heißt. Dieser dient aber nur als Argument für eine zweite Tafel, die Tafel des Vorrückens und Zurückweichens (allongamiento et tornamiento = accessus et recessus). Erst aus dieser wird die definitive Korrektur ent-

nommen, welche positiv von 0 bis 180° , negativ von 180° bis 360° des Arguments ist. Die Maximalgröße wird nicht mitgeteilt. Hier ist also gar keine säkulare Präzession, sondern nur ein periodisches Hin- und Herschwanen des Frühlingspunktes, die sogen. Trepidation angenommen. Für 0 und 180° des Tafelarguments wird diese Korrektion Null, und die Frühlingspunkte im gestirnten und nicht gestirnten Himmel fallen zusammen, „und die eigenen Örter der Planeten werden gleich den natürlichen Örtern selbst sein, ohne irgend einen Unterschied“.

Ganz anders ist die Präzessionstheorie der lateinischen Drucke. Hier wird zwar ebenfalls die unrichtige Trepidation angenommen, aber die aus ihr in Gestalt einer periodischen Ungleichheit entspringende Korrektion wird zu einer säkularen Präzession in unserem Sinne addiert und ergibt erst so die vollständige Korrektion. Infolgedessen sind hier drei Tafeln gegeben, eine solche, aus welcher man mit der Zeit die gleichförmig wachsende säkulare Präzession entnimmt, eine zweite, aus der man den ebenfalls gleichförmig wachsenden Argumentwinkel der Trepidation erhält, mit welchem sodann aus der dritten Tafel die periodische Ungleichheit, die Trepidation, entnommen wird. Auch die Art der Anbringung dieser Korrektion ist hier eine andere, indem sie in die Berechnung des Planetenortes verflochten wird. Man korrigiert nämlich die für die Fundamentalepoche gegebene Länge des Perigäums, welche eine Konstante darstellt, um diesen Präzessions- und Trepidationsbetrag, und erhält so die für das Datum gültige Länge des Apogäums. Mit der letzteren wird die Rechnung des Planetenortes durchgeführt, wodurch man unmittelbar den auf Präzession korrigierten Ort erhält.¹⁾

1) So einfach die Präzessionstheorie der Druckausgaben auf den ersten Blick erscheint, so kompliziert werden die Erscheinungen, wenn man die Theorie geometrisch bis in die Einzelheiten durchzuführen sucht. Im 16. Jahrhundert bestanden die lebhaftesten Kontroversen nicht nur über die wahre Beschaffenheit der Trepidation, sondern auch speziell darüber, wie die in den Alfonsinischen Tafeln gegebene Theorie zu verstehen sei. Ein interessantes Beispiel für die Unsicherheit der Theorie geben auch die Alfonsinischen Tafeln selbst. Alle Druckausgaben haben die Vorschrift, daß die Breiten bei Sternreduktionen ungeändert bleiben: „*Latitudines autem immutare ne attantes, quandoquidem omni aevo eadem manent*“ (Ausgabe 1553). GAUCIUS jedoch, der den Fixsternkatalog auf 1500 reduzierte und sich offenbar eingehender mit der Präzessionstheorie beschäftigt hatte, sagt bezeichnenderweise, er habe den Vorschriften folgend, die Breiten ungeändert gelassen, nach seiner Ansicht müßten sie sich aber infolge der Trepidation seit PROLEMÄUS um $20'$ geändert haben: „*Latitudines autem non mutavimus adhuc sectantes vestigia HYPARCHI, PROLEMÆI et ALFONSI regis. Qui arbitrabantur stellas fixas in latitudine ab ecliptica semper in eodem loco sibi fixam ac perpetuam eadem vindicasse. Verum enim vero propter motum titubationis octavae sphaerae ego arbitror omnes stellas fixas ad austrum declinasse per $20'$ fere, ab PROLEMÆI observationibus ad nostra haec tempora.*“

Die originalen Planetentafeln weichen also nicht nur in bezug auf die Tabulierung der mittleren Bewegungen, sowie in der Fundamentalepoche, sondern auch in bezug auf die Präzessionstheorie ganz erheblich von den lateinischen Druckausgaben der späteren Zeit ab, und die übel beleumundeten Perioden von 49000 und 7000 Jahren, welche ISAAC BEN SIN nach kabbalistischen Ideen¹⁾ für die Bewegung des Frühlingspunktes angenommen haben soll, waren also jedenfalls in dieser Form nicht im Original vorhanden gewesen.

Wir müssen hier noch auf einen Punkt zurückkommen, den wir bisher zurückgeschoben hatten, um die Darstellung nicht zu unterbrechen. Es betrifft dies die Überlieferung von der angeblich 1256 erfolgten Umrechnung der Tafeln. Diese von neueren Autoren viel zitierte Nachricht findet man bei RICCIOLI, der sie von RITJUS hat, welcher letzterer wiederum auf seinen Lehrer ABRAHAM ZACUTH zurückgreift. Es heißt, nachdem ALFONS im Jahre 1252 die Planetentafeln herausgegeben habe, sei ihm 1256 von JEHUDA BEN MOSE seine Übersetzung des Werkes von AL-SUFI über die Fixsterne vorgelegt worden, in der die Präzessionstheorie des ALBATEONIUS (1° in 66 Jahren) vertreten sei; hierdurch habe sich ALFONS zu dieser Theorie bekehrt und die Planetentafeln danach umrechnen lassen. Die Druckausgaben stellten also hiernach die ursprünglichere Form dar, während die verbesserten Tafeln unbekannt seien. Wir werden sehen, was von dieser Überlieferung übrig bleibt, sobald man sie etwas schärfer ins Auge faßt. Was schreibt denn ABRAHAM ZACUTH? BJÖRNBO hat uns die betreffende Stelle seines hebräischen Werkes in der Übersetzung mitgeteilt:²⁾ „Wir finden auch in dem Werke über die Fixsterne, welches er (d. h. König ALFONS), gemäß seiner Zeit, vier Jahre nach den Tafeln herausgegeben hat, daß er zurückgekommen ist (d. h. von seiner oben erwähnten irrigen Meinung); denn er sagt, daß die Achte (Sphaera) zweifellos immer vorwärts schreitet, wie es PROLEMÄUS geschrieben hat. Dieses Werk das ist dasselbe Werk, welches Rabbi JEHUDA Sohn MOSE der KONEH dem König übersetzt hat. Dieses Werk hat der Weise, welcher genannt wird ABUL HOSEIN (AL-SUFI) verfaßt...“. Wo wäre hier die Rede von einer Umrechnung der Planetentafeln? ZACUTH, der mit seinen Zeitgenossen die irrige Ansicht teilte, daß die Tafeln 1252 entworfen seien, mußte folglich die 1256 erfolgte Übersetzung des AL-SUFI und die dabei ausgeführte Reduktion des Sternkatalogs desselben für das spätere Werk halten, woraus er schloß, daß ALFONS sich jetzt zu der darin vertretenen Präzessionstheorie von 1° in 66 Jahren bekehrt habe. Er führt dies nur

1) Der Sabbat- und Jubelperiode entsprechend.

2) Biblioth. Mathem. 23, 1901, p. 199.

an, um seine Abweichung von den zu seiner Zeit verbreiteten lateinischen *Tabulae Alfonsinae* mit ihrer aus Trepidation und säkularer Präzession gemischten Theorie dadurch zu rechtfertigen, daß auch ALFONS selber diese Theorie später aufgegeben habe, wie man aus dem angeführten Werk ersehen könne.

Wie sieht nun diese Überlieferung bei RITUS aus? Bei ihm heißt es:¹⁾ „Nodem modo (nämlich mit 1° für 60 Jahre) latas esse stellas cernere licet a MILLEO (MENELAUS) ad ALPHONSUM (hier ist gemeint die Reduktion des AL-SUFischen Katalogs auf 1256), in qua re advertendum est, regem ALPHONSUM primo fuisse oppinatum (gemeint ist: in den Tafeln), et stellis motu duplici scilicet titubationis (d. i. die Trepidation), et motu augium communium (d. i. die säkulare Präzession) nonne sphaera agitari, sicuti et nunc communiter creditur, canones tabularum ALFONSI id causantes; attamen quattuor annis postea quam tabulas planetarum composuerit, anno scilicet ab incarnatione 1256, quum, translatus ex arabico in hispanensium idiomum, librum sapientissimi viri ALBUHASSIN quidam Rabi JUNA nomine, Judeus, regi obtulerit, quem librum de stellarum fixarum motu atque locis ALBUHASSIN composuerat (= AL-SURI), et in quo ALPHONSUM probatam ALBATENI sententiam, locaque stellarum optime et fideliter signata reperit. Tunc revocata priori sententia . . . , ALBATENI sententiam complexus est, et stellas fixas . . . secundum hanc eandem sententiam locavit etc.“ Daher sei die Epoche des Sternkatalogs nicht 1252 sondern 1256, wovon schon weiter oben die Rede war. Auch hier ist noch nirgends von einer Umrechnung der Planetentafeln die Rede, sondern nur davon, daß ALFONS bei der 1256 ausgeführten Reduktion des AL-SUFischen Sternkatalogs nicht die aus seinen Tafeln bekannte Präzessionstheorie, sondern die einfache des ALBATEGNIUS verwendete, doch legt hier die Ausdrucksweise bereits eine Verwechslung nahe.

Sehen wir nun zu, was RICCIOLI aus dieser Nachricht gemacht hat. Er zitiert RITUS wörtlich, schreibt dann aber an einer anderen Stelle:²⁾ „secutus ALBATEGNIUM alteram fixarum tabulam (dieser Ausdruck ist bereits mißverständlich) edidit diversam a Canone pristino motus Augium et fixarum. Ita narrat ABRAHAM ZAGUTHUS in sua Magna Compositione . . .“ und wiederum:³⁾ „secutus est ALBATEGNIUM, et correctiores tabulas de praedicto motu (hier liegt das Mißverständnis zu Tage) ac locis fixarum edidit anno 1256, quas vidisse se testantur ABRAHAM ZAGUTHUS apud RICCIUM in tractatu de motu octavae Sphaerae, et Cardinalis CUSANUS.“

1) Zitiert nach Brünno, Biblioth. Mathem. 23, 1901, p. 198.

2) *Almagestum novum* p. 166.

3) *Almagestum novum* p. XXX.

Mir scheint es hiernach völlig unzweifelhaft, daß die ganze Überlieferung von der 1256 erfolgten Umrechnung der Planetentafeln auf einer irrthümlichen Auslegung jener Stellen bei RITUS und ZACCHUS entstanden ist, wo nur von der Übersetzung des AL-SUFI und der dabei ausgeführten Reduktion der Sternörter auf das Jahr 1256 die Rede ist.

Wenn sich hiermit nun auch diese ganze Überlieferung in ein einfaches Mißverständnis aufgelöst hat, so sind wir allerdings wegen der oben auseinandergesetzten Diskrepanzen zwischen dem originalen Text und den lateinischen Ausgaben um so sicherer, daß tatsächlich in den ersten 50 Jahren sehr merkwürdige Veränderungen mit den Tafeln vor sich gegangen sind. Es ist mir nicht gelungen, über diesen Punkt Klarheit zu gewinnen, und es dürfte hier wohl eine größere Erfahrung namentlich auf bibliographischem Gebiet nötig sein, als mir zu Gebote steht. Ich will daher nur ganz kurz das Material mitteilen, das ich bisher habe sammeln können.

RICO, dem die Abweichungen des Originaltextes von den lateinischen Ausgaben nicht verborgen geblieben sind, scheint eine Fälschung oder Unterschiebung anzunehmen. Auf Grund seiner umfangreichen Untersuchungen kommt er zu dem Schluß, daß wahrscheinlich zuerst in Barcelona Fälschungen der ALFONSSINISCHEN Werke entstanden seien. Diese Schriften seien dann nach Deutschland und in die Hände eines JOHANNES DE SAXONIA gelangt, der aus ihnen eine vermeintliche neue Ausgabe der ALFONSSINISCHEN Tafeln zusammengestellt habe, „welche wie die Bücher von Barcelona mit dem Original nicht mehr als den Titel gemein hatte“. Bei diesen Darlegungen gebraucht RICO stets Worte wie „adulteracion“, „corruptela“, und besonders häufig „falsificacion“, so daß es scheint, als habe er eine bewußt ausgeführte Fälschung angenommen. Diese Ansicht ist auch in einem von RICO angeführten Zitat von TORNAIRA (1583) vertreten, in dem es heißt: „alles dies ist erläutert worden, . . . damit man sehe, daß jemand die Tafeln mit der Trepidation . . . gefälscht hat, . . . weil von ALFONSO nicht zu glauben ist, daß er sie in seine Tafeln aufnahm, sondern daß jemand die ursprünglichen entfernte und die fälschen nach seinem Kopfe hineinsetzte“. RICO selbst schließt eine dieser Darlegungen mit den Worten: „Folglich wurden die wahren Werke des Königs D. ALFONSO unbeachtet in Sevilla aufbewahrt. Ihr Name allein und einige gefälschte Blätter (algunos quadernos ficticios) gelangten im Anfange des 14. Jahrhunderts über die Grenzen der iberischen Halbinsel, um dort von JOHANNES DE SAXONIA, BRIXIA, JOHANNES DE LINERIS und etwa 50 anderen Gelehrten, bis zu COPERNICUS Zeiten, studiert und erläutert zu werden. Da diese nicht wußten, daß ihre literarischen Arbeiten auf der Basis einer Fälschung (base falsificanda) beruhten, konnten sie glauben, sie hätten klassische Werke von großer Bedeutung erschlossen.“

Ricos Darlegungen sind allerdings mehrfach von anderen Forschern angegriffen worden,¹⁾ und man wird STEINSCHEIDER Recht geben, wenn er erklärt, über diese Dinge seien die Akten noch nicht geschlossen.

In der Literatur des 13. bis 15. Jahrhunderts ist viel von einer „Verbesserung“ der ALFONSinischen Tafeln die Rede. Leider habe ich diese Spuren nicht weiter verfolgen können, will aber doch diejenigen Werke angeben, die ich mir aus HOUZEAU und LANCASTER²⁾ herausgeschrieben habe, und die wohl Beiträge zu unserer Frage liefern dürften.

Expositio tabularum ALFONSI et motiva probantia eorum falsitatem. MS. du XV^e siècle à la Bibl. nationale de Paris.

Sermo de usu tabularum ALFONSI. MS. à la Bibl. de l'Université d'Oxford.

Expositio intentionis Regis ALFONSI circa tabulas ejusdem. MS. du XV^e siècle à la Bibl. nationale de Paris.

Tractatus de correctione motuum coelestium ALFONSI. MS. à la Bibl. de l'Université d'Oxford.

Canones pro tabulis corrigendis regis ALFONSI, MS. du XVI^e siècle à la Bibl. impériale de Vienne.

HATEN, H., Tractatus de erroribus tabularum ALFONSI; 1290, MS.

NICOLAUS DE LIMETO, Tabulae ALFONSIinae correctae. MS. au British Museum (fonds Harley). Ouvrage composé en 1386.

BESSARION, J., Canon stellarum Correctis numeris ALFONSIinis. MS.

Schließlich möchte ich einer Stelle aus den *Ephemerides novae* . . . ad a. 1551 des GEORG JOACHIM RHAETICUS (Lipsiae 1550) gedenken, auf welche mich Herr ENESTRÖM freundlichst aufmerksam machte. Sie lautet:³⁾

„ . . . ALFONSIUS rex Hispaniae . . . Hic quidem divinitus ad hanc curam suscitatus (i. e. correctionis tabularum motuum coelest.) . . . lubescere etiam opus quamvis praeclarum necesse fuit. Itaque post annos statim quadraginta, GUILLIELMUS quidam de S. GLADIALDO, notas ALFONSIinae quasi decisionibus apponere ausus fuit, de suis observationibus, quod idem paulo post fecit et PROPHATIUS JUDAEUS. Hos secuti sunt JOANNES BLANCHINUS, GEORGIUS PURPACHIUS, JOANNES REGIOMONTANUS Francus, BERNARDUS GUALTERUS, DOMINICUS MARIA . . .“

Ich gebe aber auch diese Notiz mit allem Vorbehalt wieder, da es mir sehr unwahrscheinlich erscheint, daß RHAETICUS über diese Dinge gut unterrichtet gewesen sein sollte, die seinem Zeitalter so unbekannt waren.

1) Vgl. STEINSCHEIDER, *Die Mathematik bei den Juden*; Biblioth. Mathem. 1899, p. 38.

2) A. u. O. I, p. 1367, 1370, 1374.

3) Zitiert nach ВИНКЕНМАНН, *Микелл Корканик I*, p. 448 Anm.

Die
Alfonsinischen Tafeln
für
den Gebrauch eines modernen Rechners.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
GENEHMIGT
VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT
DER
FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN.

Von
Alfred Wegener
aus Berlin.

Tag der Promotion: 4. März 1905.

Referenten:

Prof. Dr. Bauschinger

Prof. Dr. Förster.

Druck von E. Ebering, G. m. b. H., Berlin NW., Mittelstr. 29.

Meinen Eltern.

Einleitung.

Die Entstehung des kastilianischen Originals der Alfonsinischen Tafeln wird meist auf das Jahr des Regierungsantritts Alfons X. von Castilien 1252 gelegt, obwohl diese Ueberlieferung wenig sicher ist und manche Anzeichen dafür sprechen, dass die Tafeln erheblich später, in den sechziger oder gar erst siebziger Jahren des 13. Jahrhunderts entworfen worden sind. Eine grössere Verbreitung haben aber erst die lateinischen Bearbeitungen des folgenden Jahrhunderts gewonnen, namentlich diejenige Johans von Sachsen, welche in das Jahr 1331 gesetzt wird. Diesen Zeitpunkt wird man daher als Beginn der Periode betrachten können, in der die Alfonsinischen Tafeln eine allgemeine Anwendung fanden. Bis zur Einführung der Buchdruckerkunst in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts entstanden eine grosse Zahl von lateinischen Handschriften, von denen sich gegenwärtig fast in allen grossen Bibliotheken Europas Exemplare vorfinden. Gedruckt wurden die Tafeln zum ersten Male in Venedig 1483, sodann 1487, ferner zu Augsburg 1488, und wiederum zu Venedig in den Jahren 1490, 1492, 1512, 1517, 1518, 1521, 1524, 1534. Endlich erschienen 2 weitere Ausgaben zu Paris 1545 und 1553. Den ersten Rang nahmen die Alfonsinischen Tafeln bis zum Jahre 1551 ein, in welchem die Prutenischen Tafeln des Erasmus Reinhold, die bereits nach der Kopernikanischen Theorie entworfen waren, zum ersten Male im Druck erschienen. In der Folgezeit wurden zwar die Prutenischen Tafeln meist vorgezogen, doch blieben daneben die Alfonsinischen noch vielfach im Gebrauch. Auch ist zu beachten, dass manche der damals entstandenen Tafeln, z. B. die *Tabulae resolutae* Schoners, nur Umrechnungen der Alfonsinischen darstellen.¹⁾ Die Gregorianische Kalenderreform

1. Schoner schlug für die Tabulierung der mittleren Bewegungen denselben Weg ein, den auch Verfasser bei seiner Umrechnung gegangen ist. Es braucht aber wohl nicht hervorgehoben zu werden, dass Schoners Tafeln

(1582) scheinen sie aber nur in Spanien überdauert zu haben, wo noch 1641, also 14 Jahre nach Erscheinen der Rudolfinischen Tafeln Keplers, eine neue Ausgabe zu Madrid erschien.

Angesichts dieser bedeutenden, wegen unserer unvollständigen Kenntnis der Handschriften und Drucke dieses Werkes wohl noch immer etwas unterschätzten Verbreitung, welche die Alfonsinischen Tafeln während reichlich 250 Jahren in Europa besessen haben, ist es sicherlich für mancherlei geschichtliche Untersuchungen von Wert, auch heute noch nach ihnen Planetenörter rechnen zu können. Gegenwärtig setzt aber eine Benutzung der alten Druckausgaben, die überdies trotz ihrer grossen Zahl allmählich selten geworden und jedenfalls nur in grösseren Bibliotheken vorhanden sind, stets ein mühsames Vorstudium der oft knappen und schwer verständlichen lateinischen Anleitungen, die sich in ihnen selbst finden, voraus, oder aber, wenn man sich mit den rein mechanischen Rechnungsvorschriften nicht begnügt, ein noch zeitraubenderes und mühsameres Studium der alten von Peurbach und anderen herrührenden Darstellungen der Theorie aus dem 16. Jahrhundert. Zieht man dazu die Unbequemlichkeit in Betracht, welche durch das in den Tafeln verwendete Sexagesimalsystem verursacht wird, das mit einer heute ungebräuchlichen Konsequenz bei der Winkelteilung, ganz entgegen dem heutigen Gebrauche aber auch bei der Zeit durchgeführt ist, so wird für einen modernen Rechner, der mit der Terminologie der alten, geocentrischen Theorie nicht hinreichend vertraut ist, die Rechnung eines Planetenortes nach den lateinischen Drucken des 15. und 16. Jahrhunderts mit recht erheblichen Schwierigkeiten verknüpft sein.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, diese Schwierigkeiten möglichst zu beseitigen. Zu diesem Ziele schien es geboten, einmal die Tafeln selbst auf eine gegenwärtig geläufigere Form umzurechnen, namentlich also das schwerfällige Sexagesimalsystem zu beseitigen, ausserdem aber eine Erläuterung der Theorie zu geben, aus der sich die Rechnungsvorschriften ableiten lassen.

Der Umrechnung wurde die letzte Ausgabe der Alfonsinischen Tafeln, Paris 1553 (Paschasius Hammellius) zu Grunde gelegt,

aus anderen Gründen für die vorliegende Arbeit keinerlei Nutzen gewähren konnten.

doch lagen Verfasser daneben noch 4 Venediger Ausgaben von den Jahren 1483, 1492, 1518 und 1524 vor. In allen diesen Ausgaben stimmen die Planetentafeln bis auf die allerdings zahlreichen Druckfehler vollkommen überein. Bei der Darstellung der Theorie wurden ausser diesen 5 Tafelausgaben namentlich auch die von Reinhold commentierten „Theoricae novae planetarum Purbachii“, Ausgabe 1542, sowie die „Quaestiones“ des Vurstisius über das gleiche Thema benutzt, welche vielfach auf die Alfonsinischen Tafeln Bezug nehmen und darum nicht mit Unrecht als der Text derselben bezeichnet worden sind. Dagegen verdient es hervorgehoben zu werden, dass die 1863—67 von der Akademie der Wissenschaften zu Madrid herausgegebenen „Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X. de Castilla etc.“ für die vorliegende Arbeit keinen Nutzen gewähren konnten. Im IV. Bande dieses Werkes ist allerdings der kastilianische Originaltext der Tafeln enthalten, allein die ebendort irrtümlich als „fragmentos numericos de las taulas Alfonsies“ abgedruckten Zahlentabellen stellen eine besondere, auf der Tabulierung von Perioden beruhende Art von Ephemeriden dar, die später als „Almanach perpetuum“ bezeichnet wurde, und die mit dem Original der Alfonsinischen Tafeln nichts zu tun hat. Im übrigen ist der Inhalt der spanischen Publikation nicht den Planetentafeln, sondern einem neuentdeckten Sammelwerk Alfons X über die astronomischen Instrumente gewidmet.^{1a)}

Bemerkungen über die Umrechnung.

Den Hauptgegenstand der Umrechnung bilden die Tafeln der mittleren Bewegungen, bei welchen die ursprüngliche Form ganz aufgegeben werden musste. In den alten Drucken ist nämlich jede mittlere Bewegung zerlegt in den Stand des betreffenden Winkels zur Fundamentalepoche, die sogen. radix, und die eigentliche Bewegung von dieser Epoche bis zum Datum. Die Tafeln geben nur die letztere, so dass man zum Tafelwert noch die radix zu addieren hat, um den gesuchten Stand des Winkels für das Datum zu erhalten. Durch diese Trennung der radix von der Bewegung ist die eigentümliche Einrichtung jener Tafeln ermöglicht.

1a. Vergl. meine Abhandlung: „Die astronomischen Werke Alfons X.“, welche demnächst in Bibliotheca Mathematica, Zeitsch. f. Gesch. d. Math., erscheinen wird.

Das Tafelargument, d. i. die von der Fundamentalepoche (Christus) bis zum Datum verfllossene Zeit, ist nämlich zuvor in einem Sexagesimalsystem auszudrücken, dessen Grundeinheit der Tag ist, von welchem nach oben und unten neue sexagesimale Einheiten gebildet werden. So ist z. B. für des Datum 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s dies Tafelargument gleich 2^d 29^s 49^s 32^d 15^m 4^s 0^s, wobei die 32 Tage bedeuten, während 1^s=60^d und 1^m=1/60^d ist, etc. Vermöge dieser Massnahme braucht man für jede mittlere Bewegung nur eine einzige Tafel, deren Argument von 0 bis 60 läuft. Man geht nämlich nacheinander mit den verschiedenen Grössenordnungen des Arguments in die Tafel ein, in unserem Beispiel zuerst mit der 2, dann mit der 29, u. s. w., wobei man die Benennung der Tafelwerte jedesmal um eine sexagesimale Stelle weiterschiebt. Durch Summieren der Einzelwerte erhält man dann den Tafelwert für das Gesamtargument.

Diese Einrichtung wurde ganz aufgegeben, und die mittleren Bewegungen wurden in der heute üblichen Form tabuliert, welche keiner Erläuterung bedarf.²⁾

Die Tafeln der *aequationes* oder Ungleichheiten dagegen wurden so gut wie ungeändert übernommen, indem daselbst lediglich die Winkel in Dezimalteilen des Grades gegeben sind, statt in dem ursprünglichen, streng durchgeführten Sexagesimalsystem, bei dem der Kreis in 6 *signa*³⁾ zerfällt, und ausser *minuta prima* und *secunda* des Grades auch noch *minuta tertia*, *quarta* etc. gebildet werden. Auch wurde statt *adde* und *minue* das positive und negative Vorzeichen eingeführt. Überall wo die alten Drucke nur die Minute geben, wurde bei der vorliegenden Arbeit der Hundertstelgrad, wo Sekunden, der Tausendstelgrad mitgenommen. Da diese Grössen etwas kleiner sind als die ursprünglichen, so verlaufen naturgemäss die Differenzen in den umgerechneten Tafeln der *aequationes* noch ungleichmässiger als in den Originalen. Von einer Ausgleichung wurde indessen Abstand genommen, da die

2. Die heutige Einrichtung ist auch in dem oben erwähnten Kastilianischen Originaltext vorausgesetzt, so dass das genannte sexagesimale Zeitsystem erst bei einer späteren Umrechnung eingeführt sein dürfte.

3. In den Alfonsinischen Tafeln werden mit wenigen Ausnahmen, wo aus ökonomischen Rücksichten die älteren *signa communia* (zu 30°) beibehalten sind, überall *signa physica* (zu 60°) verwendet.

Absicht des Verfassers lediglich dahin ging, eine möglichst vollkommene Übereinstimmung mit den aus den alten Ausgaben resultierenden Örtern zu erzielen. Korrigiert sind dagegen in der vorliegenden Arbeit alle mit einem Sternchen versehenen Zahlen, bei welchen ein offener Druckfehler vorlag.

Die Gregorianische Kalenderreform ist in den Tafeln nicht berücksichtigt, und es ist daher stets mit julianischen Jahren zu rechnen. Es wurde bereits eingangs darauf hingewiesen, dass die Alfonsinischen Tafeln nach Einführung des neuen Kalenders nur noch sehr vereinzelt im Gebrauch waren.

Von den zahlreichen in den alten Drucken vereinigten astronomischen Tafeln wurden nur diejenigen ausgewählt, welche zur Berechnung der Planetenörter dienen, während alle übrigen, z. B. die Tafeln der Stationen und Retrogradationen, die Oppositionstafeln, die Finsternistafeln, der Fixsternkatalog u. s. w. fortgelassen wurden.

Für die technischen Ausdrücke der alten Theorie erschien es am zweckmässigsten, die lateinischen Vokabeln unverändert bestehen zu lassen, ohne sie durch die zum Teil für sie vorhandenen deutschen zu ersetzen. Verfasser glaubte dadurch einmal Unklarheiten und Zweideutigkeiten aus dem Wege zu gehen, und andererseits einen vollkommeneren Anschluss an die alten Tafeln zu erzielen und dadurch auch ein Verständnis der letzteren auf Grund dieser Arbeit zu erleichtern. Zur schnellen Orientierung über die Bedeutung dieser lateinischen Vokabeln siehe die alphabetische Übersicht am Schluss des Textes.

Die Fundamentalepoche der Tafeln.

Die Fundamentalepoche der Tafeln ist der Jan. 0.0 des Jahres 1. Für diesen Zeitpunkt gelten in den alten Ausgaben die *radices incarnationis*, desgleichen ist dort das Tafelargument für alle mittleren Bewegungen die von dieser Epoche bis zum Datum verfllossene Zeit, und endlich ist an den Tafelörtern stets die *Praecession* von dieser Epoche bis zum Datum anzubringen.

Da dies offenbar für den Gebrauch der Tafeln eine grund-

legende Frage ist, so möge hier der ausführliche Nachweis folgen.

Bezeichnend für die Knappheit des Textes gerade in den späteren Ausgaben ist es, dass sich weder diejenige vom Jahre 1524 noch die von 1553 über diesen Punkt überhaupt ausspricht. Dagegen ist gleich in der ältesten Ausgabe vom Jahre 1483 zu lesen: „Sciendum quod radix alicuius motus nihil aliud est quam locus circuli signorum, in quo fuerit ille motus in principio illius aerae, cuius est radix. Verbi gratia in tabula radicum solis, radix incarnationis Christi est quattuor signa 38 gr. 21', hoc est dicere ubi terminatur numerus in zodiaco incipiendo computum ab ariete: ibi fuit linea medii motus solis tempore Christi in meridie ultimi diei decembris: sive in principio ianuarii.“

Die Ausgabe 1492 hat dasselbe noch etwas weiter ausgeführt: „... incipiendo computum ab ariete in meridie ullimi diei Decembris: sive in principio Ianuarii. Ibi enim dies Ianuarii primus incipit in meridie: et in sequenti proximo sui ipsius desinit meridie: Dies namque semper a meridie diei praecedentis incipiendo usque in proximum sequentis diei meridiem durat more astronomico: et idcirco potius in meridie, quod pars sit nobilior diei: propter vim magnam et fortitudinem solis: qua radius suus fortius et validius in haec inferiora infigitur: cum sit perpendicularis in illa parte diei.“

Denselben Wortlaut hat auch die Ausgabe 1518. Dort wird des weiteren ein Beispiel für die „era anni currentis 1492 currente die 20. Junii, hora 14, min. 36“ gegeben. Die Stunden sind dabei post meridiem gezählt, was zwar nicht besonders hervorgehoben ist, aber schon aus den Tafelüberschriften (z. B. „horas tuas post meridiem aequare“ und anderen) hervorgeht. Die von der Fundamentalepoche bis zu diesem Datum verflossene Zeit wird in Übereinstimmung mit den vorangehenden Angaben zu 1491 Jahren, 5 Monaten, 20 Tagen, 14 Stunden, 36 Minuten angegeben.⁴⁾

4. Es herrschte im 16. Jahrhundert offenbar kein einheitlicher Gebrauch in Bezug auf den Jahresanfang, wodurch die Wichtigkeit der obigen Angaben noch erhöht wird. Schoner legte ihn wie die Alfonsinischen Tafeln auf den Mittag des bürgerlichen 31. Dezembers, Reinhold dagegen auf die Mitternacht zwischen dem 31. Dezember und dem 1. Januar. Der erstere schreibt in seinem Buche „aequatorii astronomici etc. canones“ vom Jahre 1524: „Diversi etiam astronomi diversimode annum inchoant. In hoc etiam

Ueber die anzubringenden Correctionen.

1. Längendifferenz.

Da die Alfonsinischen Tafeln auf den Meridian von Toledo bezogen sind, so hat man die gegebene Ortszeit eines beliebigen Ortes noch um die Längendifferenz gegen Toledo zu korrigieren, bevor man mit ihr die Rechnung durchführt. Zu diesem Zwecke geben die alten Ausgaben eine Tabelle der geographischen Positionen der hauptsächlichsten Städte Europas, welche nicht reproduziert wurde. Die heutigen Coordinaten von Toledo sind: $\varphi = 39^{\circ} 52' 24''$, $\lambda = 15^{\text{m}} 57^{\text{s}}$ westl. Greenwich.

2. Zeitgleichung.

Um aus der wahren die mittlere Ortszeit zu erhalten, hat man die Zeitgleichung anzubringen. Die älteste Ausgabe der Alfonsinischen Tafeln enthält keine Zeitgleichungstabelle und setzt also voraus, dass diese Correction, welche übrigens nur beim Monde einen merklichen Betrag erreicht, bereits angebracht ist. Alle späteren Ausgaben enthalten aber eine „*tabula aequationis dierum*“, welche in der vorliegenden Arbeit jedoch nicht reproduziert wurde, obwohl sie einen bemerkenswerten Unterschied gegen unsere heutigen Zeitgleichungstabellen zeigt. Die Zeitgleichung ist dort nämlich stets von der wahren Zeit zu subtrahieren, um die mittlere zu erhalten. Die Tafelwerte zeigen dabei gegen unsere heutigen

opere annum a Januario Romanorum more inchoamus, diem vero a meridie diei praecedentis initiamus, et in meridie diei sequentis finimus.“ Und ebenso in seinen *Tabulae resolutae*: „*Principium autem currentis anni secundum practicanes motus pro anno Romanorum fit semper in meridie ultimae diei decembris*“. Bei dem dort gegebenen Zahlenbeispiel: „*invenire medium motum solis anno domini currente 1502 ad 4. diem mensis Aprilis, hora 17 minut.34 secund.10 transactis ad meridianum Noribergensem*“ wird demgemäss das Tafelargument (verflossene Zeit) zu 1501 Jahre, 8 Monate, 4 Tage, 17 Stunden etc. angegeben.

Dagegen sagt Reinhold in seinen *Tabulae Prutenicae*: „*Primum quod aequalium motuum Epochae aliae ex meridie, aliae a media nocte initium capiant, a meridie quidem has tres: Olympiadum, Nabonassari, et Alexandri, sed a media nocte antecedenti reliquae duae, C. Caesaris et Christi, Domini ac Salvatoris nostri*“. Und nochmals: „*Initium vero anni Juliani similiter et Christi non pendet a meridie Calendarum Januarii, sed a media nocte antecedenti iuxta Romanorum consuetudinem*“. Entsprechend wird in einem Beispiel für das Datum 1490 Mai 17, 10^h a. m. das Tafelargument zu 1489 Jahren, 4 Monaten, 16 Tagen, 10 Stunden angegeben.

eine konstante Differenz von rund 16^m , so dass alle Werte über Null liegen. Der Verlauf der Zeitgleichung ist, abgesehen von diesem konstanten Zuschlag, derselbe wie bei uns, und das absolute Maximum beträgt $32^m 52^s$, also nur wenig mehr als der Gesamtausschlag unserer heutigen Zeitgleichung. Wie man sieht, läuft diese Massnahme lediglich auf eine geänderte Definition der mittleren Zeit hinaus; eine Uhr, welche die Alfonsinische mittlere Zeit anzeigt, geht um den konstanten Betrag von 16^m gegen eine nach der heutigen mittleren Zeit eingestellte nach. Da nun die *radices incarnationis* der Tafeln für den Alfonsinischen mittleren Mittag des 0. Jan. des Jahres 1 gelten, so hätte man, um die Tafeln unter Verwendung unserer heutigen Zeitgleichung unmittelbar brauchbar zu machen, von jeder *radix* diejenige Grösse zu subtrahieren, welche von der betreffenden Bewegung in diesen 16^m zurückgelegt ist, eine Correction, welche beim Monde immerhin den Zehntelgrad überschreiten würde. Es erschien indessen zweckmässiger, die in den Tafeln gegebenen *radices* beizubehalten und lieber in den wenigen Fällen, wo es nötig ist, mit der Alfonsinischen Zeitgleichung zu rechnen.

Um also aus einer gegebenen wahren Ortszeit die in den Tafeln zu verwendende mittlere Zeit zu erhalten, entnimmt man aus einer heutigen Zeitgleichungstabelle die Zeitgleichung des Datums, wobei eine sehr rohe Näherung genügt, addiert zu ihr 16^m , so dass ein stets positiver Wert herauskommt und hat so mit hinreichender Genauigkeit die Alfonsinische Zeitgleichung, welche stets von der gegebenen wahren Zeit zu subtrahieren ist, um die mittlere zu erhalten.⁵⁾

5. Da diese stets subtraktive Zeitgleichung immerhin etwas merkwürdiges darstellt, dessen Berechtigung nicht leicht einzusehen ist, zitieren wir Reinhold, der in seinen prutenischen Tafeln eine Uebersicht über die damaligen Methoden, die Zeitgleichung anzubringen, gibt: Auf 3 Arten könne man die wahre Zeit in mittlere verwandeln. Erstens könne man die Zeitgleichung direkt aus wahren und mittlerem Sonnenort berechnen. Dieselbe sei dann positiv und negativ. Dies sei die beste Art, die aber am meisten Arbeit koste. Zweitens habe man — *ex Ptolemaei doctrina* — die Zeitgleichung tabuliert, und zwar ebenfalls mit negativen und positiven Werten [... *mox excerptes dierum aequationem, quam littera A addendam, S vero subtrahendam esse monet*]. Eine solche Tafel gelte streng nur für ein bestimmtes Jahr, könne aber ohne erheblichen Fehler bis zu einem Jahrhundert gebraucht

3. Parallaxe.

Eine Parallaxe wird in den Alfonsinischen Tafeln bei der Berechnung der Planetenörter nicht berücksichtigt. Es findet sich in ihnen allerdings eine „*tabula diversitatis aspectus lunae*“, welche eine Parallaxentafel des Mondes darstellt, allein dieselbe befindet sich bei den Finsternistafeln, und aus dem Text geht hervor, dass sie nur zur Berechnung der Finsternisse Verwendung fand. Sie wurde aus diesem Grunde ebenfalls fortgelassen.

4. Praecession.

A. Berechnung der Praecession. Es giebt in den Alfonsinischen Tafeln nur eine Praecession in Länge. Die Gesamtpraecession zerfällt in eine säkulare fortschreitende Bewegung, welche der

werden [quorum canones uni tantum seculo citra errorem inserviunt]. Die 3. Art endlich, eben die Alfonsinische, bezeichnet Reinhold als „*ex Regiomontani doctrina et recentiorum sententia*“. Hier ist die Zeitgleichung stets subtraktiv: „*ac rite inventam aequationem dierum perpetuo aufer ab apparenti tempore. Ita enim prodibit aequale tempus quo recentiores utuntur*“. Es heisst weiter: „*dicam breviter, quod res est, a paucis etiam, qui inter doctos numerantur, satis animadvertum*“. Um bei der Rechnung von Planetenörtern nach den Alfonsinischen Tafeln nicht immer die unbequeme erste Art der Rechnung nötig zu haben, hätten die „*recentiores*“ eine Zeitgleichungstabelle entworfen, und zwar von der Art, dass der Rechner gleich der Unbequemlichkeit des wechselnden adde und minue enthoben sei: „*huic imbecillitati discentium consuluerint, ut sola tantum subtractione perpetuo ac constanter hoc negotium expediretur*“. Zu diesem Ziele habe man die *radices* der mittleren Bewegungen etwas geändert. „*Hoc est illud, quod Regiomontanus noster docet: si radix temporis posita sit super principium diminutionis, aequationem dierum semper subtrahendam esse, ut ex differentibus (= apparentibus) diebus fiant mediocres . . . Contrarium autem fit, si radix temporis posita fuerit super principium additionis*“. (Dann wäre nämlich die Zeitgleichung stets zu addieren, um die mittlere Zeit zu erhalten) „*Visa est autem eis aptior in hac tractatione via subtractionis quam additionis*“. Darauf wird ein Beispiel gegeben, wie man die *radix* einer mittleren Bewegung zu korrigieren hat, damit sie für die 3. Art der Zeitgleichung gilt. Es wird hinzugefügt, dass diese Korrektur nur beim Monde wegen seiner schnelleren Bewegung in Betracht kommt. Reinhold schliesst seine Darlegung mit den Worten: „*Haec de via subtractionis, quam recentiores in scholas introduxerunt, commemorare nunc breviter volui, a paucis recte tradita . . .*“

Hiernach sollte man erwarten, dass in der ältesten Ausgabe der Alfonsinischen Tafeln, welche ja keine Zeitgleichungstabelle enthält, die *radices* der mittleren Bewegungen etwas andere seien als in den späteren Ausgaben, was indessen nicht der Fall ist.

heutigen Praecession entspricht, obwohl sie den Vollkreis erst in 49000 Jahren durchläuft und daher kaum den halben Betrag der unserigen darstellt, und zweitens in eine periodische Ungleichheit oder Trepidation⁶⁾ mit einer Periode von 7000 Jahren. Ist x der Betrag dieser Trepidation, so wird sehr nahe

$$x = 9^\circ \sin \alpha \text{ } ^7)$$

wobei α einen nach Art der mittleren Bewegungen gleichförmig mit der Zeit wachsenden Winkel von der Periode 7000^a bedeutet.

In den alten Ausgaben sind daher zur Berechnung der Praecession 3 Tafeln gegeben, nämlich

a. eine „*tabula prima motus medii augium et stellarum fixarum*“, welcher der säkulare Teil der Praecession von Christus bis zum Datum entnommen wird. Für die Fundamentalepoche selbst ist derselbe Null, so dass man hier keine radix zu addieren hat.

b. eine „*tabula secunda medii motus accessus et recessus octavae sphaerae*“, welcher die Bewegung des Argumentwinkels α entnommen wird, zu welcher noch die zugehörige radix zu addieren ist, um den Stand des Winkels α für das Datum zu erhalten.

c. eine „*tabula aequationum motus accessus et recessus sphaerae stellatae*“, in der der Ausdruck $9^\circ \sin \alpha$ tabuliert ist. Dieser Betrag wird zu dem aus a erhaltenen säkularen Teil addiert und gibt so die Gesamtpraecession von Christus bis zum Datum, welche *aux communis* genannt wird.⁸⁾

6. Die Trepidation soll zuerst von Thebit ben Chora im 9. Jahrhundert, nach anderen im 12. Jahrhundert oder gar noch später aufgestellt worden sein, welcher sie fälschlich wegen der scheinbar periodisch sich ändernden Werte der Praezessionsbestimmungen annehmen zu müssen glaubte, während diese Abweichungen in Wirklichkeit nur auf Rechnung der Beobachtungsfehler zu setzen sind. Im Mittelalter spielte die Trepidation eine grosse Rolle, und es wurden verschiedene Theorien über sie aufgestellt, bis sie schliesslich durch Tycho endgültig beseitigt wurde. Thebit hatte eine rein oscillatorische, gar keine fortschreitende Bewegung des Frühlingspunktes angenommen. Die Alfonsinischen Tafeln halten die Mitte zwischen diesem Extrem und der Wahrheit, indem sie ein säkulares Fortschreiten mit einer periodischen Ungleichheit verbinden.

7. Nach Delambre, *Hist. d. l'astr. du moy. âge*: $\sin x = \sin 9^\circ \sin \alpha$.

8. Herr Herz hält im II. Teil seiner Geschichte der Bahnbestimmung irrtümlich die *aux communis* der Alfonsinischen Tafeln für eine Konstante. Er verwechselt hier — eine Folge der mehrfach erwähnten Knappheit des Textes der alten Ausgaben — das Beispiel mit der allgemeinen Rechnungsvorschrift.

Bei der vorliegenden Umrechnung hat Verfasser diese aux communis direkt für die in Betracht kommenden Jahre von 1250 bis 1650 tabuliert, so dass man sie unmittelbar aus der Tafel I interpolieren kann.⁹⁾

B. Anbringung der Praecession. Die Gesamtpraecession oder aux communis wird in der Weise angebracht, dass das Deferentenapogäum des Planeten, die sogen. aux, damit korrigiert wird. Dies ist auch der Grund, weshalb die Praecession gelegentlich als motus augium bezeichnet wird, denn die Apogäen besitzen mit alleiniger Ausnahme desjenigen des Mondes keine weitere Eigenbewegung, und ihre Länge vom jeweiligen Frühlingspunkt wird daher ebenso wie diejenige der Fixsterne lediglich durch die Praecession beeinflusst. Als Konstante gegeben ist für jeden Planeten die Apogäumslänge für die Fundamentalepoche, die radix augis. Addiert man zu ihr den Praecessionsbetrag bis zum Datum, so erhält man das instantane Apogäum des Datums, die sogen. aux propria. Wir haben also die bei allen zu rechnenden Planetenörtern zur Anwendung gelangende Gleichung:

$$\text{radix augis} + \text{aux communis} = \text{aux propria.}$$

Mit dieser aux propria wird die weitere Rechnung des Planetenortes durchgeführt, welche auf diese Weise sofort den auf Praecession korrigierten Ort ergibt, der keiner weiteren Korrektion mehr bedarf.

Aus dieser Anordnung, bei welcher die Praecession nicht an dem fertigen Tafelort, sondern am Apogäum angebracht wird, geht hervor, dass die medii motus, also die vom Frühlingspunkt gezählten mittleren Bewegungen, synodisch zum jeweiligen Frühlingspunkt gemeint sind. Der Winkel zwischen dem unter den Fixsternen unveränderlichen Apogäum und dem Anfangspunkt der Zählung der medii motus ist nämlich stets gleich der variablen aux propria, woraus unmittelbar hervorgeht, dass dieser Anfangspunkt der medii motus der veränderliche jeweilige Frühlingspunkt ist. Es ist allerdings zu beachten, dass durch die ungleichförmige

9. In den letzten Ausgaben der Alfonsinischen Tafeln ist auch eine Praecessionstafel des Blanchinus aufgenommen, in welcher ebenfalls die aux communis direkt von 60 zu 60 Jahren gegeben ist. Diese Tafel ist in einem merkwürdigen Optimismus bis zum Jahre 7000 n. Chr. ausgedehnt, wo die Periode der Ungleichheit geschlossen ist.

Bewegung des Frühlingspunktes unter diesen Umständen auch die Gleichförmigkeit der mittleren Bewegungen beeinträchtigt wird, doch hat man diesen Einfluss offenbar vernachlässigt.

Die Alfonsinische Planetentheorie.

Die Alfonsinischen Tafeln stehen noch völlig auf dem Boden der Ptolemäischen Theorie. Die Zahlenwerte sind grösstenteils verbessert, aber der Mechanismus der Theorie ist derselbe wie bei Ptolemäus. Daher ist naturgemäss von Störungen nicht die Rede, vielmehr wird jeder Planet völlig für sich betrachtet, und seine Bahn um die ruhend gedachte Erde wird durch eine Kombination von Kreisbewegungen dargestellt. Auch wird die Längenbewegung ganz unabhängig von der Breitenbewegung betrachtet, indem für die erstere angenommen wird, dass alle Bewegungen sich in der Ekliptikalebene vollziehen, und die Neigungen der verschiedenen Kreise gegen die Ekliptik erst zur Berechnung der Breite herangezogen werden.

Um die Ungleichheiten der Bewegung geometrisch darzustellen, gibt die Theorie folgende Mittel an die Hand:

1. Den excentrischen Kreis. Indem die Erde etwas aus dem Mittelpunkt der Kreisbahn herausgerückt wird, so dass ein Perigäum und Apogäum entsteht, wird bewirkt, dass eine in Wahrheit auf dem Kreise gleichförmig verlaufende Bewegung von der Erde aus als ungleichförmig wahrgenommen wird. Dies Mittel findet sich bei allen Planeten angewendet, es reicht jedoch nur bei der Sonne aus, um die Bewegung vollständig darzustellen, während alle anderen Planeten noch weiterer Vorrichtungen bedürfen.

2. Den Epicykel. Man lässt den Planeten nicht unmittelbar auf der Peripherie des excentrischen Kreises entlang laufen, sondern erst wieder auf der Peripherie eines kleinen Kreises oder Rades, dessen Mittelpunkt auf dem excentrischen Kreis fortschreitet. Der kleine Kreis heisst Epicykel, während der excentrische Kreis Deferent genannt wird. Der Winkel im Deferenten, gezählt vom Apogäum aus, heisst centrum, derjenige im Epicykel, gezählt vom Epicykelapogäum aus, argumentum. Hierdurch kann man 2 Un-

gleichheiten gleichzeitig darstellen, indem nämlich einmal schon der Mittelpunkt des Epicykels, von der excentrisch gestellten Erde gesehen, keine gleichförmige Bewegung mehr besitzt, wozu dann noch eine zweite Ungleichung in Gestalt der jeweiligen Elongation des Planeten vom Epicykelmittelpunkt kommt. Die erste dieser beiden Ungleichungen heisst *aequatio centri*, die zweite *aequatio argumenti*. Diese Bezeichnung ist nicht ganz konsequent, denn die *aequatio centri* ist eine Korrektion, die am centrum anzubringen ist, während die *aequatio argumenti* eine Korrektion darstellt, die vom argumentum herrührt.

3. Die Zweiteilung der Excentricität. Ein weiteres Mittel, die Bewegung zu modifizieren, besteht in der Massnahme, dass die Bewegung des Epicykelmittelpunkts auf der Deferentenperipherie nicht nur von der Erde aus gesehen, sondern absolut genommen mit wechselnder Geschwindigkeit vor sich geht. Diese Bewegung wird nämlich so angenommen, dass sie von einem gewissen Punkt der Apsidenlinie, der aber weder mit dem Mittelpunkte des Deferenten noch mit der Erde zusammenfällt, als gleichförmige Winkelbewegung wahrgenommen werden würde. Dieser Punkt wird meist *centrum aequans* genannt. Da er bei den meisten Planeten so gelegen ist, dass der Deferentenmittelpunkt gerade in der Mitte zwischen ihm und der Erde liegt, so hat man die Theorie dieses *centrum aequans* auch als Zweiteilung der Excentricität bezeichnet.

4. Ausserdem ist zu erwähnen, dass bei denjenigen Planeten, deren Bewegungen am schwersten darzustellen sind, nämlich Merkur und Mond, noch weitere Komplikationen eingeführt sind. So ist der Mond der einzige Planet, dessen Apogäum eine eigene Bewegung besitzt, auch dreht sich der Epicykel des Mondes in entgegengesetzter Richtung wie bei den übrigen Planeten, und sein *centrum aequans* hat eine besondere, von den übrigen abweichende Lage. Bei Merkur wiederum erleidet die Peripherie des Deferenten, während sich der Epicykelmittelpunkt auf ihr fortbewegt, fortgesetzte Verschiebungen, indem der Deferentenmittelpunkt selbst noch wieder auf einem kleinen Kreise rotierend gedacht wird, so dass die wahre vom Epicykelmittelpunkt beschriebene Kurve eine ovale Gestalt besitzt.

Von grosser Bedeutung gerade für die Tabulierung ist ferner

der Umstand, dass bei jedem Planeten eine gewisse Beziehung zur Sonnenbewegung vorhanden ist. Beim Monde wird von einer Gleichung Gebrauch gemacht, welche die erwähnte Bewegung seines Apogäums mit dem Sonnenorte in Beziehung setzt. Bei Merkur und Venus ist je eine Gleichung vorhanden, welche besagt, dass ihr Epicykelmittelpunkt mit dem mittleren Sonnenorte zusammenfällt. Vom heutigen Standpunkte betrachtet, involvieren diese Gleichungen die Bewegung der genannten beiden Planeten um die Sonne. Bei Mars, Jupiter und Saturn endlich ist je eine Gleichung vorhanden, welche sich unter gewissen Vernachlässigungen dahin deuten lässt, dass der Epicykel eines jeden dieser Planeten nur das Spiegelbild der Erdbewegung ist, so dass er fortfällt, sobald man der Erde ihre Bewegung erteilt.

Über die Beziehungen aller dieser Gleichungen zur Erdbewegung ist bereits genug geschrieben worden, so dass wir uns hier mit diesen Andeutungen begnügen können. Diese Beziehungen haben für die Tabulierung die praktische Wirkung, dass bei jedem Planeten eine Tafel gespart wird, indem man eine der zu tabulierenden Grössen durch Vermittelung dieser Gleichungen aus den Sonnentafeln entnehmen kann.

Die Sonnentafeln.

Bei der Sonne gibt es nur eine einzige *aequatio* oder Ungleichheit, welche an ihrem mittleren Orte anzubringen ist, um den wahren zu erhalten. Um diese Ungleichheit geometrisch darzustellen, genügt es, der Erde eine excentrische Stellung in der kreisförmigen Sonnenbahn zuzuteilen. Ist in Figur 1 C der Mittelpunkt dieser Sonnenbahn, E die Erde, so ist ET die Apsidenlinie und T das Apogäum. Die Bewegung der Sonne S in ihrem Kreise vollzieht sich mit gleichförmiger linearer Geschwindigkeit, so dass $\angle \gamma = TCS$ gleichförmig wächst. Dieser Winkel heisst *argumentum medium solis*. Die Bezeichnung weicht insofern von der bei den übrigen Planeten gebräuchlichen ab, als sonst der Winkel im Deferenten centrum genannt zu werden pflegt, während man unter *argumentum* denjenigen im Epicykel versteht. Legen

wir diesen Winkel γ im Punkte E an, so kommen wir auf einen mittleren Sonnenort S_0 , der von dem wahren Ort S um die aequatio solis x entfernt ist. $\gamma + x = \angle ES$ heisst dann das argumentum aequatum oder korrigierte argumentum. Bezeichnen wir ferner die gleichförmig wachsende mittlere Länge (medius motus) γES_0 mit μ , so ist ersichtlich, dass $\mu = \omega + \gamma$, wo ω die Länge des Apogäums ist, und zwar, wie oben ausgeführt, die instantane Länge des Datums, also die aux propria. Die wahre Länge der Sonne wird dann $l = \gamma ES = \mu + x$ (wenn wir das Vorzeichen bei x belassen).

Tabuliert ist μ und x , ersteres mit der Zeit als Tafelargument, letzteres mit dem argumentum medium γ . Um γ zu erhalten, bildet man die aux propria $\omega = \omega_0 + \pi$, wobei ω_0 die radix augis und π die aux communis darstellt. Ist so ω bekannt, so hat man $\gamma = \mu - \omega$. Hiermit entnimmt man die aequatio x und hat $l = \mu + x$.

Beispiel. Gesucht die wahre Länge der Sonne für 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 30^s M. Z. Toledo (Längendifferenz und Zeitgleichung seien also bereits angebracht).

Mit Hülfe der Tabelle II schreibt sich dies Datum:

1477.0 + 263^d 6^h 1^m 30^s, oder als Jahresbruch: 1477.72.

Mit dem letzteren Werte entnehmen wir die aux communis π aus Tafel I:

1470.0	19.473
7.72 interp.	73
	$\pi = 19^{\circ} 546$
Tabelle III $\omega_0 = 71^{\circ} 423$	
	$\omega = 90^{\circ} 969$

Ferner entnehmen wir aus Tafel IV und V den medius motus $\odot$:

für 1470.0	288.896
7 ^m	0.298
200 ^d	197.129
60 ^d	59.139
3 ^d	2.957
6 ^h	0.246
1.6 ^m	0.001
	$\mu = 188.666$

daher $\gamma = \mu - \omega = 97^{\circ} 697$.

Damit entnehmen wir die aequatio solis aus Tafel VI:

$$x = -2^{\circ}.163,$$

$$\text{so dass } l = \mu + x = 186^{\circ}.503.$$

Die Mondtafeln.

Der Mond bewegt sich auf der Peripherie eines Epicykels, dessen Mittelpunkt gleichzeitig auf der Peripherie des Deferenten fortschreitet. Die Bewegung im Epicykel vollzieht sich beim Monde in entgegengesetzter Richtung wie bei den übrigen Planeten, nämlich retrograd. Deferent und Epicykel drehen sich also in entgegengesetzter Richtung.

Es sei in Fig. 2 C der Mittelpunkt des Deferenten, E die excentrisch gestellte Erde, so dass T das Deferentenapogäum ist. L sei der Mond selbst und A der Mittelpunkt seines Epicykels. A besitzt keine gleichförmige lineare Geschwindigkeit auf dem Deferenten, sondern bewegt sich so, dass der medius motus $\mu = \sphericalangle \gamma EA$ gleichförmig wächst. Beim Monde spielt also die Erde selbst die Rolle des centrum aequans. Ebenso wie μ wächst auch das centrum medium $\gamma = \sphericalangle T EA$ gleichförmig.

Der Winkel α im Epicykel, welcher argumentum genannt wird, wird vom Epicykelapogäum aus in dem angegebenen Sinne gezählt. Man hat indessen zu unterscheiden zwischen einem wahren Epicykelapogäum E' und einem mittleren F' , welches letzteres dem Punkt F gegenüberliegt, welcher durch $CE = EF$ bestimmt ist. Entsprechend gibt es ein argumentum medium α , welches vom mittleren Epicykelapogäum F' , und ein argumentum aequatum, welches vom wahren Epicykelapogäum E' gezählt wird und sich von jenem um die aequatio centri x unterscheidet. Gleichförmig wächst nur das argumentum medium. Um den wahren Winkel im Epicykel zu erhalten, hat man dies um die periodische, offenbar von γ abhängige Ungleichheit x zu korrigieren, und erst das so erhaltene argumentum aequatum kann — mit einem noch zu

erwähnenden Vorbehalt — zur Berechnung der Elongation y , der sogen. *aequatio argumenti*, dienen.

Die wahre Länge l ist offenbar lediglich gleich $\mu + y$. Da aber y mit dem Winkel $(\alpha + x)$ tabuliert ist, so muss zuvor x mit dem gleichförmig wachsenden γ entnommen werden.

Es treten jedoch noch einige weitere Complicationen hinzu, zunächst die schon mehrfach erwähnte Bewegung des Apogäums. Wir müssen uns diese Bewegung so vorstellen, dass die ganze Apsidenlinie um die Erde E als Drehpunkt gedreht wird, so dass die Punkte $FCEE$ stets in einer Geraden liegen. Diese Drehung ist retrograd und gleichförmig, und steht dabei in einer eigentümlichen Beziehung zur Sonnenbewegung. Ist nämlich in Figur 3 S_0 die mittlere Sonne, A der Epicykelmittelpunkt des Mondes, so ist stets $\angle \Gamma_D ES_0 = S_0 EA$. Γ_D bewegt sich also vom mittleren Sonnenort ebenso schnell nach rechts fort wie A nach links. In S_0 und S'_0 fallen beide zusammen, d. h. bei jedem Neu- und Vollmond befindet sich der Epicykelmittelpunkt des Mondes in seinem Deferentenapogäum. (Die wahre Entfernung des Mondes von der Erde hängt natürlich ausserdem noch von seiner Stellung im Epicykel ab.) Aus der Figur folgt sofort:

$$\gamma_D = 2(\mu_D - \mu_\odot)$$

Wegen dieser Beziehung braucht γ_D nicht tabuliert zu werden, man stellt es vielmehr mit Hilfe des den Sonnentafeln entnommenen $\mu_\odot$ her.¹⁰⁾

Eine weitere Komplikation tritt bei der *aequatio argumenti* y

10. Wegen dieser Bewegung des Apogäums ist die wahre Bahn des Epicykelmittelpunktes nicht mehr ein Kreis und überhaupt keine geschlossene Kurve. Ihre Gestalt stellt Figur 4 dar. $\odot_1 \dots \odot_5$ sind hierin diejenigen mittleren Sonnenörter, für welche $\gamma_D = 0, 180, 360, 180, 360$ ist. Für $\gamma_D = 0$ fallen nämlich Epicykelmittelpunkt und Apogäum mit $\odot_1$ zusammen ($A_1 I'_1$). Für $\gamma_D = 180$ befindet sich der Epicykelmittelpunkt in A_2 , das Apogäum in I'_2 , so dass $A_2 I'_2 \perp E \odot_2$. Für $\gamma_D = 360$ fallen wieder beide in $A_3 I'_3$ zusammen in der geraden Verlängerung von $\odot_3 E$, u. s. w. Nach einem vollen, zu $\odot$ synodischen Umlauf von A und I' sind sie beide in $I'_5 A_5$ angelangt. C_1 bis C_5 sind die zugehörigen Mittelpunkte des Deferentenkreises.

Reinhold und andere haben zur Erläuterung der Ptolemäischen Mondtheorie eine Figur gegeben, bei welcher der Mittelpunkt des Mondepicykels eine geschlossene, ellipsenähnliche Kurve beschreibt. Diese Darstellung bezieht sich offenbar auf die ruhend gedachte Sonne.

dadurch ein, dass die Entfernung des Epicykelmittelpunktes von der Erde nicht konstant bleibt, wodurch auch der Betrag von y beeinflusst wird. Das Verfahren ist hier folgendes: Man tabuliert y für eine konstante Entfernung, und zwar ist beim Monde die grösste Entfernung ET gewählt, während bei den übrigen Planeten eine mittlere Entfernung, nämlich der Deferentenradius vorgezogen wird. Dadurch erhält man einen Näherungswert y_0 , an dem nun noch eine Korrektion anzubringen ist, um das y selbst zu erhalten. Die Korrektion muss offenbar von 2 Grössen abhängen: einmal von y_0 selber und somit vom argumentum aequatum, und zweitens von der Entfernung des Epicykelmittelpunktes von der Erde und somit vom centrum. In Figur 5 ist der Mondepicykel in seiner grössten und kleinsten Entfernung von der Erde gezeichnet. L , bzw. L' sei der Mond, und es sei $\angle ILL' = \angle I'L'$. Die für das Apogäum geltende aequatio argumenti y_0 ist wie erwähnt tabuliert. Der gleiche Winkel $I'L'$ verursacht aber im Perigäum eine Elongation, welche y_0 um ε übertrifft. Dieser Unterschied ε heisst *diversitas diametri circuli brevis* oder kurz *diversitas diametri*. Diese *diversitas diametri* stellt also die Differenz der für das Apogäum geltenden aequatio argumenti, welche tabuliert ist, gegen die entsprechende für das iPerigäum geltende dar. Diese Differenz ist nur von dem Winkel im Epicykel, dem argumentum aequatum, abhängig, und ist mit diesem tabuliert. Offenbar ist sie voll anzubringen im Perigäum, garnicht im Apogäum. Für die Zwischenlagen aber ist ein Bruchteil anzubringen, der in folgender Weise bestimmt wird.

IN ist die Differenz des grössten und kleinsten Abstandes des Epicykelmittelpunktes von der Erde. Diese Differenz wird in 60 Teile geteilt, welche *minuta proportionalia* heissen. Für jede Stellung des Epicykelmittelpunktes lassen sich dann die zugehörigen *minuta proportionalia* angeben: I' hat 60, Punkt A hat soviel, wie auf die Strecke AB gehen, I hat 0 u. s. w. Die *minuta proportionalia* sind also gleich der Differenz des jeweiligen Abstandes gegen den grössten, ausgedrückt in Teilen, deren 60 auf den grössten Wert dieser Differenz gehen. Sie sind nur von y , dem Winkel im Deferenten, abhängig und mit diesem tabuliert.

Man sieht, dass dann die gesuchte Korrektion von y_0 gleich

$$\text{divers. diam.} \times \frac{\text{min. prop.}}{60}$$

gesetzt werden kann. Sie wird nämlich gleich der diversitas diametri selbst, wenn die minuta proportionalia gleich 60 werden, also im Perigäum, und verschwindet, wenn diese Null werden, also im Apogäum.

Bei der gegenwärtigen Umrechnung sind nicht die minuta proportionalia in dem angegebenen Sinne, sondern unter demselben Titel gleich ihr sechzigster Teil in Dezimalbrüchen gegeben, womit dann die diversitas diametri nur zu multiplizieren ist.

Die Berechnung eines Mondortes gestaltet sich demnach folgendermassen:

Mit der Zeit entnimm μ_{D} und α_{D} und aus den Sonnentafeln $\mu_{\odot}$, und bilde $\gamma_{\text{D}} = 2(\mu_{\text{D}} - \mu_{\odot})$, womit μ_{D} , α_{D} , γ_{D} bekannt sind.

Mit γ_{D} entnimm aus der Tafel der aequationes $\left\{ \begin{array}{l} \text{aequatio centri } x, \\ \text{minuta proportionalia} \end{array} \right.$
 bilde das argumentum aequatum $a + x$,

mit $a + x$ entnimm aus der Tafel der aequationes $\left\{ \begin{array}{l} \text{diversitas diametri,} \\ \text{aequatio argumenti } y_0 \end{array} \right.$
 bilde pars proportionalis = div. diam $\times$ minut. prop.

und $|y| = |y_0| + \text{pars prop.}$ Der absolute Wert von y_0 muss stets vergrößert werden. y erhält dasselbe Vorzeichen wie y_0 .

Dann wird $l_{\text{D}} = \mu_{\text{D}} + y$.

Beispiel: Gesucht die wahre Länge des Mondes für 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s M. Z. Toledo, d. i. 1477.0 + 263^d 6^h 1^m 36^s oder 1477.72.

Wir entnehmen aus der Tafel der mittleren Bewegungen IV — V:

	μ_{D}	α_{D}	$\mu_{\odot}$
1470.0	263.704	324.688	288.896
7 ^a	212.041	287.175	0.298
200 ^d	115.279	92.908	197.129
60 ^d	70.584	63.899	59.139
3 ^d	39.529	39.195	2.957
6 ^h	3.294	3.266	0.246
1.6 ^m	0.014	0.014	0.001

$$\mu_{\text{D}} = 344.445 \quad \alpha_{\text{D}} = 91.235 \quad \mu_{\odot} = 188.666$$

$$\mu_{\odot} = 188.666$$

$$\mu_{\text{D}} - \mu_{\odot} = 155.779$$

$$\gamma_{\text{D}} = 2(\mu_{\text{D}} - \mu_{\odot}) = 311.558$$

Mit γD gehen wir in die Tafel VII ein und entnehmen die aequatio centri:

$$\begin{array}{rcl} x & = & -7.033 \\ aD & = & 91.235 \\ \hline aD + x & = & 84.202 \end{array} \quad \text{sowie min. prop.} = 0.133$$

Mit $aD + x$ entnehmen wir aus derselben Tafel die aequatio argumenti:

$$\begin{array}{rcl} y_0 & = & -4.864 \\ \text{pars. prop. } 0.333 & & \text{sowie divers. diam.} = 2.503 \\ \hline y & = & -5.197 \\ \mu D & = & 344.445 \\ \hline lD & = & 330.0248 \end{array} \quad \times 0.133 = 0.333$$

Die Tafeln des Mars, Jupiter, Saturn.

Die 3 Planeten Mars, Jupiter und Saturn werden ganz gleichartig behandelt. Der Planet P (Figur 6) bewegt sich auf einem Epicykel, dessen Mittelpunkt A sich auf dem Deferenten bewegt. Die Bewegung vollzieht sich in beiden Kreisen im Sinne der wachsenden Längen. Die Erde E nimmt wieder eine excentrische Stellung im Deferenten ein. Hier ist nun die Zweiteilung der Excentricität durchgeführt: Die lineare Bewegung von A auf dem Deferenten ist nicht gleichförmig, sondern vollzieht sich so, dass sie vom centrum aequans M aus als gleichförmige Winkelbewegung erscheint. M liegt dabei jenseits des Deferentenmittelpunktes C so, dass $EC = CM$ ist. Der Winkel $\gamma = \angle MA$, das centrum medium, wächst also gleichförmig. Legen wir γ in E an, so kommen wir auf A_0 und haben, um den wahren Epicykelmittelpunkt A zu erhalten, noch die aequatio centri x anzubringen. $\gamma + x = \angle E A$ heisst daher centrum aequatum. Zählen wir die Winkel vom Frühlingspunkte aus, so haben wir, da $\angle \gamma EI$, wie mehrfach erwähnt, gleich der aux propria ω ist, die mittlere Länge des Epicykelmittelpunktes gleich $\omega + \gamma$, die wahre gleich $\omega + \gamma + x$, oder wenn wir $\omega + \gamma$ durch den medius motus μ ersetzen: μ bzw. $\mu + x$. Um endlich von dem wahren Epicykelmittel-

punkt auf den Planeten selbst zu kommen, haben wir weiter die aequatio argumenti y anzubringen, welche die Elongation des Planeten von seinem Epicykelmittelpunkte darstellt und von dem Winkel im Epicykel, dem argumentum, abhängt. Wir haben wieder zwischen einem wahren Epicykelapogäum E' und einem mittleren M' zu unterscheiden, zwischen welchen der Winkel x liegt. Da das gleichförmig wachsende argumentum medium α von M' aus gezählt wird, so ist nicht dieser Winkel selbst für die Tabulierung von y zu verwenden, sondern das argumentum aequatum $\alpha - x = E'AP$. Die aequatio centri x ist also sowohl am centrum medium γ als am argumentum medium α anzubringen, um das centrum aequatum und argumentum aequatum zu erhalten, und zwar ist es bei dem einen stets mit dem entgegengesetzten Vorzeichen anzubringen wie bei dem anderen. Das aus den Tafeln entnommene Vorzeichen gilt stets für die Anbringung an γ .

Die wahre Länge des Planeten wird nach dem vorstehenden:

$$l = \mu + x + y.$$

Hiervon ist μ in der Tafel der mittleren Bewegungen tabuliert, x in der Tafel der aequationes des betreffenden Planeten mit dem Winkel γ , der aus μ durch Vermittelung von ω erhalten wird. y ist mit $\alpha - x$ tabuliert, und es müsste demnach auch der Winkel α tabuliert sein, wenn nicht die früher erwähnte Beziehung zur Sonnenbewegung es gestattete, ihn mit Hilfe der Sonnentafeln zu ermitteln. Es besteht nämlich die einfache Gleichung:

$$\alpha + \mu = \mu_{\odot}$$

woraus sofort α aus $\mu_{\odot}$ und dem schon tabulierten μ erhalten wird.

Indessen tritt wie beim Monde so auch hier eine weitere Komplikation dadurch ein, dass sich y nur für eine konstante Entfernung EA des Epicykelmittelpunktes von der Erde tabulieren lässt. Das Verfahren ist hier insofern ein anderes, als nicht die grösste Entfernung, sondern eine mittlere, nämlich der Radius des Deferenten, für die Tabulierung gewählt wird. In Fig. 7 sei E die Erde, C der Deferentenmittelpunkt. Der Epicykel ist für 3 Lagen: Apogäum (I'), Perigäum (I'') und mittlere Entfernung (A) gezeichnet. Es ist also $EA = CA$. P_0 bzw. P und P' sei der Planet, und es sei der Bogen $EP_0 = IP = I'P'$. Die Tafel gibt unter der Rubrik aequatio argumenti nur den für die mittlere

Entfernung geltenden Wert y_0 , der für alle Werte des Bogens EP_0 tabuliert ist. Wir können nun am Deferenten 2 Teile unterscheiden, deren einer oberhalb der gebrochenen Linie BEA liegt und alle Entfernungen enthält, die grösser sind als die mittlere, während der andere unterhalb dieser Linie alle kleineren enthält. Vergleichen wir nun die 3 Stellungen, so ist ersichtlich, dass die zu dem gleichen Bogen IP gehörige aequatio IEP stets kleiner ist als y_0 . Die Differenz beider heisst *diversatis diametri in longitudinem longiorem*. Andererseits ist der zu dem ebenfalls gleich grossen Bogen IP' gehörige Winkel $II'EP'$ stets etwas grösser als das tabulierte y_0 . Die Differenz dieser beiden Winkel heisst *diversitas diametri in longitudinem propiorem*. Die genannten Differenzen sind beide für alle Werte des argumentum aequatum EP_0 tabuliert und können zugleich mit der aequatio argumenti y_0 entnommen werden. Damit ist man bereits in der Lage, für 4 bestimmte Stellungen des Epicykelmittelpunktes das definitive y anzugeben: für A und B ist es unmittelbar gleich dem Tafelwert y_0 , für I hat man den absoluten Wert von y_0 um die ganze *divers. diam. in longitud. longior.* zu verringern, und für I' hat man die ganze *divers. diam. in longitud. propior.* zu demselben zu addieren.

Für die Zwischenlagen werden in analoger Weise wie beim Monde Proportionalteile hergestellt. Betrachten wir zuerst die Deferentenhälfte mit der *longitudo longior*. Die Differenz $IN = KB$ der grössten und mittleren Entfernung des Epicykelmittelpunktes von E ist in 60 Teile geteilt. Dies sind die *minuta proportionalia longiora*. Für B sind sie Null, für einen beliebigen Punkt H des Deferenten gleich HQ , für I gleich 60. Dann wird

$$|y| = |y_0| - \frac{\text{divers. diam.} \times \text{min. prop.}}{60}$$

Bei der unteren Deferentenhälfte wird entsprechend die Differenz BG zwischen kleinstem und mittlerem Abstand in 60 *minuta proportionalia propiora* geteilt. Für B sind diese Null, für D gleich DF , für I' gleich 60, und es wird

$$|y| = |y_0| + \frac{\text{divers. diam.} \times \text{min. prop.}}{60}$$

Die minuta proportionalia sind mit dem centrum aequalum $\gamma + x$ tabuliert und werden gleich mit der zugehörigen Benennung longiora oder propiora (l oder p) entnommen. Für $\gamma + x = 0$ sind sie gleich 60 longiora, kurz vor $\gamma + x = 90^\circ$ werden sie Null, und wachsen nun als propiora bis 60, was bei $\gamma + x = 180^\circ$ erreicht wird. Kurz nach $\gamma + x = 270^\circ$ sind sie wieder Null und werden aufs neue longiora.

Um die diversitas diametri zu entnehmen, hat man zwischen 2 Spalten zu wählen, welche je nach ihrer Ueberschrift zur longitudo longior oder propior gehören. Man wählt die mit den minuta proportionalia gleichnamige Spalte und entnimmt aus ihr mit $a - x$ die diversitas diametri, worauf man die pars proportionalis

$$= \frac{\text{divers. diam.} \times \text{min. prop.}}{60}$$

zu bilden und dies nach obiger Massnahme additiv oder subtraktiv an dem absoluten Wert von y_0 anzubringen hat.

In der vorliegenden Umrechnung ist auch hier gleich der sechzigste Teil der minuta proportionalia in Dezimalbrüchen tabuliert, so dass hier die pars proportionalis = divers. diam $\times$ min. prop. zu setzen ist.

Die Berechnung der wahren Länge gestaltet sich demnach bei den 3 Planeten Mars, Jupiter, Saturn folgendermassen:

Entnimm aus Tafel IV u. V: μ und $\mu_\odot$.

bilde $a = \mu_\odot - \mu$

bilde $\gamma = \mu - \omega$, wo die aux propria $\omega = \omega_0 + \pi$ aus Tafel III und I erhalten wird. Damit hat man a , γ , μ .

Mit γ entnimm aus d. Tafel d. aequationes aequatio centri x und bilde: $\begin{cases} a - x \\ \gamma + x \end{cases}$

Mit $\gamma + x$ entnimm minuta proportionalia: $\begin{cases} \text{longiora oder} \\ \text{propiora} \end{cases}$

Mit $a - x$ entnimm: $\begin{cases} \text{diversitas diametri } l \text{ oder } p. \\ \text{und aequatio argumenti } y_0. \end{cases}$

Bilde $|y| = |y_0| \mp \text{minut. prop.} \times \text{divers. diam.}$,

wo das obere Zeichen für longiora, das untere für propiora gilt. y erhält dasselbe Vorzeichen wie y_0 . Dann wird

$$l = \mu + x + y.$$

Beispiel: Gesucht die wahre Länge des Mars für 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s M. Z. Toledo, d. i. 1477.0 + 263^d 6^h 1.6^m oder 1477.72.

Wir entnehmen aus der Tafel der mittleren Bewegungen IV und V:

	$\mu_{\odot}^{\gamma}$	$\mu_{\odot}$	
1470.0	71.11	288.896	
7 ^a	260.04	0.298	
200 ^d	104.81	197.129	
60 ^d	31.44	59.139	
3 ^d	1.57	2.957	
6 ^h	0.13	0.246	Tafel I: $\pi = 19.546$
1.6 ^m		0.001	Tafel III: $w_0 = 115.204$
$\mu_{\odot}^{\gamma} = 109.10$		$\mu_{\odot} = 188.666$	$w = 134.750$
		$\mu_{\odot}^{\gamma} = 109.10$	$\mu_{\odot}^{\gamma} = 109.10$
$a_{\odot}^{\gamma} = \mu_{\odot} - \mu_{\odot}^{\gamma} = 79.57$		$\gamma_{\odot}^{\gamma} = \mu_{\odot}^{\gamma} - w = 334.35$	

Damit sind μ , a , γ bekannt, und wir gehen nun an die Berechnung der Ungleichheiten.

Mit γ gehen wir in die Tafel X ein und entnehmen die aequatio centri:

$$x = +4.54, \text{ so dass wird } \gamma + x = 338.89$$

$$a - x = 75.03$$

Mit $\gamma + x$ entnehmen wir ferner:

$$\text{min. prop.} = 0.93 \text{ l.}$$

Mit $a - x$ entnehmen wir:

aequatio argumenti $y_0 = +28.53$, sowie divers. diam. $l = 1.92$

$$\text{pars proport.} \quad 1.79 \quad \times 0.93 = 1.70$$

$$y = +26.74$$

$$\text{dazu } x = +4.54$$

$$\mu = 109.10$$

$$l_{\odot}^{\gamma} = 140^{\circ}.38$$

Die Venustafeln.

Die Theorie der Venus stimmt bis auf eine geringe Aenderung mit derjenigen der 3 äusseren Planeten überein. Hier tritt nämlich statt der für die letzteren geltenden Gleichung $a + \mu = \mu_{\odot}$ eine

andere Gleichung auf, welche ebenfalls den Sonnenlauf mit dem des Planeten in Beziehung bringt. Diese Gleichung lautet:

$$\mu_{\odot} = \mu_{\varphi}$$

oder da stets $\mu = \omega + \gamma$ ist: $\omega_{\odot} + \gamma_{\odot} = \omega_{\varphi} + \gamma_{\varphi}$.

Soweit gilt diese Beziehung sowohl für Venus als für Merkur. Venus hat die weitere Eigentümlichkeit, dass sie (als einziger unter den Planeten) dasselbe Deferentenapogäum besitzt wie die Sonne, so dass

$$\omega_{\odot} = \omega_{\varphi} \text{ und folglich auch } \gamma_{\odot} = \gamma_{\varphi}.$$

Diese Beziehungen bewirken, dass in Tabelle III für Sonne und Venus dasselbe ω_0 angegeben ist, sowie dass von den gleichförmigen Bewegungen der Venus-Theorie nur eine, nämlich α_{φ} tabuliert ist, während man μ_{φ} und γ_{φ} mit Hilfe der Sonnentafeln ermittelt. Die Theorie der Ungleichheiten ist mit der der 3 äusseren Planeten identisch.

Die Rechnung eines Venus-Ortes gestaltet sich demnach folgendermassen:
Entnimm aus der Tafel IV und V α_{φ} und $\mu_{\odot}$, und setze letzteres gleich μ_{φ} . Bilde ferner $\gamma_{\varphi} = \mu_{\varphi} - \omega$, wo $\omega = \omega_0 + \pi$ aus der Tafel III und I erhalten wird. Damit hat man μ , γ , α . Die weitere Rechnung vollzieht sich nach demselben Schema wie bei den 3 äusseren Planeten:

Mit γ entnimm aus Tafel IX: aequatio centri x und bilde $\begin{cases} \gamma + x \\ \alpha - x \end{cases}$

Mit $\gamma + x$ entnimm: minut. proport. longior. oder propior.

Mit $\alpha - x$ entnimm: $\begin{cases} \text{divers. diametri } l. \text{ oder } p. \\ \text{aequatio argumenti } y_0 \end{cases}$

Bilde $|y| = |y_0| \mp$ minut. proport. $\times$ divers. diam.,
wo das obere Zeichen für longiora, das untere für propiora gilt. y erhält dasselbe Vorzeichen wie y_0 . Dann wird

$$l_{\varphi} = \mu_{\varphi} + x + y$$

Beispiel: Gesucht die wahre Länge der Venus für 1477 Sept. 20^d 6^h
1^m 30^s M. Z. Toledo, d. i. 1477.0 + 263^d 0^h 1.6^m oder 1477.72.

Wir entnehmen aus der Tafel der mittleren Bewegungen IV und V:

	$a\varphi$	$\mu\odot$	
1470.0	82.12	288.896	
7 ⁿ	136.43	0.298	
200 ^d	123.30	197.129	
60 ^d	36.99	59.189	
3 ^d	1.85	2.957	
6 ^{hr}	0.15	0.246	Tafel I $\pi = 19.540$
1.6 ^m	0.00	0.001	Tafel III $\omega_0 = 71.423$
$a\varphi = 20.84$, $\mu\odot = \mu\varphi = 188.666$		$\omega = 90.969$	

$\gamma\odot = \gamma\varphi = 97.697$. Damit sind a, μ, γ bekannt.

Mit γ gehen wir in die Tafel IX ein und entnehmen die aequatio centri:

$$x = -2.17, \text{ so dass wird } \begin{cases} \gamma + x = 95.53 \\ a - x = 23.01 \end{cases}$$

Mit $\gamma + x$ entnehmen wir ferner: minut. prop. = 0.13 μ .

Mit $a - x$ entnehmen wir:

aequatio argumenti $y_0 = +9.60$ sowie divers. diam. $p. = 0.13$

pars proportion. 0.02 $\times 0.13 = 0.02$.

$$\begin{array}{r} y = +9.62 \\ x = -2.17 \\ \hline \mu\varphi = 188.67 \\ \hline l\varphi = 1969.12 \end{array}$$

Die Merkurstafeln.

Auch den Merkurstafeln liegt, mit einigen Modifikationen, dieselbe Theorie zu Grunde, die für die 3 äusseren Planeten ausinandergesetzt ist.

Wie schon im vorigen Kapitel beiläufig erwähnt, tritt hier statt der Gleichung $a + \mu = \mu\odot$ eine andere Beziehung zur Sonnenbewegung auf, nämlich

$$\mu\varphi = \mu\odot,$$

ohne dass aber wie bei Venus auch $\omega\varphi$ gleich $\omega\odot$ wäre. Daher bleiben auch $\gamma\varphi$ und $\gamma\odot$ verschieden.

Indessen tritt bei Merkur noch eine weitere, ganz eigenartige

Komplikation ein. Zunächst liegt (Figur 8) das centrum aequans M nicht jenseits des Deferentenmittelpunktes C , sondern halbiert die Entfernung der Erde E von C , so dass

$$EM = MC.$$

Nun ist aber C nur der mittlere Ort des Deferentenmittelpunktes. Der wahre Ort desselben ist niemals in C , sondern bewegt sich auf einem kleinen Kreise um C , dessen Radius CM ist. Diese Bewegung ist so zu verstehen, dass die Apsidenlinie $I'I'$ mit den Punkten E und M ihre Lage unverändert beibehält, während sich die Peripherie des Deferenten in dem Masse, wie A auf ihr fortwandert, etwas hin und herschiebt. Die Folge davon ist, dass die wahre Bahn, die von A beschrieben wird, nicht mehr einen Kreis, sondern eine längliche geschlossene Kurve darstellt. Diese Kurve ist in Figur 9 abgebildet.¹¹⁾ Die Bewegung im kleinen Kreise geschieht entgegen den wachsenden Längen, also auch entgegen der Bewegung des Epicykelmittelpunktes. Ist das Centrum des Deferenten in C_1 , so befindet sich der Epicykel im Apogäum I' . C_1I' ist gleich dem Deferentenradius oder der mittleren Entfernung. Hier ist daher die Entfernung von der Erde am grössten. Der Deferentenmittelpunkt schreitet nun auf dem kleinen Kreise nach rechts fort, der Epicykelmittelpunkt auf der Deferentenkurve nach links, so dass immer die Verbindungslinien C_2A , C_3H , MI' , C_4K , C_5B , C_1I' gleich der konstanten mittleren Entfernung sind. Die resultierende Kurve, welche der Epicykelmittelpunkt beschreibt, ist seitlich abgeplattet, aber keine Ellipse, sie besitzt vielmehr nur eine Symmetrieachse. Zwei

11. Diese Figur gibt Reinhold in den „Theoricae novae planetarum Purbachii, ab Erasmo Reinholdo Salveldensi pluribus figuris auctae etc.“ (1542). Die aus der Ptolemäischen Theorie resultierende ovale Kurve scheint zuerst von Arzachel (1080) ausgezogen worden zu sein. Sie findet sich in einer durch die Alfonsinischen Gelehrten ins Spanische übersetzten Schrift dieses Astronomen in den „Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X de Castilla etc. por D. Rico y Sinobas, Madrid 1863—1867“. Die dortige Figur ist mit den richtigen Zahlenverhältnissen gezeichnet, wodurch die Kurve einer Ellipse sehr ähnlich wird. Diese Figur des Arzachel ist leider vielfach nicht richtig ausgelegt worden, namentlich von Mädler (Gesch. d. Himm. Kunde), Wolf (Gesch. d. Astron.) und Herz (Gesch. d. Bahnbest.), welche den kleinen Kreis in der Mitte der Kurve für das Sonnenzeichen halten.

Punkte, nämlich A und B , haben die mittlere Entfernung von der Erde E und teilen die Kurve in zwei Hälften, in deren oberer nur Entfernungen vorkommen, welche grösser als die mittlere sind, während in der unteren nur kleinere Entfernungen vorhanden sind. In der unteren Hälfte gibt es indessen 2 Punkte kleinster Entfernung, nämlich H und K , während im Perigäum I' die Entfernung schon wieder etwas gewachsen ist. Es wird im folgenden gezeigt werden, in welcher Weise dies in den Tafeln zum Ausdruck kommt.

Die Art und Weise, wie die *aequatio argumenti* y tabuliert und korrigiert wird, ist genau dieselbe wie früher. Auch hier wird ein Näherungswert y_0 tabuliert, der für die mittlere Entfernung, also für die Punkte A und B gilt. Der Unterschied des tabulierten y_0 gegen den entsprechenden für die grösste Entfernung (I') geltenden Wert der *aequatio argumenti* heisst auch hier *diversitas diametri in longitudinem longiorem* und wird mit dem Winkel im Epicykel, dem *argumentum aequatum*, entnommen. Ebenso ist in einer zweiten Spalte der Unterschied des tabulierten y_0 gegen den entsprechenden für die kleinsten Entfernungen (H und K) geltenden Wert unter dem Titel: *diversitas diametri in longitudinem propiorem* mit demselben *argumentum aequatum* tabuliert.

Desgleichen wird wie früher die Differenz IN des grössten und mittleren Abstandes in 60 minuta *proportionalia longiora* geteilt, und die Differenz QL des mittleren und kleinsten in 60 minuta *proportionalia propiora*. Zu jedem Punkt der Deferentenkurve gehört dann eine bestimmte Anzahl dieser minuta, und zwar *longiora* oder *propiora*. So hat I' 60 *longiora*, A hat 0, H hat 60 *propiora*, I 40 *propiora*, K 60 *propiora*, B hat wieder 0 u. s. w. Merkur ist der einzige Planet, bei welchem die minuta *proportionalia* für das Perigäum nicht 60, sondern nur 40 betragen. Dieser Umstand ist überhaupt das einzige Merkmal, welches uns in den Merkurtafeln die Berücksichtigung der Ptolemäischen Lehre von der Kreisbewegung des Deferentmittelpunktes verrät, denn die sonstige Behandlung ist vollkommen dieselbe wie bei den übrigen Planeten. Da die gegenwärtige Umrechnung, wie schon mehrfach erwähnt, gleich den sechzigsten

Teil der minuta proportionalia gibt, so findet man hier für das Merkursperigäum $\frac{40}{60} = 0.67$ propiora.

Die Berechnung eines Merkurortes geschieht demnach nach folgendem Schema:

Entnimm aus Tafel IV und V $\alpha \varphi$ und $\mu_{\odot}$, und setze letzteres gleich $\mu \varphi$. Bilde ferner $\gamma \varphi = \mu \varphi - \omega$, wo $\omega = \omega_0 + \pi$ aus Tafel III und I erhalten wird. Damit hat man μ, γ, α .

Mit γ entnimm aus Tafel VIII: aequatio centri x und bilde $\begin{cases} \gamma + x \\ \alpha - x \end{cases}$

Mit $\gamma + x$ entnimm: minut. proport. longior. oder propior.

Mit $\alpha - x$ entnimm: $\begin{cases} \text{divers. diametri l. oder } \mu. \\ \text{aequatio argumenti } y_0. \end{cases}$

Bilde $|y| = |y_0| \mp$ minut. proport. $\times$ divers. diam.,
wo das obere Zeichen für longiora, das untere für propiora gilt. y erhält dasselbe Vorzeichen wie y_0 . Dann wird

$$l \varphi = \mu \varphi + x + y.$$

Beispiel: Gesucht die wahre Länge des Merkur für 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s M. Z. Toledo, d. i. 1477.0 + 203^d 0^h 1.0^m oder 1477.72.

Wir entnehmen aus der Tafel der mittleren Bewegungen IV und V:

	$\mu \varphi$	$\mu_{\odot}$	
1470.0	152.80	288.896	
7 ^a	23.84	0.298	
200 ^d	261.34	197.129	
60 ^d	186.40	59.139	
3 ^d	9.32	2.957	
6 ^h	0.78	0.246	Tafel I: $\pi = 19.546$
1.6 ^m	0.00	0.001	Tafel III: $\omega_0 = 190.659$
$\alpha \varphi = 274.48$		$\mu_{\odot} = \mu \varphi = 188.086$	$\omega = 210.205$
		$\omega = 210.205$	
		$\gamma \varphi = 338.461$	

Mit γ gehen wir in die Tafel VIII ein und entnehmen die aequatio centri:

$$x = + 0.95, \text{ so dass wird } \gamma + x = 339.41$$

$$\alpha - x = 273.53$$

Mit $\gamma + x$ entnehmen wir ferner:

$$\text{min. prop.} = 0.87 \text{ l.}$$

Mit $\alpha - x$ entnehmen wir:

$$\begin{array}{lcl} \text{aequatio argumenti } y_0 = -20.10, \text{ sowie divers. diam.-} l. = 2.89 & & \\ \text{pars proport.} & 2.08 & \times 0.87 = 2.08 \end{array}$$

$$y = -18.02$$

$$x = +0.95$$

$$-17.07$$

$$\mu = 188.67$$

$$l\varnothing = 171^{\circ}.60.$$

Die Breitentafeln.

Die Breitenbewegung ist in den Alfonsinischen Tafeln nur sehr roh dargestellt und kann keinen Anspruch auf erhebliche Genauigkeit machen. In den alten lateinischen Ausgaben befinden sich die Breitentafeln bei den Tafeln der *passiones*, woselbst sie für jeden Planeten den 4. Teil einer Seite einnehmen. Nur in der ältesten Ausgabe von 1483 sind die Breiten aller Planeten in einer Tafel vereinigt, eine Anordnung, die auch bei der vorliegenden Umrechnung befolgt wurde. Nur die Mondbreiten sind etwas ausführlicher tabuliert, obwohl sie sehr viel einfacher darzustellen sind.

1. Die Breitentafel des Mondes.

Die Breitentheorie des Mondes ist von allen Planeten am einfachsten. Die Ebene des Epicykels fällt stets mit der Ebene des Deferenten zusammen, so dass der Epicykel gar nicht berücksichtigt zu werden braucht. Ist (Figur 10) E die Erde, L der wahre Ort des Mondes in seiner Deferentenebene, L_0 seine Projektion auf die Ekliptik, so dass $\gamma L_0 = l_{\varnothing}$ die wahre Länge des Mondes ist, welche gerechnet vorliegen muss, so ist L_0EL die gesuchte Breite $b_{\varnothing}$. Da die Neigung i des Deferenten gegen die Ekliptik konstant ist, so kann $b_{\varnothing}$ unmittelbar mit dem Winkel

ΩEL tabuliert werden. Dieser Winkel heisst argumentum latitudinis. Nennen wir ihn u , so ist

$$\sin b_D = \sin i \sin u.$$

Da $i = 5^\circ$ klein ist, so können wir ohne erheblichen Fehler $u = \Omega L_0$ setzen, unter Vernachlässigung der Reduktion auf die Ekliptik. Dann wird

$$u = l_D - \Omega_D,$$

wenn Ω_D die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn (caput draconis lunae) ist. Der Mond ist nun der einzige Planet, bei dem die Knotenlinie eine Bewegung besitzt. Sie durchwandert die Ekliptik entgegen den wachsenden Längen mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Infolgedessen ist der verus locus $\Omega (= \gamma\Omega)$ gleich 360° vermindert um den medius motus $\Omega (= \gamma\Omega\Omega)$. Der letztere ist tabuliert, und man hat also den Tafelwert von 360° abziehen, um die Knotenlänge Ω_D zu erhalten. Mit Hilfe der gerechnet vorliegenden Länge stellt man sich darauf das argumentum latitudinis u her und entnimmt mit diesem aus der Breitentafel unmittelbar die Mondbreite.

Beispiel: Gesucht die Mondbreite für 1477 Sept. 20^d 6^h 1^m 36^s M. Z. Toledo, d. i. 1477.0 + 263^d 6^h 1^m 36^s. Gegeben ist für denselben Zeitpunkt $l_D = 339^\circ.250$.

Wir entnehmen den medius motus Ω aus Tafel XIII und XIV:

1470.0	64.65
7 ^a	135.40
200 ^d	10.59
60 ^d	3.18
3 ^d	0.16
6 ^h	0.01

med. mot. $\Omega = 213.99$

daher $\Omega_D = 146.01$

$l_D = 339.25$

$u = 193.24$; damit entnehmen wir der Breitentafel XV:

$b_D = -1^\circ.143$.

2. Die Breitentafeln des Mars, Jupiter, Saturn.

Die 3 äusseren Planeten sind auch in Bezug auf die Breitentheorie ganz gleichartig behandelt. Der Deferent hat eine konstante Neigung zur Ekliptik, und auch die Knotenlinie besitzt eine konstante Lage. Die Ebene der Epicykels ist (Figur 11) in allen Lagen parallel zur Ekliptik¹²⁾ und fällt daher für die beiden Knoten überhaupt mit der Ekliptik zusammen, so dass hier der Planet die Breite Null hat, an welchem Punkte des Epicykels er sich auch befindet.

Man kann offenbar im Deferenten einen Punkt A grösster nördlicher Breite und einen solchen B grösster südlicher Breite angeben. Bei Mars fällt der erstere mit dem Apogäum zusammen, der letztere mit dem Perigäum, so dass seine Knotenlinie senkrecht zur Apsidenlinie steht. Bei Jupiter und Saturn ist dies nicht der Fall, obwohl auch bei ihnen das Apogäum in diejenige Hälfte des Deferenten fällt, welche nördliche Breite besitzt. Bei Jupiter liegt das Apogäum 20° westlich, bei Saturn 50° östlich des Punktes grösster nördlicher Breite. Die Länge des Epicykelmittelpunktes, gezählt in der Bahn von diesem Punkte grösster nördlicher Breite ab ist daher für Mars $\gamma + x$ (d. i. das centrum aequatum)

Jupiter $\gamma + x - 20^\circ$

Saturn $\gamma + x + 50^\circ$.

Dieser Winkel soll im folgenden kurz mit γ' bezeichnet werden.

Die Tabulierung geschieht dann folgendermassen: Für jeden der beiden Punkte A und B ist die gesamte, aus der Neigung des Deferenten und des Epicykels resultierende Breite tabuliert. Dieselbe ist nur noch vom Winkel im Epicykel $\alpha - x$ abhängig,

12. Es scheint nicht ganz sicher zu sein, ob der Epicykel wirklich als stets parallel zur Ekliptik anzusehen ist, oder ob er nicht doch geringe Schwankungen ausführt. Nach Herrn Herz (Gesch. d. Bahnbest.) ist letzteres der Fall: „Ptolemäus . . . nahm die Neigung des Deferenten I sowie die Neigung des Epicykels i verschieden an. Man sieht aber, dass in der Theorie der Bewegung dadurch keine wesentliche Aenderung eintritt . . .“ Nach Tannery (Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne) bleibt der Epicykel stets sich selbst parallel: „il (Ptolémée) considère le plan incliné de l'épicycle comme restant parallèle à lui-même dans la circulation de l'épicycle sur l'excentrique“. Peurbach und seine Commentatoren geben nur soviel an, dass die Schnittlinie der Epicykelebene mit der Deferentenebene stets parallel zur Ekliptik bleibt. Wie dem auch sei, für den vorliegenden Zweck genügt jedenfalls die Annahme der Parallelität.

und wird mit diesem entnommen. Die beiden Spalten sind überschrieben: *latitudo septentrionalis* und *latitudo meridionalis*. Da die Entfernungen der Punkte *A* und *B* von der Erde nicht gleich gross sind, werden auch die beiden tabulierten Grössen etwas von einander abweichen. Was man aus diesen beiden Spalten entnimmt, ist also unmittelbar die gesuchte Gesamtbreite des Planeten für den Fall, dass sich sein Epicykelmittelpunkt gerade in *A* oder *B* befindet. Für die Zwischenlagen werden ganz analog dem früher auseinandergesetzten Verfahren mit Hilfe von *minuta proportionalia* die entsprechenden Proportionalteile gebildet. Für die beiden Knoten, d. i. für $\gamma' = 90^\circ$ und für $\gamma' = 270^\circ$ sind diese *minuta proportionalia* Null, so dass auch die Breite verschwindet, für $\gamma' = 0^\circ$ sind sie gleich 60 sept., so dass hier die tabulierte *latitudo sept.* mit $\frac{60}{60}$ zu multiplizieren ist, und also voll in Kraft tritt. Für $\gamma' = 180^\circ$ dagegen sind die *minuta proportionalia* gleich 60 mer., so dass hier die *latitudo meridionalis* unvermindert resultiert. Die *minuta proportionalia* sind mit γ' tabuliert. In der gegenwärtigen Umrechnung sind sie wie früher gleich durch 60 dividiert, so dass man sie lediglich mit der *latitudo septentrionalis* oder *meridionalis* zu multiplizieren hat.

Die Berechnung der Breite gestaltet sich demnach für die 3 äusseren Planeten folgendermassen:

bilde $\gamma' = \gamma + x$ für Mars
 $\gamma + x - 20^\circ$ „ Jupiter
 $\gamma + x + 50^\circ$ „ Saturn.

Mit γ' entnimm aus Tafel XVI: *minuta proportionalia*.

Mit $a - x$ „ „ „ „ : *latitudo*, und zwar:

{ septentrion. (+), wenn γ' zwischen $270^\circ - 0^\circ - 90^\circ$ liegt,
 { meridional. (—), „ „ „ „ $90^\circ - 270^\circ$ „ .

Dann wird: $b = \text{latitudo} \times \text{minut. proport.}$

Beispiel. Gesucht die Breite des Mars für das frühere Datum.

Wir übernehmen die Werte:

$$\begin{aligned}\gamma + x &= 338.89 = \gamma' \\ a - x &= 75.03\end{aligned}$$

Mit γ' entnehmen wir die minuta prop. = 0.93. Beim Interpolieren ist zu beachten, dass die Tafel von 6 zu 6 Grad fortschreitet.

Da γ' zwischen 270—0—90° liegt, wählen wir die Spalte + und entnehmen mit $\alpha-x$: latitudo = 0.64

$$\times 0.93 = + 0^{\circ}.595 = b\zeta.$$

3. Die Breitentafel der Venus.

Bei der Breitentheorie des Merkur und der Venus, welche sich nur wenig unterscheiden, treten neue Komplikationen hinzu. Eine Vereinfachung besteht allerdings zunächst darin, dass bei beiden Planeten die Apsidenlinie senkrecht zur Knotenlinie des Deferenten steht, so dass Apogäum und Perigäum des Deferenten die grössten Breiten haben. Die Knotenlinie ist auch hier unbeweglich, dagegen ist die Neigung der Deferentenebene variabel (Figur 12.). Als ihre mittlere Lage kann man die Ekliptik bezeichnen. Um diese mittlere Lage führt sie eine Schaukelbewegung aus, deren Periode mit einem Umlauf im Deferenten zusammenfällt. Befindet sich der Epicykelmittelpunkt in einem der beiden Knoten, so fällt die Deferentenebene stets mit der Ekliptik zusammen. Befindet er sich in Γ oder Γ'' , so ist jedesmal gerade das Maximum des Ausschlages erreicht. Die Folge ist, dass der Epicykelmittelpunkt niemals auf die andere Seite der Ekliptik gelangt, sondern dieselbe nur in den beiden Knoten berührt. Der hierdurch entstehende Teil der Breite, welcher bei Venus stets nördlich, bei Merkur stets südlich ist, heisst *deviatio deferentis ab ecliptica*. Da diese *deviatio* in den Tafeln von der durch den Epicykel hervorgerufenen Breite völlig getrennt ist und einfach additiv hinzugefügt wird, so werden wir sie auch im folgenden bei Seite lassen und den Deferenten als mit der Ekliptikalebene zusammenfallend betrachten.

Bei Merkur sowohl wie Venus bleibt sich der Epicykel während seines ganzen Umlaufes parallel, besitzt also eine konstante Neigung gegen die Ebene des Deferenten. Die beiden Figuren 13 und 14 sind vom nördlichen Pol der Bahnebene gesehen zu denken. Der Deferent erscheint dann kreisförmig, der gegen ihn geneigte Epicykel dagegen perspektivisch verkürzt, und die Figuren lassen den Sinn dieser Neigung erkennen: Befindet sich der Epicykelmittelpunkt

im Apogäum I , und bewegt sich der Planet vom Epicykelapogäum II vorwärts, so geht er bei der Venus nach Norden, bei Merkur nach Süden.

Die sich selbst parallel bleibende Lage eines frei herumgetragenen Epicykels war aber den Alten bekanntlich eine fremde Anschauung. Man beurteilte vielmehr die jeweilige Stellung des Epicykels nach seiner Neigung zum Visionsradius. Die letztere lässt sich offenbar leicht in die Neigungen um 2 bevorzugte, zu einander senkrechte Durchmesser des Epicykels zerlegen, von denen der eine im Visionsradius liegt, während der andere auf ihm senkrecht steht und die grössten Elongationen hervorbringt. Wir wollen jenen kurz den radialen, diesen den tangentialen Durchmesser des Epicykels nennen. Diese beiden Durchmesser besitzen offenbar eine variable Neigung gegen die Deferentenebene. So ist aus der Figur 13 ersichtlich, dass die Neigung des radialen Durchmessers in I und I' verschwindet, in Ω und $\mathfrak{U}$ dagegen den grössten Betrag erreicht. Dagegen verschwindet die Neigung des tangentialen Durchmessers gerade in Ω und $\mathfrak{U}$, während sie in I und I' den grössten Betrag erreicht. Wo die eine Neigung verschwindet, erreicht die andere stets ihren grössten Betrag.

Bei der Tabulierung ist nun folgendermassen verfahren: In Ω hängt die Breite offenbar nur noch vom Winkel im Epicykel $\alpha - x$ ab, lässt sich also mit diesem Winkel tabulieren. Dies ist die tabulierte inclinatio, welche also nur für den aufsteigenden Knoten gilt und lediglich durch die grösste Neigung des radialen Durchmessers hervorgerufen wird. Entsprechend ist unter dem Namen reflexio die im Apogäum I' gültige Breite für alle Werte von $\alpha - x$ tabuliert. Diese ist offenbar lediglich durch die grösste Neigung des tangentialen Durchmessers hervorgerufen. Damit sind wir bereits im Stande, für die beiden Stellungen Ω und I' des Epicykelmittelpunktes die Breiten anzugeben. Dieselben Breiten gelten aber mit umgekehrtem Vorzeichen zugleich für $\mathfrak{U}$ und I'' , da in der Breitentheorie der Venus die Excentricität vernachlässigt, und also die Erde im Mittelpunkt des Deferenten angenommen wird. Damit reduziert sich das Problem auf die Ermittlung der Breite für eine beliebige Lage des Epicykels zwischen Ω und I' . In Ω ist die tabulierte inclinatio voll anzubringen, die reflexio aber garnicht. In I' ist umgekehrt die reflexio voll anzubringen, die

inclinatio aber garnicht. Der Uebergang von Ω zu Γ vollzieht sich nun so, dass die inclinatio von ihrem Tafelwert bis Null sinkt, während gleichzeitig die reflexio von Null bis zu ihrem Tafelwerte anwächst. Für eine beliebige Stellung des Epicykels setzt sich also die Breite aus einem Bruchteil der inclinatio und einem solchen der reflexio zusammen. Zur Ermittlung dieser Bruchteile dienen wie früher die minuta proportionalia, welche mit dem Winkel im Deferenten entnommen werden. Doch ist ersichtlich, dass diejenigen für die inclinatio mit einem um 90° verschiedenen Argument entnommen werden müssen, da die Nullstellungen für reflexio und inclinatio um 90° im Deferenten von einander entfernt sind.

Es ist noch zu bemerken, dass die minuta proportionalia auch in sehr einfacher Weise die ersterwähnte deviatio deferentis ergeben. Die grösste deviatio, welche im Perigäum und Apogäum eintritt, beträgt bei Venus $10'$ oder $\frac{1}{6}''$. Für alle übrigen Stellen des Deferenten ergibt sich nur ein Bruchteil, welcher gleich $\frac{1}{6}'' \times \text{min. prop.}$ ist.

Hieraus ergibt sich folgendes Schema für die Berechnung einer Venusbreite: bekannt müssen vorliegen: $\gamma + x = \text{centrum aequatum}$

$$a - x = \text{argumentum aequatum.}$$

Mit $a - x$ entnimm $\left\{ \begin{array}{l} \text{declinatio } D \\ \text{und} \\ \text{reflexio } R. \end{array} \right.$

Mit $\gamma + x + 90$ entnimm minuta proportionalia: p_1

$$\text{bilde } \text{declinatio} \times p_1 = (1)$$

Für das Vorzeichen von (1) gilt die Regel:

wenn $a - x$ obere Tafelhälfte und	$\left\{ \begin{array}{ll} \gamma + x + 90 & \text{obere T. H. so} - \\ & \text{untere } " + \end{array} \right.$
" " untere " "	$\left\{ \begin{array}{ll} " & \text{obere } " + \\ " & \text{untere } " - \end{array} \right.$

Mit $\gamma + x$ entnimm nochmals minuta proportionalia: p_2

$$\text{bilde } \text{reflexio} \times p_2 = (2)$$

Für das Vorzeichen von (2) gilt die Regel:

wenn $\gamma + x$ obere Tafelhälfte und	$\left\{ \begin{array}{ll} a - x < 180 & \text{so} + \\ " > 180 & " - \end{array} \right.$
" " untere " "	$\left\{ \begin{array}{ll} " < 180 & " - \\ " > 180 & " + \end{array} \right.$

bilde endlich $\frac{1}{6}'' \times p_2 = (3)$, stets +.

Dann wird $(1) + (2) + (3) = b\varphi$.

Beispiel. Gesucht die Breite der Venus für das frühere Datum.

Es liege gerechnet vor:

$$\gamma + x = 95^{\circ}.53$$

$$a - x = 23^{\circ}.01.$$

Mit $a - x$ entnehmen wir aus Tafel XVI:

$$\text{declinatio } D = 0^{\circ}.98$$

$$\text{reflexio } R = 0^{\circ}.52.$$

Mit $\gamma + x + 90 = 185.53$ entnehmen wir die minuta prop.: $p_1 = 0.99$

$$\text{daher } (1) = + 0^{\circ}.98 \times 0.99 = + 0^{\circ}.970$$

(+ weil $a - x$ obere, $\gamma + x + 90$ untere Tafelhälfte).

Mit $\gamma + x$ entnehmen wir nochmals minuta prop.: $p_2 = 0.10$

$$\text{daher } (2) = + 0^{\circ}.52 \times 0.10 = + 0^{\circ}.052$$

(+ weil $\gamma + x$ untere Taf. Hälfte, und $a - x < 180$).

Drittens wird (3) = $+ \frac{1}{10} \times 0.10 = + 0^{\circ}.017$ (stets +)

$$(1) = + 0.970$$

$$(2) = + 0.052$$

$$(3) = + 0.017$$

$$b\varphi = + 1^{\circ}.039$$

4. Die Breitentafel des Merkur.

Die Breitentheorie des Merkur ist nur in unwesentlichen Punkten von derjenigen der Venus verschieden. Namentlich ist die Stellung des Epicykels gegen den Deferenten eine andere (Figur 14), was vor allem in den Vorzeichen zur Geltung kommt.

Ferner macht sich bei Merkur die grosse Excentricität geltend, deren Einfluss bei der Venus vernachlässigt war. Für die reflexio, welche bei Venus sowohl für I' als für I'' galt, ist hier infolgedessen ein mittlerer Wert R_0 tabuliert, aus welchem man je nach Bedarf die reflexio für das Apogäum I' durch Multiplikation mit $\frac{9}{10}$, oder diejenige für das Perigäum I'' durch Multiplikation mit $\frac{11}{10}$ erhält. Endlich wurde schon im vorigen Kapitel bemerkt, dass die deviatio deferentis des Merkur stets südlich ist. Ihr grösster Betrag ist $\frac{3}{9}^{\circ}$.

Die Berechnung einer Merkursbreite gestaltet sich demnach folgendermassen.

Bekannt sind: centrum aequalum $\gamma + x$ und argumentum aequalum $a - x$.

Verzeichnis der technischen Ausdrücke.

- Accessus et recessus sphaerae stellatae der periodische Teil der Gesamtpraecession oder die sogen. Trepidation.
- Aequare eine Ungleichung anbringen, korrigieren.
- Aequatio periodische Ungleichung. — aeq. argumenti (y) stellt die Elongation des Planeten vom Mittelpunkt seines Epicykels dar und ist mit dem Winkel im Epicykel tabuliert. — aeq. centri (x) stellt die Ungleichung dar, welche durch die excentrische Stellung der Erde im Deferenten hervorgerufen wird.
- Aequatio dierum Zeitgleichung.
- Argumentum der Winkel im Epicykel, gezählt vom Epicykelapogäum aus. — arg. medium wird vom mittleren Epicykelapog. aus gezählt und wächst gleichförmig. — arg. aequatum, von jenem um x verschieden, wird vom wahren Epicykelapogäum aus gezählt.
- Aux Länge des Apogäums. — a. deferentis Länge d. Deferentenapog. — a. epicycli Epicykelapogäum. Aux schlechthin bedeutet stets das Deferentenapogäum. — Radix augis (ω_0) Länged. Apog. zur Fundamentalepoche (Chr.).
- Aux propria (ω) instantane Länge des Apogäums, von ω_0 um die aux communis π verschieden.
- Aux communis (π) Gesamtpraecession von Christus bis zum Datum, bestehend aus säkularer Praec. und Trepidation.
- Caput draconis aufsteigender Knoten.
- Cauda draconis absteigender Knoten.
- Centrum Länge des Epicykelmittelpunktes, gezählt vom Apogäum aus. — c. medium mittlere L. etc., wächst gleichförmig. — c. aequatum durch Anbringung von x korrigierte wahre L. des Epicykelmittelp., gezählt vom Apogäum aus.
- Centrum aequans, auch punctum aequans oder centrum aequantis, der Punkt M der Figuren, von dem aus die wahre Bewegung im Deferenten gleichförmig erscheint.
- Deferent der Kreis auf welchem der Mittelpunkt des Epicykels um die Erde herumgeführt wird, während sich der Planet auf der Peripherie des Epicykels bewegt.
- Devatio (deferentis ab ecliptica) derjenige Teil der Breite bei Venus und Merkur, welcher von der Schaukelbewegung ihrer Deferentenebenen um die Ekliptik als mittlere Lage herrührt. Bei Venus stets nördl., bei Merkur stets südl.

Diversitas aspectus Parallaxe.

Diversitas diametri (epicycli oder circuli brevis) Differenz der für mittlere Entfernung tabulierten aequatio argumenti gegen die beiden entsprechenden Werte, die für grösste (Apog.) und kleinste (Perig.) Entfernung gelten. Daher: in longitudinem longiorem und in longitudinem propiorem.

Epicykel der kleinere Kreis, auf dessen Peripherie der Planet selbst herumgeführt wird, während sein Mittelpunkt sich auf dem Deferenten um die Erde bewegt.

Inclinatio derjenige Teil der Breite bei Venus und Merkur, welcher von der Neigung des radialen Durchmessers des Epicykels hervorgerufen wird.

Locus verus wahre Länge.

Longitudo longior, diese Bezeichnung erhalten alle Grössen, die sich auf die Apogäumshälfte des Deferenten beziehen, in welcher die Entfernungen des Epicykelmittelpunktes von der Erde grösser sind als im Mittel. Entsprechend bezieht sich *longitudo propior* auf die Perigäumshälfte.

Minuta proportionalia Proportionalfaktoren, mit denen das tabulierte Maximum gewisser Grössen zu multiplizieren ist, um die Zwischenwerte von 0 bis zum Tafelwert zu erhalten.

Motus medius allgemein: mittlere Bewegung, speciell: mittlere Länge, gezählt von γ aus. — m. m. capitis draconis die Bewegung des Ω , gezählt in der Richtung dieser Bewegung, also retrograd, von γ aus. Daher gleich 360° —verus locus Ω . — m. m. augium et stellarum fixarum der säkulare Teil der Gesamtpraecession.

Punctum aequans siehe centrum aequans.

Radix der Wert der betreffenden Grösse für die Fundamentalepoche, d. i. Christus, daher auch radix incarnationis Christi.

Reflexio derjenige Teil der Breite bei Venus und Merkur, welcher von der Neigung des tangentialen Durchmessers des Epicykels hervorgerufen wird.

Signum die nächst höhere Einheit über dem Grad im strengen sexagesimalen System. Signa physica betragen 60° , signa communia aber nach Analogie der Zeichen des Tierkreises nur 30° .

Trepidation die irrthümlich angenommene periodische Ungleichheit der Praecessionsbewegung.

Numerische Tafeln.

Tafel I. Praecession.

Jahr	Aux communis π	Jahr	Aux communis π
1250.0	17 ^o .219 ¹¹⁰	1450.0	19 ^o .282 ⁹⁸
1260	17.329 ¹⁰⁹	1460	19.378 ⁹⁸
1270	17.438 ¹⁰⁸	1470	19.473 ⁹⁸
1280	17.546 ¹⁰⁸	1480	19.568 ⁹⁴
1290	17.654 ¹⁰⁷	1490	19.662 ⁹³
1300	17.761 ¹⁰⁶	1500	19.755 ⁹²
1310	17.867 ¹⁰⁵	1510	19.847 ⁹¹
1320	17.972 ¹⁰⁵	1520	19.938 ⁹¹
1330	18.077 ¹⁰⁴	1530	20.029 ⁹⁰
1340	18.181 ¹⁰⁴	1540	20.119 ⁹⁰
1350	18.285 ¹⁰³	1550	20.209 ⁸⁹
1360	18.388 ¹⁰²	1560	20.298 ⁸⁸
1370	18.490 ¹⁰¹	1570	20.386 ⁸⁸
1380	18.591 ¹⁰¹	1580	20.474 ⁸⁷
1390	18.692 ¹⁰⁰	1590	20.561 ⁸⁶
1400	18.792 ¹⁰⁰	1600	20.647 ⁸⁵
1410	18.892 ⁹⁹	1610	20.732 ⁸⁴
1420	18.991 ⁹⁸	1620	20.816 ⁸⁴
1430	19.089 ⁹⁷	1630	20.900 ⁸³
1440	19.186 ⁹⁶	1640	20.983 ⁸²
		1650	21.065 ⁸²

Tafel II.

Am	sind verflossen*)		Jahres- Bruch
	a	b	
Januar	0	0 ^d	0.00
Februar	"	31	0.08
März	"	59	0.16
April	"	90	0.25
Mai	"	120	0.33
Juni	"	151	0.41
Juli	"	181	0.50
August	"	212	0.58
September	"	243	0.67
Oktober	"	273	0.75
November	"	304	0.83
Dezember	"	334	0.92

*) a gewöhnliche, b julianische Schaltjahre.

Tafel III.

Radices auglum.

	ω_0
☉ ♀	71 ^o .423
♂	100.659
♂	115.204
♂	153.617
♂	233.305

Tafel IV. Mittlere Bewegungen in Jahren.

Jahre	Sonne	Mond		Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
	$\mu_{\odot}$	μ_{D}	α_{D}	α_{M}	α_{V}	μ_{M}	μ_{J}	μ_{S}
1250.0	287 ^o .280	234 ^o .509	247 ^o .541	353 ^o .73	222 ^o .00	79 ^o .63	302 ^o .95	235 ^o .20
1270.0	287.427	8.072	287.282	8.19	45.65	307.95	190.20	119.89
1290.0	287.574	141.636	327.023	22.65	220.29	176.26	77.44	4.59
1310.0	287.721	275.199	6.763	37.12	52.94	44.58	324.08	249.28
1330.0	287.868	48.702	46.504	51.58	236.59	272.90	211.93	133.97
1350.0	288.015	182.325	86.245	66.04	60.24	141.21	99.17	18.67
1370.0	288.162	315.888	125.985	80.50	243.88	9.53	346.41	263.36
1390.0	288.309	89.462	165.726	94.96	67.53	237.84	233.66	148.05
1410.0	288.456	223.015	205.466	109.42	251.18	106.16	120.90	32.75
1430.0	288.603	356.578	245.207	123.88	74.83	334.48	8.14	277.44
1450.0	288.749	130.141	284.948	138.34	258.47	202.79	255.39	162.13
1470.0	288.896	263.704	324.688	152.80	82.12	71.11	142.63	46.83
1490.0	289.043	37.268	4.429	167.26	265.77	299.42	29.87	291.52
1510.0	289.190	170.831	44.170	181.72	89.42	167.74	277.12	176.22
1530.0	289.337	304.394	83.910	196.19	273.06	36.06	164.36	60.91
1550.0	289.484	77.957	123.651	210.65	96.71	264.37	51.60	305.60
1570.0	289.631	211.521	163.392	225.11	280.36	132.69	298.85	190.30
1590.0	289.778	345.084	203.132	239.57	104.01	1.01	186.09	74.99
1610.0	289.925	118.647	242.873	254.03	287.66	229.32	73.33	319.68
1630.0	290.072	252.210	282.614	268.49	111.30	97.64	320.58	204.88
1650.0	290.219	25.773	322.354	282.95	294.95	325.95	207.82	89.07
1	359.761	129.384	88.721	53.95	225.03	191.28	30.34	12.23
2	359.522	258.768	177.442	107.89	90.06	22.57	60.68	24.45
3	0.268	41.329	279.227	164.95	315.70	214.38	91.11	36.71
4	0.029	170.713	7.948	218.89	180.73	45.66	121.45	48.94
5	359.790	300.097	96.669	272.84	45.76	236.95	151.79	61.17
6	359.551	69.481	185.390	326.78	270.79	68.23	182.13	73.39
7	0.298	212.041	287.175	23.84	136.43	260.04	212.56	85.65
8	0.050	341.425	15.806	77.78	1.46	91.33	242.90	97.88
9	359.820	110.809	104.817	131.73	226.49	282.61	273.24	110.10
10	359.581	240.193	193.338	185.68	91.52	113.99	303.58	122.33
11	0.327	22.754	295.124	242.73	317.16	305.70	334.00	134.59
12	0.088	152.138	23.844	296.68	182.19	136.99	4.35	146.82
13	359.849	281.522	112.565	350.62	47.22	328.27	34.69	159.04
14	359.610	50.906	201.286	44.57	272.25	159.56	65.03	171.27
15	0.357	193.467	303.072	101.62	137.89	351.37	95.45	183.53
16	0.118	322.851	31.793	115.57	2.92	182.65	125.70	105.75
17	359.878	92.235	120.513	209.51	227.95	13.94	156.14	207.98
18	359.639	221.619	209.234	263.46	92.97	205.22	186.48	220.21
19	0.386	4.179	311.020	320.51	318.62	37.03	216.90	232.47
20	0.147	133.563	39.741	14.46	183.65	228.32	247.24	244.69

Tafel V. Mittlere Bewegungen in Tagen, Stunden, Minuten.

	Sonne	Mond		Merkur	Venus	Mars	Jupiter	Saturn
	$\mu_{\odot}$	μ_{D}	α_{D}	α_{M}	α_{V}	μ_{M}	μ_{J}	μ_{S}
Tage								
1	0 ^h .086	13 ^h .176	13 ^h .065	3 ^h .11	0 ^h .62	0 ^h .52	0 ^h .08	0 ^h .03
2	1.971	26.353	26.130	6.21	1.23	1.05	0.17	0.07
3	2.957	39.529	39.195	9.32	1.85	1.57	0.25	0.10
4	3.943	52.706	52.200	12.43	2.47	2.10	0.33	0.13
5	4.928	65.882	65.325	15.53	3.09	2.62	0.42	0.17
6	5.914	79.058	78.390	18.64	3.70	3.14	0.50	0.20
7	6.900	92.235	91.455	21.75	4.32	3.67	0.58	0.23
8	7.885	105.411	104.520	24.85	4.93	4.19	0.66	0.27
9	8.871	118.588	117.585	27.96	5.55	4.72	0.75	0.30
10	9.856	131.764	130.650	31.07	6.17	5.24	0.83	0.33
20	19.713	263.528	261.300	62.13	12.33	10.48	1.66	0.67
30	29.569	395.292	391.950	93.20	18.50	15.72	2.49	1.00
40	39.426	527.056	522.600	124.27	24.66	20.96	3.33	1.34
50	49.282	658.820	653.249	155.34	30.83	26.20	4.16	1.67
60	59.139	790.584	783.899	186.40	36.99	31.44	4.99	2.01
70	68.995	922.348	914.549	217.47	43.16	36.68	5.82	2.34
80	78.852	1054.112	1045.199	248.54	49.32	41.93	6.65	2.68
90	88.708	1185.876	1175.849	279.60	55.49	47.17	7.48	3.01
100	98.565	1317.639	1306.499	310.67	61.65	52.41	8.31	3.35
200	197.129	2635.279	2612.998	621.34	123.30	104.81	16.63	6.70
300	295.694	3952.918	3919.497	931.01	184.95	157.22	24.94	10.45
Std.								
1	0.041	0.549	0.544	0.13	0.08	0.02	0.00	
2	0.082	1.098	1.089	0.26	0.05	0.04	0.01	
3	0.123	1.647	1.633	0.39	0.08	0.07	0.01	0.00
4	0.164	2.196	2.178	0.52	0.10	0.09	0.01	0.01
5	0.205	2.745	2.722	0.65	0.13	0.11	0.02	0.01
6	0.246	3.294	3.266	0.78	0.15	0.13	0.02	0.01
7	0.287	3.843	3.811	0.91	0.18	0.15	0.02	0.01
8	0.329	4.392	4.355	1.04	0.21	0.17	0.03	0.01
9	0.370	4.941	4.899	1.16	0.23	0.20	0.03	0.01
10	0.411	5.490	5.444	1.29	0.26	0.22	0.03	0.01
20	0.821	10.980	10.887	2.59	0.51	0.44	0.07	0.03
Min.								
2	0.001	0.018	0.018	0.00				
4	0.003	0.037	0.036	0.01				
6	0.004	0.055	0.054	0.01				
8	0.005	0.073	0.073	0.02				
10	0.007	0.092	0.091	0.02	0.00	0.00		
20	0.014	0.183	0.181	0.04	0.01	0.01		
30	0.021	0.275	0.272	0.06	0.01	0.01		
40	0.027	0.366	0.363	0.09	0.02	0.01		
50	0.034	0.458	0.454	0.11	0.02	0.02	0.00	0.00

Tafel VI. Ungleichheit der Sonne (aequatio solis).

	Aequatio solis			Aequatio solis			Aequatio solis			Aequatio solis		
1	-0.036 +	359	46	-1.513 +	314	91	-2.166 +	269	136	-1.546 +	224	
2	0.072	358	47	1.540	313	92	2.167	268	137	1.520	223	
3	0.108	357	48	1.566	312	93	2.167	267	138	1.493	222	
4	0.143	356	49	1.592	311	94	2.167	266	139	1.464	221	
5	0.179	355	50	1.617	310	95	2.166	265	140	1.434	220	
6	-0.215 +	354	51	-1.642 +	309	96	-2.164 +	264	141	-1.404 +	219	
7	0.251	353	52	1.666	308	97	2.160	263	142	1.374	218	
8	0.286	352	53	1.691	307	98	2.156	262	143	1.344	217	
9	0.322	351	54	1.715	306	99	2.151	261	144	1.314	216	
10	0.358	350	55	1.737	305	100	2.146	260	145	1.288	215	
11	-0.393 +	349	56	-1.759 +	304	101	-2.140 +	259	146	-1.252 +	214	
12	0.429	348	57	1.781	303	102	2.135	258	147	1.221	213	
13	0.465	347	58	1.803	302	103	2.128	257	148	1.187	212	
14	0.500	346	59	1.824	301	104	2.121	256	149	1.153	211	
15	0.536	345	60	1.846	300	105	2.113	255	150	1.119	210	
16	-0.571 +	344	61	-1.864 +	299	106	-2.105 +	254	151	-1.084 +	209	
17	0.606	343	62	1.882	298	107	2.097	253	152	1.048	208	
18	0.642	342	63	1.902	297	108	2.088	252	153	1.013	207	
19	0.677	341	64	1.917	296	109	2.078	251	154	0.978 +	206	
20	0.712	340	65	1.936	295	110	2.068	250	155	0.943	205	
21	-0.747 +	339	66	-1.953 +	294	111	-2.057 +	249	156	-0.907 +	204	
22	0.782	338	67	1.967	293	112	2.044	248	157	0.871	203	
23	0.816	337	68	1.981	292	113	2.029	247	158	0.836	202	
24	0.851	336	69	1.995	291	114	2.014	246	159	0.800	201	
25	0.884	335	70	2.007	290	115	1.998	245	160	0.765	200	
26	-0.917 +	334	71	-2.021 +	289	116	-1.982 +	244	161	-0.729 +	199	
27	0.950	333	72	2.034	288	117	1.966	243	162	0.693	198	
28	0.983	332	73	2.045	287	118	1.949	242	163	0.657	197	
29	1.016	331	74	2.056	286	119	1.933	241	164	0.621	196	
30	1.048	330	75	2.066	285	120	1.916	240	165	0.585	195	
31	-1.079 +	329	76	-2.077 +	284	121	-1.896 +	239	166	-0.548 +	194	
32	1.110	328	77	2.088	283	122	1.876	238	167	0.510	193	
33	1.141	327	78	2.097	282	123	1.857	237	168	0.472	192	
34	1.172	326	79	2.105	281	124	1.837	236	169	0.434	191	
35	1.203	325	80	2.113	280	125	1.816	235	170	0.395	190	
36	-1.232 +	324	81	-2.120 +	279	126	-1.796 +	234	171	-0.356 +	189	
37	1.261	323	82	2.127	278	127	1.772	233	172	0.317	188	
38	1.290	322	83	2.134	277	128	1.748	232	173	0.278	187	
39	1.318	321	84	2.141	276	129	1.724	231	174	0.239	186	
40	1.347	320	85	2.146	275	130	1.699	230	175	0.199	185	
41	-1.375 +	319	86	-2.150 +	274	131	-1.674 +	229	176	-0.160 +	184	
42	1.403	318	87	2.155	273	132	1.649	228	177	0.120	183	
43	1.431	317	88	2.159	272	133	1.624	227	178	0.080	182	
44	1.458*	316	89	2.163	271	134	1.598	226	179	0.040	181	
45	-1.486 +	315	90	-2.166 +	270	135	-1.572 +	225	180	-0.000 +	180	

Tafel VII. Ungleichheiten des Mondes.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Di- vers. dia- met.	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Di- vers. dia- met.	Aequatio argumenti y_0	
1	+ 0 ^o .150 —	0.000	0 ^o .050	— 0 ^o .080 +	359	46	+ 6 ^o .700 —	0.117	1 ^o .700	— 3 ^o .340 +	314
2	0.300		0.083	0.150	358	47	6.833	0.133	1.733	3.300	313
3	0.450		0.117	0.238*	357	48	6.967	0.133	1.750	3.458	312
4	0.600		0.167	0.317	356	49	7.117	0.133	1.783	3.516	311
5	0.750		0.200	0.395	355	50	7.250	0.150	1.800	3.573	310
6	+ 0.883 —	0.000	0.233	— 0.475 +	354	51	+ 7.383 —	0.150	1.817	— 3.628 +	309
7	1.033		0.283	0.553	353	52	7.533	0.150	1.850	3.683	308
8	1.183		0.317	0.632	352	53	7.667	0.167	1.883	3.736	307
9	1.333		0.350	0.710	351	54	7.800	0.167	1.900	3.789	306
10	1.483		0.400	0.788	350	55	7.933	0.167	1.933	3.840	305
11	+ 1.633 —	0.000	0.433	— 0.867 +	349	56	+ 8.067 —	0.183	1.967	— 3.891 +	304
12	1.767	0.017	0.467	0.944	348	57	8.200	0.183	1.983	3.941	303
13	1.917	0.017	0.517	1.023	347	58	8.333	0.183	2.017	3.990	302
14	2.067	0.017	0.550	1.099	346	59	8.467	0.200	2.033	4.038	301
15	2.217	0.017	0.583	1.178	345	60	8.600	0.200	2.050	4.084	300
16	+ 2.367 —	0.017	0.633	— 1.254 +	344	61	+ 8.733 —	0.217	2.083	— 4.130 +	299
17	2.517	0.017	0.667	1.331	343	62	8.867	0.217	2.100	4.174	298
18	2.650	0.017	0.700	1.407	342	63	8.983	0.233	2.117	4.218	297
19	2.800	0.017	0.750	1.483	341	64	9.117	0.233	2.150	4.260	296
20	2.950	0.033	0.783	1.559	340	65	9.250	0.250	2.167	4.301	295
21	+ 3.083 —	0.033	0.817	— 1.634 +	339	66	+ 9.367* —	0.250	2.200	— 4.340 +	294
22	3.233	0.033	0.867	1.700	338	67	9.500	0.250	2.217	4.380	293
23	3.383	0.033	0.900	1.783	337	68	9.617	0.267	2.233	4.418	292
24	3.517	0.033	0.950	1.856	336	69	9.733	0.267	2.250	4.453	291
25	3.667	0.033	0.983	1.931	335	70	9.867	0.283	2.267	4.488	290
26	+ 3.817 —	0.033	1.017	— 2.004 +	334	71	+ 9.983 —	0.283	2.283	— 4.523 +	289
27	3.950	0.050	1.050	2.077	333	72	10.100	0.300	2.300	4.555	288
28	4.100	0.050	1.100	2.149	332	73	10.217	0.300	2.317	4.586	287
29	4.250	0.050	1.133	2.221	331	74	10.333	0.317	2.333	4.616	286
30	4.383	0.050	1.167	2.291	330	75	10.450	0.317	2.350	4.645	285
31	+ 4.533 —	0.050	1.200	— 2.362 +	329	76	+ 10.567 —	0.333	2.367	— 4.673 +	284
32	4.683	0.050	1.233	2.432	328	77	10.683	0.333	2.383	4.699	283
33	4.817	0.067	1.267	2.501	327	78	10.800	0.350	2.400	4.725	282
34	4.967	0.067	1.317	2.570	326	79	10.917	0.350	2.417	4.748	281
35	5.117	0.067	1.350	2.638	325	80	11.033	0.367	2.433	4.771	280
36	+ 5.250 —	0.067	1.383	— 2.708 +	324	81	+ 11.133 —	0.367	2.450	— 4.790 +	279
37	5.400	0.083	1.417	2.773	323	82	11.250	0.367	2.467	4.810	278
38	5.550	0.083	1.450	2.838	322	83	11.350	0.383	2.483	4.828	277
39	5.683	0.083	1.483	2.904	321	84	11.450	0.383	2.500	4.844	276
40	5.833	0.083	1.517	2.969	320	85	11.550	0.400	2.517	4.861	275
41	+ 5.983 —	0.100	1.550	— 3.033 +	319	86	+ 11.650 —	0.400	2.533	— 4.875 +	274
42	6.117	0.100	1.583	3.096	318	87	11.733	0.417	2.550	4.886	273
43	6.267	0.100	1.617	3.159	317	88	11.833	0.417	2.567	4.897	272
44	6.417	0.117	1.650	3.221	316	89	11.917	0.433	2.583	4.907	271
45	+ 6.550 —	0.117	1.667	— 3.281 +	315	90	+ 12.000 —	0.433	2.600	— 4.915 +	270

Tafel VII. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Di- vers. dia- met.	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Di- vers. dia- met.	Aequatio argumenti y_0	
91	+ 12 ^o .083 —	0.450	2 ^o .617	— 4 ^o .922 +	269	136	+ 11 ^o .767 —	0.833	2 ^o .150	— 3 ^o .643 +	224
92	12.167	0.450	2.617	4.927	268	137	11.633	0.833	2.117	3.582	223
93	12.250	0.467	2.633	4.931	267	138	11.483	0.850	2.083	3.518	222
94	12.333	0.467	2.633	4.932	266	139	11.333	0.850	2.050	3.453	221
95	12.400	0.483	2.633	4.934*	265	140	11.183	0.867	2.017	3.386	220
96	+ 12.467 —	0.500	2.633	— 4.933 +	264	141	+ 11.033 —	0.867	1.967	— 3.319 +	219
97	12.533	0.500	2.633	4.929	263	142	10.883	0.883	1.933	3.251	218
98	12.600	0.517	2.650	4.924	262	143	10.717	0.883	1.900	3.181	217
99	12.650	0.517	2.650	4.918	261	144	10.550	0.883	1.850	3.110	216
100	12.700	0.533	2.650	4.911	260	145	10.367	0.900	1.817	3.037	215
101	+ 12.750 —	0.533	2.650	— 4.903 +	259	146	+ 10.183 —	0.900	1.767	— 2.964 +	214
102	12.800	0.550	2.650	4.894	258	147	10.000	0.900	1.717	2.889	213
103	12.850	0.550	2.667	4.883	257	148	9.800	0.917	1.683	2.814	212
104	12.900	0.567	2.667	4.871	256	149	9.583	0.917	1.633	2.737	211
105	12.933	0.583	2.667	4.856	255	150	9.367	0.917	1.583	2.660	210
106	+ 12.967 —	0.583	2.667	— 4.839 +	254	151	+ 9.133 —	0.933	1.533	— 2.581 +	209
107	13.000	0.600	2.667	4.822	253	152	8.883	0.933	1.483	2.502	208
108	13.033	0.600	2.667	4.803	252	153	8.633	0.933	1.433	2.421	207
109	13.067	0.617	2.667	4.782	251	154	8.367	0.933	1.400	2.339	206
110	13.083	0.617	2.650	4.759	250	155	8.083	0.950	1.350	2.257	205
111	+ 13.100 —	0.633	2.650	— 4.735 +	249	156	+ 7.800 —	0.950	1.300	— 2.174 +	204
112	13.117	0.633	2.633	4.700	248	157	7.517	0.950	1.267	2.089	203
113	13.133	0.650	2.633	4.683	247	158	7.233	0.950	1.217	2.005	202
114	13.150	0.650	2.617	4.654	246	159	6.933	0.950	1.167	1.919	201
115	13.150	0.667	2.600	4.625	245	160	6.650	0.967	1.133	1.833	200
116	+ 13.133 —	0.667	2.583	— 4.593 +	244	161	+ 6.350 —	0.967	1.083	— 1.745 +	199
117	13.117	0.683	2.567	4.561	243	162	6.050	0.967	1.033	1.657	198
118	13.100	0.683	2.550	4.526	242	163	5.750	0.967	0.983	1.569	197
119	13.083	0.700	2.533	4.489	241	164	5.450	0.967	0.933	1.481	196
120	13.067	0.717	2.517	4.450	240	165	5.133	0.983	0.867	1.390	195
121	+ 13.050 —	0.717	2.500	— 4.411 +	239	166	+ 4.817 —	0.983	0.817	— 1.300 +	194
122	13.017	0.733	2.483	4.370	238	167	4.500	0.983	0.767	1.212	193
123	12.983	0.733	2.450	4.328	237	168	4.183	0.983	0.700	1.119	192
124	12.933	0.750	2.433	4.283	236	169	3.867	0.983	0.650	1.027	191
125	12.883	0.750	2.417	4.237	235	170	3.533	0.983	0.600	0.934	190
126	+ 12.833 —	0.750	2.383	— 4.189 +	234	171	+ 3.200 —	0.983	0.533	— 0.842 +	189
127	12.767	0.767	2.367	4.141	233	172	2.867	1.000*	0.483	0.749	188
128	12.683	0.767	2.350	4.092	232	173	2.533	1.000*	0.417	0.656	187
129	12.600	0.783	2.317	4.041	231	174	2.183	1.000	0.350	0.566	186
130	12.500	0.783	2.300	3.989	230	175	1.833	1.000	0.300	0.470	185
131	+ 12.383 —	0.783	2.283	— 3.934 +	229	176	+ 1.483 —	1.000	0.250	— 0.376 +	184
132	12.267	0.800	2.250	3.880	228	177	1.117	1.000	0.183	0.283	183
133	12.150	0.800	2.233	3.823	227	178	0.750	1.000	0.133	0.194	182
134	12.033	0.817	2.200	3.764	226	179	0.383	1.000	0.067	0.094	181
135	+ 11.900 —	0.817	2.167	— 3.705 +	225	180	+ 0.000 —	1.000	0.000	— 0.000 +	180

Tafel VIII. Ungleichheiten des Merkur.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. l. p.	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diamet. l. p.	Aequatio argumenti y_0	
1	- 0 ^o .05 +	1.00 l	0 ^o .03 0 ^o .02	+ 0 ^o .28 -	350	46	- 1 ^o .95 +	0.42 l	1 ^o .25 0 ^o .73	+ 12 ^o .08 -	314
2	0.10	1.00	0.07 0.03	0.55	358	47	1.98	0.40	1.27 0.75	12.32	313
3	0.15	1.00	0.08 0.05	0.82	357	48	2.02	0.38	1.30 0.77	12.57	312
4	0.20	0.98	0.12 0.07	1.08	356	49	2.07	0.35	1.33 0.78	12.80	311
5	0.25	0.98	0.15 0.07	1.37	355	50	2.10	0.33	1.37 0.80	13.03	310
6	- 0.28 +	0.98 l	0.17 0.08	+ 1.63 -	354	51	- 2.13 +	0.32 l	1.38 0.80	+ 13.27 -	309
7	0.33	0.97	0.20 0.10	1.92	353	52	2.17	0.28	1.42 0.82	13.50*	308
8	0.38	0.97	0.23 0.12	2.18	352	53	2.22	0.27	1.45 0.83	13.73	307
9	0.42	0.97	0.25 0.13	2.45	351	54	2.23	0.25	1.47 0.85	13.90	306
10	0.47	0.95	0.28 0.15	2.73	350	55	2.27	0.22	1.50 0.87	14.20	305
11	- 0.50 +	0.95 l	0.32 0.17	+ 3.00 -	349	56	- 2.30 +	0.20 l	1.53 0.88	+ 14.43 -	304
12	0.55	0.95	0.33 0.18	3.27	348	57	2.32	0.18	1.57 0.90	14.65*	303
13	0.58	0.93	0.37 0.20	3.53	347	58	2.35	0.15	1.60 0.90	14.87	302
14	0.63	0.93	0.38 0.22	3.80	346	59	2.38	0.13	1.63 0.92	15.08	301
15	0.67	0.92	0.40 0.23	4.08	345	60	2.42	0.12	1.65 0.93	15.30	300
16	- 0.72 +	0.92 l	0.43 0.25	+ 4.35 -	344	61	- 2.45 +	0.08 l	1.68 0.95	+ 15.52 -	299
17	0.75	0.90	0.47 0.27	4.62	343	62	2.48	0.07	1.72 0.97	15.73	298
18	0.80	0.90	0.48 0.28	4.88	342	63	2.52	0.03	1.73 1.00	15.93	297
19	0.83	0.88	0.52 0.30	5.15	341	64	2.55	0.02 l	1.77 1.02	16.15	296
20	0.88	0.88	0.55 0.32	5.42	340	65	2.57	0.02* p	1.80 1.03	16.35	295
21	- 0.92 +	0.87 l	0.57 0.33	+ 5.68 -	339	66	- 2.60 +	0.03 p	1.82 1.07	+ 16.55 -	294
22	0.97	0.85	0.60 0.35	5.95	338	67	2.63	0.07	1.85 1.08	16.75	293
23	1.00	0.85	0.63 0.37	6.22	337	68	2.67	0.10	1.88 1.10	16.95	292
24	1.03	0.83	0.65 0.38	6.48	336	69	2.68	0.13	1.90 1.12	17.15	291
25	1.08	0.82	0.68 0.40	6.75	335	70	2.72	0.17	1.93 1.13	17.35	290
26	- 1.13 +	0.80 l	0.72 0.40	+ 7.02 -	334	71	- 2.73 +	0.20 p	1.97 1.15	+ 17.53 -	289
27	1.17	0.78	0.73 0.42	7.28	333	72	2.75	0.23	1.98 1.18	17.72	288
28	1.22	0.77	0.77 0.43	7.55	332	73	2.78	0.27	2.02 1.20	17.90	287
29	1.25	0.75	0.80 0.45	7.82	331	74	2.80	0.30	2.05 1.22	18.08	286
30	1.28	0.73	0.82 0.47	8.07	330	75	2.82	0.33	2.07 1.23	18.27	285
31	- 1.33 +	0.72 l	0.85 0.48	+ 8.33 -	329	76	- 2.83 +	0.37 p	2.10 1.25	+ 18.45 -	284
32	1.38	0.70	0.88 0.50	8.58	328	77	2.85	0.40	2.13 1.27	18.62	283
33	1.42	0.68	0.90 0.52	8.83	327	78	2.87	0.42	2.15 1.28	18.78	282
34	1.47	0.67	0.93 0.53	9.10	326	79	2.88	0.45	2.18 1.30	18.95	281
35	1.50	0.65	0.97 0.55	9.35	325	80	2.90	0.48	2.22 1.32	19.12	280
36	- 1.55 +	0.63 l	0.98 0.57	+ 9.60 -	324	81	- 2.92 +	0.50 p	2.23 1.33	+ 19.27 -	279
37	1.60	0.60	1.02 0.58	9.85	323	82	2.93	0.53	2.25 1.35	19.42	278
38	1.63	0.58	1.03 0.60	10.10	322	83	2.95	0.57	2.30 1.37	19.57	277
39	1.67	0.57	1.07 0.62	10.35	321	84	2.97	0.58	2.32 1.38	19.73	276
40	1.72	0.55	1.08 0.63	10.60	320	85	2.97	0.62	2.35 1.40	19.88	275
41	- 1.75 +	0.53 l	1.12 0.65	+ 10.85 -	319	86	- 2.98 +	0.63 p	2.38 1.42	+ 20.03 -	274
42	1.78	0.52	1.13 0.67	11.10	318	87	2.98	0.67	2.40 1.43	20.17	273
43	1.83	0.48	1.17 0.68	11.35	317	88	3.00	0.68	2.43 1.45	20.30	272
44	1.87	0.47	1.20 0.70	11.60	316	89	3.00	0.72	2.47 1.47	20.42	271
45	- 1.90 +	0.45 l	1.22 0.72	+ 11.83 -	315	90	- 3.02 +	0.73 p	2.48 1.48	+ 20.55 -	270

Tafel VIII. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
91	-3 ⁰ .02 +	0.77 p	2 ⁰ .52 1 ⁰ .50	+ 20 ⁰ .67 -	269	186	-2 ⁰ .15 +	0.93 p	3 ⁰ .13 2 ⁰ .02	+ 10 ⁰ .62 -	224
92	3.02	0.78	2.55 1.52	20.78	268	187	2.12	0.92	3.12 2.00	19.40	223
93	3.03	0.80	2.57 1.53	20.90	267	188	2.07	0.92	3.10 2.00	19.17	222
94	3.03	0.82	2.60 1.55	21.02	266	189	2.03	0.90	3.08 2.00	18.92	221
95	3.03	0.83	2.63 1.57	21.12	265	190	2.00	0.90	3.07 2.00	18.67	220
96	-3.03 +	0.83 p	2.65 1.58	+ 21.22 -	264	141	-1.95 +	0.88 p	3.03 2.00	+ 18.40 -	219
97	3.03	0.85	2.68 1.60	21.32	263	142	1.92	0.88	3.02 1.98	18.12	218
98	3.02	0.87	2.72 1.62	21.40	262	143	1.87	0.87	2.98 1.98	17.83	217
99	3.02	0.88	2.73 1.63	21.48	261	144	1.82	0.87	2.95 1.97	17.53	216
100	3.02	0.90	2.77 1.65	21.57	260	145	1.78	0.85	2.92 1.95	17.23	215
101	-3.00 +	0.92 p	2.80 1.67	+ 21.63 -	259	146	-1.73 +	0.85 p	2.88 1.92	+ 16.92 -	214
102	3.00*	0.93	2.82 1.68	21.70	258	147	1.68	0.83	2.85 1.88	16.58	213
103	2.98	0.93	2.83 1.70	21.77	257	148	1.63	0.82	2.80 1.85	16.23	212
104	2.98	0.95	2.87 1.72	21.82	256	149	1.58	0.82	2.75 1.82	15.88	211
105	2.97	0.95	2.88 1.73	21.87	255	150	1.53	0.80	2.70 1.78	15.52	210
106	-2.97 +	0.97 p	2.92 1.75	+ 21.92 -	254	151	-1.50 +	0.80 p	2.65 1.75	+ 15.13* -	209
107	2.95	0.97	2.95 1.77	21.95	253	152	1.45	0.78	2.60 1.72	14.73	208
108	2.93	0.97	2.97 1.78	21.98	252	153	1.40	0.78	2.53 1.68	14.33	207
109	2.92	0.98	3.00 1.80	22.00	251	154	1.35	0.77	2.48 1.65	13.92	206
110	2.90	0.98	3.02 1.82	22.02	250	155	1.30	0.77	2.42 1.62	13.48	205
111	-2.88 +	0.98 p	3.03* 1.83	+ 22.03 -	249	156	-1.25 +	0.75 p	2.35 1.57	+ 13.05 -	204
112	2.87	0.98	3.05* 1.85	22.03	248	157	1.20	0.75	2.28 1.53	12.60	203
113	2.85	1.00	3.05 1.87	22.02	247	158	1.15	0.73	2.22 1.48	12.15	202
114	2.83	1.00	3.07 1.88	22.00	246	159	1.10	0.73	2.15 1.43	11.68	201
115	2.82	1.00	3.07 1.90	21.98	245	160	1.05	0.72	2.08 1.38	11.20	200
116	-2.80 +	1.00 p	3.08 1.92	+ 21.97 -	244	161	-1.00 +	0.72 p	2.00 1.33	+ 10.72 -	199
117	2.77	1.00	3.10 1.92	21.93	243	162	0.95	0.72	1.92 1.28	10.22	198
118	2.75	1.00	3.10 1.93	21.88	242	163	0.90	0.70	1.83 1.23	9.72	197
119	2.72	1.00	3.12 1.95	21.83	241	164	0.85	0.70	1.73 1.18	9.20	196
120	2.68	1.00	3.13 1.95	21.78	240	165	0.80	0.70	1.63 1.12	8.67	195
121	-2.65 +	1.00 p	3.13 1.97	+ 21.72 -	239	166	-0.75 +	0.70 p	1.53 1.07	+ 8.12 -	194
122	2.62	1.00	3.15 1.97	21.63	238	167	0.70	0.68	1.43 1.00	7.57	193
123	2.58	1.00	3.15 1.97	21.55	237	168	0.65	0.68	1.32 0.93	7.02	192
124	2.57	0.98	3.15 1.98	21.45	236	169	0.58	0.68	1.22 0.87	6.45	191
125	2.53	0.98	3.17 1.98	21.35	235	170	0.53	0.68	1.12 0.78	5.88	190
126	-2.50 +	0.98 p	3.17 1.98	+ 21.25 -	234	171	-0.47 +	0.68 p	1.02 0.72	+ 5.32 -	189
127	2.47	0.98	3.18 2.00	21.13	233	172	0.42	0.68	0.92 0.63	4.73	188
128	2.43	0.97	3.18 2.00	21.02	232	173	0.37	0.67	0.80 0.55	4.17	187
129	2.40	0.97	3.20 2.00	20.88	231	174	0.32	0.67	0.70 0.47	3.58	186
130	2.37	0.97	3.20 2.00	20.73	230	175	0.27	0.67	0.58 0.40	3.00	185
131	-2.33 +	0.95 p	3.20 2.02	+ 20.58 -	229	176	-0.22* +	0.67 p	0.47 0.32	+ 2.40 -	184
132	2.30	0.95	3.18 2.02	20.42	228	177	0.15	0.67	0.35 0.23	1.80	183
133	2.27	0.95	3.18 2.02	20.23	227	178	0.10	0.67	0.23 0.17	1.20	182
134	2.23	0.93	3.17 2.02	20.03	226	179	0.05	0.67	0.12 0.08	0.60	181
135	-2.18 +	0.93 p	3.15 2.02	+ 19.83 -	225	180	-0.00 +	0.67 p	0.00 0.00	+ 0.00 -	180

Tafel IX. Ungleichheiten der Venus.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0		
1	-0.03 +	1.00	0.00* 0.00	+ 0.43 -	359	46	-1.52 +	0.70	0.23 0.23	+ 19.05 -	314	
2	0.05	1.00	0.02* 0.02	0.85	358	47	1.53	0.70	0.25 0.25	19.45	313	
3	0.10	1.00	0.02 0.02	1.27	357	48	1.57	0.68	0.25 0.25	19.85	312	
4	0.15	1.00	0.02 0.02	1.68	356	49	1.60	0.67	0.25 0.25	20.25	311	
5	0.18	1.00	0.02 0.03	2.10	355	50	1.62	0.67	0.27 0.27	20.65	310	
6	-0.22 +	1.00	0.02 0.03	+ 2.52 -	354	51	-1.65 +	0.65	0.27 0.27	+ 21.05 -	309	
7	0.25	1.00	0.02 0.03	2.93	353	52	1.67	0.63	0.27 0.27	21.45	308	
8	0.28	0.98	0.02 0.05	3.35	352	53	1.70	0.62	0.28 0.28	21.85	307	
9	0.32	0.98	0.03 0.05	3.77	351	54	1.72	0.60	0.28 0.28	22.25	306	
10	0.35	0.98	0.03 0.05	4.18	350	55	1.73	0.58	0.28 0.28	22.65	305	
11	-0.40 +	0.98	0.03 0.07	+ 4.60 -	349	56	-1.77 +	0.57	0.30 0.30	+ 23.05 -	304	
12	0.43	0.98	0.05 0.07	5.02	348	57	1.78	0.55	0.30 0.30	23.45	303	
13	0.47	0.97	0.05 0.07	5.43	347	58	1.80	0.53	0.30 0.30	23.85	302	
14	0.50	0.97	0.05 0.08	5.85	346	59	1.83	0.52	0.32 0.32	24.25	301	
15	0.53	0.97	0.07 0.08	6.27	345	60	1.85	0.50	0.32 0.32	24.63	300	
16	-0.57 +	0.95	0.07 0.08	+ 6.68 -	344	61	-1.87 +	0.48	0.32 0.32	+ 25.03 -	299	
17	0.60	0.95	0.08 0.10	7.10	343	62	1.88	0.47	0.33 0.33	25.42	298	
18	0.63	0.95	0.08 0.10	7.52	342	63	1.90	0.45	0.33 0.33	25.80	297	
19	0.68	0.93	0.08 0.10	7.93	341	64	1.92	0.43	0.33 0.35	26.18	296	
20	0.72	0.93	0.10 0.12	8.35	340	65	1.93	0.42	0.35 0.35	26.57	295	
21	-0.75 +	0.93	0.10 0.12	+ 8.77 -	339	66	-1.95 +	0.40	0.35 0.37	+ 26.95 -	294	
22	0.78	0.92	0.10 0.12	9.18	338	67	1.97	0.38	0.37 0.37	27.33	293	
23	0.82	0.92	0.12 0.13	9.60	337	68	1.98	0.37	0.37 0.38	27.72	292	
24	0.85	0.92	0.12 0.13	10.02	336	69	2.00	0.35	0.38 0.38	28.10	291	
25	0.88	0.90	0.12 0.13	10.43	335	70	2.02	0.33	0.38 0.40	28.48	290	
26	-0.92 +	0.90	0.13 0.15	+ 10.85 -	334	71	-2.02 +	0.32	0.40 0.40	+ 28.87 -	289	
27	0.95	0.88	0.13 0.15	11.27	333	72	2.03	0.30	0.40 0.42	29.23	288	
28	0.98	0.88	0.13 0.15	11.68	332	73	2.05	0.27	0.42 0.42	29.62	287	
29	1.02	0.87	0.15 0.17	12.10	331	74	2.05	0.25	0.42 0.43	29.98	286	
30	1.05	0.87	0.15 0.17	12.50	330	75	2.07	0.23	0.42 0.45	30.35	285	
31	-1.08 +	0.85	0.15 0.17	+ 12.92 -	329	76	-2.08 +	0.22	0.43 0.45	+ 30.72 -	284	
32	1.12	0.85	0.17 0.18	13.33	328	77	2.08	0.20	0.43 0.47	31.08	283	
33	1.15	0.83	0.17 0.18	13.73	327	78	2.10	0.18	0.43 0.47	31.45	282	
34	1.17	0.83	0.17 0.18	14.15	326	79	2.10	0.17	0.45 0.48	31.82	281	
35	1.20	0.82	0.18 0.18	14.57	325	80	2.12	0.15	0.45 0.48	32.18	280	
36	-1.23 +	0.82	0.18 0.20	+ 14.97 -	324	81	-2.12 +	0.13	0.47 0.50	+ 32.55 -	279	
37	1.27	0.80	0.18 0.20	15.38	323	82	2.13	0.12	0.47 0.50	32.92	278	
38	1.28	0.80	0.20 0.20	15.80	322	83	2.13	0.10	0.48 0.52	33.28	277	
39	1.32	0.78	0.20 0.20	16.20	321	84	2.15	0.08	0.50 0.52	33.63	276	
40	1.35	0.78	0.20 0.22	16.62	320	85	2.15	0.07	0.50 0.53	34.00	275	
41	-1.37 +	0.77	0.22 0.22	+ 17.02 -	319	86	-2.15 +	0.05	0.52 0.53	+ 34.35 -	274	
42	1.40	0.75	0.22 0.22	17.42	318	87	2.17	0.03	0.53 0.55	34.70	273	
43	1.43	0.75	0.22 0.22	17.83	317	88	2.17	0.02	0.53 0.55	35.05	272	
44	1.45	0.73	0.23 0.23	18.23	316	89	2.17	0.00*	0.55 0.57	35.40	271	
45	-1.48 +	0.72	0.23 0.23	+ 18.63 -	315	90	-2.17 +	0.02	0.55 0.57	+ 35.73 -	270	

Tafel IX. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
91	-2 ^o .17 +	0.05 p	0 ^o .57 0 ^o .58	+ 36 ^o .07 -	269	136	-1 ^o .55 +	0.75 p	1 ^o .18 1 ^o .27	+ 45 ^o .98 -	224
92	2.17	0.07	0.58 0.60	36.40	268	137	1.52	0.77	1.20 1.28	45.97	223
93	2.17	0.08	0.58 0.62	36.73	267	138	1.50	0.78	1.23 1.32	45.95	222
94	2.17	0.10	0.60 0.62	37.07	266	139	1.47	0.78	1.25 1.33	45.92	221
95	2.17	0.12	0.60 0.63	37.38	265	140	1.43	0.80	1.28 1.35	45.85	220
96	-2.17 +	0.13 p	0.62 0.63	+ 37.72 -	264	141	-1.40 +	0.80 p	1.32 1.38	+ 45.77 -	219
97	2.17	0.15	0.62 0.65	38.03	263	142	1.38	0.82	1.35 1.40	45.65	218
98	2.17	0.17	0.63 0.67	38.35	262	143	1.35	0.82	1.38 1.42	45.52	217
99	2.15	0.18	0.63 0.67	38.67	261	144	1.32	0.83	1.40 1.45	45.35	216
100	2.15	0.20	0.65 0.68	38.98	260	145	1.28	0.83	1.43 1.47	45.15	215
101	-2.15 +	0.22 p	0.65 0.70	+ 39.28 -	259	146	-1.25 +	0.85 p	1.47 1.50	+ 44.92 -	214
102	2.13	0.23	0.67 0.72	39.58	258	147	1.22	0.85	1.48 1.53	44.65	213
103	2.13	0.25	0.68 0.72	39.88	257	148	1.18*	0.87	1.52 1.57	44.35	212
104	2.12	0.27	0.68 0.73	40.18	256	149	1.15*	0.87	1.53 1.60	44.02	211
105	2.12	0.28	0.70 0.75	40.48	255	150	1.12	0.88	1.55 1.63	43.65	210
106	-2.10 +	0.30 p	0.70 0.77	+ 40.77 -	254	151	-1.08 +	0.88 p	1.58 1.67	+ 43.25 -	209
107	2.10	0.32	0.72 0.78	41.05	253	152	1.05	0.90	1.60 1.70	42.80	208
108	2.08	0.33	0.73 0.78	41.33	252	153	1.02	0.90	1.62 1.73	42.30	207
109	2.08	0.35	0.75 0.80	41.62	251	154	0.98	0.92	1.63 1.77	41.75	206
110	2.07	0.37	0.77 0.82	41.88	250	155	0.95	0.92	1.65 1.78	41.13	205
111	-2.07 +	0.38 p	0.78 0.83	+ 42.15 -	249	156	-0.92 +	0.93 p	1.65 1.80	+ 40.47 -	204
112	2.05	0.40	0.80 0.85	42.40	248	157	0.87	0.93	1.67 1.82	39.77	203
113	2.03	0.42	0.82 0.87	42.65	247	158	0.83	0.93	1.67 1.83	38.97	202
114	2.02	0.43	0.83 0.87	42.88	246	159	0.80	0.95	1.68 1.85	38.12	201
115	2.00	0.45	0.85 0.88	43.12	245	160	0.77	0.95	1.68 1.85	37.20	200
116	-1.98 +	0.47 p	0.85 0.90	+ 43.35 -	244	161	-0.73 +	0.95 p	1.70 1.87	+ 36.20 -	199
117	1.97	0.48	0.87 0.92	43.58	243	162	0.70	0.95	1.70 1.87	35.12	198
118	1.95	0.50	0.88 0.93	43.80	242	163	0.67	0.97	1.68 1.87	33.95	197
119	1.93	0.52	0.90 0.93	44.02	241	164	0.62	0.97	1.67 1.85	32.73	196
120	1.92	0.52	0.90 0.95	44.22	240	165	0.58	0.97	1.63 1.83	31.40	195
121	-1.90 +	0.53 p	0.92 0.97	+ 44.42 -	239	166	-0.55 +	0.97 p	1.60 1.80	+ 29.97 -	194
122	1.88	0.55	0.93 0.98	44.60	238	167	0.52	0.97	1.57 1.77	28.42	193
123	1.87	0.57	0.95 1.00	44.78	237	168	0.47	0.98	1.52 1.72	26.77	192
124	1.83	0.58	0.97 1.02	44.95	236	169	0.43	0.98	1.47 1.63	25.03	191
125	1.82*	0.60	0.98 1.03	45.10	235	170	0.40	0.98	1.40 1.55	23.20	190
126	-1.80* +	0.62 p	1.00 1.05	+ 45.23 -	234	171	-0.35 +	0.98 p	1.32 1.45	+ 21.25 -	189
127	1.77	0.63	1.02 1.08	45.35	233	172	0.32	0.98	1.20 1.35	19.18	188
128	1.75	0.65	1.03 1.10	45.45	232	173	0.28	0.98	1.07 1.23	17.03	187
129	1.73	0.67	1.05 1.13	45.55	231	174	0.23	1.00	0.95 1.10	14.78	186
130	1.70	0.67	1.07 1.15	45.65	230	175	0.20	1.00	0.80 0.95	12.43	185
131	-1.68 +	0.68 p	1.08 1.17	+ 45.75 -	229	176	-0.17 +	1.00 p	0.87 0.77	+ 10.07 -	184
132	1.65	0.70	1.10 1.18	45.83	228	177	0.12	1.00	0.52 0.58	7.63	183
133	1.63	0.72	1.12 1.20	45.90	227	178	0.08	1.00	0.35 0.40	5.15	182
134	1.60	0.73	1.15 1.22	45.95	226	179	0.05	1.00	0.18 0.20	2.60	181
135	-1.57 +	0.73 p	1.17 1.25	+ 45.98 -	225	180	-0.00 +	1.00 p	0.00 0.00	+ 0.00 -	180

Tafel X. Ungleichheiten des Mars.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0		
1	-0 ^o .18 +	1.00	0 ^o .03 0 ^o .03	+ 0 ^o .40 -	359	46	-7 ^o .68 +	0.70	1 ^o .10 1 ^o .22	+ 18 ^o .02 -	314	
2	0.37	1.00	0.05 0.05	0.70	358	47	7.82	0.68	1.13 1.25	18.40	313	
3	0.55	1.00	0.07 0.07	1.20	357	48	7.95	0.67	1.15 1.27	18.77	312	
4	0.73	1.00	0.10 0.10	1.60	356	49	8.08	0.67	1.18 1.30	19.15	311	
5	0.92	1.00	0.12 0.12	2.00	355	50	8.22	0.65	1.20 1.33	19.52	310	
6	-1.08 +	1.00	0.13 0.15	+ 2.40 -	354	51	-8.33 +	0.63	1.23 1.37	+ 19.88 -	309	
7	1.27	0.98	0.17 0.17	2.80	353	52	8.45	0.62	1.25 1.40	20.27	308	
8	1.45	0.98	0.18 0.20	3.20	352	53	8.58	0.60	1.28 1.43	20.63	307	
9	1.63	0.98	0.20 0.22	3.60	351	54	8.70	0.58	1.30 1.47	21.00	306	
10	1.82	0.98	0.23 0.25	3.98	350	55	8.83	0.57	1.33 1.50	21.38	305	
11	-2.00 +	0.98	0.25 0.27	+ 4.38 -	349	56	-8.95 +	0.55	1.35 1.53	+ 21.75 -	304	
12	2.17	0.98	0.27 0.30	4.77	348	57	9.07	0.53	1.38 1.57	22.12	303	
13	2.35	0.97	0.30 0.33	5.17	347	58	9.18	0.52	1.40 1.60	22.48	302	
14	2.53	0.97	0.32 0.35	5.57	346	59	9.30	0.50	1.43 1.63	22.85	301	
15	2.70	0.97	0.33 0.38	5.95	345	60	9.40	0.50	1.45 1.67	23.22	300	
16	-2.88 +	0.95	0.37 0.40	+ 6.35 -	344	61	-9.52 +	0.48	1.48 1.70	+ 23.58 -	299	
17	3.05	0.95	0.38 0.43	6.73	343	62	9.62	0.47	1.50 1.73	23.95	298	
18	3.22	0.95	0.40 0.47	7.13	342	63	9.72	0.45	1.53 1.77	24.30	297	
19	3.40	0.93	0.43 0.48	7.53	341	64	9.82	0.43	1.57 1.80	24.67	296	
20	3.58	0.93	0.45 0.52	7.93	340	65	9.92	0.42	1.60 1.83	25.02	295	
21	-3.75 +	0.93	0.47 0.53	+ 8.32 -	339	66	-10.00 +	0.40	1.62 1.88	+ 25.37 -	294	
22	3.93	0.92	0.50 0.57	8.72	338	67	10.08	0.38	1.65 1.92	25.73	293	
23	4.10	0.92	0.53 0.58	9.10	337	68	10.17	0.37	1.68 1.95	26.08	292	
24	4.27	0.92	0.55 0.62	9.50	336	69	10.25	0.35	1.72 1.98	26.43	291	
25	4.43	0.90	0.58 0.63	9.90	335	70	10.33	0.33	1.75 2.02	26.78	290	
26	-4.60 +	0.90	0.62 0.67	+ 10.30 -	334	71	-10.42 +	0.32	1.78 2.05	+ 27.13 -	289	
27	4.77	0.88	0.63 0.68	10.68	333	72	10.48	0.28	1.82 2.10	27.48	288	
28	4.93	0.88	0.67 0.72	11.08	332	73	10.57	0.27	1.85 2.13	27.83	287	
29	5.10	0.87	0.68 0.73	11.47	331	74	10.63	0.25	1.88 2.17	28.18	286	
30	5.27	0.87	0.70 0.77	11.85	330	75	10.70	0.23	1.92 2.20	28.52	285	
31	-5.43 +	0.85	0.73 0.80	+ 12.25 -	329	76	-10.77 +	0.22	1.95 2.23	+ 28.87 -	284	
32	5.60	0.85	0.75 0.83	12.63	328	77	10.83	0.20	1.98 2.27	29.20	283	
33	5.75	0.83	0.78 0.85	13.02	327	78	10.88	0.18	2.02 2.32	29.53	282	
34	5.92	0.83	0.80 0.88	13.42	326	79	10.95	0.17	2.05 2.35	29.87	281	
35	6.07	0.82	0.83 0.92	13.80	325	80	11.00	0.15	2.08 2.38	30.20	280	
36	-6.22 +	0.82	0.85 0.93	+ 14.18 -	324	81	-11.05 +	0.13	2.13 2.43	+ 30.53 -	279	
37	6.37	0.80	0.88 0.97	14.57	323	82	11.10	0.12	2.17 2.47	30.87	278	
38	6.52	0.78	0.90 1.00	14.95	322	83	11.15	0.08	2.20 2.50	31.18	277	
39	6.67	0.78	0.93 1.02	15.33	321	84	11.20	0.07	2.23 2.55	31.50	276	
40	6.82	0.77	0.95 1.05	15.72	320	85	11.25	0.05	2.27 2.58	31.82	275	
41	-6.97 +	0.75	0.98 1.08	+ 16.10 -	319	86	-11.28 +	0.03	2.30 2.63	+ 32.13 -	274	
42	7.12	0.75	1.00 1.10	16.48	318	87	11.32	0.02	2.33 2.68	32.45	273	
43	7.27	0.73	1.03 1.13	16.87	317	88	11.35	0.02	2.38 2.72	32.77	272	
44	7.40	0.73	1.05 1.17	17.25	316	89	11.37	0.03	2.42 2.77	33.07	271	
45	-7.53 +	0.72	1.08 1.18	+ 17.63 -	315	90	-11.38 +	0.05	2.45 2.82	+ 33.37 -	270	

Tafel X. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diamet. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
91	- 11° 38 +	0.07 p	2° 50 2° 87	+ 33° 67 -	260	136	- 8° 53 +	0.72 p	4° 80 6° 02	+ 40° 92 -	224
92	11.40	0.08	2.53 2.92	33.07	268	137	8.38	0.73	4.87 6.13	40.83	223
93	11.40	0.10	2.58 2.95	34.25	267	138	8.23	0.75	4.93 6.25	40.75	222
94	11.40	0.12	2.62 3.00	34.53	266	139	8.08	0.77	4.98 6.35	40.65	221
95	11.40	0.13	2.65 3.05	34.82	265	140	7.93	0.77	5.05 6.45	40.52	220
96	- 11.40 +	0.15 p	2.70 3.10	+ 35.10 -	264	141	- 7.78 +	0.78 p	5.12 6.57	+ 40.35 -	219
97	11.38	0.17	2.73 3.15	35.38	263	142	7.62	0.78	5.18 6.68	40.13	218
98	11.38	0.18	2.78 3.20	35.67	262	143	7.45*	0.80	5.25 6.78	39.89	217
99	11.37	0.20	2.82 3.25	35.93	261	144	7.28	0.80	5.30 6.88	39.62	216
100	11.35	0.22	2.85 3.32	36.20	260	145	7.12	0.82	5.37 6.98	39.33	215
101	- 11.33 +	0.23 p	2.90 3.37	+ 36.47 -	259	146	- 6.95 +	0.82 p	5.42 7.10	+ 39.02 -	214
102	11.32	0.25	2.93 3.42	36.72	258	147	6.78	0.83	5.47 7.20	38.67	213
103	11.28	0.27	2.98 3.47	36.97	257	148	6.62	0.83	5.50 7.30	38.27	212
104	11.25	0.27	3.02 3.53	37.22	256	149	6.43	0.85	5.53 7.40	37.85	211
105	11.22	0.28	3.07 3.60	37.45	255	150	6.27	0.85	5.57 7.50	37.42	210
106	- 11.18 +	0.30 p	3.12 3.65	+ 37.68 -	254	151	- 6.08 +	0.87 p	5.60 7.58	+ 36.95 -	209
107	11.15	0.32	3.17 3.72	37.92	253	152	5.90	0.87	5.62 7.67	36.42	208
108	11.10	0.33	3.22 3.78	38.15	252	153	5.72	0.88	5.63 7.75	35.87	207
109	11.05	0.35	3.27 3.83	38.38	251	154	5.53	0.88	5.63 7.83	35.25	206
110	11.00	0.37	3.32 3.90	38.60	250	155	5.35	0.90	5.63 7.90	34.58	205
111	- 10.95 +	0.37 p	3.37 3.97	+ 38.82 -	249	156	- 5.15 +	0.92 p	5.63 7.97	+ 33.87 -	204
112	10.88	0.38	3.42 4.02	39.02	248	157	4.95	0.92	5.62 8.00	33.12	203
113	10.82	0.40	3.47 4.08	39.22	247	158	4.75	0.93	5.60 8.03	32.33	202
114	10.75	0.42	3.53 4.15	39.40	246	159	4.53	0.93	5.57 8.05	31.50	201
115	10.68	0.43	3.58 4.22	39.58	245	160	4.33	0.95	5.50 8.03	30.60	200
116	- 10.62 +	0.45 p	3.65 4.28	+ 39.75 -	244	161	- 4.13 +	0.95 p	5.42 8.00	+ 29.63 -	199
117	10.55	0.45	3.72 4.35	39.93	243	162	3.92	0.97	5.30 7.97	28.58	198
118	10.48	0.47	3.77 4.43	40.08	242	163	3.72	0.97	5.17 7.92	27.47	197
119	10.42	0.48	3.83 4.50	40.23	241	164	3.52	0.97	5.02 7.85	26.27	196
120	10.35	0.50	3.90 4.58	40.38	240	165	3.30	0.97	4.87 7.78	25.05	195
121	- 10.28 +	0.50 p	3.95 4.67	+ 40.50 -	239	166	- 3.08 +	0.97 p	4.68 7.57	+ 23.75 -	194
122	10.20	0.52	4.00 4.75	40.62	238	167	2.87	0.98	4.50 7.43	22.40	193
123	10.10	0.53	4.07 4.83	40.73	237	168	2.65	0.98	4.20 7.10	21.00	192
124	10.00	0.55	4.12 4.92	40.82	236	169	2.43	0.98	4.07 6.70	19.48	191
125	9.90	0.57	4.17 5.00	40.90	235	170	2.22	0.98	3.80 6.27	17.97	190
126	- 9.80 +	0.58 p	4.23 5.08	+ 40.98 -	234	171	- 1.98 +	0.98 p	3.53 5.82	+ 16.43 -	189
127	9.68	0.60	4.28 5.17	41.03	233	172	1.77	0.98	3.20 5.37	14.75	188
128	9.57	0.62	4.35 5.25	41.08	232	173	1.55	0.98	2.83 4.90	13.02	187
129	9.45	0.63	4.40 5.35	41.13	231	174	1.33	0.98	2.45 4.43	11.25	186
130	9.33	0.65	4.47 5.43	41.15	230	175	1.12	1.00	2.07 3.77	9.45	185
131	- 9.23 +	0.67 p	4.52 5.52	+ 41.17 -	229	176	- 0.90 +	1.00 p	1.67 3.05	+ 7.62 -	184
132	9.08	0.68	4.58 5.62	41.17	228	177	0.67	1.00	1.27 2.33	5.75	183
133	8.95	0.68	4.63 5.72	41.12	227	178	0.45	1.00	0.85 1.57	3.87	182
134	8.82	0.70	4.68 5.82	41.07	226	179	0.23	1.00	0.43 0.78	1.95	181
135	- 8.68 +	0.70 p	4.75 5.92	+ 41.00 -	225	180	- 0.00 +	1.00 p	0.00 0.00	+ 0.00 -	180

Tafel XI. Ungleichheiten des Jupiter.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
1	—0 ^o .10 +	1.00	0 ^o .00 0 ^o .00	+ 0 ^o .17 —	359	46	—4 ^o .13 +	0.72	0 ^o .25 0 ^o .28	+ 6.95* —	314
2	0.20	1.00	0.02 0.02	0.33	358	47	4.20	0.70	0.27 0.28	7.08	313
3	0.30	1.00	0.02 0.02	0.48	357	48	4.27	0.68	0.27 0.30	7.20	312
4	0.40	1.00	0.02 0.02	0.65	356	49	4.33	0.67	0.27 0.30	7.33	311
5	0.50*	1.00	0.03 0.03	0.82	355	50	4.40	0.65	0.28 0.32	7.47	310
6	—0.60 +	1.00	0.03 0.03	+ 0.97 —	354	51	—4.47 +	0.63	0.28 0.32	+ 7.58 —	309
7	0.70	1.00	0.03 0.03	1.13	353	52	4.53	0.62	0.28 0.32	7.72	308
8	0.80	1.00	0.05 0.05	1.30	352	53	4.60	0.60	0.30 0.33	7.83	307
9	0.88	1.00	0.05 0.05	1.47	351	54	4.65	0.58	0.30 0.33	7.95	306
10	0.98	1.00	0.05 0.05	1.62	350	55	4.72	0.57	0.30 0.33	8.07	305
11	—1.08 +	1.00	0.07 0.07	+ 1.78 —	349	56	—4.78 +	0.55	0.32 0.35	+ 8.18 —	304
12	1.18	1.00	0.07 0.07	1.95	348	57	4.83	0.55	0.32 0.35	8.28	303
13	1.23	0.98	0.07 0.08	2.10	347	58	4.90	0.53	0.32 0.35	8.40	302
14	1.38	0.98	0.08 0.08	2.25	346	59	4.97	0.52	0.33 0.37	8.52	301
15	1.47	0.98	0.08 0.08	2.40	345	60	5.02	0.50	0.33 0.37	8.62	300
16	—1.57 +	0.98	0.08 0.10	+ 2.57 —	344	61	—5.08 +	0.48	0.33 0.37	+ 8.73 —	299
17	1.67	0.97	0.10 0.10	2.72	343	62	5.15	0.47	0.35 0.38	8.83	298
18	1.75	0.97	0.10 0.12	2.87	342	63	5.20	0.45	0.35 0.38	8.93	297
19	1.85	0.97	0.10 0.12	3.03	341	64	5.25	0.43	0.35 0.38	9.03	296
20	1.95	0.95	0.12 0.13	3.18	340	65	5.30	0.42	0.37 0.40	9.13	295
21	—2.03 +	0.95	0.12 0.13	+ 3.33 —	339	66	—5.33 +	0.40	0.37 0.40	+ 9.23 —	294
22	2.13	0.95	0.12 0.13	3.50	338	67	5.38	0.38	0.37 0.40	9.33	293
23	2.22	0.93	0.13 0.15	3.65	337	68	5.43	0.35	0.38 0.42	9.43	292
24	2.30	0.93	0.13 0.15	3.80	336	69	5.47	0.33	0.38 0.42	9.52	291
25	2.40	0.92	0.13 0.15	3.95	335	70	5.52	0.32	0.38 0.42	9.60	290
26	—2.50 +	0.92	0.15 0.17	+ 4.10 —	334	71	—5.55 +	0.30	0.40 0.43	+ 9.68 —	289
27	2.58	0.90	0.15 0.17	4.25	333	72	5.58	0.28	0.40 0.43	9.77	288
28	2.68	0.90	0.15 0.17	4.40	332	73	5.62	0.27	0.40 0.43	9.85	287
29	2.77	0.88	0.17 0.18	4.55	331	74	5.65	0.25	0.42 0.45	9.93	286
30	2.85	0.88	0.17 0.18	4.70	330	75	5.68	0.23	0.42 0.45	10.00	285
31	—2.93 +	0.87	0.17 0.18	+ 4.85 —	329	76	—5.72 +	0.22	0.42 0.45	+ 10.08 —	284
32	3.02	0.85	0.18 0.20	5.00	328	77	5.75	0.20	0.42 0.47	10.15	283
33	3.10	0.85	0.18 0.20	5.13	327	78	5.77	0.18	0.43 0.47	10.22	282
34	3.18	0.83	0.18 0.20	5.28	326	79	5.80	0.17	0.43 0.47	10.28	281
35	3.28	0.83	0.20 0.22	5.43	325	80	5.82	0.15	0.43 0.48	10.35	280
36	—3.35 +	0.82	0.20 0.22	+ 5.57 —	324	81	—5.83 +	0.13	0.43 0.48	+ 10.42 —	279
37	3.43*	0.82	0.20 0.22	5.72	323	82	5.85	0.12	0.43 0.48	10.48	278
38	3.52	0.80	0.22 0.23	5.87	322	83	5.87	0.10	0.43 0.48	10.53	277
39	3.60	0.78	0.22 0.23	6.00	321	84	5.88	0.08	0.45 0.50	10.58	276
40	3.68	0.78	0.22 0.23	6.15	320	85	5.90	0.07	0.45 0.50	10.63	275
41	—3.75 +	0.77	0.23 0.25	+ 6.28 —	319	86	—5.92 +	0.05	0.45 0.50	+ 10.68 —	274
42	3.82	0.77	0.23 0.25	6.42	318	87	5.92	0.03	0.45 0.50	10.73	273
43	3.90	0.75	0.23 0.25	6.55	317	88	5.93	0.02	0.45 0.50	10.78	272
44	3.98	0.73	0.25 0.27	6.68	316	89	5.93	0.02	0.45 0.50	10.82	271
45	—4.05 +	0.72	0.25 0.27	+ 6.82 —	315	90	—5.95 +	0.01	0.45 0.50	+ 10.85 —	270

Tafel XI. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
91	-5°.95 +	0.05 p	0°.45 0°.52	+ 10°.88 -	269	136	-4°.30 +	0.73 p	0°.43 0°.50	+ 8°.78 -	224
92	5.95	0.07	0.47 0.52	10.92	268	137	4.22	0.75	0.43 0.50	8.65	223
93	5.95	0.08	0.47 0.52	10.95	267	138	4.13	0.77	0.43 0.48	8.52	222
94	5.95	0.08	0.47 0.52	10.98	266	139	4.07	0.77	0.42 0.48	8.37	221
95	5.95	0.10	0.47 0.52	11.00	265	140	3.98	0.78	0.42 0.47	8.22	220
96	-5.95 +	0.12 p	0.47 0.52	+ 11.02 -	264	141	-3.90 +	0.78 p	0.42 0.47	+ 8.07 -	219
97	5.93	0.13	0.47 0.52	11.03	263	142	3.82	0.80	0.40 0.45	7.92	218
98	5.93	0.15	0.47 0.53	11.03	262	143	3.73	0.80	0.40 0.45	7.75	217
99	5.92	0.17	0.48 0.53	11.05	261	144	3.63	0.82	0.40 0.43	7.60	216
100	5.92	0.18	0.48 0.53	11.05	260	145	3.55	0.82	0.38 0.43	7.43	215
101	-5.90 +	0.20 p	0.48 0.53	+ 11.05 -	259	146	-3.47 +	0.83 p	0.38 0.42	+ 7.27 -	214
102	5.88	0.22	0.48 0.53	11.05	258	147	3.37	0.83	0.38 0.40	7.10	213
103	5.87	0.23	0.48 0.53	11.03	257	148	3.28	0.85	0.37 0.40	6.92	212
104	5.85	0.25	0.48 0.53	11.03	256	149	3.20	0.85	0.37 0.38	6.75	211
105	5.82	0.27	0.48 0.53	11.03	255	150	3.10	0.87	0.35 0.37	6.57	210
106	-5.80 +	0.28 p	0.48 0.53	+ 11.02 -	254	151	-3.02 +	0.87 p	0.35 0.37	+ 6.38 -	209
107	5.77	0.30	0.50 0.55	11.00	253	152	2.92	0.88	0.33 0.35	6.20	208
108	5.73	0.32	0.50 0.55	10.98	252	153	2.82	0.88	0.32 0.33	6.00	207
109	5.72	0.33	0.50 0.55	10.95	251	154	2.73	0.88	0.32 0.33	5.80	206
110	5.68	0.35	0.50 0.55	10.92	250	155	2.63	0.90	0.30 0.32	5.60	205
111	-5.65 +	0.37 p	0.50 0.55	+ 10.88 -	249	156	-2.53 +	0.90 p	0.28 0.30	+ 5.40 -	204
112	5.62	0.37	0.50 0.55	10.85	248	157	2.43	0.92	0.28 0.30	5.20	203
113	5.58	0.38	0.50 0.55	10.80	247	158	2.33	0.92	0.27 0.28	5.00	202
114	5.55	0.40	0.50 0.55	10.75	246	159	2.23	0.93	0.25 0.27	4.78	201
115	5.52	0.42	0.50 0.55	10.70	245	160	2.13	0.93	0.25 0.27	4.58	200
116	-5.48 +	0.43 p	0.50 0.55	+ 10.65 -	244	161	-2.03 +	0.95 p	0.23 0.25	+ 4.37 -	199
117	5.45	0.45	0.50 0.55	10.58	243	162	1.93	0.95	0.22 0.23	4.15	198
118	5.42	0.47	0.50 0.55	10.52	242	163	1.83	0.95	0.22 0.23	3.93	197
119	5.37	0.48	0.48 0.55	10.45	241	164	1.72	0.97	0.20 0.22	3.70	196
120	5.32	0.50	0.48 0.55	10.38	240	165	1.62	0.97	0.18 0.20	3.48	195
121	-5.27 +	0.52 p	0.48 0.53	+ 10.32 -	239	166	-1.50 +	0.97 p	0.18 0.20	+ 3.27 -	194
122	5.22	0.53	0.48 0.53	10.25	238	167	1.40	0.98	0.17 0.18	3.05	193
123	5.17	0.55	0.48 0.53	10.17	237	168	1.30	0.98	0.15 0.17	2.82	192
124	5.10	0.57	0.48 0.53	10.08	236	169	1.20	0.98	0.15 0.17	2.58	191
125	5.05	0.58	0.48 0.53	10.00	235	170	1.08	0.98	0.13 0.15	2.35	190
126	-4.98 +	0.60 p	0.48 0.53	+ 9.90 -	234	171	-0.98 +	1.00 p	0.12 0.13	+ 2.12 -	189
127	4.92	0.62	0.47 0.53	9.80	233	172	0.87	1.00	0.12 0.12	1.88	188
128	4.85	0.63	0.47 0.52	9.70	232	173	0.77	1.00	0.10 0.12	1.65	187
129	4.78	0.65	0.47 0.52	9.60	231	174	0.65	1.00	0.08 0.10	1.42	186
130	4.72	0.67	0.47 0.52	9.50	230	175	0.55	1.00	0.08 0.08	1.18	185
131	-4.65 +	0.68 p	0.47 0.52	+ 9.40* -	229	176	-0.45 +	1.00 p	0.07 0.07	+ 0.95 -	184
132	4.58	0.68	0.47 0.52	9.28*	228	177	0.33	1.00	0.05 0.05	0.72	183
133	4.52	0.70	0.45 0.52	9.17	227	178	0.23	1.00	0.03 0.03	0.48	182
134	4.45	0.72	0.45 0.50	9.03	226	179	0.12	1.00	0.02 0.02	0.25	181
135	-4.37 +	0.72 p	0.45* 0.50	+ 8.90 -	225	180	-0.00 +	1.00 p	0.00 0.00	+ 0.00 -	180

Tafel XII. Ungleichheiten des Saturn.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0		
1	-0°.12 +	1.00	0°.00 0°.00	+ 0°.10 -	359	46	-4°.50 +	0.70	0°.20 0°.27	+ 4°.13 -	314	
2	0.23	1.00	0.02 0.02	0.20	358	47	4.58	0.68	0.20 0.28	4.22	313	
3	0.33	1.00	0.02 0.02	0.30	357	48	4.65	0.67	0.20 0.28	4.28	312	
4	0.45	1.00	0.02 0.02	0.40	356	49	4.73	0.67	0.20 0.28	4.37	311	
5	0.55	1.00	0.03 0.03	0.50	355	50	4.80	0.65	0.22 0.30	4.43	310	
6	-0.67 +	1.00	0.03 0.03	+ 0.60 -	354	51	-4.87 +	0.63	0.22 0.30	+ 4.50 -	309	
7	0.77	1.00	0.03 0.03	0.70	353	52	4.93	0.62	0.22 0.30	4.57	308	
8	0.87	1.00	0.05 0.05	0.80	352	53	5.02	0.60	0.23 0.32	4.63	307	
9	0.97	0.98	0.05 0.05	0.90	351	54	5.08	0.58	0.23 0.32	4.70	306	
10	1.08	0.98	0.05 0.05	1.00	350	55	5.15	0.57	0.23 0.32	4.77	305	
11	-1.18 +	0.98	0.07 0.07	+ 1.10 -	349	56	-5.22 +	0.55	0.23 0.32	+ 4.83 -	304	
12	1.28	0.98	0.07 0.07	1.18	348	57	5.28	0.55	0.25 0.32	4.88	303	
13	1.40	0.97	0.07 0.08	1.28	347	58	5.35	0.53	0.25 0.32	5.05	302	
14	1.50	0.97	0.07 0.08	1.38*	346	59	5.42	0.52	0.25 0.33	5.02	301	
15	1.60	0.97	0.08 0.10	1.47	345	60	5.48	0.50	0.25 0.33	5.07	300	
16	-1.72 +	0.95	0.08 0.10	+ 1.57 -	344	61	-5.55 +	0.48	0.27 0.33	+ 5.13 -	299	
17	1.82	0.95	0.08 0.12	1.67	343	62	5.62	0.47	0.27 0.33	5.20	298	
18	1.92	0.93	0.08 0.12	1.75	342	63	5.68	0.46	0.27 0.33	5.25	297	
19	2.02	0.93	0.10 0.13	1.85	341	64	5.73	0.43	0.27 0.33	5.32	296	
20	2.12	0.93	0.10 0.13	1.95	340	65	5.78	0.42	0.27 0.33	5.37	295	
21	-2.22 +	0.92	0.10 0.13	+ 2.03 -	339	66	-5.83 +	0.40	0.28 0.33	+ 5.42 -	294	
22	2.32	0.92	0.10 0.15	2.13	338	67	5.88	0.38	0.28 0.35	5.47	293	
23	2.42	0.90	0.12 0.15	2.22	337	68	5.93	0.37	0.28 0.35	5.52	292	
24	2.52	0.90	0.12 0.15	2.30	336	69	5.98	0.35	0.28 0.35	5.57	291	
25	2.62	0.88	0.12 0.17	2.40	335	70	6.03	0.33	0.28 0.35	5.62	290	
26	-2.72 +	0.88	0.12 0.17	+ 2.48 -	334	71	-6.08 +	0.32	0.28 0.35	+ 5.67 -	289	
27	2.82	0.87	0.13 0.17	2.57	333	72	6.12	0.30	0.30 0.35	5.70	288	
28	2.92	0.87	0.13 0.18	2.67	332	73	6.15	0.27	0.30 0.35	5.75	287	
29	3.02	0.85	0.13 0.18	2.75	331	74	6.20	0.25	0.30 0.35	5.78	286	
30	3.10	0.85	0.13 0.18	2.83	330	75	6.23	0.23	0.30 0.35	5.82	285	
31	-3.20 +	0.83	0.15 0.20	+ 2.92 -	329	76	-6.27 +	0.22	0.30 0.35	+ 5.85 -	284	
32	3.30	0.83	0.15 0.20	3.00	328	77	6.30	0.20	0.30 0.35	5.88	283	
33	3.38	0.82	0.15 0.20	3.08	327	78	6.32	0.18	0.30 0.35	5.92	282	
34	3.48	0.82	0.15 0.20	3.17	326	79	6.35	0.15	0.30 0.37	5.95	281	
35	3.57	0.80	0.15 0.22	3.25	325	80	6.37	0.13	0.30 0.37	5.98	280	
36	-3.65 +	0.80	0.17 0.22	+ 3.33 -	324	81	-6.38 +	0.12	0.30 0.37	+ 6.00 -	279	
37	3.75	0.78	0.17 0.22	3.42	323	82	6.42	0.10	0.30 0.37	6.03	278	
38	3.83	0.77	0.17 0.23	3.50	322	83	6.43	0.08	0.32 0.37	6.07	277	
39	3.92	0.77	0.17 0.23	3.58	321	84	6.45	0.07	0.32 0.37	6.08	276	
40	4.00	0.75	0.17 0.23	3.67	320	85	6.47	0.05	0.32 0.37	6.12	275	
41	-4.08 +	0.75	0.18 0.25	+ 3.75 -	319	86	-6.47 +	0.03	0.32 0.37	+ 6.13 -	274	
42	4.17	0.73	0.18 0.25	3.82	318	87	6.48	0.02	0.32 0.38	6.15	273	
43	4.25	0.73	0.18 0.25	3.90	317	88	6.50	0.02	0.32 0.38	6.17	272	
44	4.33	0.72	0.18 0.27	3.98	316	89	6.50	0.03	0.32 0.38	6.18	271	
45	-4.42 +	0.70	0.18 0.27	+ 4.05 -	315	90	-6.52 +	0.05	0.32 0.38	+ 6.18 -	270	

Tafel XII. Fortsetzung.

	Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0			Aequatio centri x	Min. prop.	Divers. diam. $l.$ $p.$	Aequatio argumenti y_0	
91	-6 ⁰ .52 +	0.07 p	0 ⁰ .32 0 ⁰ .38	+ 6 ⁰ .20 -	269	136	-4 ⁰ .72 +	0.70 p	0 ⁰ .27 0 ⁰ .32	+ 4 ⁰ .68 -	224
92	6.52	0.08	0.33 0.38	6.20	268	137	4.63	0.72	0.27 0.32	4.60	223
93	6.52	0.10	0.33 0.38	6.20	267	138	4.55	0.73	0.27 0.30	4.52	222
94	6.52	0.12	0.33 0.40	6.22	266	139	4.47	0.73	0.25 0.30	4.43	221
95	6.50	0.13	0.33 0.40	6.22	265	140	4.38	0.75	0.25 0.30	4.35	220
96	-6.50 +	0.15 p	0.33 0.40	+ 6.22 -	264	141	-4.28 +	0.77 p	0.25 0.28	+ 4.27 -	219
97	6.48	0.17	0.33 0.40	6.22	263	142	4.20	0.77	0.25 0.28	4.18	218
98	6.48	0.18	0.33 0.40	6.22	262	143	4.10	0.78	0.23 0.28	4.10	217
99	6.47	0.20	0.33 0.40	6.22	261	144	4.00	0.80	0.23 0.27	4.00	216
100	6.47	0.22	0.35 0.40	6.22	260	145	3.90	0.82	0.23 0.27	3.92	215
101	-6.45 +	0.23 p	0.35 0.40	+ 6.20 -	259	146	-3.80 +	0.82 p	0.22 0.27	+ 3.82 -	214
102	6.43	0.25	0.35 0.42	6.20	258	147	3.70	0.83	0.22 0.25	3.72	213
103	6.42	0.25	0.35 0.42	6.18	257	148	3.60	0.83	0.22 0.25	3.62	212
104	6.40	0.27	0.35 0.42	6.17	256	149	3.50	0.85	0.20 0.23	3.52	211
105	6.37	0.28	0.35 0.42	6.15	255	150	3.40	0.85	0.20 0.23	3.42	210
106	-6.35 +	0.30 p	0.35 0.42	+ 6.13 -	254	151	-3.30 +	0.87 p	0.20 0.22	+ 3.32 -	209
107	6.32	0.32	0.35 0.42	6.12	253	152	3.20	0.88	0.18 0.22	3.22	208
108	6.28	0.33	0.33 0.42	6.08	252	153	3.10	0.88	0.18 0.22	3.12	207
109	6.27	0.33	0.33 0.42	6.07	251	154	2.98	0.90	0.18 0.20	3.02	206
110	6.23	0.35	0.33 0.42	6.03	250	155	2.87	0.90	0.17 0.20	2.90	205
111	-6.20 +	0.37 p	0.33 0.42	+ 6.00 -	249	156	-2.77 +	0.92 p	0.17 0.20	+ 2.80 -	204
112	6.17	0.38	0.33 0.40	5.98	248	157	2.67	0.92	0.15 0.18	2.70	203
113	6.13	0.40	0.32 0.40	5.95	247	158	2.57	0.93	0.15 0.18	2.60	202
114	6.10	0.42	0.32 0.40	5.92	246	159	2.45	0.93	0.13 0.18	2.48	201
115	6.07	0.43	0.32 0.40	5.88	245	160	2.35	0.95	0.13 0.17	2.38	200
116	-6.02 +	0.43 p	0.32 0.40	+ 5.85 -	244	161	-2.23 +	0.95 p	0.12 0.17	+ 2.27 -	199
117	5.97	0.45	0.32 0.40	5.80	243	162	2.12	0.95	0.12 0.17	2.15	198
118	5.92	0.47	0.32 0.40	5.77	242	163	2.00	0.97	0.10 0.15	2.03	197
119	5.87	0.48	0.32 0.38	5.72	241	164	1.88	0.97	0.10 0.15	1.92	196
120	5.82	0.50	0.32 0.38	5.68	240	165	1.77	0.97	0.10 0.13	1.80	195
121	-5.77 +	0.50 p	0.32 0.38	+ 5.62 -	239	166	-1.65 +	0.98 p	0.08 0.13	+ 1.68 -	194
122	5.72	0.52	0.32 0.38	5.57	238	167	1.53	0.98	0.08 0.12	1.57	193
123	5.67	0.53	0.32 0.38	5.52	237	168	1.42	0.98	0.08 0.12	1.45	192
124	5.60	0.55	0.32 0.38	5.47	236	169	1.30	0.98	0.08 0.10	1.33	191
125	5.53	0.55	0.30 0.37	5.40	235	170	1.18	1.00	0.07 0.10	1.22	190
126	-5.47 +	0.57 p	0.30 0.37	+ 5.35 -	234	171	-1.07 +	1.00 p	0.07 0.08	+ 1.10 -	189
127	5.40	0.58	0.30 0.37	5.30	233	172	0.95	1.00	0.07 0.08	0.98	188
128	5.33	0.60	0.30 0.35	5.23	232	173	0.83	1.00	0.05 0.07	0.87	187
129	5.27	0.62	0.30 0.35	5.17	231	174	0.72	1.00	0.05 0.07	0.75	186
130	5.20	0.62	0.28 0.35	5.10	230	175	0.60	1.00	0.05 0.05	0.63	185
131	-5.13 +	0.63 p	0.28 0.35	+ 5.03 -	229	176	-0.48 +	1.00 p	0.03 0.05	+ 0.52 -	184
132	5.05	0.65	0.28 0.33	4.97	228	177	0.37	1.00	0.03 0.03	0.38	183
133	4.97	0.67	0.28 0.33	4.90	227	178	0.25	1.00	0.02 0.03	0.27	182
134	4.88	0.68	0.28 0.33	4.83	226	179	0.13	1.00	0.02 0.02	0.13	181
135	-4.80 +	0.70 p	0.27 0.32	+ 4.75 -	225	180	-0.00 +	1.00 p	0.00 0.00	+ 0.00 -	180

Tafel XIII.
Bewegung des Mondknotens
in Jahren.

Jahre	m. m. Ω_D	Jahre	m. m. Ω_D
1250.0	120 ^o .51	1	10 ^o .33
1270	150.34	2	38.66
1290	183.17	3	58.04
1310	210.00	4	77.37
1330	236.83		
		5	96.69
1350.0	263.66	6	116.02
1370	290.49	7	135.40
1390	317.32	8	154.73
1410	344.15		
1430	370.99	9	174.06
		10	193.39
1450.0	397.82	11	212.77
1470	424.65	12	232.10
1490	451.48		
1510	478.31	13	251.43
1530	505.14	14	270.76
		15	290.14
1550.0	531.97	16	309.46
1570	558.80		
1590	585.63	17	328.79
1610	612.46	18	348.12
1630	639.29	19	367.50
		20	386.83
1650.0	666.13		

Tafel XIV.
Bewegung des Mondknotens
in Tagen.

Tage	m. m. Ω_D	Tage	m. m. Ω_D
1	0 ^o .05	20	1 ^o .06
2	0.11	30	1.59
3	0.16	40	2.12
4	0.21	50	2.65
5	0.27	60	3.18
6	0.32	70	3.71
7	0.37	80	4.24
8	0.42	90	4.77
9	0.48	100	5.30
10	0.53	200	10.59
		300	15.89

Tafel XV. Breite des Mondes.

Arg.	Breite	Arg.	Arg.	Breite	Arg.
1 179	+ 0 ^o .087 —	181 359	46 134	+ 3 ^o .595 —	226 314
2 178	0.174	182 358	47 133	3.655	227 313
3 177	0.261	183 357	48 132	3.714	228 312
4 176	0.348	184 356	49 131	3.771	229 311
5 175	0.435	185 355	50 130	3.828	230 310
6 174	+ 0.522 —	186 354	51 129	+ 3.883 —	231 309
7 173	0.609	187 353	52 128	3.938	232 308
8 172	0.695	188 352	53 127	3.991	233 307
9 171	0.781	189 351	54 126	4.044	234 306
10 170	0.867	190 350	55 125	4.094	235 305
11 169	+ 0.953 —	191 349	56 124	+ 4.144 —	236 304
12 168	1.038	192 348	57 123	4.193	237 303
13 167	1.123	193 347	58 122	4.239	238 302
14 166	1.208	194 346	59 121	4.285	239 301
15 165	1.293	195 345	60 120	4.330	240 300
16 164	+ 1.376 —	196 344	61 119	+ 4.373 —	241 299
17 163	1.460	197 343	62 118	4.414	242 298
18 162	1.542	198 342	63 117	4.454	243 297
19 161	1.625	199 341	64 116	4.493	244 296
20 160	1.708	200 340	65 115	4.530	245 295
21 159	+ 1.790 —	201 339	66 114	+ 4.566 —	246 294
22 158	1.871	202 338	67 113	4.601	247 293
23 157	1.952	203 337	68 112	4.634	248 292
24 156	2.032	204 336	69 111	4.667	249 291
25 155	2.111	205 335	70 110	4.698	250 290
26 154	+ 2.189 —	206 334	71 109	+ 4.727 —	251 289
27 153	2.267	207 333	72 108	4.755	252 288
28 152	2.344	208 332	73 107	4.781	253 287
29 151	2.421	209 331	74 106	4.806	254 286
30 150	2.498	210 330	75 105	4.829	255 285
31 149	+ 2.573 —	211 329	76 104	+ 4.851 —	256 284
32 148	2.648	212 328	77 103	4.871	257 283
33 147	2.723	213 327	78 102	4.890	258 282
34 146	2.794	214 326	79 101	4.908	259 281
35 145	2.866	215 325	80 100	4.924	260 280
36 144	+ 2.936 —	216 324	81 99	+ 4.941 —	261 279
37 143	3.006	217 323	82 98	4.951	262 278
38 142	3.075	218 322	83 97	4.963	263 277
39 141	3.143	219 321	84 96	4.973	264 276
40 140	3.211	220 320	85 95	4.981	265 275
41 139	+ 3.278 —	221 319	86 94	+ 4.988 —	266 274
42 138	3.343	222 318	87 93	4.993	267 273
43 137	3.407	223 317	88 92	4.997	268 272
44 136	3.471	224 316	89 91	4.999	269 271
45 135	+ 3.533 —	225 315	90 90	+ 5.000 —	270 270

Tafel XVI. Breiten der Planeten ♄ ♀ ♂ ♃ ♅.

	Min. prop.	Venus		Merkur		Mars		Jupiter		Saturn		
		D	R	D	R ₀	+	-	+	-	+	-	
6	0.99	1.003	0.913	1.075	0.918	0.912	0.905	1.912	1.908	2.907	2.903	354
12	0.98	1.02	0.97	1.73	0.37	0.15	0.07	1.13	1.10	2.08	2.05	348
18	0.96	1.00	0.40	1.72	0.55	0.18	0.08	1.13	1.10	2.10	2.07	342
24	0.91	0.98	0.55	1.67	0.73	0.22	0.10	1.15	1.12	2.12	2.08	336
30	0.87	0.95	0.68	1.60	0.92	0.23	0.12	1.17	1.13	2.13	2.10	330
36	0.81	0.92	0.82	1.50	1.10	0.27	0.15	1.18	1.15	2.17	2.12	324
42	0.74	0.85	0.95	1.40	1.28	0.30	0.20	1.20	1.17	2.18	2.13	318
48	0.67	0.77	1.08	1.27	1.45	0.35	0.25	1.22	1.18	2.20	2.17	312
54	0.59	0.68	1.22	1.13	1.58	0.40	0.30	1.23	1.22	2.23	2.22	306
60	0.50	0.60	1.33	0.98	1.73	0.47	0.37	1.27	1.27	2.27	2.25	300
66	0.41	0.48	1.47	0.82	1.85	0.53	0.43	1.30	1.30	2.30	2.30	294
72	0.31	0.38	1.58	0.63	2.00	0.60	0.50	1.35	1.35	2.33	2.35	288
78	0.21	0.27	1.72	0.43	2.12	0.68	0.60	1.40	1.40	2.40	2.40	282
84	0.11	0.13	1.83	0.27	2.23	0.77	0.70	1.45	1.45	2.43	2.45	276
90	0.00	0.00	1.95	0.00	2.33	0.87	0.82	1.50	1.50	2.50	2.50	270
96	0.11	0.17	2.05	0.25	2.45	0.98	0.93	1.55	1.55	2.57	2.55	264
102	0.21	0.33	2.15	0.52	2.47	1.10	1.07	1.60	1.60	2.60	2.60	258
108	0.31	0.53	2.25	0.80	2.48	1.23	1.22	1.65	1.65	2.65	2.65	252
114	0.41	0.75	2.33	1.10	2.50	1.38	1.40	1.70	1.70	2.70	2.70	246
120	0.50	0.98	2.42	1.42	2.48	1.57	1.62	1.75	1.75	2.75	2.75	240
126	0.59	1.22	2.47	1.75	2.43	1.78	1.85	1.80	1.80	2.78	2.80	234
132	0.67	1.63	2.50	2.10	2.33	2.02	2.17	1.85	1.85	2.83	2.85	228
138	0.74	1.95	2.50	2.43	2.18	2.27	2.55	1.90	1.90	2.88	2.90	222
144	0.81	2.38	2.47	2.78	2.00	2.57	2.93	1.95	1.95	2.92	2.92	216
150	0.87	3.05	2.37	3.12	1.75	2.92	3.48	2.00	2.00	2.95	2.97	210
156	0.91	3.72	2.20	3.43	1.48	3.30	4.15	2.05	2.05	2.98	3.00	204
162	0.95	4.43	1.92	3.70	1.17	3.65	4.92	2.08	2.08	3.00*	3.03	198
168	0.98	5.40	1.45	3.90	0.80	4.00	5.72	2.10	2.10	3.02	3.05	192
174	0.99	6.40	0.80	4.03	0.47	4.23	6.43	2.12	2.12	3.03	3.07	186
180	1.00	7.20	0.00	4.08	0.00	4.35	7.50	2.13	2.13	3.03	3.08	180

Lebenslauf.

Ich, Alfred Lothar Wegener, evangelischer Confession, bin am 1. November 1880 zu Berlin als Sohn des Predigers und Direktors des Schindlerschen Waisenhauses Dr. Richard Wegener geboren. Ich genoss den Unterricht des Köllnischen Gymnasiums zu Berlin, welches ich Michaelis 1899 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um mich an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften, insbesondere der Astronomie zu widmen. Abgesehen von dem Sommer-Semester 1900, in welchem ich Vorlesungen an der Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg, und dem Sommersemester 1901, in dem ich solche an der Innsbrucker Universität hörte, verblieb ich auch in der Folgezeit an der Berliner Universität, absolvierte von Michaelis 1901 bis Michaelis 1902 meine Dienstpflicht als Einjährig-Freiwilliger beim Königin Elisabeth Garde-Grenadier-Regiment No. 3 zu Westend und hatte von Michaelis 1902 bis Michaelis 1903 die Stelle eines Astronomen an der Sternwarte der Gesellschaft Urania inne. Die Promotionsprüfung bestand ich am 24. November 1904. In den 10 Semestern von Michaelis 1899 bis Michaelis 1904 hörte ich die Vorlesungen folgender Herren:

Bauschinger, v. Bezold, Blaas, Cathrein, Diltthey, Eggert, Fischer, Förster, Frobenius, Fuchs, Heinricher, Helmert, Knoblauch, Königsberger, Markuse, Paulsen, Planck, Quincke, Scheiner, Schwarz, Stumpf, Valentiner, Warburg, Wolf.

Von meinem siebenten Semester ab wohnte ich den Seminarübungen der Herren Professoren Bauschinger und Förster bei, welchen ich mich für ihre oft erteilten gütigen Ratschläge zu besonderem Danke verpflichtet fühle.

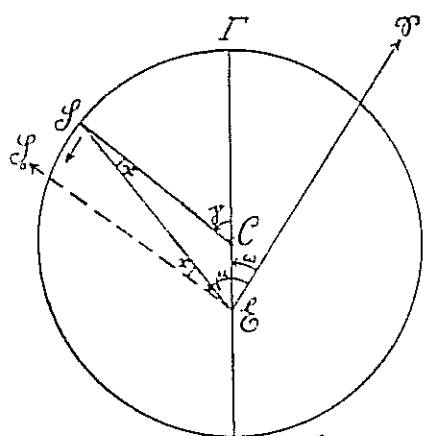


Fig. 1

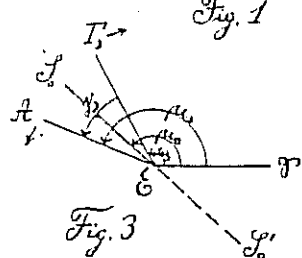


Fig. 3

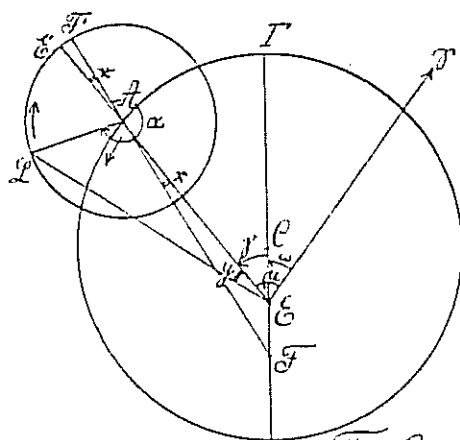


Fig. 2

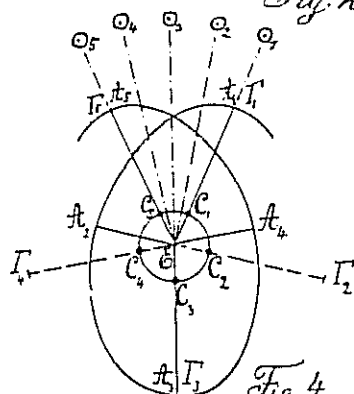


Fig. 4.

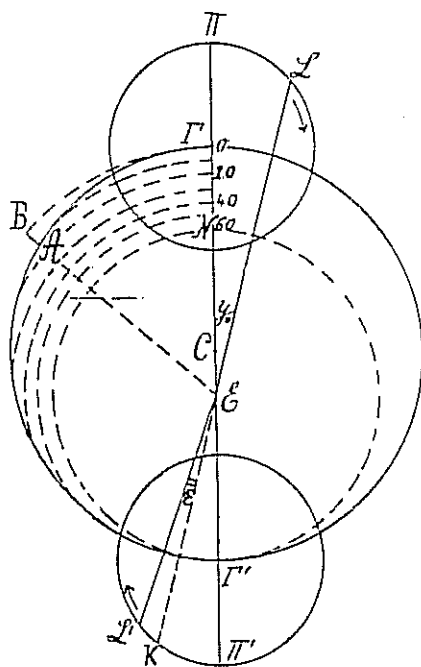


Fig. 5

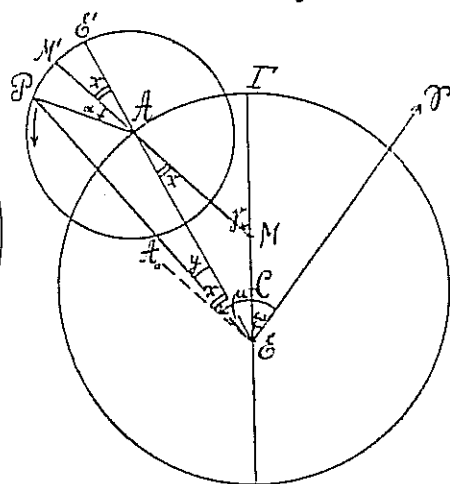
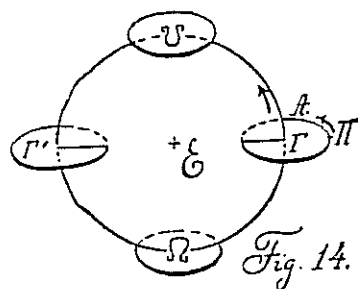
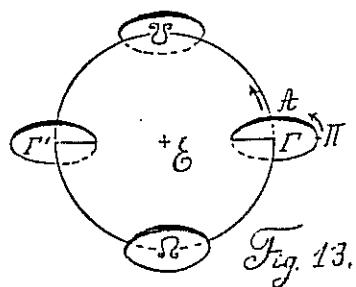
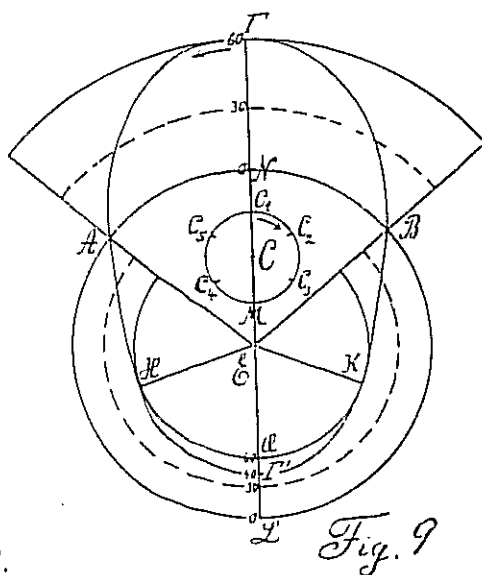
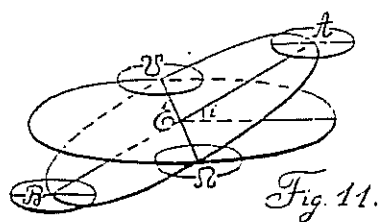
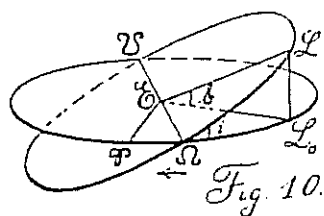
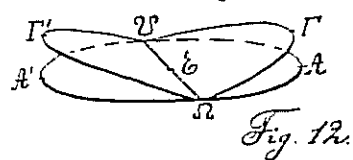
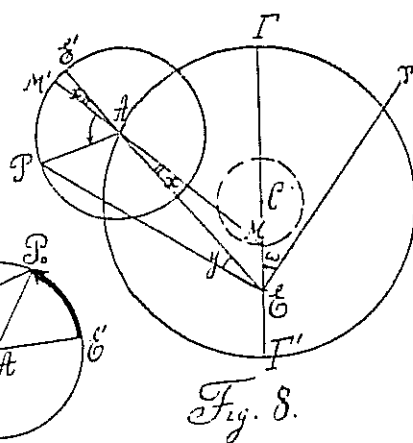
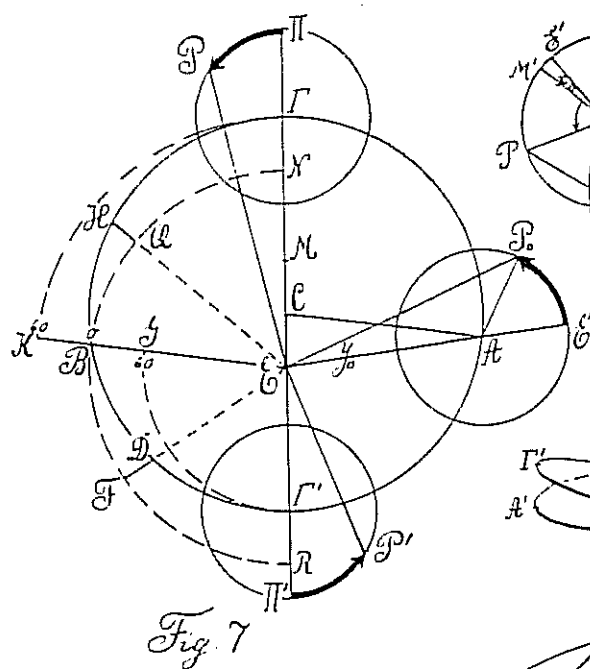


Fig. 6



On the Original Form of the Alfonsine Tables.

By J. L. E. Dreyer, M.A., Ph.D.

The Alfonsine Tables of the planets were first printed at Venice in 1483, after having been in use in manuscript form for about two hundred years. This edition was succeeded by about a dozen others, of which the best known are those of 1492 and 1518 (Venice), and the Paris edition of 1545, reprinted in 1553.* All these editions are practically identical as regards the tabular matter, and only differ as to the preface and instructions for using the tables. The positions of a planet are not given directly as in our modern tables, but the mean longitude is given for the epoch of the tables, the beginning of the Christian era (*radix incarnationis*), to which has to be added the change of mean longitude in the interval between the epoch and the time for which the position of the planet is required; and it is this quantity which is supplied by the tables. The interval elapsed since the epoch is not expressed in years and parts of a year, but in a peculiar sexagesimal system. The unit of time is a day (1^1), which is divided into 60 minutes, and these again into 60 seconds, and so on. On the other hand, the unit above a day is 1^2 or 60 days, while $1^3 = 60 \times 60$ days, etc. The computer has therefore first of all to express the date in this peculiar system, which is done by a small auxiliary table, so that additional work is hereby thrown on his shoulders. But, on the other hand, the use of the sexagesimal system reduces the number of tables required for the mean

* This is the last edition, except a very belated one published at Madrid in 1641, described in Kästner's *Geschichte der Mathematik*, ii. p. 312.

longitude of each planet to one, if only we change the name of the tabular quantity each time. (In the same way we only want one table for converting hours, minutes, and seconds into arc, or *vice versa*, because $1^h = 15^\circ$, $1^m = 15'$, and $1^s = 15''$.) This reduced the work of copying a set of tables a good deal, and in the days before the invention of printing this was an advantage worth considering. But it is more likely that the introduction of the sexagesimal system was simply made in imitation of Ptolemy, who had also divided the day into sixty minutes.

The heading of the first page of the edition of 1483 is:—
 “Alfontij regis castelle illustrissimi cœlestiū motuū tabule. . . .
 At primo Joānis saxoniciis in tabulas alfontij canōes ordinati
 inciipiūt faustissime.” At the end of the introduction there is an account of how to calculate eclipses “secundum doctrinam magistri Joannis de Lineriis,” after which various manuscripts (which we shall describe in the following) add the words “a quo habeo scientiam meam.” The author of the lengthy introduction, Johannes de Saxonia, was therefore a pupil of Johannes de Lineriis (Jean de Lignières), a well-known French astronomer who lived at Paris during the early part of the fourteenth century. This introduction is not in the edition of 1492, which contains a different one by Johannes Lucilius Santritter, though founded on the one of 1483.* This is also found in the edition of 1518.

It has therefore always been understood that Johannes de Saxonia, an otherwise unknown man, was the author of the introduction to the first printed edition of the Alfonsine Tables. But nobody had any idea that he (or his teacher) had done a good deal more to the tables than giving instructions how to use them. Very little was known about Don Alfonso's astronomical work; and most of what was supposed to be known has turned out to be erroneous. Thus it was asserted that Alfonso had assembled a congress of about fifty Arabian, Jewish, and Christian savants, from whose deliberations the Alfonsine Tables sprang. This was simply a misunderstanding, due to the fact that many of Alfonso's writings were translations (more or less free) of Arabic works; and many of the men supposed to have been present at the congress lived long before him.† Another mistake was that the tables were completed in 1252 (the year of Alfonso's accession), but that they were recomputed four years later with the simple precession of $1''$ in 66 years instead of the mixture of progressive and periodic precession peculiar to the tables. In reality the tables were computed nearly twenty years later, and what happened in 1256 was simply that the description of the fixed stars by Al Sufi (in which the precession of $1''$ in 66 years is employed) was translated into Castilian.

* It ends thus: “Expliciunt canones sive propositiones in tabulas Alfonsi clarorum Germanorum Joannis saxoniciis et Joannis lucilij Santritter heilbronnensis.”

† First pointed out by the Hebrew and Arabic scholar Steinschneider in 1848.

That we are now able to form a better idea of the scientific activity of Don Alfonso is in the first instance due to the publication at Madrid in 1863-67 of the great work *Libros del Saber de astronomia del Rey Don Alfonso X. de Castilla*, edited by Manuel Rico y Sinobas (4 vols., and part i. of vol. v., in large folio). This work, never printed before, is a collection of tracts on instruments, including mechanical means of finding approximate places of the planets,* and preceded by a tract on the constellations. A great deal of the contents is taken from various Arabic writers. In addition to these tracts the work contains (in t. iv.) a treatise in fifty-four chapters, *El libro de las taulas Alfonsies*, which is undoubtedly the original introduction to the Alfonsine Tables, never before printed, and apparently only existing in one copy, the codex L. 97 of the National Library of Madrid, which dates from the end of the fourteenth or the beginning of the fifteenth century.

In the preface to this treatise we are told that it is written by Jahuda ben Mose and Isaac ibn Sid, in the first decade of the fourth century of the second millennium after the era of Cæsar,† two hundred years having elapsed since Al Zarkali's work. As computed and observed places differed, Don Alfonso collected instruments and ordered observations to be taken at Toledo. The writers had therefore observed the sun throughout a whole year, particularly at the equinoxes and solstices and at the middle of the signs of Taurus and Scorpius, Leo and Aquarius; they also observed conjunctions of planets *inter se* and with fixed stars, and solar and lunar eclipses; they also took other observations whenever doubts arose. And when all had been examined, they adopted everything that was correct or nearly so, and from the rudices [mean longitudes for some epoch] resulting from the observations they prepared the following tables and put together this book and divided it into fifty-four chapters. "And we have called it the book of the tables of Alfonso, because it was made and compiled by his orders."

We learn a good deal from this preface. First we see that there was no congress of Muhammedan and Jewish savants, but that the observations were made and the tables prepared by two Jewish astronomers. We are unfortunately unable to supplement from other sources the scanty information here given about the observations. The only astronomical writer who quotes them is Isaac Isræli of Toledo, who in his book *Jesod Olam* (written in Hebrew about the year 1310) refers to observations by Isaac ben Sid of the solar eclipse of the 5th August 1263 and of two lunar eclipses of the 24th December 1265 and the 19th June 1266.‡ The treatise on the constellations in vol. i. of the *Libros del Saber* also

* These contrivances were at the end of the Middle Ages known as *æqualoria*.

† Generally called the Spanish era, 1 Jan. 38 a.c.

‡ *Liber Jesod Olam seu Fundamentum Mundi auctore R. Isaac Isræli Hispano* (Berlin, 1848), part ii. pp. iv and xxiv.

gives 14 positions of fixed stars for the year 1260, observed at Toledo. The preface furthermore tells us that the work was done in the years 1301-1310 from the era of Cæsar, or A.D. 1263-1272, and there is no mention of any earlier redaction of the tables made in the year 1252. This year was, from the time when the tables were printed, assumed to be that in which the tables were made, solely because the "era of Alfonso" (given alongside the eras of the Deluge, Alexander, Cæsar, etc.) is June 1, 1252, or 1251 years and 152 days after the incarnation. This was the day of Alfonso's coronation. As the tables were probably not completed till the year 1272,* twenty years later than formerly supposed, it is now easier to understand the fact that they remained unknown among the savants at Paris till within a few years of the end of the thirteenth century, while the Toledo tables of Al Zarkali were still in use there.

The fifty-four chapters of the *Libro de las tablas* give full instructions as to how to use the tables, like all similar writings of those days, explaining the simplest things in what seems to a modern reader, a needlessly prolix manner. The first fourteen chapters deal with time, the various eras, Roman (i.e. Julian) and Muhammedan years, etc.; these do not call for any comment. But the fifteenth chapter is a surprise. It describes how to find the place of a planet for a given date. With the time you enter the table of the "annos collectos," which proceeds with intervals of 20 years; then with the remainder, less than 20, you enter the table of "annos espansos," which proceeds from year to year; after which the values for the proper months, days, hours, and minutes are taken from the respective tables. All the values found are then added together.

It is obvious that the tables, of which the use is described here, must have been very different from those afterwards printed, as there is no trace of the sexagesimal division of time; nor can the tables have given merely the *change* of longitude in a unit of time, but must have given the longitude itself for certain years. And it is not only in the way in which time is expressed that we miss the sexagesimal system; the "signs" used are the zodiacal signs of 30° (afterwards called *signa communia*) and not the signs of 60° (afterwards called *signa physica*) of the printed tables.

The following chapters deal with the planetary inequalities, and show that the printed tables of these are true copies of the original ones. This was to be expected, since the argument of these tables is the mean longitude, while the time does not enter into them. The same is the case with the table of latitudes, the description in chapter 22 agreeing perfectly with the printed tables. We may here pass over nearly the whole of the remaining chapters, many of which refer to tables which have nothing to do with planetary

* Androlodi Negro, of Genoa (first half of the fourteenth century), who wrote a number of rather worthless tracts on astronomical matters, says that the tables were finished in 1272. Duhem, who records this, is not aware of the light thrown on this question by the *Libros del Saber*, but is surprised at Androlodi making such a mistake (*Le Systeme du Monde*, t. iv. p. 266).

motions. But we cannot pass over chapter 49, on precession ("Cuomo se a de saber enderezar el movimiento de la cabeza de aries en longura et en tornado"). It will be remembered that according to the Alfonsine Tables precession consists of two terms, a constant one of $26''.45$ a year, and a periodic one (*trepidatio*), the period of which is 7000 years. The amount of trepidation since the fundamental epoch (which here is A.D. 15, May 180) is $9^\circ \sin m$, where m is an angle which at that epoch was 0 and increased by $3'.086$ a year. In the printed tables this angle was tabulated, and with the quantity thus found as argument the amount of trepidation ("æquatio motus accessus et recessus spheræ stellatæ") is taken from another table. This process is described in chapter 49 of the introduction, but there is no mention of the secular term ("motus medius augium et stellarum fixarum").

We must, however, not conclude from this that the tables to which this introduction belonged ignored the existence of a constant term of precession. At the end of the year 1260 this had moved the equinox $9^\circ 15'$ since A.D. 100, while the periodic term could account for $8^\circ 5'$, together $17^\circ 20'$, or only $10'$ less than the true amount. It was of course impossible for Don Alfonso or his two astronomers to believe that longitudes had only increased $8^\circ 5'$ since the beginning of the Christian era, or $7^\circ 5'$ since the time of Ptolemy (A.D. 140). We shall see further on that the secular term of precession was included in the mean longitudes of the *anni collecti* and in the *medius motus* of the printed tables.*

At the end of the last chapter (the 54th, on the finding of Easter) we read: "Aqui concluye el libro et se comienzan las taulas." But the codex does not contain any tables. Rico, however, publishes from two other codices some tables which he calls *Fragmentos numericos de las taulas Alfonsies*. These have nothing to do with the tables described in the *Libro de las taulas*, but belong to the class of "perpetual almanacs" which without calculation give very rough places of the sun, moon, and planets for every day or every fifth day of certain cycles, after the lapse of which the planets return nearly to the same places in the heavens.† It is difficult to understand how Rico could imagine that this almanac had anything to do with the Alfonsine Tables. He is quite aware that the printed tables do not agree with the *Libro de las taulas*, and he seems to believe that the original tables were "falsified" at Barcelona, and that these falsified copies reached Germany and fell into the hands of John of Saxony!‡ But there

* There is, therefore, not any discrepancy between this chapter and the well-known Alfonsine periods of 49,000 and 7000 years, as supposed by A. Wagnier in an otherwise very good review of the *Libros del Saber* in the *Bibliotheca mathematica*, vi., p. 181.

† The periods adopted are the same as those used in the perpetual almanacs of Zacuto and Santritter (Venus 8 years, Mars 79, Jupiter 83, Saturn 59). Only for Mercury the period is different, 46 years in the pseudo-Alfonsine almanac, 125 in the others. The period of 46 years is due to Al Betrugi (see my *Hist. of the Planetary Systems*, p. 266).

‡ *Libros del Saber*, t. v. p. 63.

is no foundation for this fanciful hypothesis. When we remember the slavish adoration of authorities like Aristotle and Ptolemy prevailing at that time, it is not at all remarkable that it should have seemed desirable to recast the tables of Alfonso so as to bring them nearer to the Ptolemaic model. It is also strange that Rico should have rested content with his *Fragments* and made no effort to find the original tables described in the *Libro de las tablas*. In his fifth volume he gives a descriptive catalogue of seventy-five codices of Alfonsine writings, a good many of which are supposed to contain tables. The last seventeen may be struck out at once, as two of them (62 and 63) are the tables of Al Zarkali, while the existence of the other fifteen is only assumed, their whereabouts being unknown.* From the meagre descriptions of such of the remaining codices as are said to contain tables, it is evident that some of these are of the sexagesimal kind, the *canones* (introductions) giving the name of Joh. de Saxonia; while a few of the others, preserved in continental libraries, may contain the tables in their original form. If so, Rico has either not seen these codices himself or has failed to understand their contents.†

Of codices in British libraries Rico enumerates six only, numbered 5 and 41 to 45, all of which I have examined. The first one‡ only deals with instruments; of the others, 41, 43, and 45§ contain nothing by or about Don Alfonso; 42|| contains only the canon of Johannes de Saxonia and a table of mean motions in longitude for every day throughout the year. Only Rico's codex 44 (Brit. Mus., Harley 1009) contains a canon (by William Reede) and a set of tables. If Rico had seen this codex he could hardly have failed to realise that these were the original Alfonsine Tables described in the *Libro de las tablas Alfonsinas*, and very different from the printed tables.

Though Rico had quoted so very few codices from British library catalogues, it seemed to me extremely likely that many others would be found to exist in this country; while one might reasonably hope that some of these codices would turn out to contain the tables in their original form. The study of mathematics and astronomy was much cultivated at Oxford in the fourteenth century, especially at Merton College, by John Maudith, Richard Wallingford, Simon Bredon, William Reede, Walter Bryte, and others. Even though the University of Paris at a very early date adopted the modified form of the tables due to one of their own teachers, it appeared possible that Oxford might for a while have adhered to the original tables. The results of my search

* They are supposed to have been used by the editors of the printed tables.

† Rico's Codex 18, in the National Library, Madrid, of which he gives the headings in his Appendix E (t. v. p. 122), seems to be the original tables. Strange that Rico says nothing about it.

‡ Holley, *Canonici Misc.* 340.

§ Brit. Museum, Harley 1, 80, and 3734. The tables in the last mentioned are those of Arzachel (Al Zarkali).

|| Brit. Mus., Harley 531.

fully justified this hope, as the very first MS. examined contained no trace of the sexagesimal arrangement.* Though the various volumes I have seen differ a good deal as regards completeness, some omitting the tables of equations, others the tables of latitudes, others the canon, etc., I have only come across two types of tables: the sexagesimal ones, identical with the printed tables, and the original tables in the form described in the *Libro de las tablas*, but reduced to the meridian of Oxford. A list of all the codices of the original tables, which I have examined, is given at the end of this paper, as well as a copy of the most important tables. I shall now give a short description of these.†

First comes a table of the mean longitude of each planet for every twenty years, nearly always from 1340 to 1600. Only in one MS. (Bodleian Laud Misc. 594) it begins with 1320. The places are (as in all tables of those days) for the *end* of each year, and the first column is headed "anni collecti," so that this is the "*tabla de los annos collectos, la que crece de XX en XX*" described in the Spanish introduction. The table also contains the angle in the epicycle of the moon (*argumentum lune*) and the same for Mercury and Venus, as the mean longitudes of these two planets are equal to those of the sun. It also gives the mean motion of the lunar node reckoned from the first point of Aries in the retrograde direction.

That these longitudes are really "super meridiem civitatis Oxon." I found by computing a number of places of the sun and moon both from the printed tables and from the MS. tables. The latter were found to correspond to a meridian 16" east of the meridian of Toledo, and this is exactly the supposed difference of longitude between Oxford and Toledo, according to the introduction to the MS. tables.

Next follows a table of the corresponding motions "ad annos Christi expansos" from 1 to 20, the leap years being marked by a *b*. This table is succeeded by three others, one giving the value for the end of each month of the Christian (i.e. Julian) year, one for every day (1-30), and one for every hour (1-30). These tables all agree closely with the description in chapter 15 of the *Libro de las tablas*. The values are given in signs (of 30°, not of 60°, as in the printed tables), degrees, minutes, and seconds.

We then come to a "Tabula verarum angium ad annos Christi collectos" for the end of every twenty years from 1340 to 1600, only in two cases (so far as I have found) beginning with 1320.‡ This is a table of the apogee of the sun and planets, showing the

* I am much indebted to Dr. and Mrs. Singer of Oxford, who generously allowed me to consult their card catalogue of scientific MSS. older than the year 1500 in all the libraries of the United Kingdom.

† For the convenience of readers unacquainted with medieval astronomical expressions, I may mention that *centrum* is the arc of the excentric or deferent circle from the apogee to the centre of the epicycle; *argumentum* is the arc of the epicycle from its apogee to the planet; *radix* is the value of a quantity for some epoch; *aux* is the longitude of the apogee.

‡ Digby 48 and Laud Misc. 594.

changes caused by precession. In the printed tables the *radices incarnationis augium* are given; that is, the longitude of each apogee for the epoch of A.D. 110. To each *radix augis* has to be added the *aux communis* or amount of precession since the epoch, and the sum is the *aux propria* or longitude of the apogee for the date required. In the table in the codices this addition has already been carried out, so that the longitude of the apogee can be taken directly from the table. This table agrees perfectly with the Alfonsine theory of precession described above; e.g. for the sun and Venus we have for 1340—

Radix incarnationis	.	.	.	2° 11' 25" 23"
Precession, secular term	.	.	.	9 50 42
periodic term	.	.	.	8 20 50

Aux propria ad annum completum 1340 2° 29' 36" 55"

which agrees with the table in the codices.

This application of precession to the longitude of the apogee is the only way in which precession is ostensibly allowed for in the tables, printed and unprinted. But it is only the inequalities (*æquationes*) which depend on the *aux propria*, while the mean longitudes of course are counted from the equinox. It follows that the *Tabula mediorum motuum* must include precession, so that the equinox is that for the time being. We can now understand why there is no allusion to the secular term in chapter 49 of the *Libro de las tablas*. The writer of this chapter evidently saw that the regularity of progression of the *medius motus* in the table *ad annos expansos* required correction for the periodic term of precession, and he gave instructions for doing that. But this was apparently considered a needless refinement both in the Oxford redaction and in the printed tables, in both of which this slight irregularity is ignored. This is very excusable, since the periodic term in the fourteenth and fifteenth centuries diminished at the rate of only 9" or 10" in twenty years, which in those days was a negligible quantity. The secular term of 26".45 appears in the *motus solis*, which after four years amounted to 1' 46" or $4 \times 26".45$, the secular term being nothing but the space passed over by the sun in 10^m 44^s, by which amount the Alfonsine Tables made the tropical year shorter than the Julian year.*

The *Tabula æquationum* agree perfectly both with the *Libro de las tablas* and with the printed ones, except that they differ from the latter in using signs of 30°. They are often missing, which looks as if only very rough places of the planets were required. Still more frequently the latitude tables have been passed over. When they occur, they differ slightly from the description in the *Libro*, with which the printed tables agree. The latter only tabulate the latitude of the three outer planets on the assumption that the centre of the epicycle is at the point of greatest north or

* Cf. Reinhold, *Theoricæ nova planetarum*, Paris, 1558, f. 163^v.

south latitude on the deferent. The actual latitude is found by multiplying the tabulated value with a certain factor which is also tabulated. For Mercury and Venus the process is more complicated. In the Oxford tables this trifling calculation has already been carried out, so that the latitude can be taken out by mere inspection.

With this slight exception and that of the reduction of the first table to the meridian of Oxford, there can be no doubt that the Oxford tables represent the original Alfonsine Tables in the form in which they were issued from the Toledo Observatory about the year 1272. Only the lengthy introduction to the tables does not seem to have found its way to England, probably because it was written in Castilian and not in Latin, but partly also because it refers to many tables which had nothing to do with the motions of the planets. The English students of astronomy were also fond of making tables of all sorts, often very unnecessary ones; and not a few of the codices found in British libraries contain specimens of this misdirected energy.*

Instead of the original introduction, a shorter one was written by William Reede.† It is divided into seven paragraphs (*conclusiones*) explaining the use of the tables of mean motion and of auge, equations, oppositions of sun and moon, and the possibility of eclipses, etc. But there is nothing about latitudes. There are some trivial variations of expressions in various MSS. The preface is as follows:—‡

Incipit canon ad tabulas sequentes radiceas ad meridiem Oxon.
In nomine domini Ihesu Christi. Volentibus prognosticare futuros effectus planetarum in inferioribus istis primum secundum opus tabularum mediorum motuum oportet calculare diversitates. Sed inter tabulas nunc inuentas precipiores sunt tabule quas composuit Alfonsus Rex illustris Castello super meridiem Tholeti. Sed istarum tabularum operatio est ita proluxa et tediosa quod vix aliqui promerent ad completam cognitionem planetarum. Ideo quasdam tabulas compendiosas super annos incarnationis Christi et super radices ad motus tabularum Alfonsi fundatas ad lenitatem operis ordinavi et ad meridiem civitatis Oxonie reduxi, quo distat ab occidente per 15 gradus et ab equinoctiali per 51 gr. et 50 m., cuius meridies prececit meridiem tholeti per 4 g. equinoctialis circuli, quibus correspondent 16 m. vnius hore. Vnde ad doctrinam completam singulorum motuum planetarum doctrina capitulorum sequentium diligenter est notanda.

If we did not possess the original Castilian canon, we might conclude from this preface that Reede had made some very radical change in the tables. But this we know was not the case.

We have already mentioned that the lengthy introduction to the edition of 1483 was written by a certain Johannes de Saxonia,

* A particularly fine collection of miscellaneous tables is in the volume belonging to the Royal Astron. Society, which I hope to describe on another occasion.

† *Incipiunt canones super tabulis Reede.* Digby 48 and 97; Ant. a Wood D. 8 (Bodl.); Egerton 847, etc. Sometimes Reede's name is put after the heading "Tab. med. mot.," as in Laud Misc. 594, where there is no canon.

‡ From Brit. Mus., Harley 1009. Nearly the same in R.A.S. codes and in those mentioned in the preceding note.

who stated that the part dealing with eclipses was "secundum doctrinam Joannis de Lineriis." There are still a good many codices extant of this introduction or canon, and after the words just quoted there is in all of them the addition "a quo habeo scientiam meam." * This canon always begins thus (sometimes with slight alterations): "Tempus est mensura motus ut vult Aristoteles 4^{to} physicorum. . . . Sciendum igitur quod in discretione temporis ad usum tabularum Alfonsi incedimus modo philosophico per sexagenarium numerum, ut divisioni temporis sit signorum divisio correspondens." Sometimes a shorter canon is given instead of the lengthy one; it begins: "Quia ad inveniendum loca planetarum per tabulas Alfonsi oportet reducere annos nobis notos." † Duhem, who is not aware that any alteration was ever made in the tables, mentions that this shorter canon exists in several codices in the *Bibliothèque Nationale*, and that it is stated to be by Joh. de Lineriis and to have been completed in the year 1322. ‡ Probably the change from the original form of the tables to the sexagesimal arrangement was due to Jean de Linières, who also wrote the short canon (*Quia ad inveniendum*), while his pupil Johannes de Saxonia only drew up the longer canon (*Tempus est mensura*) which finally was printed in 1483. §

At Paris the modified tables seem almost at once to have superseded the original ones altogether; and as it was from there that the knowledge of the tables spread to other continental countries, it is not to be wondered at that even the existence of the original tables had been forgotten before printing was invented. Apparently Paris was not the only place where the tables were modified. There is in the Bodleian a fine codex on vellum written at Padua in 1435, || containing among other things *Prosdocimi de Beldomandi Patuini De motibus corporum supercelestium canones*. In these canons there is no trace of the sexagesimal arrangement, except that the signs used are "phisica" of 60°. Prosdocimo says that he finds the tables deduced from those of Alfonsus by Jacobus d' Dondis of Padua more convenient than the original ones. He explains that the table of mean motions begins at the beginning of our era and proceeds with intervals of 28 years as far as 1456, but that there is a gap from A.D. 112 to 1204. The tables were reduced to the meridian of Padua. As Jacopo de Dondi lived from 1298 to 1359, he was a contemporary of Johannes de Saxonia; but nobody outside Italy seems to have adopted his tables, though I have seen another set of tables with intervals of 28 years. ¶

* E.g. at Oxford: Digby 168, f. 135^v; Magd. Hall ii., f. 124^v; Brit. Mus., Egerton 889, f. 108^r; Harley 531, f. 63^r.

† Digby 168, f. 145; Magd. Hall ii., f. 148^v. Brit. Mus., Sloane 407, f. 4^r.

‡ P. Duhem, *Le système du monde*, t. iv. p. 64 (Rico's Codex 28).

§ Joh. de Saxonia seems to have lived at Paris. He wrote a commentary to the astrology of Alchabitius which was printed at Paris in 1521. According to Duhem (*l.c.*, p. 78) he brought out in 1355 *Exemplum super tabulas primi mobilis et canones J. de Lineriis*.

|| Canonici Misc., 554. There are no tables in this volume.

¶ Brit. Mus. Addit. 24071, ff. 72-73.

These begin with the year 1380 and end with 1632, and are for the meridian of Vienna. They also use physical signs of 60°. The same volume contains a treatise of astronomy, including a table of mean motions for 20 years with radix for the end of 1436 for the meridian of Vienna.

At Oxford there seems to have been a good deal of interest taken in astronomy at the beginning of the fourteenth century. There are several astronomical codices extant bearing the name of John Maudith, and dating from the year 1310; and one by Walter Evesham from 1316.* At what date the Alfonsine Tables first became known at Oxford is uncertain; but it must have been after 1320, since that year is the first one occurring in any Oxford codex; and as it has (so far) only been found in one, while all the other codices begin with 1340,† the tables were probably not much in use at Oxford till towards the middle of the century. By that time they had taken root there; and even at the beginning of the fifteenth century the original tables had not been forgotten, since there is a codex with *anni collecti* beginning with the year 1400.‡ But the sexagesimal tables probably soon after that time drove the original ones from the field.

Oxford seems to have been almost the only place where the Paris form of the tables was not at once victorious. It even penetrated to Spain. Among the codices in Spanish libraries catalogued by Rico there are several (Nos. 10, 19, 20, 23, 24) which contain the "Cánones hordenados de Juan de Saxonia" in a Castilian translation! There seem to be no tables (or only some fragments of such) belonging to these canons. But there is at Oxford a very fine codex§ containing "Tabula ad meridianum Salamantinum," which shows that the countrymen of Don Alfonso el Sabio had not forgotten him by the middle of the fourteenth century, though even they could not be content with the tables made under his direction, but had to make some little changes in them. The *anni collecti* are 1348, 1368, 1388, and so on to 1628. All quantities are given to thirds. The tables are very complete, including precession, equations, and latitude. The headings are in Latin, and so is the lengthy canon, which begins by saying that the tables of Alfonso are too difficult and the *modus operandi* too prolix for the students of astronomy at Salamanca, for which reason "aliæ tabule utilissime que vocantur resolute" have been prepared. This is perhaps the first time that the name of *Tabula resoluta* was given to a set of planetary tables. This name is also found in

* Bodleian, Laud Misc. 674, f. 67-72: *Tabula augmenti longissimi diei supra diem equinoctii pro omni terra habitabili* (marked on f. 69 *Tabula Maudith facte in Oxon. 1310*), *Tabula ascensionis signorum . . . verificata Oxon. a. d. 1310*. And f. 75-76, *Declaratio motus octave spere secundum M. Walterum Evesham Anno Nⁱ 1316*.

† Except a table with "radix Oxonie, 1327," *ibid.*, f. 46^r.

‡ Bodleian, Ant. a. Wood D. 8, ff. 67-85. Some of the tables are very carelessly copied.

§ Canonici Misc. 27, ff. 33^r-147^r.

a fifteenth-century MS. of tables for the meridian of Prague; * the *anni collecti* are 1428, 1448 . . . 1808, and the tables may have been adapted from the Salamanca tables. After the heading there has been added in a different hand: "Que appellantur Tabule Auree et resolute Alberti bru. . ." (edge of paper cut). At the end of the tables is the addition: "Expliciunt Tabule auree et resolute Albert Bruze." These tables are therefore by Albertus de Brudzevo, the teacher of Copernicus at the University of Cracow.

These Salamanca tables were at last printed at Nürnberg in 1536 by Johannes Schöner under the title: "Tabulæ astronomicæ quas vulgo, quia omni difficultate & obscuritate carent, Resolutas vocant." The *anni collecti* go from 1388 to 2008. Neither in Melanchthon's preface nor in the editor's introduction is there any mention of Alfonso nor of any previous *Tabulæ resolutæ*. Although the Alfonsine Tables had been superseded by the Prutenic Tables in 1553, a new edition of Schöner's *Tabulæ resolutæ* came out at Wittenberg in 1588.

Why the *anni collecti* in these tables are not multiples of 20, but start from 1348, is not explained anywhere. But most probably this arrangement dates from Oxford, and is due to William Reede, since several sets of tables for the meridian of Oxford start with radices for 1348 and motion in *anni expansi* up to 10,000!†

The tables which follow contain the mean motions in longitude and those of the apogees, restored to the form in which they originally were included in the Alfonsine Tables. The only difference is, that they have been (in the fourteenth century) reduced to the meridian of Oxford, which was supposed to be 16^m east of Toledo. Together with the tables of inequalities (*tabulæ æquationum*) and latitudes in the old printed editions, they represent all those parts of the original tables necessary for calculating the place of a planet at any time within the period when the tables were in use. These tables have here been copied from the Roy. Astr. Soc. Codex, but have been collated with Digby 48 and Laud Misc. 594, and a few trivial corrections made. The *motus merii* for 1320 are from Laud Misc. 594. To save space, extracts only of the fourth and fifth tables are printed here.

* Canonici Misc. 499, ff. 72^r-118^v. There is also in this volume a set of sexagesimal tables with the canon *Tempus est mensura* (ff. 1-70).

† Laud Misc. 594, f. 70; Digby 57, f. 97^v; R. Astr. Soc. Codex, ff. 36^v and 37^r. 1348 was the year in which the Black Death came to England. Is that perhaps the reason why it was chosen as an epoch, like the Deluge formerly?

Tabula radicum meliorum motuum omnium planetarum ad annos Christi collectos super meridiem civitatis Oxon.

Ann. collecti.	Motus solis.	Motus lune.	Argumentum lune.	Motus capit. Drac.	Motus Saturni.	Motus Jovis.	Motus Martis.	Argumentum Veneris.	Argumentum Mercurii.
	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "	" ' " "
1320	9 18 2 14	9 27 48 22	10 1 44 30	2 2 46 10	0 23 52 8	9 28 41 12	11 20 15 46	0 10 50 40	9 9 46 34
1340	9 18 11 3	2 11 22 10	11 11 28 57	2 29 36 1	8 28 33 45	6 5 55 49	7 8 35 44	6 13 44 31	9 24 14 13
1360	9 18 19 52	6 24 55 57	0 21 13 23	3 26 25 53	5 3 15 22	2 13 10 25	2 26 54 42	0 17 23 22	10 8 41 52
1380	9 18 28 41	11 8 29 45	2 0 57 49	4 23 15 44	1 7 56 59	10 20 25 1	10 15 13 39	6 21 2 13	10 23 9 31
1400	9 18 37 30	3 22 3 33	3 10 42 16	5 20 5 35	9 12 38 37	6 27 39 38	6 3 32 37	0 24 41 4	11 7 37 10
1420	9 18 46 19	8 5 37 20	4 20 26 42	6 16 55 26	5 17 20 14	3 4 54 14	1 21 51 35	6 28 19 55	11 22 4 49
1440	9 18 55 8	0 19 11 8	6 0 11 8	7 13 45 17	1 22 1 51	11 12 8 50	9 10 10 33	1 1 58 45	0 6 32 27
1460	9 19 3 57	5 2 44 55	7 9 55 35	8 10 35 9	9 26 43 28	7 19 23 26	4 28 29 31	7 5 37 36	0 21 0 6
1480	9 19 11 46	9 16 18 43	8 19 40 1	9 7 25 0	6 1 25 5	3 26 38 3	0 16 48 29	1 9 16 27	1 5 27 45
1500	9 19 21 35	1 29 52 30	9 29 24 27	10 4 14 51	2 6 6 42	0 3 52 39	8 5 7 27	7 12 55 18	1 19 55 23
1520	9 19 30 24	6 13 26 18	11 9 8 54	11 1 4 42	10 10 48 19	8 11 7 15	3 23 26 25	1 16 34 9	2 4 23 3
1540	9 19 39 13	10 27 0 6	0 18 53 20	11 27 54 33	6 15 29 56	4 18 21 52	11 11 45 22	7 20 15 0	2 18 50 42
1560	9 19 48 1	3 10 33 53	1 28 37 46	10 24 44 25	2 20 11 33	0 25 36 28	7 0 4 20	1 23 51 51	3 3 18 21
1580	9 19 56 50	7 24 7 41	3 8 22 13	1 21 34 16	10 24 53 11	9 2 51 4	2 18 23 18	7 27 30 42	3 17 45 59
1600	9 20 5 39	0 7 41 28	4 18 6 39	2 18 24 7	6 29 34 48	5 10 5 40	10 6 42 16	2 1 9 33	4 2 23 38

Tabula mediorm motuum planetarum ad annos Christi expansos.

Ann. expans.	Motus solis.				Motus lunæ.				Argumentum lunæ.				Motus capit. Drac.				Motus Saturd.				Motus Jovis.				Motus Martis.				Argumentum Veneris.				Argumentum Mercuri.			
	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"	h	m	s	"
1	11	29	45	39	4	9	23	3	2	28	43	15	0	19	19	42	0	12	13	35	1	0	20	29	6	11	17	5	7	15	1	42	1	23	56	47
2	11	29	31	19	8	18	46	5	5	27	26	30	1	8	39	24	0	24	27	9	2	0	40	58	0	22	34	10	3	0	3	23	3	17	53	34
3	11	29	16	58	0	28	9	8	8	26	9	44	1	27	59	6	1	6	40	44	3	1	1	27	7	3	51	16	10	15	5	5	5	11	50	21
b 4	0	0	1	46	5	20	42	46	0	7	56	53	2	17	21	58	1	18	56	19	4	1	26	55	1	15	39	48	6	0	43	46	7	8	53	32
5	11	29	47	25	10	0	5	48	3	6	40	8	3	6	41	40	2	1	9	54	5	1	47	44	7	26	56	53	1	15	45	28	9	2	50	19
6	11	29	33	5	2	9	28	51	6	5	23	23	3	26	1	22	2	13	23	29	6	2	7	53	2	8	13	48	9	0	47	10	10	26	47	6
7	11	29	18	44	6	18	51	53	9	4	6	38	4	15	21	4	2	25	37	4	7	2	28	22	8	19	31	3	4	15	48	51	0	20	43	53
b 8	0	0	3	32	11	11	25	31	0	15	53	47	5	4	43	56	3	7	52	39	8	2	53	51	3	1	19	35	0	1	27	32	2	17	47	4
9	11	29	44	11	4	20	48	34	3	14	37	1	5	24	3	38	3	20	6	14	9	3	14	20	9	12	36	40	7	16	29	18	4	11	43	50
10	11	29	34	50	8	0	11	36	6	23	20	16	6	13	23	20	4	2	19	48	10	3	34	49	3	23	53	46	3	1	30	55	6	5	40	37
11	11	29	20	30	0	9	34	39	9	12	3	31	7	2	43	2	4	14	33	23	11	3	55	18	10	5	10	51	10	16	32	37	7	29	37	34
b 12	0	0	5	17	5	2	8	17	0	23	50	40	7	22	5	55	4	26	48	58	0	4	20	46	4	16	59	23	6	2	11	19	9	26	40	35
13	11	29	40	57	9	11	31	19	3	22	33	44	8	11	25	37	5	9	2	33	1	4	41	15	10	28	16	28	1	17	13	0	11	20	37	22
14	11	29	36	36	1	20	54	22	6	21	17	9	9	0	45	19	5	21	16	8	2	5	1	44	5	9	33	33	9	2	14	42	1	14	34	9
15	11	29	22	25	6	0	17	24	9	20	0	24	9	20	5	0	6	3	29	42	3	5	22	13	11	20	40	38	4	17	15	24	3	8	30	56
b 16	0	0	7	3	10	22	51	2	1	1	47	33	10	9	27	53	6	15	45	18	4	5	47	41	6	2	39	10	0	2	55	5	5	5	34	7
17	11	29	52	43	3	2	14	5	4	0	30	48	10	28	47	35	6	27	58	52	5	6	8	10	0	13	46	15	7	17	58	46	6	29	30	54
18	11	29	38	22	7	11	37	7	6	29	14	3	11	18	7	17	7	10	12	27	6	6	28	39	6	25	13	21	3	2	58	28	8	23	27	41
19	11	29	24	1	11	21	0	10	9	27	57	18	0	7	26	59	7	22	26	2	7	6	49	8	1	6	30	26	10	18	0	10	10	17	24	28
b 20	0	0	8	49	4	13	33	48	1	9	44	26	0	26	42	52	8	4	41	37	8	7	14	36	7	18	18	58	6	3	38	51	0	14	27	39

Tabula mediorum motuum planetarum ad menses.

	Motus solis.	Motus lune.	Argumentum lune.	Motus capit. Drac.	Motus Saturni.	Motus Jovis.	Motus Martis.	Argumentum Veneris.	Argumentum Mercurii.
	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "	h' ° ' "
Jan.	1 0 33 18	1 18 28 6	1 15 0 53	0 1 38 30	0 1 2 19	0 2 34 37	0 16 14 46	0 19 6 43	3 6 18 28
Feb.	1 28 9 11	1 27 24 26	1 20 50 4	0 3 7 27	0 1 38 35	0 4 54 16	1 0 55 12	1 6 22 28	6 3 17 44
Mar.	2 28 42 29	3 25 52 32	3 5 50 46	0 4 45 57	0 3 0 53	0 7 28 53	1 17 9 58	1 25 29 11	9 9 36 12
Apr.	3 28 16 39	4 21 10 3	4 7 47 55	0 6 21 16	0 4 1 11	0 9 53 32	2 2 53 17	2 13 58 55	0 12 48 15
Mai.	4 28 49 57	6 9 38 8	5 22 48 48	0 7 59 46	0 5 3 29	0 12 33 8	2 19 8 3	3 3 5 38	3 19 6 43
Jun.	5 28 24 7	7 14 55 39	6 24 45 54	0 9 35 5	0 6 3 45	0 15 2 46	3 4 51 23	3 21 35 22	6 22 18 47
Jul.	6 28 57 25	9 3 23 44	8 9 46 39	0 11 13 35	0 7 6 5	0 17 37 23	3 21 6 9	4 10 42 5	9 28 37 11
Aug.	7 29 30 43	10 21 51 50	9 24 47 32	0 12 52 4	0 8 8 23	0 20 12 0	4 7 20 55	4 29 44 44	1 4 55 43
Sept.	8 29 4 53	11 27 9 21	10 20 44 31	0 14 27 23	0 9 8 41	0 22 41 37	4 23 4 14	5 18 18 32	4 8 7 47
Oct.	9 29 38 11	1 15 36 26	0 11 45 23	0 16 5 53	0 10 10 59	0 25 16 14	5 9 19 0	6 7 25 15	7 14 26 15
Nov.	10 29 12 21	2 20 54 57	1 13 42 22	0 17 41 12	0 11 11 16	0 27 45 52	5 25 2 19	6 25 34 59	10 17 38 19
Dec.	11 29 45 39	4 9 23 3	2 28 43 15	0 19 19 42	0 12 13 35	1 0 20 29	6 11 17 5	7 15 1 42	1 23 56 47

Jan. 1920. *Original Form of the Alfonsine Tables.*

Tabula mediorum motuum planetarum ad dies mensium.

Dies.	Motus solis.	Motus lune.	Argumentum lune.	Motus capit. Drac.	Motus Saturni.	Motus Jovis.	Motus Martis.	Argumentum Veneris.	Argumentum Mercurii.
	h' m' s' "	h' m' s' "	s' m' s' "	h' m' s' "	h' m' s' "	h' m' s' "	h' m' s' "	h' m' s' "	h' m' s' "
1	0 0 59 8	0 13 10 35	0 13 3 54	0 0 3 11	0 0 2 1	0 0 4 59	0 0 31 27	0 0 36 59	0 3 6 24
2	0 1 58 17	0 26 21 10	0 26 7 48	0 0 6 21	0 0 4 1	0 0 9 59	0 1 2 53	0 1 13 59	0 6 12 48
3	0 2 57 24	1 9 31 45	1 9 11 42	0 0 9 32	0 0 6 2	0 0 14 58	0 1 34 20	0 1 50 58	0 9 19 22
4	0 3 56 33	1 22 42 20	1 22 15 36	0 0 12 43	0 0 8 2	0 0 19 57	0 2 5 47	0 2 27 58	0 12 25 37
5	0 4 55 42	2 5 52 55	2 5 19 30	0 0 15 53	0 0 10 3	0 0 24 56	0 2 37 13	0 3 4 57	0 15 32 1
6	0 5 54 50	2 19 3 30	2 18 23 24	0 0 19 4	0 0 12 4	0 0 29 56	0 3 8 40	0 3 41 57	0 18 38 25
7	0 6 53 58	3 2 14 5	3 1 27 18	0 0 22 15	0 0 14 4	0 0 34 55	0 3 40 7	0 4 18 56	0 21 44 49
	0 7 53 7	3 15 24 40	3 14 31 12	0 0 25 25	0 0 16 5	0 0 39 54	0 4 11 33	0 4 55 56	0 24 51 13
9	0 8 52 15	3 28 35 15	3 27 35 6	0 0 28 36	0 0 18 5	0 0 44 53	0 4 43 0	0 5 32 55	0 27 57 37
10	0 9 51 23	4 11 45 50	4 10 39 0	0 0 31 46	0 0 20 6	0 0 49 53	0 5 14 26	0 6 9 55	1 1 4 1
20	0 19 42 47	8 23 31 40	8 21 17 59	0 1 3 32	0 0 40 12	0 1 39 45	0 10 28 53	0 12 19 49	2 2 8 3
30	0 29 34 10	1 5 17 31	1 1 56 59	0 1 35 19	0 1 0 18	0 2 29 38	0 15 43 19	0 18 29 44	3 3 12 4

Tabula mediorum motuum planetarum ad horas.

Horæ.	Motus solis.	Motus lune.	Argumentum lune.	Motus capit. Drac.	Motus Saturni.	Motus Jovis.	Motus Martis.	Argumentum Veneris.	Argumentum Mercurii.
	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	° ' "
1	0 2 28	0 32 56	0 32 40	0 0 8	0 0 5	0 0 12	0 1 19	0 1 32	0 7 46
2	0 4 56	0 5 53	1 5 20	0 0 16	0 10	0 25	1 37	3 5	0 15 32
3	0 7 24	1 38 49	1 37 59	0 0 24	0 15	0 37	3 56	4 37	0 23 18
4	0 9 51	2 11 46	2 10 39	0 0 32	0 20	0 50	5 14	6 10	0 31 4
5	0 12 19	2 44 42	2 43 19	0 0 40	0 25	1 2	6 33	7 42	0 38 50
6	0 14 47	3 17 39	3 15 58	0 0 48	0 30	1 15	7 52	9 15	0 46 36
7	0 17 15	3 50 35	3 48 38	0 0 56	0 35	1 27	9 10	10 47	0 54 22
8	0 19 43	4 23 32	4 21 18	0 1 4	0 40	1 40	10 29	12 20	1 2 8
9	0 22 11	4 56 28	4 53 58	0 1 12	0 45	1 52	11 48	13 52	1 9 54
10	0 24 38	5 29 25	5 26 37	0 1 19	0 50	2 5	13 6	15 25	1 17 40
20	0 49 17	10 58 49	10 53 14	0 2 39	1 40	4 9	26 12	30 50	2 35 20

Tabula verarum angium ad annos Christi collectos.

	Aux Solis et Veneris.				Aux Saturni.				Aux Jovis.				Aux Martis.				Aux Mercurii.				Diff.	Status Ann.
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
1320	2	29	24	23	8	11	22	42	5	21	36	0	4	13	11	13	6	28	38	33	12 31 38	
1340	2	29	36	54	8	11	35	13	5	21	48	31	4	13	23	44	6	28	51	4	12 22 37	
1360	2	29	49	16	8	11	47	35	5	22	0	53	4	13	36	6	6	29	3	26	12 12 37	
1380	3	0	1	28	8	11	59	47	5	22	13	5	4	13	48	18	6	29	15	38	12 5 36	
1400	3	0	13	33	8	12	11	52	5	22	25	10	4	14	0	23	6	29	27	43	11 52 36	
1420	3	0	25	25	8	12	23	44	5	22	37	2	4	14	12	15	6	29	39	35	11 43 35	
1440	3	0	37	8	8	12	35	27	5	22	48	45	4	14	23	58	6	29	51	18	11 31 35	
1460	3	0	48	39	8	12	46	58	5	23	0	16	4	14	35	29	7	0	2	49	11 23 34	
1480	3	1	0	2	8	12	58	21	5	23	11	39	4	14	46	52	7	0	14	12	11 12 34	
1500	3	1	11	14	8	13	9	33	5	23	22	51	4	14	58	4	7	0	25	24	10 58 33	
1520	3	1	22	12	8	13	20	31	5	23	33	49	4	15	9	2	7	0	36	22	10 52 33	
1540	3	1	33	4	8	13	31	23	5	23	44	41	4	15	19	54	7	0	47	14	10 44 32	
1560	3	1	43	48	8	13	42	7	5	23	55	25	4	15	30	38	7	0	57	58	10 34 32	
1580	3	1	54	22	8	13	52	41	5	24	5	59	4	15	41	12	7	1	8	32	10 23 31	
1600	3	2	4	45	8	14	3	4	5	24	16	22	4	15	51	35	7	1	18	55		

The following is a list of the codices examined, which were found to contain copies of the original Alfonsine Tables or parts of such. The list is doubtless not complete even as regards British libraries, and in particular it must be noted that I have not had an opportunity of examining more than two Cambridge MSS.* But I feel sure that nothing would be gained by extending the investigation further.

The Royal Astronomical Society Codex is contained in the first eight leaves of a volume of tables, all prepared at Oxford in the fourteenth century. A short account of this volume was given by Mr. Harris, Assistant Secretary, in vol. xv. of the *Memoirs*. It is there stated (p. 180) that "the tables bear the general title *Almanac editum Oxonie*." But there is no general title of any kind, and the words quoted are only written in tiny letters at the extreme top of the first page. Mr. Harris says that the "*Almanac* appears to have been formed from the famous Alfonsine Tables . . . and some trifling alterations made in the method of arrangement to suit the convenience of computers." It has been shown in the present paper that the differences between this MS. and the printed tables are anything but trifling. The longitudes in the tables are for the end of the year, not for January 1, as stated in the account.

* Gg. 6.3 and Hh. 6.8, but the tables in both these codices turned out to be those of Al Zarkali.

List of Codices examined

and found to contain Alfonsine Tables in their original form. Except where otherwise stated, the mean longitudes are for the meridian of Oxford.

I. *Bodleian Library.*

- Laud Misc. 594. ff. 41-45, mean long. 1320-1600, motion in single years (1-20), months and days (not finished). No tables of equations nor canon. ff. 70-71, radix 1348 and anni expansi up to 10,000. Two sets of latitude tables, ff. 74-78 and 82-83.
- Laud Misc. 674. One leaf (45) probably inserted later; mean long. 1340-1600 and single years. f. 46^r, radix Oxonie 1327 with motion in 40, 60 . . . 10,000 years. 46^v-60^v, anni expansi 1-20 with months, etc., table of aux Solis et Veneris 1400-2000; tables of equations.
- Digby 17. f. 15^v, mean long. 1340-1600.
- Digby 48. ff. 157-176, mean long. 1340-1600, with years 1-20, months, etc.; tables of equations, two tables of motus augium; the second one begins 1320. ff. 177-181, Reede's canon.
- Digby 57. ff. 32-36, mean long. 1340-1600. ff. 40-43, Reede's canon, beginning missing. ff. 97^r-99^v, tables with radix 1348.
- Digby 97. ff. 14-32, mean long. 1340-1600, anni expansi, table of auges, equations; latitude tables like printed ones. ff. 33-39, elaborate latitude tables (same as in Laud 594, f. 74, and R.A.S. codex, ff. 29-35). ff. 64-71, Reede's canon.
- Ant. a Wood 11. 8. f. 48^v, Reede's canon, but only the beginning. ff. 67-85, mean long. 1400-1600 (badly copied), years, months etc.; table of auges and equations.
- Canonici Misc. 27. ff. 33-110, mean long. for meridian of Salamanca for 1348, 1368, 1388 . . . 1628, with anni expansi, months, etc., tables of auges, equations, latitudes. ff. 122-147, detailed canon.
- Canonici Misc. 499. After a complete set of sexagesimal tables, ff. 72-106 contain tables for the meridian of Prague, mean long. for 1428, 1448 . . . 1808, precession tables, and tables of equations. ff. 126-133, latitude tables. ff. 122-125, canon.
- Canonici Misc. 554. ff. 73^v-93^v, canon by Prosdocimo de Beldomandi to Jacopo de Dondi's extract from the Alfonsine Tables for the meridian of Padua. No tables. Cf. above, p. 252.

II. *Oxford College Libraries.*

- Magd. Hall i. (Hertford College 3). ff. 40^r-43^r, Radix Christi with motions in years 1-20, 40 . . . 2000.
- Corpus Christi 144. ff. 106-109, motion in years 1-20, 40 . . . 4000, hours and minutes. ff. 110-113, tables of equations.

III. *Royal Astronomical Society.*

- R.A.S. Codex. ff. 1^r-8^v, mean long. 1340-1600, anni expansi 1-20, mean motion in months, days, hours, table of auges, tables of conjunctions and oppositions of sun and moon, tables of equations; Reede's canon. ff. 29-35, latitude tables. 36^v-37^r, radix 1348 and mean motions in 1-20 . . . 10,000 years.

IV. *British Museum.*

- Sloane 407. ff. 39-56, mean long. 1340-1600, with single years, months, etc. Tables of auges and equations. No canon.
- Egerton 847. ff. 122-142, Reede's canon, mean long. 1340-1600, with years, months, etc., auges and equations.

* Begins: "Incipiunt Canones tabularum Cruciferi Gaerparum per eundem de tabulis Alfonsij ad meridianum Wratislaviensem. hic autem sunt reducta ad meridianum pragensem." Ends: "Expliciunt tabule Cruciferi cum suis canonibus de medijs et veris motibus planetarum reducto ad meridianum pragensem. Scripte Anno Domini 1471 per Johannem H. de Bazyn in collegio beatissime Marie virginis nationis Boemorum domus Beezkonis."

Egerton 889. ff. 1-4, mean motion in 1-20 . . . 8000 years, also in months.
Unfinished solar and lunar tables.

Harley 1009. ff. 3-11^r, Reede's canon, mean long. 1340-1600, with years,
months, etc.

Addit. 24071. f. 5, radix for meridian of Vienna for end of 1436, with mean
motion in 1-20 years. ff. 72-73, mean long. for 1380, 1408, 1436 . . .
1632. Motion in annis expansis 1-28, months, days, hours.

V. Royal Observatory, Edinburgh.

Crawford 28, *Tabule mediorum motuum* . . . in annis collectis; first radix
[which is equal to the radix incarnationis of the Alfonsine Tables reduced
to a meridian 49^m 20^s east of Toledo, probably Paris], then motion in 20,
40 . . . 100 and up to 3000 years, also in months, days, and hours.

Oxford:
1920 Jun.

IV

ALFONSO X, ASTRONOMO

Discurso del Excmo. Sr. D. Jerónimo Becker.

SEÑORES :

Para cumplir el encargo con que me han honrado mis dignísimos compañeros de la Junta directiva de esta doctísima Corporación, poniendo de relieve, aunque sólo fuese en una gran síntesis, lo que representan en la Historia de la ciencia astronómica la figura y los trabajos de aquel D. Alfonso X de Castilla, tan maltratado por los historiadores políticos como enaltecido por los hombres de ciencia, necesitaría un espacio de tiempo del que no me es dado disponer esta noche.

Mi trabajo tendría que comprender cinco partes : 1.ª, estado de la cultura española, y especialmente de la ciencia astronómica, en los primeros años del siglo XIII ; 2.ª, preparación científica del Monarca castellano ; 3.ª, elementos de que éste se valió para trazar sus obras ; 4.ª, exposición del contenido de éstas, y 5.ª, influencia ejercida por la labor de D. Alfonso, especialmente á partir de fines del siglo XV, en cuyo período algunas de sus obras comenzaron á alcanzar, merced á la invención de la imprenta, una difusión que hasta entonces no habían podido tener.

En la primera parte habría de estudiar, si el tiempo me lo consintiese, cómo la cultura española, salvando las

dos grandes crisis determinadas por la invasión de los bárbaros y por la conquista agarena, se fué formando y desarrollando poco á poco, por virtud de la fusión del elemento clásico, recogido principalmente por San Isidoro en sus inmortales obras, con el elemento oriental, cuya influencia se advierte ya en los grandes escritores religiosos de la época visigoda, y en los trabajos de los árabes y de los hebreos, que reflejaron en la mayoría de sus libros las ideas de los griegos y de los neo-griegos de Asia y de Egipto; y con el elemento europeo que, especialmente desde la conquista de Toledo, tuvo no escasa intervención en nuestra vida nacional.

De modo más concreto, habría de examinar en esta parte la influencia ejercida por la Escuela filosófico-astronómica que existió en Toledo durante el siglo xi, y en la cual trabajaron el arcediano de Segovia Domingo Gundisalvo, el judío converso Juan el Hispalense, Roberto de Rélines, Gerardo de Cremona, Hermann el Dálmat, Daniel de Morlay y varios hebreos y árabes; Escuela representada por las obras de Ali ben Jalaf y las de aquel Ar-Zarquiél, del que dijo Aben Ezra que fué el primero y más grande de los astrónomos árabes, comparable por su práctica y su exactitud en las observaciones directas con los mayores de la antigüedad.

Habría de estudiar después la preparación científica de D. Alfonso, es decir, su educación en la corte de San Fernando, en la cual inicióse la influencia de la ciencia política oriental; influencia que creció y se desarrolló con la traducción, realizada bajo los auspicios del Infante D. Alfonso, de obras como el libro aráb llamado de *Calila é Dimna*, el *Libro de Banium* y *Porúlad de poridades*.

Redando D. Alfonso, no sólo de trovadores, como Giraldo de Barneil, Guillermo Ademar y otros, sino de jurisconsultos, como el maestro Jácome Ruiz, llamado *el de las Leyes*, el maestro Fernando Martínez y el maestro Roldán; de hombres llenos de erudición, como el franciscano Juan Gil de Zamora, el canónigo toledano Jofse de

Lonisa; Juan, abad de Santander, canceller que fué de San Fernando; D. Gonzalo García Gudiel, primero arcediano y por último Arzobispo de Toledo; el célebre Juan de Dios; el Alcalde mayor de Toledo, D. Gonzalo Ibáñez; los que desempeñaron igual cargo en Sevilla, Rodrigo Esteban, Gonzalo Vicente, Fernando Matheos y Rui Fernández de Safagún; y en fin, de aquellos árabes y judíos que en Toledo resucitaron los esplendores de las Escuelas cordobesas; de aquel célebre rabino Jehuda ben Mosca, quien en unión de Isaac Ibn Sid (Rabí Zag) rectificó después, por encargo de Alfonso X, los cálculos que había hecho Ar-Zarquiél, formando en pocos meses todos los cómputos con arreglo al meridiano de Toledo y á la era que denominaron *Alfonsí*; de aquel Jehuda ben Mosseh Ibn Cohen, y aquel clérigo Juan Daspe, que tradujeron del árabe y del caldeo el *Libro de la Ochava Sphera e de sus XLVIII figuras*, del árabe Al-Sufí; de maese Fernández de Toledo, que tradujo el *Libro de la Alcafeha*, de Ar-Zarquiél, traducción que rectificaron por mandato del monarca D. Bernardo el *Arábigo* y el alhaquen D. Abraham; del Rabí Samuel Ha-Leví, que escribió el *Libro del Reloj de la candela*, y del insigne Jehudah ben Mosseh Ha-Cohen, que pasó del arábigo al romance el *Libro cumplido de los indicios de las estrellas* y el intitulado *de las tres Cruces*.... Rodeado de todos estos hombres, y contando, como indudablemente hubo de contar, con una biblioteca no muy numerosa, porque entonces no podía serlo, pero sí escogida, de obras latinas, griegas, caldeas, hebreas y árabes, de física, matemáticas, astronomía y filosofía, entre ellas las de Aristóteles, con los comentarios de Fray Alberto, las de Euclides, las de Ptolomeo, las de San Isidoro de Sevilla, etc., y todas las que escribieron ó tradujeron los que fueron sus colaboradores, es natural que D. Alfonso, dotado de clarísima inteligencia y de un gran amor al estudio, llegase á poseer una erudición verdaderamente extraordinaria.

Por esto, ya Pedro Nunes, en el capítulo de la declina-

ción del sol de su obra *Rerum astronomicarum problemata communia*, pudo decir que D. Alfonso no sólo conoció las obras de Albatenio, sino otros muchos libros árabes, caldeos y griegos, y por eso también ha podido afirmar un escritor de nuestros días, refiriéndose al hijo de San Fernando, que «no hubo ciencia ni arte bella que no cultivase, ó cuyo estudio no alentara y favoreciese».

Desarrolladas estas indicaciones, y puestos así de manifiesto, no sólo la preparación científica de D. Alfonso, sino los elementos que hubo de utilizar para llevar á cabo su asombrosa labor astronómica, habría de proceder, si el tiempo me lo consintiese, á exponer el contenido de las obras del sabio Monarca, lo cual estimo tanto más necesario cuanto que hay motivos sobrados para creer que, aun entre los hombres de cultura, son pocos los que han estudiado directa y detenidamente tan interesantes trabajos, por lo cual son también muy pocos los que están verdaderamente capacitados para apreciar científicamente su importancia. Lo usual y corriente es referirse á las noticias y á los juicios, ni muy exactas aquéllas, ni muy imparciales éstos, de escritores extranjeros, interesados en rebajar el mérito de D. Alfonso X.

Por esto, yo haría una síntesis razonada de las obras que componen lo que debe llamarse *Los libros del saber de Astrología*, procurando dar una idea, así del prólogo, en el que se declara el objeto y finalidad de esos trabajos, como de las 16 partes de que se componen, y en las cuales trata de las 48 figuras de la 8.^a esfera, examinando las estrellas y constelaciones boreales, zodiacales y meridionales; del número de unas y otras, señalando las que no nombró Ptolomeo, y las estrellas fijas rectificadas en Toledo hacia el año 1260; de la construcción y manejo de la esfera redonda; de cómo se deben hacer las armellas del ataqyr en la alcoba, esto es, los anillos en el instrumento en que se halla representada la bóveda celeste dividida en doce partes iguales por medio de meridianos; de los astrolabios redondo y llano, para observar las alturas,

lugares y movimientos de los astros; de la lámina universal, es decir, de la reproducción plana de la esfera; de la azafema, lámina que hizo Ar-Zarquiél; de las láminas de los siete planetas; del cuadrante; del reloj de sol, llamado de la piedra de la sombra; de los relojes de agua, de mercurio y de la cascada; de cómo se había de construir el palacio de las horas, con doce ventanas dispuestas de tal manera que á cada hora entrase el sol por una de dichas ventanas, y de las armellas, ó sea la esfera de los anillos vacíos, algo semejante á la moderna esfera armilar, etc.

Hecho esto, y consagrada la atención que merecen á las *Tablas alfonsinas*, habría de comparar éstas con los trabajos de la misma índole que, en número de 32—según los datos recogidos por Moritz Steinschneider—, escribieron hebreos como Savasorda, Avenare, Joseph Ibn Wakkar, Al-Carsi, Alchadib, Jehuda Ibn Verga y otros, hasta llegar, á últimos del siglo xv, al famoso Abraham Zacuto, que tanto contribuyó al desarrollo de la ciencia náutica portuguesa.

Con esto habría entrado ya en la última parte de mi trabajo, esto es, en el estudio de lo que significa y representa en la historia de la ciencia astronómica la labor realizada por el sabio Monarca.

Y al llegar á esta parte no podría menos de formular una pregunta: ¿fué D. Alfonso X un mero compilador afortunado, como se cree que lo fué Ptolomeo, ó su obra tiene un positivo valor científico? Y al contestarla, habría de decir que, aunque sólo hubiese sido lo primero, aunque únicamente le fuese deudora la astronomía de haber impedido, incorporándolos á su magna obra, que se perdiesen, como se han perdido tantos otros, los principales trabajos en que hubo de encerrarse el saber acumulado por los orientales, merecería por ello la gratitud de todos, porque habría prestado un inmenso servicio á la cultura. Los *Libros del Saber de Astrología* son, como escribió Martínez Marina en los comienzos del siglo xix, un «compendio

claro y metódico de la historia del cielo, de geografía astronómica, colección completa de los más preciosos instrumentos y biblioteca de los tesoros de toda la sabiduría oriental en estos ramos».

Si como se imprimieron repetidas veces, aunque con muchos errores, las Tablas astronómicas, y por ello sirvieron de texto en nuestras Universidades hasta el siglo XVI, y continuaron empleándose en la navegación aun después de haber publicado Copérnico las suyas; si como se imprimieron las Tablas alfonsíes, repito, se hubiesen impreso los *Libros del Saber de Astrología*, se habría podido hacer completa justicia á la labor de D. Alfonso el Sabio, y no hubiesen pasado como importantes novedades, en pleno siglo XIX, ciertos asertos sobre la importancia que tiene para el astrónomo el conocer á fondo la teoría y construcción de los aparatos, porque eso ya lo habían dicho y practicado el Monarca castellano, nada menos que seis siglos antes.

Así y todo, D. Alfonso ha sido considerado como el padre de la Astronomía en Europa, y sus obras astronómicas son estimadas hoy como la base y el fundamento de todos los progresos posteriores realizados por dicha ciencia, mereciendo grandes elogios de las Academias y centros culturales del extranjero.

Si me lo permitiera el tiempo de que puedo disponer esta noche, me detendría á evidenciar la realidad de ese aserto, recordando una famosa frase atribuida á D. Alfonso, de la cual la imaginación popular hizo una leyenda impía, y demostrando que en el fondo de aquélla lo que latía no era un sentimiento irreligioso, incomprensible en el autor de las *Cantigas de Santa María*, ni un vano alarde de soberbia; era que el sabio Monarca, al estudiar, allá en el retiro del Observatorio astronómico que había hecho construir cabe las poéticas orillas del Tago los misterios del mundo sideral, había sentido surgir en su cerebro la duda acerca de la verdad del sistema astronómico de Ptolomeo, porque no se podía ocultar á la inmensa

cultura científica y á la profunda observación del monarca castellano que el Universo, tal como se explicaba con arreglo á aquel sistema, resultaba imperfecto.

Había una evidente oposición entre las conclusiones deducidas de las experiencias científicas y las doctrinas mantenidas por la escuela aristotélica: los movimientos del sol, la luna y los planetas, no resultaban claramente explicables, y como frente á las doctrinas de Ptolomeo se levantaban las enseñanzas de Platón, de Pitágoras y de Filolao, en cuyo fondo se hallaba el principio del movimiento circular, la probabilidad del movimiento terrestre, la sospecha de que la tierra no estaba en el centro del mundo y la intuición de que existían leyes generales, sublimes é inmutables, que regían los fenómenos del Universo, era lógico que un hombre como Alfonso el Sabio preguntase á los cielos, en una interrogación sublime, dónde estaba la verdad que anhelaba poseer su inteligencia.

Y esa duda no se desvanece, no se extingue con la vida material de D. Alfonso, sino que, perdurando en el pensamiento español, toma luego realidad en escritores como el médico Francisco Villalobos, en navegantes como Andrés de San Martín, en catedráticos como Alonso Pérez, en astrónomos como Juan Molina de la Fuente y Jerónimo Muñoz, deduciendo este último de sus observaciones que eran falsos el sistema aristotélico y la teoría de los cometas.

¿Y quién sabe.... quién sabe si ahondando en el estudio de las obras de nuestros filósofos y de nuestros astrónomos, no hallaríamos preciosos antecedentes científicos del sistema heliocéntrico de Copérnico, derivados de aquella duda surgida en la poderosa inteligencia de Don Alfonso!

Señores: Yo habría querido desarrollar debidamente estas indicaciones, porque sólo así me hubiese sido dado poner de relieve la importancia científica de la labor as-

trónomica de D. Alfonso X y honrar su memoria como merece serlo; pero como el tiempo que se me hubo de conceder ha expirado ya, y como no tengo derecho á abusar de vuestra ilustrada atención, voy á terminar agregando muy pocas palabras.

El siglo xiii es para nosotros el siglo del famoso Arzobispo D. Rodrigo, fundador de la Historia de España; es el siglo en el cual nuestras Universidades, creadas en la anterior centuria, alcanzaron un gran desarrollo; el siglo en el que la labor cartográfica de la escuela catalana-mallorquina revela cómo la isla de Mallorca había llegado á ser, según ha escrito Humboldt, el foco de los conocimientos científicos en el difícil arte de la navegación, y prepara la famosa expedición de Jaime Ferrer á la costa occidental de Africa; el siglo en el que la corriente neoplatónica y la corriente aristotélica se encuentran frente á frente en el estudio de las luchas escolásticas, en las que tanta influencia ejerció Dominicus Gundisalvi, autor del famoso *Liber de unitate*, y el más lógico y radical de todos los panteístas de la Edad Media; en fin, el siglo de aquel Raimundo Lulio, cuya inteligencia extraordinaria y cuya asombrosa instrucción le conquistaron en vida el título de *Doctor iluminado*, y cuyas obras son aún objeto de estudio y comentario entre los hombres cultos.

Pero aunque fuese posible borrar todo esto, y sólo nos quedasen de aquella centuria el nombre y la labor de Don Alfonso X, bastaría esto para que debiese ser considerado el siglo xiii como un siglo de excepcional importancia en la historia de la cultura española; porque la acción fecundísima del sabio Monarca contribuyó poderosamente á que, atravesando los Pirineos toda la ciencia oriental, recogida por nuestros pensadores musulmanes y hebreos y asimilada ya desde la anterior centuria por los Estados cristianos de la Península, España fuese el cerebro de Europa, según ha dicho un docto académico de nuestros días: como lo había sido cuando se difundieron por el Continente las fecundas enseñanzas de San Isidoro de Se-

villa, y como hubo de serlo, tres siglos después, cuando las luminarias materiales, encendidas en la tierra para festejar las victorias de nuestros famosos tercios, iluminaban mucho menos que las espirituales luminarias encendidas por el genio de nuestros pensadores y de nuestros artistas en los cielos de la gloria.

España fué en el siglo xiii el cerebro de Europa, repito, y como lo fué gracias, principalmente, á la labor realizada por D. Alfonso X, la Real Sociedad Geográfica se honra rindiendo el tributo debido á la gloriosa memoria del sabio Monarca.

HE DICHO.

Abhandlungen
zur Geschichte der Naturwissenschaften
und der Medizin.

Schriftleiter: Prof. Dr. Oskar Schulz, Erlangen.
Heft VIII.

Das kugelförmige Astrolab
nach den Mitteilungen von Alfons X.
von Kastilien und den vorhandenen
arabischen Quellen

von

Dr. Hugo Seemann

unter Mitwirkung von

Dr. Th. Mittelberger.



Erlangen
Kommissionsverlag von Max Mencke.
1925.

Meinen lieben Eltern

gewidmet.

Vorwort.

Die Anregung zu der folgenden Arbeit verdanke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Dr. E. Wiedemann in Erlangen. Er hat die Arbeit von den Anfängen bis zur endgültigen Fertigstellung durch Rat und Tat mit seltener Hingabe gefördert und mir ferner die einschlägigen arabischen Übersetzungen in liebenswürdiger Weise überlassen. Für die viele Zeit und Mühe, die er mir gewidmet hat, spreche ich ihm meinen verbindlichsten Dank aus.

Herr Dr. Th. Mittelberger, Assistent am physikalischen Institut der Universität Erlangen, hat bei der endgültigen Ansarbeitung und Erweiterung in wertvoller Weise mitgewirkt. Er hat mich insbesondere bei der Klarlegung der Methoden zur Lösung astronomischer und astrologischer Probleme mittels des Kugelastrorab unterstüttzt; er hat ferner die im Nachtrag wiedergegebenen Rekonstruktionen ausgeführt. Ich spreche ihm an dieser Stelle für seine wertvolle Mitarbeit meinen verbindlichsten Dank aus.

Wenn hinsichtlich der Ausgestaltung des Ganzen vielleicht mancher Wunsch unerfüllt blieb, so darf der Hinweis auf die misslichen Zeitverhältnisse, die den Verfasser zu äußerster Sparsamkeit bewogen, als Entschuldigung gelten.

Würzburg, im Mai 1925.

Hugo Seemann.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1
a) Prinzip und allgemeine Beschreibung des Instrumentes	2
b) Geschichte und Entstehung des Kugelastronauts	3
Beschreibender Teil:	
I. Das kugelförmige Astrolab nach den „Libros del Saber de Astronomia“ von König Alfons X. von Kastilien	7
II. Das kugelförmige Astrolab nach <i>al Faql ben Hätim al Nairizi</i>	32
III. Das kugelförmige Astrolab nach <i>al Birünî</i> und <i>Gabir ben Sinân</i> u. a.	40
IV. Das kugelförmige Astrolab nach <i>al Marrâkuschî</i>	44
V. Das kugelförmige Astrolab nach <i>Qusfâ ben Lûqâ</i>	46
Schlussbetrachtungen und Ergebnis	50
Anhang: Über den Stand der technischen Kenntnisse zur Zeit von König Alfons X.	51
Anmerkungen und Ergänzungen	58
Nachtrag	67

Verzeichnis

der zitierten Werke und Abhandlungen nebst den für sie benutzten Abkürzungen, die in ()
beigefügt sind.

1. Alfons X. von Kastilien, *Libros del saber de astronomia*. Ed. Mun. Rico y Sinobas, 1803/67 (Libros).
2. A. Wegener, in Ann. 9 zitiert.
3. Cl. Ptolemäus, *Megale Syntaxis* ed. J. L. Heiberg. Übersetzt von C. Manitius 1912 (Almagest).
4. E. Wiedemann, Beitr. z. Gesch. d. Naturwissenschaften, Sitzungsber. d. phys.-med. Soz. in Erlangen (E. W., Beitr. bezw. Beitr.).
5. H. Suter, Die Mathematiker und Astronomen der Araber (Abh. z. Gesch. d. math. Wissensch. X. und Nachtr. XIV) (Suter).
6. Theodosii Tripolitae *Sphaericorum Libri tres*. 1. Buch („Sphaerica“).
7. Zeitschrift der Deutsch-Morgenländischen Gesellschaft (Z. D. M. G.).

Druckfehler-Berichtigung.

- S. 32, statt Restborn — Besthorn. .
S. 41, Fig. 10 b statt A — t.
-

Einleitung.

Unter den mannigfachen, sinnreichen Instrumenten, die im Altertum und Mittelalter zu Winkelmessungen am Himmel, vor allem aber zur mechanischen Lösung astronomischer Aufgaben dienten, hat das ebene Astrolab oder Planisphärium¹⁾ eine ganz besondere Rolle gespielt. Es ist schon dadurch weiteren Kreisen bekannt geworden, dass es in zahlreichen Stücken aus der muslimischen und christlichen Zeit erhalten ist und eine Reihe von Schriften darüber aus der damaligen Zeit vorhanden sind. Die ihm besonders eigentümlichen Teile sind: in einem geeigneten Gehäuse festliegende Scheiben, auf die die Projektion des Horizontsystems von einem Weltpol aus für je eine bestimmte geographische Breite eingezeichnet ist, und eine über erstere hin drehbare, durchbrochene Scheibe, „Spinne“ genannt, mit der Projektion der Ekliptik und wichtiger Fixsterne. So war es möglich, zu einer bestimmten Zeit den Himmel mit Ekliptik und Fixsternen in die gerade vorhandene Lage zum Horizontsystem zu bringen und eine Reihe von astronomischen Aufgaben zu lösen.

Ausser diesem ebenen Astrolab existiert aber auch ein kugelförmiges, das genau dieselben Kreise wie das ebene enthält und deshalb auch dieselbe Verwendung fand. Während aber das ebene Astrolab neben manchen anderen astronomischen Instrumenten (Himmelskugeln, Armillen etc.) schon in der Antike, wenn auch in einfacherer Form, verwendet wurde, ist das Kugelaströlab nach dem Stand unseres Wissens als ein Erzeugnis arabischen Schaffens anzusehen (näheres hierüber s. S. 5). Allerdings sind die von den Arabern uns erhaltenen Nachrichten über dieses Instrument nur sehr spärlich und knapp im Vergleich zu der Fülle von noch vorhandenen Beschreibungen anderer astronomischer Instrumente. Es ist daher sehr wichtig, dass uns in den „Libros del Saber de Astronomia“ von König Alfons X. von Kastilien eine ausführliche und vortreffliche Beschreibung eines Kugelaströlabs erhalten ist, dessen Verfertiger ohne Zweifel Anregungen von den Arabern erhalten hat. Die spärlichen Nachrichten machen es begreiflich, dass das Kugelaströlab in Geschichtswerken und Abhandlungen über antike und mittelalterliche astronomische Instrumente fast unbekannt ist. Hinweise oder nur ganz kurze Andeutungen konnte ich ausser in den Spezialstudien über Alfons von A. Wegener nur finden bei R. Wolf: „Geschichte der Astronomie“ S. 207 und bei J. Frank: „Zur Geschichte des Astrolabs“. Ausserdem hat L. Am. Sédillot eine Beschreibung des Kugelaströlabs nach einer Handschrift des Arabers *al Marrākuschī* gegeben (s. S. 6). Doch hat *al Marrākuschī* aller Wahrscheinlichkeit nach seine Angaben anderen Werken entnommen.

a) Prinzip und allgemeine Beschreibung des Instrumentes.

Die anschaulichste Vorrichtung, mittels deren man die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes gegenüber dem irdischen Horizontkoordinatensystem der Höhenparallelen und Azimutalkreise darstellen und zahlenmässig festlegen kann, besteht darin, dass man über einer feststehenden Kugel, auf der das Horizontkoordinatensystem und eventuell noch andere Liniensysteme eingetragen sind, eine die Himmelskugel darstellende, passend ausgeschnittene halbe Hohlkugel sich drehen lässt, auf der eine Anzahl der bekannteren Sterne sowie der Tierkreis eingetragen sind.

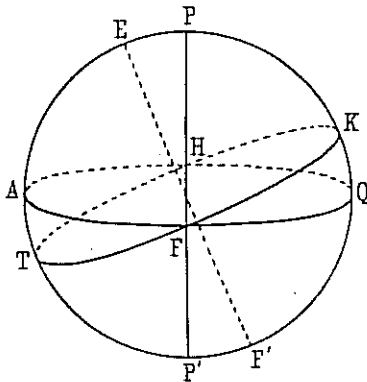


Fig. 1

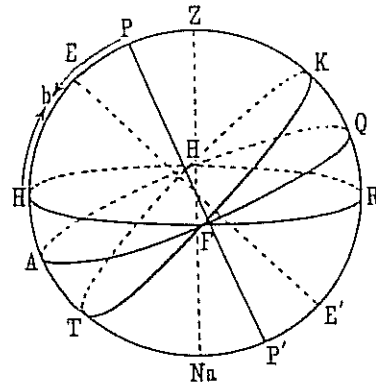


Fig. 2

Ohne zunächst auf Einzelheiten einzugehen, haben wir uns auf Grund der vorhandenen Quellen eine derartige Vorrichtung in ihrer einfachsten Form folgendermassen vorzustellen. Auf einer feststehenden Kugel ist der Horizont als Grosskreis eingezeichnet; seine Pole sind Zenit Z und Nadir Na . Er teilt die Kugel in zwei Hälften. Auf der einen oberen Halbkugel ist das System der zum Horizont parallelen Höhenparallelkreise und der zum Horizont senkrechten Azimutalkreise (oder Vertikalkreise) sowie der Meridiankreis eingetragen; auf der anderen Halbkugel ein System von sog. Stundenlinien, die zur Bestimmung der Zeit dienen. Fig. 4 stellt die Kugel des Alfonsinischen Kugelastrolabs dar, auf der die erwähnten Kreise eingezeichnet sind; die wagrechte Linie OW ist der Horizont, die senkrechte Linie ZNa der Meridian.

Von der beweglichen Himmelskugel ist aus Gründen der besseren Uebersichtlichkeit der Vorrichtung in der Regel nur eine Hälfte als dünne, halbe Hohlkugel (halbkugelige Schale) ausgeführt, welche die Spinne genannt wird. — In Fig. 1 ist die Himmelskugel besonders gezeichnet; sie wird durch den Grosskreis des Aequators AQ , dessen Pole P und P' die die Weltpole (P Weltnordpol, P' Weltsüdpol) sind, in zwei Hälften geteilt: in die obere nördliche und in die untere südliche Himmelskugel. Ferner trennt die gegen die Ebene des Aequators um $23\frac{1}{2}$ Grad geneigte Ekliptik auf der Himmelskugel die Sterne mit positiver astronomischer Breite von denen mit negativer Breite. Als Spinne, die, wie oben erwähnt, in der Regel eine halbkugelige Schale ist, wird entweder die Hälfte der Himmelskugel mit positiven astronomischen Breiten (in der Figur die Fläche $TAEPK$) oder diejenige mit negativen astronomischen Breiten (in der Figur die Fläche $TP'EQK$) gewählt, wobei dann stets die Ekliptik dem Randkreis der halbkugeligen Schale entspricht. Im ersten Falle enthält die Spinne den Weltnordpol P , den Ekliptiknordpol E und die Hälfte des Aequators AFH (F Frühlingspunkt, H Herbstpunkt), im zweiten Fall den Weltsüdpol P' , den Ekliptiksüdpol E' , und die Hälfte des Aequators QFH . Die Spinne enthält also stets nur die eine Hälfte des Aequators. Auf der Spinne ist ferner das Ekliptikkoordinatensystem der astronomischen Längen- und Breitenkreise eingezeichnet, die zur Festlegung der Oerter der Sterne dienen, von denen eine Anzahl auf der Spinne angebracht sind.

Um eine Vorrichtung zu erhalten, mit der man die nötigen Veranschaulichungen und Messungen vornehmen kann, werden Spinne und Kugel folgendermassen vereinigt. (Dies ist schematisch in Fig. 2 für die geographische Breite b veranschaulicht.) Die Spinne wird mit

ihrer inneren, konkaven Fläche über die Kugel gestülpt, sie bedeckt deren Oberfläche zur Hälfte. Ein Stab, der die Weltachse $P\ P'$ darstellt, wird durch den zu diesem Zweck durchbohrten Pol des Äquators P oder P' auf der Spinne und durch zwei am Meridiankreis der Kugel diametral angebrachte Löcher G und G' (entsprechend der gegebenen geographischen Breite) gesteckt, so dass entweder G und P oder G und P' zur Deckung kommen²⁾. Man kann eine ganze Reihe derartiger Löcherpaare auf der Kugel anbringen und dadurch die Vorrichtung für verschiedene geographische Breiten verwendbar machen.

Um die Achse $P\ P'$ lässt sich die Spinne über der Kugel drehen³⁾. Wir haben hiermit eine Vorrichtung, die in einfachster Weise den täglichen (scheinbaren) Lauf der Tierkreiszeichen und der auf der Spinne verzeichneten Sterne veranschaulicht und eine grosse Anzahl damit zusammenhängender astronomischer Aufgaben zu lösen gestattet, das sphärische oder kugelförmige Astrolab. Seine wesentlichen Bestandteile sind die feststehende Kugel und die darüber drehbare Spinne, die durchbrochen sein muss, damit die Kreise auf der Kugel, über denen sie sich dreht, sichtbar sind⁴⁾. Je nachdem nun die Spinne Sterne mit positiver bzw. negativer astronomischer Breite besitzt, sprechen wir von einem nördlichen bzw. südlichen Kugelaströlab⁵⁾. (Es decken sich dabei in Fig. 2 P und G , bzw. P' und G). Ersteres eignet sich vorzugsweise für Beobachter mit nördlicher geographischer Breite, letzteres für solche mit südlicher geographischer Breite. Davon, dass man an der Spinne des nördlichen Kugelaströlabs durch Anbringen passender Verbindungsbogen auch Sterne mit negativer Breite und umgekehrt an der Spinne des südlichen Kugelaströlabs Sterne mit positiver Breite anbringen könnte, ist nirgends etwas erwähnt.

Wir haben hiermit das Prinzip des Kugelaströlabs erläutert, indem wir von seiner Grundform ausgingen. Diejenigen Kugelaströlabien, von denen wir Originalbeschreibungen besitzen und von denen im beschreibenden Teil die Rede sein wird, sind zum Teil mit einer Reihe sinnreicher Einrichtungen versehen, die die Verwendungsmöglichkeit der Instrumente zu den verschiedensten Zwecken bedeutend erhöhen. Mit den Kugelaströlabien sind in der Regel wie beim ebenen Astrolab Höhenmessvorrichtungen verbunden, die verschiedene Formen aufweisen.

Das Kugelaströlab besitzt im allgemeinen keine feste Aufstellung. Wie aus den Beschreibungen hervorgeht, wurde es in mässigen Dimensionen und möglichst leicht gebaut, da es ein tragbares Instrument sein sollte, das vor allem auch zu astrologischen Zwecken benützt wurde.

b) Geschichte und Entstehung des Kugelaströlabs.

Ueber das Alter und die Entstehung des kugelförmigen Astrolabs fehlt uns jede sichere Nachricht. Während aus dem Altertum Quellen über das Instrument selbst überhaupt nicht vorhanden sind, tritt dort merkwürdigerweise bereits dessen Namen auf. Die Alten bezeichneten nämlich häufig die von Hipparch konstruierte und von Ptolemäus beschriebene Armillarsphäre (s. Almagest 5. Buch, 1. Kap.) als Astrolab, wie es Ptolemäus selbst tut (s. R. Wolf: „Gesch. der Astronomie“ S. 160). Um nun Verwechslungen mit dem im Altertum bekannten ebenen Astrolab oder Planisphärium zu vermeiden, wurde häufig für die Armillarsphäre der Name „sphärisches Astrolab“ gewählt, wie P. Tannery in seinem Werk: „Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne“, S. 50, Anm. 6 angibt. So kommt es auch wohl, dass in dem bekannten *Fihrist* des Arabers *Ja'qub al Nadim* (übersetzt von H. Suter in: „Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften“ 6, 19, 1892) Ptolemäus irrigerweise als erster Verfertiger eines sphärischen Astrolabs genannt wird, wobei es sich aber wohl nur um jene oben erwähnte, in seinem Almagest beschriebene Armillarsphäre handeln kann.

Da damals das eben erwähnte Instrument den Namen sphärisches Astrolab führte, scheint die Annahme berechtigt, dass ein Kugelaströlab in

unserem Sinn im Allertum noch nicht existierte. Wohl wurden Kugeln, z. B. Himmelsgloben usw., zu Demonstrationszwecken sowie zur Lösung einfacher Aufgaben verfertigt (vgl. hierzu auch E. W. Beiträge LVII, S. 29). Jedoch kugelförmige Astrolabien, die auf Grund des im vorhergehenden Abschnitt entwickelten Prinzips konstruiert waren, scheinen noch nicht bekannt gewesen zu sein. Alfons X. von Kastilien berichtet zwar in dem Vorwort zu den Astrolabbüchern, dass Hipparch in Alexandrien schon sphärische Astrolabien benutzte und dass Ptolemäus diese wegen ihrer Unhandlichkeit in ebene Astrolabien verwandelte; er bringt aber für diese Behauptung keine Nachweise, wie er es sonst in seinen „Libros“ tut. Alfons hat offenbar die für die Ptolemäische Armillarsphäre eingeführte Bezeichnung „Kugelaströlab“ aus der damaligen Literatur übernommen, wie es auch der oben erwähnte *al Nadim* tat. In den zahlreichen uns erhaltenen Werken des Ptolemäus findet sich auch nirgends ein in unserem Sinn als Kugelaströlab zu bezeichnendes Instrument erwähnt.

Zweifellos ist jedoch das Prinzip des Kugelaströlabs schon so alt wie die Kenntnis der sphärischen Beziehungen zwischen Himmelskugel und Erdkugel und deren gegenseitiger Bewegung und es bildet daher die Grundlage für die Konstruktion der meisten astronomischen Instrumente jener Zeiten. Dass man, wie wir annehmen müssen, erst sehr spät dazu überging, ein Instrument zu bauen, das diese Verhältnisse in naturgetreuer Weise darstellte, liegt wohl nicht zuletzt an den technischen Schwierigkeiten seiner Herstellung und ferner daran, dass man durch die Entdeckung der stereographischen Projektion ein Mittel hatte, die Linien auf der Kugel auf die Ebene zu übertragen und ein auf dieser Projektion beruhendes Instrument, das ebene Astrolab, zu bauen, das dieselben Dienste wie das kugelförmige Astrolab leistete und einfacher herzustellen war.

In diesem Zusammenhang sind die folgenden Vermutungen von P. Tannery bemerkenswert. In seinem oben zitierten Werk S. 53 bis 55 stellt Tannery im Anschluss an die Beschreibung der schon seit dem 7. Jahrhundert v. Chr. bekannten halbkugelförmigen Sonnenuhr (vgl. hierzu auch F. Nolte: „Die Armillarsphäre“ S. 9), welche Eudoxus *arache* nennt (es ist die „Skaphe“), Betrachtungen an über die Erweiterungen dieser Sonnenuhren zu handlichen Instrumenten, die direkt auf das Problem des Kugelaströlabs führen, ohne dass indessen Tannery den Namen des Instrumentes erwähnt. Er führt u. a. aus: „Nachdem das Prinzip gefunden war, konnte man den Apparat umändern und bequemer gestalten. So konnte man eine vollständige Kugel benutzen, welche die Sternbilder trug, indem man sie im Innern einer halbkugelförmigen Spinne, die den Horizont und Stundenlinien trug, bewegen liess; man konnte auch die Kugel unbeweglich lassen und die Spinne sich um sie drehen lassen“. Tannery fügt dann noch hinzu, „dass es nicht darauf ankomme, auf unsichere Angaben hin derartige Instrumente zu rekonstruieren, sondern zu zeigen, wie einfach das Prinzip des ebenen Astrolabs sei, wenn man es auf sphärische Oberflächen angewandt auffasst“. (Tannery stellt diese Betrachtungen im Zusammenhang mit der Entstehung des ebenen Astrolabs an.)

Wir können den Ausführungen Tannerys entnehmen, dass man wohl durch die Benutzung dieser Sonnenuhren die sphärischen Verhältnisse am Himmel kennen lernte, womit das Prinzip, wie er sagt, gewonnen war und dass man dann durch sinngemässe Umgestaltung und Erweiterung dieser Sonnenuhren ein handliches und anschauliches Instrument erhalten kann. Ob dieser

eigentlich sehr naheliegende Schritt im Altertum getan wurde, müssen wir mangels jeglicher darauf bezüglichen Quellen bezweifeln.

Beschreibungen von Kugelastrorlabien besitzen wir erst aus der Zeit der Araber. Das älteste uns bekannte Kugelastrorlab ist das nach Mitteilung von *al Birûnî* durch *Gâbir ben Sinân al Harrânî* verfertigte. Dieser *Gâbir* stammte aus *Harrân*⁵⁾. Die Harrânier spielten als Vermittler der griechischen Wissenschaften an die Araber eine wichtige Rolle. Sie hatten auch als Verfertiger von astronomischen Instrumenten einen bedeutenden Ruf; ihre Erzeugnisse auf diesem Gebiet galten in der ganzen orientalischen Welt als die weitaus besten. (Ein Verzeichnis der bekanntesten Harrânischen Verfertiger von Instrumenten findet sich in dem oben schon erwähnten *Fihrist* in der Suterschen Übersetzung, S. 41 und 42). Einer von ihnen war jener *Gâbir*⁶⁾. Das von ihm konstruierte Kugelastrorlab, auf welches wir später ausführlicher zurückkommen werden, hatte nun eine Besonderheit. Es stellt ein Mittelding zwischen der Armillarsphäre und dem eigentlichen Kugelastrorlab dar. An Stelle der Spinne sind nämlich drei Ringe an ihm angebracht, die in geeigneter Weise mit der Kugel durch eine Achse verbunden sind, die in der oben auseinander-gesetzten Weise an zwei diametral gegenüberliegenden Löchern in die Kugel gesteckt wird. Sprechen wir dem *Gâbir* die Originalität in der Konstruktion des Instrumentes zu, so dürfen wir annehmen, dass er hierbei von dem Gedanken ausging, an Stelle der Armillarsphäre ein körperliches Instrument zu schaffen, das die sphärischen Verhältnisse besser veranschaulicht⁷⁾. — Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, dass es sich bei diesem *Gâbir*schen Kugelastrorlab nicht um eine Verbindung von Himmelsglobus und Armillarsphäre handelt, die auch mitunter vorkam, denn seine Kugel hat genau dasselbe Aussehen wie bei den übrigen eigentlichen Kugelastrorlabien. Eine solche Verbindung von Himmelsglobus und Armillarsphäre konstruierte *al Battânî*⁸⁾, der wahrscheinlich der Sohn *Gâbir*s war und wie sein Vater auch auf dem Gebiet der Instrumentenherstellung Bedeutendes leistete. Dieses Instrument ist beschrieben in dem Werk von C. A. Nallino: „*Al Battânî sive Albatenii opus Astronomicum*“, Kap. 57 mit Anm. von G. V. Schiaparelli, Bd. 1, S. 319.

Der nächste Schritt, um zum eigentlichen Kugelastrorlab zu gelangen, war der, das Ringsystem durch eine über der Kugel drehbare Spinne zu ersetzen. Wer ihn ausführte, ist uns nicht bekannt; möglicherweise war es auch ein Harrânier. Von dieser Zeit an finden wir das Kugelastrorlab in der arabischen Literatur einigemal erwähnt neben den anderen astronomischen Instrumenten.

Die Kugelastrorlabien wurden im Laufe der folgenden Jahrhunderte zu immer vollkommeneren und leistungsfähigeren Instrumenten verbessert. Ihren Höhepunkt und Abschluss erreicht diese Entwicklung in dem „*Astrolabio redondo*“, das in den schon erwähnten „*Libros del Saber de Astronomia*“ des Königs Alfons X. von Kastilien beschrieben wird. Wenn, wie es manche Autoren, z. B. A. Wegener⁹⁾ tun, den in den *Libros* beschriebenen astronomischen Instrumenten jegliche Originalität des Verfassers abgesprochen wird, und deren Beschreibungen als zum Teil umgearbeitete Uebersetzungen aus arabischen Quellen hingestellt werden, so trifft diese Behauptung wohl keinesfalls bei dem Alfonsinischen Kugelastrorlab zu, wie auch R. Wolf in seiner „*Gesch. der Astronomie*“ S. 207 bestätigt, wo er sagt: „Originell ist dagegen, das, wie es scheint, durch den Mechaniker *Abuach Arzaquiel*¹⁰⁾ von Toledo ausgedachte „*Astrolabio redondo*“. Dieses Instrument übertrifft, besonders

was Ausführung und Reichhaltigkeit der auf ihm vorhandenen und zu den verschiedensten Zwecken verwendbaren Einrichtungen anlangt, alle, auch die gleichzeitigen Kugelaströlabien der Araber bei weitem und ist in den „Libros“ trefflich beschrieben. Wir wollen es daher bei der im nächsten Abschnitt folgenden Beschreibung der verschiedenen Formen des Kugelaströlabs an die Spitze stellen.

Es folgen nun die im Original vorhandenen Quellenschriften nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Abfassung mit Angabe der Verfasser. Diese Reihenfolge konnte jedoch im beschreibenden Teil, wo diese Originalschriften zur Besprechung kommen werden, aus nachher auseinanderzusetzenden Gründen nicht beibehalten werden.

Die Quellenschriften sind:

1. *Qusṭā ben Lūqā al Bā'albekī* († etwa um 912, s. H. Suter, Math. Nr. 77): „Ueber den Gebrauch des sphärischen Astrolabs“. Benutzt wurde die Handschrift Leiden Nr. 1053. Es ist allerdings fraglich, ob diese Schrift auch wirklich von *Qusṭā* herrührt.

2. *Abū'l 'Abbās al Faḡl ben Ḥatīm al Nairīzī* († etwa 922, s. H. Suter, Math. Nr. 88): „Ueber den Gebrauch des sphärischen Astrolabs“. Benutzt wurde die im Escorial (956,6) befindliche Handschrift.

3. *Abū'l Rihān al Birūnī* (973—1048, s. H. Suter, Math. Nr. 218): „*Kitāb al Isti'āb*“ usw. (Das Werk über die gründliche Behandlung der Astrolabformen.) Benutzt wurde die Handschrift Leiden 1066. In dem Abschnitt des Werkes, der über das kugelförmige Astrolab handelt, beschreibt *al Birūnī*, wie oben schon bemerkt (s. S. 5), auch das Kugelaströlab von *Gābir ben Sinān*. — Stücke aus dem Werk sind von E. Wiedemann und J. Frank vielfach veröffentlicht worden.

4. *Al Ḥasan ben 'Alī 'Omar al Marrākuschī* († etwa 1262, s. H. Suter, Math. Nr. 363): „Das Compendium der Anfänge (Prinzipien) und der Enden (Resultate)“. L. Am. Sédillot hat aus diesem Buch den Abschnitt über das Kugelaströlab übersetzt in seinem Werk: „*Mémoires sur les instruments astronomiques des Arabes*“. (*Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie Royale des Inscriptions et Belles Lettres* [1] Bd. 1. Paris 1844.)

5. Das schon wiederholt erwähnte Werk von König Alfons X. von Kastilien: „*Libros del Saber de Astronomia*“, herausgegeben von Rico y Sinobas.

Von diesen Beschreibungen des Kugelaströlabs werden wir zuerst die Alfonsinische besprechen; dabei lernen wir das Instrument in seiner grössten Vervollkommenheit und vor allem seine praktische Verwendungsmöglichkeit kennen. Hieran schliesst sich eine vergleichende Besprechung der übrigen Formen des Kugelaströlabs an Hand der arabischen Quellen an; zunächst die bei *al Nairīzī* und *al Birūnī* beschriebenen Formen, wobei besonders auch auf das Kugelaströlab von *Gābir* eingegangen wird. Danach folgt eine Besprechung der Besonderheiten des bei *al Marrākuschī* beschriebenen Kugelaströlabs und ganz zum Schluss wird auf die Schrift von *Qusṭā ben Lūqā* eingegangen. Letztere enthält nur einige, zum Teil schwer verständliche Aufgaben über die Anwendung eines in gewisser Hinsicht noch ziemlich primitiven Kugelaströlabs. Deshalb wurde die Schrift an letzter Stelle besprochen.

Beschreibender Teil.

1. Das kugelförmige Astrolab nach den „Libros del Saber de Astronomia“ von König Alfons X. von Kastilien.

Das Buch über das kugelförmige Astrolab befindet sich im 2. Band der Ricoschen Ausgabe der Libros anschliessend an das Buch über die Armillarsphäre. Es zerfällt in zwei Teile, von denen der erste die Konstruktion, der zweite die Anwendung des Instrumentes behandelt. In dem von ihm selbst geschriebenen Vorwort zum ersten Teil erwähnt Alfons, dass er, da er kein Buch gefunden habe, das über die Herstellung des Kugelastronauts handelte, den bekannten *Isaak Ibn Sid* beauftragt habe, ein solches zu verfassen, das jedem Leser zur Herstellung und Anwendung des Instrumentes genüge.

Erster Teil.

Beschreibung des Instrumentes.

Das kugelförmige Astrolab wird in 27 Kapiteln beschrieben. Dem Text sind zahlreiche, in grossem Masstab gehaltene und vielfach verzierte Figuren beigegeben. Dafür, dass Alfons wie bei seinen anderen Schriften so auch hier arabische Quellen benutzt hat, spricht die stets sich wiederholende, echt arabische Wendung am Anfang der einzelnen Kapitel: „Wenn du dies wissen willst“ u. s. w.

Die Beschreibung schildert in der den Alfonsinischen Büchern eigenen Ausführlichkeit den Aufbau des Instrumentes von dem zur Verarbeitung empfohlenen Rohmaterial bis zum letzten Kreisbogen. Die rein technischen Fragen, von denen in den ersten 8 Kapiteln die Rede ist, werden von mir im Zusammenhang mit dem Stand der Technik zu jener Zeit gesondert behandelt werden. Wir weichen ferner bei der Besprechung der einzelnen Teile des Astrolabs von der Reihenfolge der Beschreibung im spanischen Text ab, wenn dadurch das Verständnis erleichtert wird.

A. Beschreibung der Astrolabkugel.

Die Astrolabkugel ist aus zwei Hohlhalbkugeln zusammengesetzt; sie soll leicht sein, damit man das Instrument, das keine feste Aufstellung besitzt, bei Beobachtungen in der Hand halten kann. Die sogenannten „Pole“ (polos¹¹⁾), die aber nicht den Polen des Horizontsystems auf der Astrolabkugel, nämlich Zenit und Nadir entsprechen, findet man geometrisch nach Theodosius¹²⁾

folgendermassen: Der eine Pol wird beliebig angenommen. Man beschreibt um ihn auf der Kugel mit beliebiger Oeffnung eines sog. Rundzirkels (s. S. 54) einen Kreis, halbiert ihn, und legt über den Pol und die Halbierungspunkte, die man vorher durch Zeichen festgelegt hat, einen dünnen Kreisring aus Kupfer, Messing oder Eisen, der senkrecht auf der Kugeloberfläche steht und dessen eine ebene Fläche poliert ist; sein innerer Durchmesser ist nur sehr wenig grösser als der Kugeldurchmesser, sodass er genau auf die Kugel passt. Längs der polierten Fläche des Rings zieht man auf der Kugel einen Kreis, und zwar ist dies ersichtlich ein Grosskreis¹²⁾. Diesen Kreis halbiert man vom einen Pol aus; der entstehende Halbierungspunkt ist der gesuchte zweite Pol.

Auf die Kugel werden nun folgende 3 Grosskreise eingezeichnet, nämlich der Meridian, der erste Azimutalkreis und der Horizont. Dazu dient wie bei der Bestimmung der „Pole“

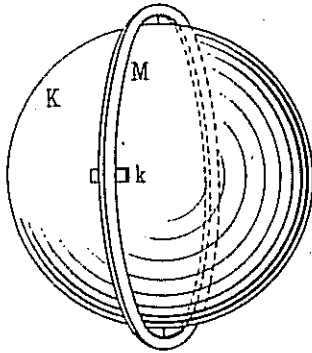


Fig. 3

ein dünner Metallring, der in 360 Grad geteilt ist. Ich nenne ihn „Masskreis“ M. Er wird an den den Teilpunkten 0 und 180 entsprechenden Stellen seines inneren Begrenzungskreises derart auf den „Polen“ der Kugel befestigt, dass sich letztere um den durch die „Pole“ gehenden Kugeldurchmesser unter dem Masskreise fort-drehen kann. Um den Meridian zu zeichnen, verbindet man Kugel und Masskreis durch eine Art Keil k (span. cuño), sodass sich letztere und der Masskreis nicht gegeneinander verrücken können (s. Fig. 3). Längs der polierten Fläche des Masskreises wird dann mit einer Stahlspitze der Grosskreis des Meridians auf der Kugel eingeritzt. Hierauf bringt man die Stahlspitze im Abstand 90 Grad von den „Polen“ entfernt an den Masskreis, hält sie dort mit der Hand auf der Kugel fest¹³⁾, nimmt die Verbindungsklammer, die vorher den Masskreis mit der Kugel verband, fort und lässt die Stahlspitze durch eine volle Umdrehung der Kugel um den durch die „Pole“ gehenden Durchmesser einen weiteren Grosskreis auf ihrer Oberfläche beschreiben. Es ist der erste Azimutalkreis (im Text Ost-West-Zenitkreis genannt), der durch die noch zu bestimmenden Punkte Zenit und Ost- und Westpunkt geht. Man trägt auf ihm von dem einen seiner Schnittpunkte mit dem Meridiankreis aus nach beiden Seiten mittels des Rundzirkels je einen Grosskreisquadranten ab und legt die entsprechenden Teilpunkte fest; damit ist der erste Azimutalkreis in 4 Quadranten geteilt. Dann legt man den Masskreis über die erwähnten Teilpunkte des ersten Azimutalkreises und ritzt mit dem Stahlstift, nachdem man vorher wie oben beim Einzeichnen des Meridians Kugel und Masskreis durch die Klammer gegeneinander festgestellt hat, längs der polierten Fläche des letzteren den Grosskreis des Horizontes auf der Kugel ein.

An den einen Schnittpunkt des Meridiankreises mit dem ersten Azimutalkreis schreibt man Zenit; sein Gegenpol, der Nadir, wird im Text nicht erwähnt. An die Schnittpunkte des ersten Azimutalkreises mit dem Horizontkreis schreibt man Ost- bzw. Westpunkt und an die Schnittpunkte des Horizontkreises mit dem Meridiankreis Nord- bzw. Südpunkt, und zwar in der Reihenfolge, bei der man, wenn man den Horizont im Uhrzeigersinn (entsprechend der täglichen Drehung des Himmels, die ja auch in dieser Richtung erfolgt) vom Zenit aus betrachtet durchläuft, vom Ostpunkt über Südpunkt, Westpunkt zum Nordpunkt gelangt.

Man erkennt ferner, dass die oben eingeführten „Pole“ dem Nord- und Südpunkt des Horizontes entsprechen (s. Fig. 3).

Den Bogen des ersten Azimutalkreises zwischen Zenit und Ostpunkt teilt man in 90 Grad und schreibt die bezüglichen Zahlen an die Teilpunkte; die Teilung beginnt am Horizont. Um den Zenit beschreibt man dann mit dem Rundzirkel die dem Horizont parallelen Höhenparallelekreise¹⁴⁾, die durch die Teilpunkte des erwähnten Quadranten gehen, und ritzt sie auf der Kugel ein; je nach der Grösse der Kugel werden sie für jeden Grad der Teilung des obigen Azimutalkreisquadranten oder je den zweiten, dritten, vierten oder fünften Grad eingezeichnet. (s. Fig. 4, wo sie von 10 zu 10 Grad eingezeichnet sind.) Der Horizont wird in 360 Grad geteilt; die Teilung beginnt hier am Ost- bzw. Westpunkt und wird jedesmal nach beiden Seiten bis zum Meridian hin fortgesetzt, sodass der Nord- bzw. Südpunkt des Horizontes des Teilpunkt 90 erhalten. Hierauf werden die Azimutalkreise auf der Kugel eingeritzt; sie sind halbe Grosskreise, die durch je 2 diametral auf der Kugel gegenüberliegende Teilpunkte der Horizontteilung gehen und die sich alle im Zenit schneiden, also senkrecht zum Horizont stehen. Der Meridian entspricht ersichtlich dem Azimutalkreis durch Nord- und Südpunkt des Horizontes. (s. Fig. 4.)

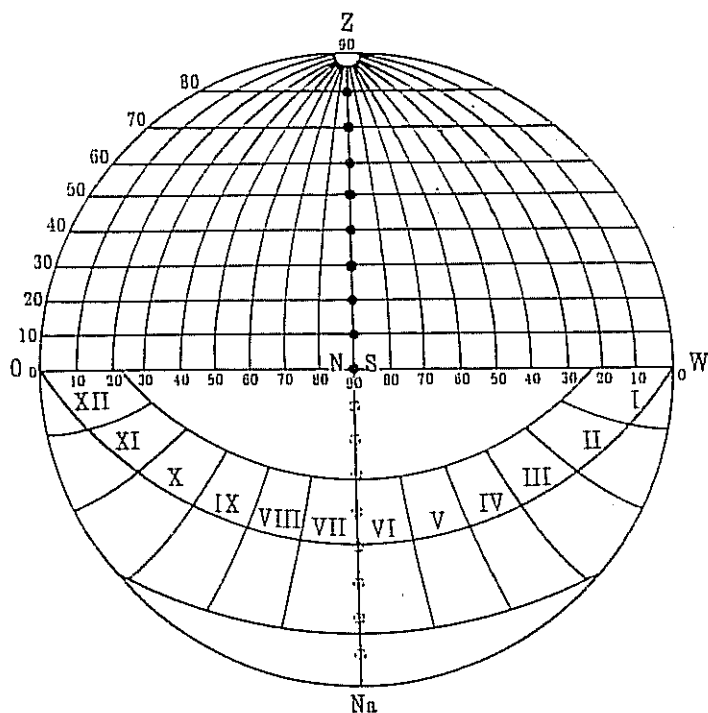


Fig. 4

stellt die Astrolabkugel dar. Die Abbildung ist der Alfonsinischen nachgezeichnet, jedoch sind die Stundenlinien, die bei Alfons falsch gezeichnet sind, berichtigt. Bemerkenswert ist, dass bei Alfons die Projektionen der Höhenparallelen äquidistant gezeichnet sind, was ja bei der Parallelprojektion, um die es sich hier handelt, nicht zutrifft. — Es bedeuten in der Fig.: Z Zenit, Na Nadir; (O) Ost-, W Westpunkt; N Nord-, S Südpunkt, die hier in einen Punkt zusammenfallen; wagrechte Linie OW den Horizont, senkrechte Linie Z Na den Meridian. Auf letzterer sind die den Breiten entspr. Löcher angedeutet; (die auf der unteren Hälfte punktiert vermerkten Ringe entsprechen den diametral gegenüberliegenden Löchern, die hier natürlich auf der nicht sichtbaren Seite der Kugel sich befinden.) Auf der oberen Kugelhälfte sieht man ferner noch die Höhenparallelen und Azimutalkreise. Auf der unteren Kugelhälfte sieht man die Wendekreisbogen und die Stundenlinien mit den Ordnungsnummern der temporalen Stunden in ihren Zwischenräumen, die gleichsam das Zifferblatt einer Uhr darstellen (s. w. u.).

Durch die Azimutalkreise werden die Höhenparallelen in derselben Weise wie der Horizont geteilt; andererseits erhalten die Azimutalkreise durch die Höhenparallelen die Teilung des oben besprochenen ersten Azimutalkreisquadranten.

Die Konstruktion der Kreise der temporalen Stunden kann erst nach der Beschreibung der Spinne besprochen werden.

Um die Kugel für verschiedene geographische Breiten verwenden zu können, werden in bestimmten Teilpunkten des Meridiankreisquadranten vom Nordpunkt des Horizontes bis zum Zenit und den ihnen auf der Kugel diametral gegenüberliegenden (am Meridian um 180 Grad entfernten) Punkten Löcher gebohrt. Das Loch am Meridianquadranten vom Nordpunkt des Horizontes bis zum Zenit entspricht dem Punkt G in Fig. 2, das am diametral gegenüberliegenden dem Punkt G' in Fig. 2^{1a}).

B. Beschreibung der Spinne und der Alhidade.

Die Spinne ist eine dünne halbkugelige Schale, deren (innerer) Durchmesser nur sehr wenig grösser als derjenige der Kugel ist. Sie wird innen und aussen sorgfältig geglättet und mit ihrer inneren, konkaven Seite auf die äussere konvexe Seite der Kugel gestülpt. Nach den Angaben des Textes soll die Spinne, wenn die Kugel aus Messing ist, ebenfalls aus Messing, wenn die Kugel aus Holz ist, aus Papier gefertigt werden.

Die Spinne des Kugelastronauts nach Alfons enthält die Ekliptik, den Aequator, ein Kalendarium, einen Höhenquadranten und eine Vorrichtung zum Messen des Schattens, welche die Form eines Quadranten besitzt, und eine Reihe von Fixsternen. Erwähnt sei schon hier, dass das Kalendarium und die Schattenmessvorrichtung dem Alfonsinischen Typus des Kugelastronauts eigentümlich sind; sie sind bei den anderen Typen des Instrumentes nicht erwähnt.

Nach den einleitenden Betrachtungen (s. S. 2) entspricht der Randkreis der Spinne der Ekliptik. Der Pol (oder der sphärische Mittelpunkt) des Randkreises, welcher von allen Punkten desselben den Winkelabstand 90 Grad besitzt, wird im Text „Pol der Spinne“ genannt. Wir wollen ihn aber wegen seiner soeben auseinandergesetzten Bedeutung „Ekliptikpol“ nennen¹⁷⁾.

Ehe wir uns zu den auf der Spinne verzeichneten Kreissystemen wenden, beschreiben wir zuerst die Alhidade, welche zur Teilung einiger Kreissysteme benötigt wird. Selbstverständlich kann die Alhidade erst dann auf der Spinne befestigt werden, wenn die weiter unten besprochenen Kreise auf der Spinne eingetragen sind. Es sei dies, um Missverständnisse zu vermeiden, besonders hervorgehoben.

Die Alhidade mit den Absehen.

Die Alhidade besteht aus einem dünnen, schmalen Messingstreifen von der Länge eines halben Grosskreises der Spinne, der halbkreisförmig gebogen ist, so-

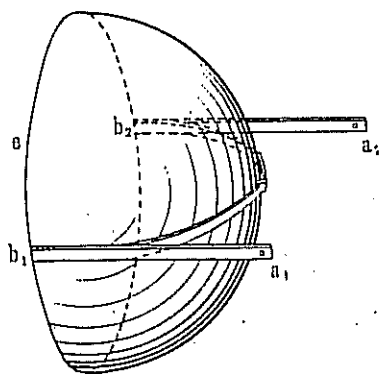


Fig. 5

man benutzt sie stets beim Ablesen und Eintragen von Teilungen auf der Spinne. (s. Fig. 5a).

dass er sich der Spinne genau anlegt. In die Mitte des Streifens ist ein Loch gebohrt. Die Alhidade wird im zugehörigen Ekliptikpol der Spinne, in den ebenfalls ein Loch gebohrt wird, mittels eines durch die Löcher in Ekliptikpol und der Alhidadenmitte gesteckten Stiftes befestigt, der auf der inneren konkaven Seite der Spinne plattgeschlagen wird. Die Alhidade lässt sich dann um den Ekliptikpol E über der Spinne drehen, ihre Enden gleiten dabei über dem Randkreise e (s. Fig. 5). Die Alhidade ist so zugeschnitten, dass die eine Kante der einen Hälfte und die andere Kante der anderen Hälfte (von ihrer Mitte M aus gerechnet) in ihren Verlängerungen durch M gehen, genau wie beim ebenen Astrolab (s. Fig. 5a); man vermeidet dadurch grössere Exzentrizitätsfehler beim Ablesen mittels der Enden der Alhidade. Die betreffenden Kanten wollen wir fortan der Einfachheit halber als die inneren Kanten i der Alhidade bezeichnen; (s. Fig. 5a).

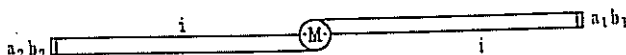


Fig. 5a

An die Enden der Alhidade sind tangential zur Kugel nach oben (d. h. nach der Seite, wo die Alhidade befestigt ist, nämlich nach dem Ekliptikpol zu) und parallel zueinander zwei

Metallstreifen a , b , und a , b , angelötet, die sog. Absehen (span. *axataba*, arab. *hahifa*), die beim ebenen Astrolab ebenso heißen. Sie sind etwas länger als der Radius der Spinne; an ihren oberen freien Enden sind sie durchbohrt. (s. Fig. 5). Aus den Angaben bei den Aufgaben ergibt sich, dass bei der Beobachtung der Sonne das Instrument so eingestellt wird, dass deren Strahlen beide Löcher durchsetzen, bei der Beobachtung eines Sterns, dass der Beobachter diesen durch beide Löcher erblickt. Davon, dass man gegebenenfalls zwischen die Absehen ein Rohr legt, wie man öfters in der Instrumentenbeschreibung jener Zeit findet, ist im Alfonsinischen Text nichts erwähnt¹⁸⁾.

Die auf der Spinne angebrachten Kreissysteme, Sterne und Messvorrichtungen.

Die Ekliptik: Dem Randkreis der äusseren Fläche der Spinne entspricht, wie bekannt, die Ekliptik. Parallel zu ihm zieht man um den Ekliptikpol in geringem Abstand voneinander drei Kreise, sodass vom Rand der Spinne aus drei schmale Streifen auf der äusseren Fläche der Spinne entstehen. Den äusseren Streifen teilt man in 360 Grad, wobei jeder Teilstrich eingetragen wird (vergl. hierzu und zu dem folgenden Fig. 6). Der mittlere Streifen wird in Abschnitte von je 5 Grad der äusseren Teilung eingeteilt; an die Teilstriche werden die zugehörigen Zahlen 5, 10 usw. bis 360 geschrieben. Dabei ist es gleichgültig, wo die Teilung beginnt. Den innersten Streifen teilt man in die Felder für die 12 Tierkreiszeichen und trägt deren Namen in sie ein, wobei man am Nullpunkt der mittleren Teilung im Sinne zunehmender Gradzahlen mit dem Widder beginnt bis zu den Fischen im 12. Feld. — Erwähnt sei noch, dass bei Alfons der Rand der Spinne nicht abgeschrägt ist, wie es z. B. bei *al Marrākushi* der Fall ist.

Auf dieselbe Weise wie die Höhenparallelen und Azimutalkreise des Horizontsystems konstruiert man auf der Spinne um den Ekliptikpol die der Ekliptik parallelen astronomischen Längskreise und die im Ekliptikpol sich schneidenden astronomischen Breitenkreise. Die astronomischen Breitenkreise werden nach den Ekliptikgraden, von denen sie ausgehen, benannt; so heisst z. B. der durch den Widderanfang gehende der Breitenkreis des Anfangs des Widders. Die astronomischen Längen- und Breitenkreise stellen das System der Ekliptikalkoordinaten für die auf der Spinne eingezeichneten Sterne dar. — Bemerkenswert ist, dass in der Alfonsinischen Beschreibung des Kugelastrolabs für die astronomischen Längen- und Breitenkreise die gleiche Bezeichnung wie für die Höhenparallelen und Azimutalkreise des Horizontsystems (nämlich *emplotizos* und *zontes*) gewählt ist, was leicht zu Verwechslungen führt.

Die Fixsterne: In dem so gewonnenen Ekliptikalkoordinatensystem trägt man dann eine Reihe von besonders hellen Fundamentalsternen ein, indem man den der gegebenen astronomischen Breite bzw. Länge entsprechenden astronomischen Breiten- bzw. Längskreis aufsucht und den Schnittpunkt der beiden Kreise durch ein Zeichen festlegt; dieses gibt den Ort des Sterns auf der Spinne an. Die Namen der auf der Spinne verzeichneten Fixsterne mit den zugehörigen astronomischen Koordinaten finden sich in einer dem einschlägigen Kapitel des Textes angefügten Tabelle¹⁹⁾, die auf Veranlassung von König Alfons durch Beobachtung in Toledo aufgestellt wurde. Hier folgen sie:

- Cabeça de la serpiente (Kopf der Schlange = α Serpentis).
- El ramec (der Lanzenträger = α Bootis = *al rāmah*).
- Alfaça (α corone, Gemma = *al fakka*).
- Borytre cayente (der fallende Adler = α Lyra, Wega).
- Arriñf (der hinter dem Reiter sitzt = α cygni).
- Cabeça dulgol (Kopf des Dämon; *ghūl* = Algol).
- Alayoe (die Ziege = α Aurigae = *al 'ajjāq*).
- Borytre volante (der fliegende Adler).
- Cabeça de mugier (Kopf der Frau = α Andromedae).
- Ala del cavallo (Flügel des Pferdes = α Tauri).
- La cabeça de la entrada de gemini (der Kopf des Eintritts der Zwillinge = Pollux).
- Ayarfa (β Leonis = *al šarfa* d. h. der Wechsel).
- Corayon del leon (das Herz des Löwen = α leonis).
- Aklebaran.

Der Aequator: Der eigenartigste Teil der Spinne des Alfonsinischen Kugelastrolabs ist der Aequator. Während er bei allen anderen Typen*) des Kugelastrolabs ein Grosskreis, und zwar ein halber Grosskreis ist, da ja die Spinne stets eine Halbkugel ist, wird er bei Alfons durch ein System von vollen Kleinkreisen dargestellt, die den Ekliptikpol der Spinne umschliessen. Es sei hier schon bemerkt, dass es beim Gebrauch des Kugelastrolabs unwesentlich ist, ob nun der Aequator ein Gross- oder ein Kleinkreis der Spinne ist, da er fast ausschliesslich zur Messung der Drehung der Spinne benutzt wird, wie sich bei der Besprechung der Anwendung des Instrumentes ergeben wird. Der Grund zur Einführung eines Kleinkreises als Aequator lag jedenfalls in den Raumverhältnissen der Spinne, auf der ja der Aequator nur als halber Grosskreis Platz finden würde, wie es bei den übrigen Formen des Astrolabs der Fall ist. Dadurch, dass man wie bei Alfons den Aequator als Kleinkreis wählt, hat man den Vorteil, ihn als Vollkreis auf die Spinne bringen zu können. Im Text ist der Grund, warum der Aequator ein Kleinkreis ist, nicht angegeben.

Der Pol des Aequator(systems) (Punkt P bzw. Pⁿ in Fig. 1) wird auf den astronomischen Breitenkreis, der durch den Anfang des Krebses geht, im Abstand gleich dem Winkelwert der Schiefe der Ekliptik²⁾ von deren Pol aus abgetragen und in ihn ein Loch gebohrt. Um ihn beschreibt man in geringen Abständen voneinander 3 Kleinkreise, die den Ekliptikpol umschliessen und nach dem Rand der Spinne zu einen Raum freilassen, in den nachher das Kalendarium und der Höhen- und Schattenquadrant eingezeichnet werden. Durch diese 3 Kreise werden zwei schmale Streifen abgegrenzt, in die man folgende Teilungen einträgt: Den äusseren Streifen teilt man in 360 Grad, den inneren in Abschnitte von je 15 Grad der äusseren Teilung und schreibt die Zahlen 5, 10, usw. an die Teilpunkte. Die Teilung beginnt am Breitenkreis durch den Anfang des Steinbocks.

Wie beim ebenen Astrolab ist auch beim kugelförmigen Astrolab nach Alfons durchweg das System der Deklinationskreise fortgelassen. — Erwähnt sei noch, dass die Lage der Kreise des Aequator(systems) wie auch der übrigen Kreise auf der Spinne so zu wählen ist, dass die Oerter der auf der Spinne verzeichneten Sterne nicht auf die Teilungen fallen. Eine diesbezgl. Bemerkung fehlt im Text. (s. Fig. 6.)

Das Kalendarium: Das Kalendarium wird in den Raum auf der Spinne, der zwischen dem Aequator und der Ekliptik liegt, eingezeichnet. Sein Pol (sphärischer Mittelpunkt) wird auf dem astronomischen Breitenkreis, der durch die Stelle des Äpogäums³⁾ geht, im Abstand gleich dem Winkelwert der Exzentrizität der Sonnenbahn vom Ekliptikpol aus abgetragen. Man kommt so zu einem Punkt, der nahe bei letzterem liegt. Um den Pol des Kalendariums beschreibt man in geringem Abstand von einander 4 Kleinkreise, die zwischen der Ekliptik und dem Aequator liegen und ebenso wie dieser den Ekliptikpol umschliessen; dabei bleibt zwischen Ekliptik und Kalendarium ein Raum für den Höhen- und Schattenquadranten frei. Durch die erwähnten 4 Kreise werden 3 schmale Streifen abgegrenzt. Auf den innersten (nach dem Pol des Kalendariums zu gelegenen) bringt man Abschnitte für die 12 römischen Monate an: Dazu legt man die Alhidade mit ihrer inneren Kante auf 19 Grad der Fische und zieht längs der inneren Kante der betr. Alhidadenhälfte eine Linie durch die 4 Kreise des Kalendariums. Dasselbe geschieht bei 19 Grad des Widlers. Dadurch hat man den Abschnitt für den Monat März abgeteilt und schreibt dessen Namen in den innersten Streifen. Im Tierkreis weiterschreitend, begrenzt man in gleicher Weise an den Abschnitt für den Monat März anstossend bei 18 Grad des Stiers den Abschnitt für den April, bei 18 Grad der Zwillinge den für den Mai, bei 17 Grad des Krebses den für den Juni, bei 16 Grad des Löwen den für den Juli, bei 16 Grad der Jungfrau den für den August, bei 16 Grad der Waage den für den September, bei 17 Grad des Skorpions den für den Oktober, bei 18 Grad des Schützen den für den November, bei 18 Grad des Steinbocks den für den Dezember, bei 21 Grad des Wassermanns den für den Januar; der letzte Abschnitt, der im innersten Streifen übrigbleibt, gehört dem Februar zu. Hierauf teilt man die Abschnitte der Monate in die ihnen entsprechende Anzahl ihrer Tage und trägt die bezüglichen Teilstücke im mittleren Streifen ein. Ausserdem teilt man die Abschnitte der Monate in Unterabschnitte von 5 zu 5 Tagen der Tagesteilung des mittleren Streifens ab. Bei den Monaten, die eine Division durch 5 nicht zulassen, verfährt man so, dass man z. B. beim Januar, der 31 Tage hat, 5 Unterabschnitte zu 5 und einen zu 6 Tagen abgrenzt und beim Februar, der 28 Tage hat, 5 Unterabschnitte zu 5 Tagen und einen zu 3 Tagen; die hierdurch gewonnene Teilung trägt man im äussersten Streifen ein. (s. Fig. 6.)

*) Mit der auf das Kugelastrolab von al Nairizi bezüglichen Einschränkung, bei dem dies nicht sicher feststeht.

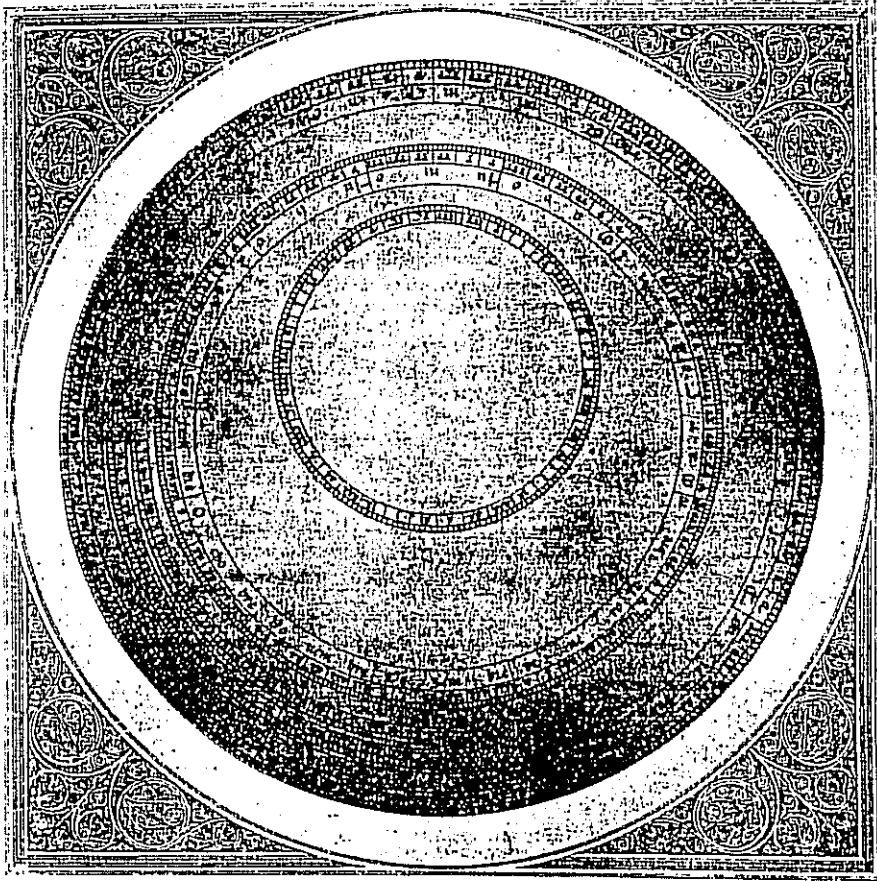


Fig. 6

stellt die Spinne in stereographischer Projektion (ohne Alhidada) von oben gesehen dar. Die Fig. ist eine photographische Aufnahme der Alfonsinischen Abbildung. Das äussere Kreissystem stellt die Ekliptik dar. Konzentrisch zu ihr liegen nach innen der Höhen- und Schattenquadrant. Dann folgt weiter nach innen das zur Ekliptik exzentrische System des Kalendariums als Kleinkreis und ganz innerhalb schliesslich das ebenfalls aus Kleinkreisen bestehende System des Aequators.

Der Höhen- und Schattenquadrant: In dem vom Breitenkreis durch den Anfang der Wage bis zum Breitenkreis durch das Ende des Schützen sich erstreckenden Raum zwischen Ekliptik und Kalendarium auf der Spinne konstruiert man den Höhen- und Schattenquadranten. Durch 6 konzentrisch um den Ekliptikpol in geringem Abstand voneinander gezogene Viertelkreisbogen grenzt man zweimal zwei schmale Quadrantenstreifen ab, von denen die beiden äusseren für den Höhenquadranten, die beiden inneren für den Schattenquadranten bestimmt sind. Von den beiden Streifen des Höhenquadranten teilt man den äusseren in 90 Grad, den inneren in Abschnitte von je 5 Grad mit angeschriebenen Zahlen 5, 10 bis 90 ab. (s. Fig. 6.)

In den Schattenquadranten trägt man für Winkel von 0—45 Grad die Schattenlängen des sog. umgekehrten Schattens, für Winkel von 45—90 Grad die Schattenlängen des sog. ausgebreiteten Schattens ein²²⁾, indem man die Alhidade auf die Winkelwerte des Höhenquadranten legt und die entsprechenden Schattenlängen an ihrer inneren Kante im Schattenquadrant einträgt. Man benutzt hierzu eine dem einschlägigen Kapitel des Textes beigegebene Schattentabelle²³⁾, worin für Winkel von 0—45 Grad die Schattenlängen des umgekehrten Schattens in Fingerlängen und deren Unterteilen, Minuten, angegeben sind. (Zu Grunde gelegt ist ein den Schatten werfender Stab von 12 aneinandergelegten Fingern). Da die Schattenlängen des umgekehrten Schattens gleich den Schattenlängen des ausgebreiteten Schattens für die Komplementwinkel der den ersteren entsprechenden Winkel sind, so kann man der Tabelle auch die Schattenlängen des ausgebreiteten Schattens für Winkel von 45—90 Grad entnehmen, indem man dort jeweils die Komplementwinkel einsetzt. Die Fingerlängen trägt man in das innere, die halben Fingerlängen (30 Minuten) in das äussere der für den Schattenquadranten bestimmten Quadrantenstreifen ein. (s. Fig. 6.)

Nachdem alle Kreise eingezeichnet sind, wird die Spinne so ausgeschnitten, dass nur noch die auf ihr eingezeichneten Kreise, die Sterne und Verbindungsstücke, die das Ganze zusammenhalten, übrigbleiben. Als ein solches Verbindungsstück dient z. B. der Bogen, der den Ekliptikpol, den Aequatorpol und den Anfang des Steinbocks verbindet. Die Löcher am Ekliptikpol und am Aequatorpol umgibt man mit kreisringförmigen Scheiben. Die Oerter der Sterne auf der Spinne sind die Spitzen kleiner Vorsprünge, die an den Kreisteilungen oder an den Verbindungsstücken angebracht sind. Die fertige Spinne erhält hiermit ähnlich wie die Spinne des ebenen Astrolabs ein netzartiges Aussehen, daher ihr Name; durch ihre Zwischenräume sind die Teilungen auf der Astrolabkugel, über welcher sie sich bewegt, sichtbar.

Die Weltachse: Als Weltachse dient ein dünner, runder Messingstab, der etwas länger als der Durchmesser der Kugel und so dick ist, dass er ohne zu wackeln in die Löcher am Meridiankreis der Kugel und am Pol des Aequators auf der Spinne passt. Diese Weltachse, wie wir sie abweichend vom Text, wo sie einfach der Stab heisst, nennen, verbindet Spinne und Kugel und dient als Drehachse des Astrolabs; sie entspricht der Achse des Weltalls, um die sich das Himmelsgewölbe über das Horizontsystem hindreht; eine Bewegung, die durch das Kugelastrolab naturgetreu dargestellt wird. Der Weltachse entspricht, wenn man will, beim ebenen Astrolab der im Mittelpunkt seiner Vorderseite befestigte Stift, um den sich die scheibenförmige Spinne dreht (vergl. hierzu J. Frank: „Das Astrolab nach al Chwārizmī“). Das eine Ende der Weltachse wird ähnlich dem Kopf eines Nagels verbreitert. Mit ihrem anderen Ende steckt man sie in das Loch am Aequatorpol der Spinne und dann durch irgend ein Löcherpaar im Meridiankreis der Kugel, und zwar so, dass sie bei dem Loch auf der geteilten Hälfte des Meridians (der Mittagslinie) ein- und am gegenüberliegenden aus der Kugel austritt. In das aus der Kugel herausragende Ende der Weltachse wird ein sog. „Vorreiber“ gesteckt, dem in der Fig. des Textes wie bei den ebenen Astrolabien die Form eines Pferdekopfes nebst Hals gegeben ist. Die mit ihrer konkaven Fläche über die Kugel gestülpte Spinne bedeckt diese jeweils zur Hälfte und ist durch das verbreiterte Ende der Weltachse, welches den Aequatorpol der Spinne bedeckt, auf der Kugel festgehalten. Damit ist das Instrument gebrauchsfertig. Um die Weltachse lässt sich die Spinne über die Kugel hindrehen. — Ausdrücklich sei zur Vermeidung von Irrtümern darauf hingewiesen, dass der Drehpunkt der Alhidade im Ekliptikpol der Spinne ist; dagegen geht die Drehaxe des Astrolabs, um die sich die Spinne über der Kugel dreht (die Weltaxe), durch den Aequatorpol. Kugel und Spinne einerseits und Alhidade andererseits drehen sich also um verschiedene Achsen.

In der besprochenen Verbindung von Spinne und Kugel kann man das Astrolab in den verschiedenen geographischen Breiten, für welche die Kugel mit Löchern versehen ist, zu verschiedenen Zwecken verwenden; man bringt die durch den Aequatorpol der Spinne gesteckte Weltaxe in die entsprechenden Löcherpaare auf der Kugel und verbindet sie mit letzterer durch den Vorreiber. Diese Art der Einrichtung des Instrumentes wird bei den

Anwendungen vorwiegend benutzt; nur bei einigen Aufgaben benötigt man andere Arten der Verbindung von Spinne und Kugel, auf die wir im Einzelfalle näher eingehen werden.

Die Stundenlinien und die Positionskreise. Wir haben noch die Konstruktion der Stundenlinien und der Positionskreise, der sog. Kreise des *atacir* zu behandeln, die im Text merkwürdigerweise schon vor Beschreibung der Spinne erwähnt werden. Diese Kreise müssen für jede geographische Breite besonders eingetragen werden, weshalb man sie auch nicht wie die unveränderlichen, seither besprochenen Kreise auf Spinne und Kugel mittels des Rundzirkels eintritz, sondern mit Tinte oder dergl. einzeichnet. Man kann sie dann jederzeit wieder entfernen, wenn man das Astrolab für eine andere Breite verwenden will.

Zunächst konstruiert man die Wendekreisbogen des Krebses, des Steinbocks und den Äquatorbogen auf der unter dem Horizont befindlichen Kugelhälfte. Man setzt das Astrolab, wie oben beschrieben, für die betr. Breite, für welche die Wendekreise auf der Kugel eingetragen werden sollen, zusammen. Dann befestigt man an der Ekliptik nacheinander am Anfang des Krebses, des Widders bezw. der Waage und des Steinbocks eine Schreibvorrichtung²¹⁾, die beim Drehen der Spinne einen Kreisbogen, den Nachbogen des betr. Gestirns unter dem Horizontkreis auf der nicht eingeteilten Hälfte der Kugel beschreibt. So entstehen drei Nachbogen, die dem Äquatorbogen und den beiden Wendekreisen angehören.

Um die Stundenlinien, die sog. Kreise der temporalen Stunden, einzuzichnen, teilt man jeden der drei Kreisbogen in 12 gleiche Teile und verbindet die entsprechenden Teilpunkte durch Kreisbogen; es sind angenähert die gesuchten Stundenlinien. Sie grenzen die Felder der temporalen Stunden ab, deren Ordnungszahlen in ihre Zwischenräume eingetragen werden. Dabei gehört das Feld, das an die den Westpunkt enthaltende Hälfte des Horizontes anstößt, der ersten temporalen Stunde, das an die andere Hälfte des Horizontes anstossende Feld der zwölften temporalen Stunde zu. Die Stundenlinien selbst zeigen den Schluss der vorhergehenden abgelaufenen temporalen Stunde und den Anfang der folgenden beginnenden temporalen Stunde an. (s. Fig. 4.)

Die Linien der äquatorialen Stunden sind beim Kugelaströlab nach Alfons nicht eingetragen. Die äquatorialen Stunden ergeben sich hier, wie wir später sehen werden, ohne weiteres durch Ablesen am Äquator. Auf der Kugel sind ferner verzeichnet die Positionskreise²²⁾. Es sind dies halbe Grosskreise, die durch gehen. Sie werden folgendermassen konstruiert: Man ergänzt den unter dem Horizont befindlichen Äquatorbogen zu einem Vollkreis. Seinen über dem Horizont auf der geteilten Hälfte der Kugel gelegenen Bogen teilt man in 6 gleiche Teile und legt durch jeden Teilpunkt halbe Grosskreise, die sich im Nord- und Südpunkt des Horizontes schneiden. Die bereits auf der Kugel eingezeichneten Grosskreise des Horizontes und des Meridians gehören ebenfalls zu den Positionskreisen, da sie sich wie diese im Nord- und Südpunkt des Horizontes schneiden.

Bei Alfons findet sich keine Unterscheidung zwischen nördlichem und südlichem Kugelaströlab; die vorliegende Beschreibung bezieht sich auf ein nördliches Astrolab, wie aus der Sterntabelle hervorgeht, die nur Sterne mit positiver astronomischer Breite enthält.

Um schliesslich das Astrolab bei Höhenmessungen geeignet aufzuhängen, ist am Rand der Spinne an der Stelle, die dem Teilpunkt 90° des Höhenquadranten entspricht, ein Ring R befestigt, an dem das Instrument frei hängend gehalten wird. Die Absehen, durch deren Löcher man visiert, liegen dabei horizontal. — Fig 7 stellt die Spinne von vorne gesehen, Fig. 5 von der Seite gesehen dar.

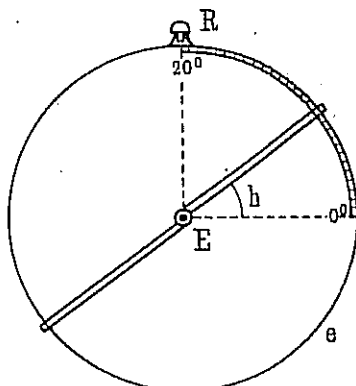


Fig. 7

Zweiter Teil:

Anwendung des Instrumentes.

Der zweite Teil des Buches über das Kugelastrolab behandelt in 135 Kapiteln die Anwendung des Instrumentes. Merkwürdigerweise erwähnt Alfons in dem kurzen Vorwort nicht, wie er sonst tut, den Namen des Verfassers der Aufgabensammlung. Dies lässt darauf schliessen, dass *Ibn Sid* auch die Aufgabensammlung, freilich unter teilweiser Benutzung arabischer Vorbilder, zusammengestellt hat.

In dem einleitenden Kapitel (1) werden nochmals die Kreise und Kreissysteme auf der Kugel und der Spinne aufgezählt und ihre Teilung und ihre Lage zu einander kurz erläutert. Ferner werden einige Begriffe und Bezeichnungen eingeführt, die bei den sich anschliessenden Aufgaben öfters gebraucht werden. Es sind die folgenden: Der Ost- bzw. Westhorizont ist diejenige Hälfte des Horizontkreises vom Meridiankreis aus, auf welcher der Ost- bzw. Westpunkt liegt. Dementsprechend teilt man auch die Höhenparallelen in östliche und westliche ein²⁰⁾. Die 4 Quadranten der Horizontteilung, von der die Azimutalkreise ausgehen, nennt man Ostnord-, Ostsüd-, Westsüd- und Westnordquadrant. Die Bezeichnung der Quadranten ist gerade umgekehrt wie bei uns. Dementsprechend werden auch die Azimutalkreise, die vom Horizont ausgehen, eingeteilt. Die geteilte Hälfte des Meridiankreises, die sich auf der über dem Horizont gelegenen Halbkugel befindet, heisst „Mittagslinie“, die andere Hälfte „Mitternachtslinie“. Der Pol des Aequators auf der Spinne wird ebenfalls, wie wir es auch heute tun, Welpol genannt.

An dieser Stelle sei eine Bemerkung über die Verwendung der Koordinatensysteme eingefügt. Auf der über dem Horizont befindlichen Kugelhälfte ist das Horizontkoordinatensystem der Höhenparallelen und Azimutalkreise eingezeichnet, welches den täglichen Lauf des Tierkreises und der auf der Spinne verzeichneten Sterne nach Höhe und Azimut zu messen gestattet. Auf der Spinne befindet sich das Ekliptikalkoordinatensystem, welches die Sternörter nach Länge und Breite festlegt. Ein drittes Koordinatensystem, das des Aequators, dient zur Messung, von Deklination und Rektaszension. An unserem Astrolab wird es dargestellt durch den Aequatorkreis auf der Spinne und durch den Meridiankreis auf der Kugel als Deklinationskreis²¹⁾. Letzterer bleibt fest, während sich der Aequator bei der Drehung der Spinne über ihn bewegt. Zu dem Aequatorsystem kann man auch, wenn man will, die Wendekreise und die Linien der temporalen Stunden rechnen.

An das einleitende Kapitel reihen sich 134 Aufgaben (im Text Kapitel 2 bis 135) an, die mit Hilfe des kugelförmigen Astrolabs gelöst werden. Die Aufgaben sind nicht sachlich geordnet; vorherrschend ist die Neigung, mit den einfachsten Aufgaben zu beginnen und der Reihe nach zu den verwickelteren Aufgaben aufzusteigen. Manche Aufgaben wiederholen sich mit nur kleinen Abweichungen und Umkehrungen. Wir wollen die Aufgaben nach einheitlichen Gesichtspunkten etwa in folgende Gruppen einordnen, wobei freilich bei einzelnen zweifelhaft ist, wohin sie zu rechnen sind.

A) Messende Beobachtungen am Himmel: 2—4, 6, 12, 16, 108, 109, 111, 112, 115.

B) Graphische Lösung sphärischer Aufgaben:

- a) Allgemeine Aufgaben: 58, 61—66, 79, 90, 91, 102—104, 110, 114.
- b) Koordinatenaufgaben: 5, 7, 10, 14, 24, 72, 73, 75, 76, 84, 86, 87, 92, 94.
- C) Zeitaufgaben: 8, 9, 11, 13, 15, 17—19, 20—23, 25, 26—56, 71, 74, 75, 77, 78, 85, 88, 93, 95—101, 105—107, 113.
- D) Geographische Aufgaben: 67—70, 80—83, 89.
- E) Astrologische Aufgaben: 59, 60, 116.
- F) Schattenaufgaben: 117—122.
- G) Vermessungsaufgaben: 123—133.

Die Aufgaben 57, 134, 135, die sich in keine Gruppe einordnen lassen, sind zuletzt besprochen.

Diese Aufgaben sind im folgenden in großen Zügen und unter sachlicher Zusammenfassung der denselben Gegenstand behandelnden besprochen. Die entsprechenden Kapitelnummern sind am Schlusse der einzelnen Absätze angegeben. Die Lösungen und die Ueberschriften zu den Aufgaben sind oft unklar angegeben. Ergänzungen, die zur Erleichterung des Verständnisses beitragen sollen, sind durch Klammern oder als eigene Absätze durch die Angabe — Bemerkung — kenntlich gemacht.

A. Messende Beobachtungen am Himmel.

In diesem Abschnitt sollen einige grundlegende Aufgaben besprochen werden, in deren Ueberschriften im Text ausdrücklich vermerkt ist, dass sie mit Hilfe der Beobachtung zu lösen sind. Diese Unterscheidung ist allerdings etwas willkürlich, denn auch bei vielen später zu besprechenden Aufgaben, die rein mechanisch gelöst werden, ist man letzten Endes auf vorhergehende Messungen am Himmel angewiesen. Die besondere Art jener Aufgaben im Vergleich zu den im gegenwärtigen Abschnitt besprochenen rechtfertigt indessen diese Unterscheidung, wie wir später sehen werden.

1. Von grundlegender Bedeutung für die Lösung der allermeisten astronomischen Aufgaben ist die Bestimmung des stets als Sonnengrad bezeichneten Ortes der Sonne im Tierkreis an einem bestimmten Tag des Jahres²³⁾. Man legt dazu die Alhidade mit ihrer inneren Kante auf den betreffenden Tag im Kalendarium der Spinne; die Stelle des Tierkreises, auf die das Ende der entsprechenden Alhidadenhälfte fällt, ist der Sonnengrad. Ebenso bestimmt man umgekehrt bei gegebenem Sonnengrad den zugehörigen Jahrestag. — Bei der messenden Festlegung der Sonne während ihres täglichen Laufes in bezug auf eines der Koordinatensysteme am Astrolab legt man stets den Sonnengrad zugrunde (2).

Bemerkung: Die innere Kante der Alhidade entspricht dem Breitenkreis, der durch den Sonnengrad geht, auf dem das betreffende Ende der Alhidade jeweils liegt. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die Alhidade im Ekliptikpol der Spinne befestigt ist.

2. Zur Bestimmung der Höhe der Sonne und der Sterne hält man das Astrolab mit der linken Hand an dem am Rand der Spinne angebrachten Ring R. (s. Fig. 7). Dann visiert man durch die Absehen das Gestirn an, wobei man mit der rechten Hand die Alhidade in entsprechender Weise dreht, und zwar bei der Sonne, bis ihre Strahlen durch die Löcher beider Absehen gehen, und bei den Sternen, bis der vom Auge des Beobachters durch die Löcher der Absehen gehende Sehstrahl den Stern trifft, (d. h. also, bis der Stern in der Blickrichtung sichtbar wird). Die Alhidade gibt dann die gefundene Höhe im Höhenquadranten. (Bruchteile von Graden wurden bei der Ablesung der Höhe am Höhenquadrant offenbar nicht berücksichtigt, wie überhaupt alle diese Messungen keinen Anspruch auf Genauigkeit machen konnten). Findet man durch zwei kurz aufeinanderfolgende Beobachtungen der Höhe der Sonne, dass die Höhe zugenommen hat, so ist es Vormittag; nahm die Höhe ab, so ist es Nachmittag (3) (4) (16).

3. Um das Astrolab auf die durch die Beobachtung gefundene Sonnen- oder Sternhöhe einzustellen, bringt man den Sonnengrad bzw. die Spitze des Sterns (sofern dieser auf der Spinne verzeichnet ist) auf die der gefundenen Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele (vergl. Anm. 20), je nachdem die Höhe vor oder nach der

Kulmination gemessen wurde. Sind die Höhenparallelen nicht von Grad zu Grad auf der Kugel eingetragen, und kommt hierbei der Sonnengrad bzw. die Spitze eines Sternes zwischen zwei Höhenparallelen zu liegen, so verfährt man folgendermaßen: Man bringt den Sonnengrad auf die in bezug auf die gegebene Höhe nächstniedere Höhenparallele, macht gleichzeitig am Äquator auf der Spinne in dessen einem Schnittpunkt mit dem Meridian der Kugel eine Marke; dann bringt man durch Drehen der Spinne den Sonnengrad auf die nächsthöhere Höhenparallele und liest am Äquator den Winkel ab, um den sich die Marke gedreht hat. Der durch diesen Winkel dargestellte Äquatorbogen entspricht der Differenz zwischen den beiden benachbarten Höhenparallelen. Dann bildet man das Verhältnis des Abstands der gegebenen Höhe und der nächstniederen Höhenparallelen zu dem Abstand der beiden benachbarten Höhenparallelen, zwischen denen die gegebene Höhe liegt. Dieses Verhältnis mit dem vorhin gefundenen Äquatorbogen multipliziert gibt denjenigen Äquatorbogen, welcher dem Abstand der nächstniederen Höhenparallelen von der gegebenen Höhe entspricht. Bringt man den Sonnengrad oder die Spitze des Sternes wieder auf die nächstniedere Höhenparallele und dreht die Spinne im Sinne zunehmender Höhe des Sonnengrades bzw. des Sternes, bis sich hierbei der Äquator um den vorher berechneten Bogen gedreht hat, so liegt der Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes auf der gegebenen Höhe am Astrolab (6). — Zum besseren Verständnis ist der betr. Aufgabe im Text ein Zahlenbeispiel angefügt.

4. Will man einen auf der Spinne verzeichneten Stern B am nächtlichen Himmel aufsuchen, wenn die Lage eines anderen ebenfalls auf der Spinne verzeichneten Sternes A am Himmel zu der betr. Zeit bekannt ist, so misst man die Höhe des letzteren und bringt die ihn auf der Spinne darstellende Spitze durch deren Drehung auf die entsprechende Höhenparallele; dann ist die Lage des Sternenhimmels am Beobachtungsort zu der betr. Zeit festgelegt. Man sieht zu, auf welche Stelle der Kugel die Spitze des Sternes B fällt und liest seine Horizontkoordinaten (Höhe und Azimut) ab. Die Höhe stellt man im Höhenquadranten mittels der Alhidade ein und visiert durch die Absehen in der durch das Azimut gegebenen Richtung nach dem Himmel. Derjenige Stern, der hierbei durch die Absehen sichtbar wird, ist der gesuchte Stern B. (12.)

5. Aus der Beobachtung der Kulminationshöhe der Sonne am Mittag lässt sich der Sonnengrad ermitteln. Man bringt den Quadranten des Tierkreises, den die Sonne in der betr. Jahreszeit durchläuft, über die Mittagslinie. Derjenige Grad, der auf die an der Mittagslinie durch eine Marke bezeichnete Kulminationshöhe fällt, ist der gesuchte Sonnengrad. (108.)

6. Befindet sich der Mond oder ein Planet im aufsteigenden oder absteigenden Knoten seiner Bahn, d. h. hat ein solches Gestirn zu der betreffenden Zeit keine astronomische Breite, so findet man den Ekliptikgrad, mit dem er in astronomischer Länge zusammenfällt, indem man die Kulminationshöhe des Wandelsternes misst und sie an der Mittagslinie durch eine Marke festlegt. Ueber letztere dreht man den Tierkreis hinweg; der Ekliptikgrad, der hierbei auf die Marke fällt, ist der gesuchte. (111.)

Bemerkung: Es gibt zwei solche Ekliptikgrade. Um zu entscheiden, welcher der passende ist, muss man wissen, in welchem Quadranten des Tierkreises der Mond bzw. der Planet steht. — Die Knotenpunkte des Mondes heissen bei Alfons Kopf und Schwanz des „Drachens“ (span. „dragon“), die Knotenpunkte der Planeten heissen Kopf und Schwanz ihrer „lauzalbaren“, arabisch „al Gauzahar“, welches Wort aus dem Persischen stammt und auch „Drache“ heisst (vergl. E. W., Beiträge XLVII, S. 224, 33). — Bei Alfons findet man häufig für dieselben Grössen oder Begriffe verschiedene Bezeichnungen, je nachdem sie sich auf den Mond bzw. die Sonne einerseits und die Planeten andererseits beziehen.

7. Den mit dem Mond oder einem Planeten oder einem nicht auf der Spinne verzeichneten Stern kulminierenden Grad des Tierkreises ermittelt man, indem man (zur Zeit der Kulmination des betr. Gestirnes) die Höhe eines anderen, auf der Spinne verzeichneten Sternes bestimmt und dessen Spitze auf die der gefundenen Höhe entsprechende östliche bzw. westliche Höhenparallele bringt. Der Ekliptikgrad, der gleichzeitig auf der Mittagslinie liegt, ist der gesuchte mitkulminierende Grad. (109.)

Bemerkung: Die Bestimmung der Kulminationshöhe des Gestirns, wie im Text angegeben ist, erübrigt sich offenbar. — Der mitkulminierende Grad des Tierkreises ist derjenige, der dieselbe Rektaszension wie der betr. Stern besitzt, denn beide liegen zu gleicher Zeit am Meridian, der ja Deklinationskreis ist.

8. Zur Bestimmung des mit dem Mond oder einem Planeten oder einem nicht auf der Spinne verzeichneten Stern aufgehenden Grades des Tierkreises, falls das betr. Gestirn (im Falle der Planeten) sich nicht im Knoten seiner Bahn befindet, stellt man ähnlich wie im vorhergehenden Abs. 7 durch Bestimmung der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten

Sternes das Astrolab auf den Sternenhimmel zur Zeit der Kulmination des Planeten etc. ein. Weiter bestimmt man die Kulminationshöhe des Mondes oder des Planeten und bezeichnet sie an der Mittagslinie der Kugel durch eine Marke a. Desgleichen bezeichnet man die Stelle der Spinne, die sich mit jener Marke deckt, ebenfalls durch eine Marke b. Füllt hingegen die Marke a an der Mittagslinie in einen Zwischenraum der Spinne, so befestigt man auf letzterer eine Marke b' aus Wachs, welche genau auf der Marke a an der Mittagslinie liegt. Die an der Spinne angebrachte Marke b bezw. b' gibt den Ort des Mondes oder des Planeten an. Dann löst man die Spinne und dreht sie, bis jene Marke auf den Osthorizont kommt. Der Ekliptikgrad, der dabei gleichzeitig auf dem Osthorizont liegt, ist der gesuchte mitaufgehende Grad. (112).

9. Die recht- oder rückläufige Bewegung eines Planeten erkennt man dadurch, dass man nach Abs. 7 seine Kulminationshöhe und den mitkulminierenden Grad des Tierkreises bestimmt und dies in der drittfolgenden Nacht wiederholt. Ergibt sich hierbei eine Verschiebung des mitkulminierenden Grades nach solchen Stellen des Tierkreises, die die Sonne in dem betr. Jahr bereits durchlaufen hat, so ist der Planet rückläufig. (In entsprechender Weise ergibt sich die rechtläufige Bewegung.) (115).

B. Graphische Lösung sphärischer Aufgaben.

a) Allgemeine Aufgaben.

1. Zur Bestimmung der Deklination eines Grades des Tierkreises oder eines auf der Spinne verzeichneten Sternes bringt man den betr. Grad bezw. die Spitze des Sternes durch Drehen der Spinne auf die Mittagslinie der Kugel und liest an deren Teilung die Kulminationshöhe ab; ebenso bestimmt man die Aequatorhöhe für die Breite des Beobachtungsortes, die gleich der Kulminationshöhe des Widders ist. Bei den Planeten und den nicht auf der Spinne verzeichneten Sternen erhält man die Kulminationshöhe durch Beobachtung. Für einen nördlichen Stern oder ein nördliches Tierkreiszeichen ist die Kulminationshöhe grösser als die Aequatorhöhe, für einen südlichen kleiner. Die Deklination der nördlichen Tierkreiszeichen und der nördlichen Sterne ergibt sich daher durch Subtraktion der Aequatorhöhe von der Kulminationshöhe des Gestirns, — die Deklination heisst in diesem Fall nach Alfons nördlich (heutzutage positiv) — die Deklination der südlichen Tierkreiszeichen und der südlichen Sterne ergibt sich durch Subtraktion ihrer Kulminationshöhe von der Aequatorhöhe — die Deklination heisst in diesem Fall bei Alfons südlich (heutzutage negativ). (58, 61, 102, 110.)

Bemerkung: Obige Bestimmung gilt nur für nördliche Breiten und, wenn der Stern auf der Südhälfte des Meridians kulminiert.

2. Um zu bestimmen, welche Grade des Tierkreises die gleiche gegebene Deklination besitzen, ermittelt man zunächst die Kulminationshöhe des Sonnengrads, dem diese Deklination zukommt, indem man letztere zur Aequatorhöhe am Beobachtungsort addiert, bezw. die gegebene Deklination von der Aequatorhöhe subtrahiert, je nachdem die Deklination positiv oder negativ ist. An dem Grad der Teilung der südlichen Hälfte der Mittagslinie, der der so erhaltenen Kulminationshöhe entspricht, macht man eine Marke und dreht darüber den Tierkreis. Derjenige Ekliptikgrad, der auf die Marke fällt, besitzt die gegebene Deklination. Der andere Ekliptikgrad, dem dieselbe Deklination zukommt, ist derjenige, der ebenso weit vom Anfang der Wage wie der erste vom Anfange des Widders (bezw. umgekehrt nach derselben Seite an der Ekliptik entweder nach dem Steinbock oder nach dem Krebs zu) entfernt ist. (92).

3. Die örtlichen und geraden Aszensionen²⁹⁾ speziell eines Tierkreiszeichens oder eines beliebigen Ekliptikbogens bestimmt man folgendermassen: Um die örtlichen Aszensionen zu ermitteln, legt man den einen Endpunkt des Ekliptikbogens, dessen örtliche Aszensionen zu bestimmen sind, auf den Osthorizont und macht gleichzeitig am Aequator in dem einen seiner beiden Schnittpunkte mit dem Meridian der Kugel eine Marke. Dann dreht man die Spinne, bis der andere Endpunkt des Ekliptikbogens auf den Osthorizont kommt, und liest am Aequator den Betrag ab, um den sich jene Marke von dem entsprechenden Schnittpunkt des Aequators mit dem Meridian, wo sie sich vor der Drehung befand, gedreht hat. Damit hat man die örtlichen Aszensionen. Nimmt man statt des Ost- den Westhorizont, so spricht man von westlichen statt von östlichen Ortsaszensionen. — Bei den geraden Aszensionen tritt an Stelle des Horizonts die Mittagslinie. Man bringt den einen Endpunkt des Ekliptikbogens auf die Mittagslinie, dreht die Spinne, bis der andere Endpunkt des Bogens auf die Mittagslinie kommt und findet auf dieselbe Weise wie bei den örtlichen die gesuchten geraden Aszensionen aus den Drehungswinkeln des Aequators.

Die Umkehrungen der beiden Aufgaben lauten, bei gegebenen Werten der örtlichen bzw. geraden Aszensionen den Ekliptikbogen zu bestimmen, der gleichzeitig vom Horizont bzw. der Mittagslinie sich erhebt, wenn sich der Äquator um einen den gegebenen Aszensionen entsprechenden Winkel dreht. (Aus den Ausführungen des Textes geht hervor, dass Alfons in dem Buch über das Kugelastron den gesuchten Bogen gewöhnlich vom Widderanfang aus rechnete, wie wir es auch heute bei der Rektaszension tun, die durch die geraden Aszensionen dargestellt wird.) Demzufolge kann man die Umkehrung auch so fassen: Den Ekliptikgrad vom Widderanfang aus zu bestimmen, der nach der den gegebenen Aszensionen entsprechenden Äquatordrehung auf dem Horizont bzw. auf der Mittagslinie liegt. — Bei gegebenen geraden Aszensionen legt man den Widderanfang auf die Mittagslinie, macht eine Marke am Äquator und dreht diese um den Betrag der gegebenen geraden Aszensionen und sieht nach, welcher Ekliptikgrad auf die Mittagslinie kommt; diesem kommt die gegebene gerade Aszension zu und der Tierkreisbogen vom Widderanfang aus, der sich gleichzeitig mit der Drehung des Äquators über die Mittagslinie bewegt hat, ist der zu den gegebenen geraden Aszensionen gehörige. — Bei gegebenen örtlichen Aszensionen legt man den Widderanfang auf den Horizont, dreht den Äquator um den Betrag der gegebenen örtlichen Aszensionen und sieht zu, welcher Ekliptikgrad auf dem Horizont liegt; er ist der Aszendent und der Ekliptikbogen von ihm bis zum Widder ist derjenige, der sich bei der Drehung des Äquators über dem Horizont erhoben hat.

Bei der Bestimmung der Aszensionen am Erdäquator (Breite Null) ist es einerlei, ob man die Äquatordrehung am Horizont oder an der Mittagslinie abliest. (Hier besteht auch kein Unterschied zwischen örtlichen und geraden Aszensionen, was Alfons jedoch nicht hervorhebt.) (63 bis 66.)

Zu den Aszensionen vergl. u. a. E. W., Beitr. IX, S. 192 und J. Frank: Das Astron nach al Chwārizmī S. 18.

4. Zur Bestimmung der Morgen- und Abendweite eines Gestirns bringt man die ihm entsprechende Stelle der Spinne auf den Ost- bzw. Westhorizont. Der am Horizont gemessene Winkelabstand vom Ost- bzw. Westpunkt aus gibt die gesuchte Morgen- bzw. Abendweite. Liegt das Azimut der Morgenweite nach Süden zu, so nennt man sie bei der Sonne entsprechend der Jahreszeit „winterlich-südlich“, liegt es nach Norden, „sommerlich-nördlich“. (79, 90, 114.)

5. Die Entfernung zweier Sterne am Horizont findet man, indem man die Spitzen der beiden Sterne nacheinander auf den Osthorizont bringt und dort jedesmal die Stelle bezeichnet, wo die Spitzen der Sterne liegen. Die am Horizont gemessene Differenz der beiden Zeichen gibt die gesuchte Entfernung. Ebenso bestimmt man die Entfernung zweier Sterne an der Mittagslinie. — Während die Entfernung an der Mittagslinie, die den Unterschied der Deklination der beiden Sterne darstellt, unveränderlich ist, wird die Entfernung am Horizont in jeder Breite eine andere. (91.)

6. Den mit einem auf der Spinne verzeichneten Stern kulminierenden Grad des Tierkreises (den Grad, in dem der Himmel halbiert wird) bestimmt man, indem man die Spitze des Sternes auf die Mittagslinie bringt; der Ekliptikgrad, der gleichzeitig auf der Mittagslinie liegt, ist der gesuchte. Den mit einem auf der Spinne verzeichneten Stern auf- bzw. untergehenden Grad des Tierkreises findet man, indem man die Spitze des Sternes auf den Ost- bzw. Westhorizont bringt und zusieht, welcher Grad des Tierkreises auf dem Ost- bzw. Westhorizont liegt. (103, 104.)

Bemerkung: Die Bestimmung des mit einem Planeten oder einem nicht auf der Spinne verzeichneten Stern kulminierenden, auf- bzw. untergehenden Grades des Tierkreises haben wir bereits in dem Abschnitt „Messende Beobachtungen am Himmel“ behandelt.

b) Koordinatenaufgaben.

In diesem Abschnitt sind solche Aufgaben zusammengefasst, bei denen die gegebenen und gesuchten Stücke verschiedenen Koordinatensystemen angehören. Diejenigen Aufgaben dieser Art, die unter ihren Bestimmungsstücken die Zeit enthalten, werden im nächsten Abschnitt: „Zeitaufgaben“ behandelt. Wir wollen hier wie im folgenden alle Stücke, die zur sphärischen Bestimmung einer Aufgabe dienen können, ob sie nun gegeben oder gesucht sind, kurz „Bestimmungsstücke“ nennen. Als solche treten hier und bei den Zeitaufgaben auf: Der Sonnengrad oder ein auf der Spinne verzeichneter Stern,

der Aszendent (Ekliptiksystem); Höhe und Azimut (Horizontsystem); Zeit (Aequatorsystem).

1. Bei sehr vielen Koordinaten- und Zeitaufgaben kommt als Bestimmungsstück der Aszendent vor, d. i. derjenige Tierkreisgrad, der zu einer bestimmten Zeit im Osten aufgeht. Obwohl diese Aufgaben ihrem Zweck nach zu den astrologischen Aufgaben gehören, wollen wir sie dennoch des Zusammenhangs und der Uebersichtlichkeit halber hier behandeln.

Der Aszendent lässt sich aus dem Sonnengrad und der Höhe der Sonne bestimmen, indem man ersteren durch Drehen der Spinne auf die der gegebenen Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele bringt; der Grad des Tierkreises, der auf dem Osthorizont liegt, ist der Aszendent. Der auf dem Westhorizont liegende, der Deszendent (der untergehende Grad) heisst auch der Gegengrad des Aszendenten; in der letzteren Bedeutung spielt er bei den Zeitaufgaben eine wichtige Rolle. — Bei der Nacht bestimmt man den Aszendenten aus der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes, indem man dessen Spitze auf die der gegebenen Höhe entsprechende östliche bzw. westliche Höhenparallele bringt. Der Aszendent ist dann der Tierkreisgrad, der auf dem Osthorizont liegt. Auch kann man nahe an der Ekliptik liegende Sterne benutzen, wobei man näherungsweise den Tierkreisgrad nimmt, der der astronomischen Länge des betr. Sternes entspricht. — Umgekehrt lassen sich ermitteln: a) Die Höhe der Sonne bzw. eines Sternes aus dem Aszendenten, wenn gegeben ist der Sonnengrad bzw. der Stern auf der Spinne angebracht ist. Man bringt den Aszendenten auf den Osthorizont und liest die Höhe der Sonne bzw. des Sternes an der Höhenparallelen ab, auf der der Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes liegen. — b) Der Sonnengrad aus seiner Höhe und dem Aszendenten, indem man letzteren auf den Osthorizont bringt und nachsieht, welcher Ekliptikgrad auf der der gegebenen Höhe entsprechenden östlichen oder westlichen Höhenparallelen liegt; er ist der gesuchte. (5, 7, 10, 14, 24, 94).

2. Das Azimut der Sonne und der auf der Spinne verzeichneten Sterne findet man: a) indem man den Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes auf die seiner Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele bringt. Das zugehörige Azimut liest man dann an dem durch die betr. Stelle der Kugel gehenden Azimutalkreis auf der Horizontteilung ab. b) indem man den Aszendenten auf den Osthorizont bringt und an dem durch den Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes gehenden Azimutalkreis das Azimut abliest. — Umgekehrt lassen sich ermitteln: a) Die Höhe der Sonne bzw. eines Sternes und der Aszendent, wenn der Sonnengrad gegeben bzw. der Stern auf der Spinne angebracht und deren Azimut bekannt ist. Man bringt den Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes auf den dem gegebenen Azimut entsprechenden Azimutalkreis, und liest an der Höhenparallelen, die durch den Sonnengrad bzw. die Spitze des Sternes geht, die Höhe und am Osthorizont den Aszendenten ab. b) Sind Azimut und Höhe der Sonne an einem bestimmten Tag gegeben, so findet man den zugehörigen Sonnengrad, indem man den Schnittpunkt des betr. Azimutalkreises mit der betr. östlichen oder westlichen Höhenparallelen auf der Kugel durch eine Marke festlegt und darüber den Tierkreis dreht. Der Grad, der auf das Zeichen kommt, ist der gesuchte Sonnengrad. Es gibt zwei Stellen des Tierkreises, denen die gegebene Höhe und das gegebene Azimut zukommen. Dem gesuchten Sonnengrad entspricht diejenige Stelle, die zu der Jahreszeit gehört, in der man sich jeweils befindet. (72, 73, 75, 76, 84, 86, 87.)

3. Aus der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes A findet man die Höhe eines anderen auf der Spinne verzeichneten Sternes B und den Aszendenten, indem man den Stern A auf die seiner Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele bringt. An der Höhenparallelen, auf welcher die Spitze des Sternes B liegt, liest man dann dessen Höhe ab. Der gleichzeitig auf dem Osthorizont liegende Tierkreisgrad ist der Aszendent. (92.)

C. Zeitaufgaben.

In dieser Gruppe von Aufgaben tritt als Bestimmungsstück die Zeit auf, die mit Hilfe der täglichen Umdrehung der Sonne durch die äquatorialen bzw. temporalen Stunden gemessen wird. Alle diese Aufgaben werden wie die der vorangegangenen Gruppe mechanisch gelöst. Die grosse Fülle dieser Zeitaufgaben beweist, dass das kugelförmige Astrolab vor allem auch als „Uhr“ verwendet wurde. Das häufige Vorkommen der Aszendenten als Bestimmungsstück weist auf die astrologische Bedeutung dieser Zeitaufgaben hin.

1. Grundlegend für die Zeitmessung ist die Bestimmung des Tag- und Nachtbogens des Sonnengrads. Den Tagbogen erhält man, indem man den Sonnengrad auf den Osthorizont bringt, am Aequator in dem einen seiner beiden Schnittpunkte mit dem Meridian eine Marke anbringt und die Spinnse über den Horizont dreht, bis der Sonnengrad auf den Westhorizont kommt. Der Aequatorbogen, um den sich jene Marke gedreht hat, ist der Tagbogen. Den zu dem betreffenden Sonnengrad gehörigen Nachtbogen erhält man durch Subtraktion des Tagbogens von 360 Grad oder auch durch Drehen des Sonnengrads unter dem Horizont von Westen nach Osten und durch Ablesen der Drehung am Aequator. Die Dauer des Tages bzw. der Nacht in äquatorialen (gleichen) Stunden und Minuten erhält man durch Division des Tag- bzw. Nachtbogens durch 15. (Denn 24 Stunden entsprechen 360 Grad = einem vollen täglichen Umlauf der Sonne; eine äquatoriale Stunde entspricht also 15 Grad; 4 Minuten entsprechen einem Grad.)

Bei den temporalen Stunden, deren Länge je nach der geographischen Breite und dem Datum sich ändert, ist der Tag und die Nacht je in 12 gleiche Teile geteilt; infolgedessen sind im allgemeinen die temporalen Tages- und Nachtstunden verschieden. Die Länge einer temporalen Tagesstunde ergibt sich durch Division des Tagbogens durch 12; die Länge einer temporalen Nachtstunde durch Division des Nachtbogens durch 12. Die Länge einer temporalen Tages- bzw. Nachtstunde kann man auch unmittelbar am Astrolab an den Linien der temporalen Stunden bestimmen, wie wir weiter unten sehen werden.

Kennt man die Länge einer temporalen Tagesstunde für einen bestimmten Sonnengrad, so geht daraus die Dauer der zugehörigen temporalen Nachtstunde hervor durch Subtraktion der ersteren von 30 und umgekehrt. (Denn ist x die Dauer der temporalen Tagesstunde, y die der zugehörigen Nachtstunde, so muss sein: $12x + 12y = 360$ oder $x + y = 30$).

In derselben Weise wie bei der Sonne kann man auch bei den Sternen deren temporale Stunden aus ihrem täglichen Umlauf bestimmen. Den Tag- und Nachtbogen der Sterne bestimmt man wie beim Sonnengrad; bei den nicht auf der Spinnse verzeichneten Sternen und den Planeten benutzt man hierbei den mitaufgehenden (und mituntergehenden) Grad des Tierkreises. (46, 53, 105, 108, 113.)

Bemerkung: Die alleinige Benutzung des mitaufgehenden Grades, wie der Text vorschreibt, würde zu falschen Ergebnissen führen. Man muss auch den mituntergehenden Grad benutzen; an dessen Stelle lässt sich auch der mitkulminierende Grad verwenden.

2. Um die äquatorialen in temporale Stunden und umgekehrt zu verwandeln, verfährt man folgendermassen: Man multipliziert die Anzahl der äquatorialen Stunden mit 15 und dividiert das Produkt durch die Länge der betr. temporalen Tages- und Nachtstunden in Aequatorgraden; damit hat man die Anzahl der betreffenden temporalen Stunden, die den gegebenen äquatorialen entsprechen. — Umgekehrt erhält man aus einer bestimmten Anzahl temporaler Stunden die ihnen entsprechenden äquatorialen, wenn man die temporalen Stunden mit ihrer Länge in Aequatorgraden multipliziert und das Produkt durch 15 dividiert. (48.)

Die verfloßenen temporalen Stunden des Tags und der Nacht an einem Ort, für dessen Breite die Linien der temporalen Stunden auf die Kugel eingezeichnet sind, bestimmt man auf verschiedene Weise.

3. Die verfloßenen temporalen Stunden des Tages bestimmt man aus dem Grad und der Höhe der Sonne. Man bringt den Sonnengrad auf die seiner Höhe entsprechende östliche bzw. westliche Höhenparallele und sieht zu, auf welche temporale Stunde der Gegengrad²⁰⁾ des Sonnengrads fällt. — Liegt der Gegengrad in dem Zwischenraum zwischen zwei temporalen Stundenlinien, was meistens der Fall ist, so bestimmt man zuerst durch Ablesen an den temporalen Stundenlinien die verfloßenen ganzen Stunden. Den Bruchteil der angefangenen Stunde erhält man auf folgende Weise: Ist der Sonnengrad auf die seiner Höhe entsprechende Höhenparallele eingestellt, so macht man am Aequator in dessen einem Schnittpunkt mit dem Meridian ein Zeichen (1), bringt dann den Gegengrad des Sonnengrads auf die Stundenlinie, die dem Anfang der betreffenden Stunde entspricht und dieso von der vorhergehenden, bereits ganz abgelaufenen temporalen Stunde trennt und bestimmt den Aequatorbogen, um den sich das Zeichen (1) gedreht hat, er entspricht dem Bruchteil, der von der betreffenden angefangenen Stunde verfloßen ist. In dieser Lage macht man am Aequator ein Zeichen (2) in dessen Schnittpunkt mit dem Meridian und bringt dann den Gegengrad des Sonnengrads auf die temporale Stundenlinie, die dem Ende der betreffenden angefangenen Stunde entspricht. Der Aequatorbogen, um den sich Zeichen (2) gedreht hat, entspricht der Länge der temporalen Stunde in Aequatorgraden. Das Verhältnis des zuerst bestimmten Aequatorbogens zu dem eben bestimmten ist der Bruchteil, der von der betreffenden temporalen Stunde verfloßen ist und wird ebenfalls wie bei den äquatorialen Stunden in Minuten ausgedrückt, wobei eine temporale Stunde in 60 temporale Minuten eingeteilt ist.

Die Umkehrungen der Aufgabe sind: a) Die Höhe der Sonne zu bestimmen, wenn der Sonnengrad und die verfloßenen temporalen Stunden gegeben sind. Man bringt den Gegengrad des Sonnengrads auf die verfloßenen temporalen Stunden und liest an der durch den Sonnengrad gehenden Höhenparallelen dessen Höhe ab. — b) Den Sonnengrad aus der Höhe der Sonne und den verfloßenen temporalen Stunden des Tags zu bestimmen. Zu diesem Zweck merkt man sich an den temporalen Stundenlinien die gegebenen Stunden, die von dem Tage verfloßen sind. Dann dreht man von dem Quadrant des Tierkreises, welcher der Jahreszeit entspricht, in der man sich befindet, einen Grad nach dem anderen über die der gegebenen Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele hin, bis man zu einem Grad kommt, dessen Gegengrad auf den verfloßenen temporalen Stunden liegt, während der betreffende Ekliptikgrad selbst auf der der Höhe entsprechenden Höhenparallelen liegt. Er ist der gesuchte Sonnengrad. Aus ihm und der Höhe läßt sich dann leicht der Aszendent ermitteln. (8, 9, 13, 20, 21.)

4. Die verfloßenen temporalen Tagesstunden kann man auch aus dem Sonnengrad und dem zugehörigen Azimut bestimmen und umgekehrt auch a) den Sonnengrad aus Azimut und Stunden, b) das Azimut aus Sonnengrad und Stunden. — Die Lösung dieser Aufgaben gestaltet sich wie bei den unter 3) besprochenen; nur tritt jetzt an die Stelle der Höhe das Azimut. (74, 75, 77, 78.)

5. Die verfloßenen temporalen Stunden der Nacht bestimmt man: a) Aus der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sterns und dem Sonnengrad, indem man die Spitze des Sterns auf die seiner Höhe entsprechende östliche oder westliche Höhenparallele bringt und zusieht, auf die wievielte temporale Stunde der Sonnengrad fällt; dort liest man in der oben angegebenen Weise die verfloßenen temporalen Stunden und eventl. Minuten ab, wobei man den Sonnengrad selbst benutzt.

Ohne Schwierigkeit löst man dann die Umkehrungen dieser Aufgabe, nämlich die Bestimmung des Sonnengrads aus der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sterns und den verfloßenen temporalen Nachtstunden und die Bestimmung der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sterns aus den verfloßenen temporalen Nachtstunden und dem Sonnengrad.

b) Aus dem Azimut eines auf der Spinne verzeichneten Sterns und dem Sonnengrad. Die Lösung ist die gleiche wie im Fall a); nur tritt an Stelle der Höhe das Azimut des betr. Sterns. Auch die Umkehrung zu dieser Aufgabe, aus dem Sonnengrad und den verfloßenen temporalen Nachtstunden das Azimut eines auf der Spinne verzeichneten Sterns zu ermitteln, ist nach dem Vorangegangenen leicht zu lösen. (11, 85, 88, 93, 95.)

6. Die verfloßenen temporalen Tagesstunden können auch aus der Höhe der Sonne und dem Aszendenten bestimmt werden, indem man zunächst aus der Höhe der Sonne und dem Aszendenten den Sonnengrad (s. S. 21, 1) und dann aus Sonnengrad und Höhe wie in 3) die gesuchten verfloßenen temporalen Tagesstunden bestimmt. (25.)

7. Die verfloßenen temporalen Stunden sowohl des Tages als auch der Nacht lassen sich bestimmen aus Sonnengrad und Aszendent, indem man letzteren auf den Osthorizont bringt und zusieht, auf die wievielte temporale Stunde der Gegengrad bezw. der Sonnengrad selbst fällt, je nachdem es Tag oder Nacht ist; damit hat man die verfloßenen temporalen Stunden bestimmt.

Umgekehrt lassen sich ermitteln: a) Der Aszendent aus dem Sonnengrad und den verfloßenen temporalen Stunden des Tages oder der Nacht; b) der Sonnengrad aus den verfloßenen temporalen Stunden des Tages oder der Nacht und dem Aszendenten, indem man den Aszendenten auf den Osthorizont bringt und den Sonnengrad bezw. dessen Gegengrad bestimmt, der auf die verfloßenen temporalen Stunden der Nacht bezw. des Tages fällt. Hat man den Sonnengrad gefunden, so ermittelt man aus ihm und den verfloßenen Stunden des Tages die Höhe der Sonne oder eines auf der Spinne verzeichneten Sterns. (15, 19, 22, 23.)

Wie wir oben sahen, bestimmt man die Zeit aus der Umdrehung der Sonne und damit des Himmels um die Erde; der Winkel dieser Drehung wird in Aequalorgraden gemessen. Da man die Zeit daher stets in Aequalorgrade verwandeln kann, so kommt es im Prinzip auf dasselbe hinaus, wenn man an Stelle der in temporalen oder äquatorialen Stunden angegebenen Zeit mit dem in Aequalorgraden gemessenen Drehungswinkel des Himmels rechnet, wie es bei den folgenden Aufgaben geschieht. Alfons unterscheidet hierbei

einen Drehungswinkel seit Sonnenaufgang und einen solchen seit Sonnenuntergang, je nachdem es Tag oder Nacht ist.

Hier folgen die verschiedenen Arten der Bestimmung dieses Drehungswinkels.

8. Den Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang bestimmt man aus dem Grad und der Höhe der Sonne: Man bringt den Sonnengrad auf die seiner Höhe entsprechende westliche oder östliche Höhenparallele und macht gleichzeitig am Aequator in dessen einem Schnittpunkt mit dem Meridian ein Zeichen. Dann dreht man die Spinne entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels, bis der Sonnengrad auf den Osthorizont kommt; der Aequatorbogen, um den sich jene Marke von dem entsprechenden Schnittpunkt mit dem Meridian, wo es sich zuerst befand, gedreht hat, ist der gesuchte Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang.

Die Umkehrungen dieser Aufgabe sind: a) die Bestimmung des Sonnengrads aus dessen Höhe und dem Drehungswinkel seit Sonnenaufgang. Man bringt hierzu von dem Quadrant des Tierkreises, der der betr. Jahreszeit entspricht, der Reihe nach einen Grad nach dem anderen auf die gegebene Höhe am Astrolab und bestimmt jedesmal den zugehörigen Drehungswinkel wie vorher angegeben. Der Ekliptikgrad, für den der zugehörige Drehungswinkel gleich dem gegebenen ist, ist der gesuchte Sonnengrad. — b) Die Bestimmung der Höhe der Sonne aus dem Sonnengrad und dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang. Man bringt den Sonnengrad auf den Osthorizont, dreht die Spinne im Sinne der täglichen Drehung des Himmels um den gegebenen Drehungswinkel und sieht zu, auf welche Höhenparallele der Sonnengrad fällt. (26, 27, 28.)

9. Den Umdrehungswinkel des Himmels seit Sonnenauf- bzw. -untergang bestimmt man bei gegebenem Sonnengrad und Aszendenten, indem man den Aszendenten auf den Osthorizont bringt und die Spinne entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels dreht, bis der Sonnengrad am Tage auf den Osthorizont, bei der Nacht auf den Westhorizont fällt; den zugehörigen Drehungswinkel des Himmels ermittelt man wie in 8).

Die Umkehrungen zu dieser Aufgabe sind: a) die Bestimmung des Sonnengrads aus dem Aszendenten und dem Drehungswinkel des Himmels. Man bringt den Aszendenten auf den Osthorizont und dreht die Spinne entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels um den gegebenen Betrag. Der Ekliptikgrad, der nach erfolgter Drehung der Spinne auf den Ost- bzw. Westhorizont kommt, ist der gesuchte Sonnengrad. — b) die Bestimmung des Aszendenten aus Sonnengrad und Drehungswinkel. Diese Aufgabe lässt sich nach dem Vorhergehenden leicht lösen. (30, 31, 32.)

10. Eine weitere Bestimmung des Drehungswinkels geschieht mit Hilfe des Sonnengrads und der verfloßenen temporalen Stunden. Man bringt den Gegengrad bzw. den Sonnengrad selbst auf die verfloßenen temporalen Stunden des Tags bzw. der Nacht und bestimmt wie oben den Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenauf- bzw. -untergang entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels, bis der Sonnengrad am Tag auf den Osthorizont, bei der Nacht auf den Westhorizont fällt.

Umgekehrt lassen sich ermitteln: a) der Sonnengrad, wenn der Umdrehungswinkel des Himmels seit Sonnenauf- bzw. -untergang und die zugehörigen verfloßenen temporalen Tages- bzw. Nachtstunden gegeben sind. Man bringt von dem zu der betr. Jahreszeit gehörigen Tierkreisquadranten einen Grad nach dem andern auf die temporalen Stunden und bestimmt jedesmal den zugehörigen Umdrehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang bzw. -untergang, wobei man im ersteren Fall jeweils den Gegengrad, im letzteren Falle den betr. Grad selbst benutzt, bis man endlich zu einem Grad gelangt, für den der zugehörige Umdrehungswinkel wie der gegebene wird. Dieser Ekliptikgrad ist, wenn die gegebenen Größen sich auf die Nacht beziehen, der gesuchte Sonnengrad; am Tage sein Gegengrad der gesuchte Sonnengrad. — b) Die verfloßenen temporalen Stunden aus der Drehung des Himmels und dem Sonnengrad sowohl bei Tag als auch bei Nacht. Die Lösung ist nach dem Vorhergehenden leicht auszuführen. (33, 34, 35.)

11. Der Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang bzw. -untergang kann auch bestimmt werden aus dem Aszendenten und den verfloßenen temporalen Stunden des Tags bzw. der Nacht. Man bringt den Aszendenten auf den Osthorizont und merkt sich den Ekliptikgrad, der auf die verfloßenen temporalen Stunden fällt. Dann dreht man die Spinne entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels, bis dieser Grad auf den Westhorizont fällt bzw. sein Gegengrad auf den Osthorizont, je nachdem es Nacht oder Tag ist, und erhält dann aus dem entsprechenden Aequatorbogen den Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenuntergang bzw. -aufgang.

Die Umkehrungen zu dieser Aufgabe sind: a) Die vergangenen temporalen Stunden des Tags bzw. der Nacht aus dem Aszendenten und dem Drehungswinkel zu bestimmen. Man bringt den Aszendenten auf den Osthorizont, dreht die Spinne entgegengesetzt der täglichen Drehung um den gegebenen Drehungswinkel und merkt sich den Ekliptikgrad, der nach erfolgter Drehung der Spinne auf dem Westhorizont liegt; (es ist am Tage der Gegengrad, bei Nacht der Sonnengrad selbst). Dann dreht man die Spinne im Sinne der täglichen Drehung, bis der Aszendent neuerdings auf den Osthorizont kommt, und sieht zu, auf welche temporale Stunde der Ekliptikgrad fällt, den man sich vorher gemerkt hat; dort liest man die verfloßenen temporalen Stunden des Tags oder der Nacht ab. — b) Den Aszendenten aus den vergangenen temporalen Tages- bzw. Nachtstunden und dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang bzw. -untergang zu bestimmen. Man ermittelt zunächst wie oben den Sonnengrad aus Drehungswinkel und verfloßenen Stunden und dann aus dem Sonnengrad und dem Drehungswinkel den Aszendenten. (36, 37, 38.)

12. Zur Bestimmung der Drehung des Himmels seit Sonnenaufgang können auch der Aszendent und die Sonnenhöhe dienen. Man bestimmt zunächst aus den gegebenen Stücken den Sonnengrad (s. S. 21), und aus dem Sonnengrad und der Höhe nach 8) den Drehungswinkel. Ebenso löst man mit Hilfe früherer Aufgaben die hierher gehörigen Umkehrungen: a) Bestimmung des Aszendenten aus dem Drehungswinkel und der Sonnenhöhe. b) Bestimmung der Höhe der Sonne aus dem Drehungswinkel und dem Aszendenten. (39, 40, 41.)

13. Mit Hilfe der Lösung früherer Aufgaben führt man auch die Bestimmung des Drehungswinkels seit Sonnenaufgang durch, wenn die Höhe der Sonne und die vergangenen temporalen Tagesstunden gegeben sind. Man bestimmt zunächst aus den gegebenen Stücken den Sonnengrad nach 3) und dann mit Hilfe des Sonnengrads und der Sonnenhöhe den Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang nach 8).

Ohne Schwierigkeiten lassen sich auch die Umkehrungen lösen, nämlich: a) Die vergangenen temporalen Stunden des Tags aus dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang und der Sonnenhöhe zu bestimmen. — b) Die Sonnenhöhe aus dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenaufgang und den vergangenen temporalen Stunden zu bestimmen. (42, 43, 44.)

14. Der Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenuntergang lässt sich bestimmen aus dem Sonnengrad und der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes, indem man zunächst die Spitze des Sternes auf die seiner Höhe entsprechende östliche bzw. westliche Höhenparallele bringt und dann die Spinne entgegengesetzt der Drehung des Himmels dreht, bis der bei Nacht unter dem Horizont befindliche Sonnengrad auf den Westhorizont kommt; die ausgeführte Drehung liest man wie früher am Aequator ab und erhält damit den gesuchten Drehungswinkel seit Sonnenuntergang.

Darnach lassen sich leicht die Umkehrungen zu dieser Aufgabe wie die entsprechenden Aufgaben unter 8) lösen. a) Die Bestimmung des Sonnengrads bei Nacht aus dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenuntergang und der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes, b) die Bestimmung der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes aus dem Sonnengrad und dem Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenuntergang. (96, 97, 98.)

15. Schliesslich kann man den Drehungswinkel des Himmels seit Sonnenuntergang aus den vergangenen temporalen Nachtstunden und der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes bestimmen, indem man die Spitze des letzteren auf die seiner Höhe entsprechende östliche bzw. westliche Höhenparallele bringt und dann den Ekliptikgrad (es ist der Sonnengrad), der auf den verfloßenen Stunden liegt, zum Westhorizont dreht; der zugehörige Bogen, um den sich hierbei der Aequator gedreht hat, gibt den gesuchten Drehungswinkel.

Die Umkehrungen lauten: a) Bestimmung der verfloßenen temporalen Nachtstunden aus dem Drehungswinkel und der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes. Man bestimmt nach 14) den Sonnengrad aus den gegebenen Stücken und dann nach 5) die Stunden aus Sonnengrad und Sternhöhe. — b) Bestimmung der Höhe eines auf der Spinne verzeichneten Sternes aus den verfloßenen temporalen Nachtstunden und dem Drehungswinkel. Man bestimmt hier wieder zunächst den Sonnengrad aus den gegebenen Stücken nach (10) und dann die gesuchte Sternhöhe aus Sonnengrad und Stunden nach 5.) (99, 100, 101.)

16. Eine Reihe von Aufgaben, bei denen sich vieles mehrfach wiederholt, behandelt die Bestimmung der verfloßenen äquatorialen Stunden seit Sonnenaufgang oder -unter-

gang mit Hilfe des zugehörigen Drehungswinkels des Himmels, der durch 15 dividiert die äquatorialen Stunden liefert. Alle diese Aufgaben mit ihren Umkehrungen bieten nach den vorausgegangenen Besprechungen nichts Neues mehr; wir begnügen uns daher mit ihrer blossen Erwähnung. (45, 47, 49, 50, 51, 52, 54, 55.)

17. Als Anfang der Morgendämmerung und Ende der Abenddämmerung nimmt Alfons den Zeitpunkt an, wo die Sonne 18 Grad unter dem Horizont steht. Die Dauer der Dämmerung findet man, indem man den Gegengrad des Sonnengrads auf die Höhenparallele 18 Grad östlich im Fall der Abenddämmerung, westlich im Fall der Morgendämmerung bringt und den Gegengrad im ersteren Fall entgegengesetzt der täglichen Drehung des Himmels, im letzteren Falle im Sinne dieser Drehung dreht, bis der Gegengrad auf den Ost- bzw. Westhorizont kommt; der am Aequator abgelesene Drehungswinkel durch 15 dividiert gibt die Dauer der Dämmerung in äquatorialen Stunden. Die Dauer der Dämmerung in temporalen Stunden der Nacht liest man bei der temporalen Stunden-Linie ab, wo der Sonnengrad liegt, wenn sein Gegengrad gleichzeitig auf der Höhenparallele 18 sich befindet. — Ohne Schwierigkeit bestimmt man dann auch die Zeit, die verflossen ist seit Beginn der Abenddämmerung bzw. Morgendämmerung u. ä. (17, 18, 56.)

18. Der Unterschied zwischen zwei Tagen (der Zeit vom Sonnenaufgang bis -untergang) an einem Ort ist die Differenz der Tagbogen, die von den zugehörigen Sonnengraden beschrieben werden. Die beiden Tage sind einander gleich, wenn die betr. Sonnengrade im Tierkreis vom Anfang des Kreises oder des Steinbocks nach verschiedenen Seiten gleichweit entfernt sind, z. B. Ende des Steinbocks und Anfang Schütze. (Dieser Fall tritt also dann ein, wenn die zu den beiden Tagbogen gehörigen Sonnengrade dieselbe Deklination haben; s. S. 19, 2.) (71.)

19. Um zu bestimmen, zu welcher Stunde ein auf der Spinne verzeichneter Stern oder irgend ein Grad des Tierkreises aufgeht, bringt man den Stern bzw. den betr. Ekliptikgrad auf den Osthorizont und merkt auf den Sonnengrad, der gegeben ist. Liegt er über dem Horizont, so sieht man zu, auf welcher temporalen Stunde sein Gegengrad liegt, womit die Aufgabe gelöst ist. Liegt der Sonnengrad unter dem Horizont, so gibt er selbst die verflossenen temporalen Stunden an. (107.)

D. Geographische Aufgaben.

1. Die geographische Breite eines Ortes ergibt sich: a) durch Subtraktion der Aequatorhöhe von 90 Grad. (Betr. der Aequatorhöhe s. S. 19, graphische Lösung sphärischer Aufgaben 1.) — b) aus dem arithmetischen Mittel der grössten und kleinsten Höhe (oberen und unteren Kulmination) eines Zirkumpolarsterns. (67, 68.)

Bemerkung: Zur Lösung dieser Aufgaben kann man das Astrolab nicht wie sonst für die betr. Breite einstellen, da letztere ja selbst gesucht ist. In der Tat sind aber die zur Lösung der Aufgaben notwendigen Messungen von der Einstellung des Astrolabs unabhängig, denn die Kulminationshöhen misst man am Höhenquadranten und die Deklination des Sonnengrads ermittelt man, wenn das Astrolab für eine ganz beliebige Breite eingestellt ist, da sie immer dieselbe bleibt.

2. Die geographische Länge eines Ortes bestimmt man durch Beobachtung einer Mondfinsternis. Man geht von einem Ort A aus, dessen Länge bekannt ist, und beobachtet dort und an dem Ort B, dessen Länge gesucht wird, alle 4 Phasen einer Mondfinsternis, nämlich Anfang der Finsternis, volle Dunkelheit, Anfang der Aufhellung, Ende der Finsternis. Die Differenz der Zeiten, zu denen an beiden Orten gleiche Zustände beobachtet werden, gibt mit 15 multipliziert die Längendifferenz der beiden Orte. Tritt die Finsternis am Ort B zuerst ein, so liegt er östlich vom Ort A; die gesuchte Länge von Ort B ergibt sich dann durch Subtraktion seiner Längendifferenz von der bekannten Länge des Ortes A. Wenn Ort B westlich von Ort A liegt, ergibt sich seine geographische Länge durch Addition der Längendifferenz zu der Länge des Ortes A. (69.)

Bemerkung: Die 4 Phasen können selbstverständlich nur bei totalen Mondfinsternissen beobachtet werden. — Bei der Zählung der geographischen Länge ist vorausgesetzt, dass diese von einem Ort aus vorgenommen ist, der östlich von den beiden Orten A und B liegt; das ist bei den Arabern Bagdad.

3. Die durch 15 dividierte Differenz der an zwei Orten gemessenen Tagbogen der Sonne an einem bestimmten Tag gibt den Unterschied der betr. Tageslänge an den beiden Orten in äquatorialen Stunden. Je grösser der Unterschied der Breiten, desto grösser ist

auch die Differenz der Tagbogen. Um deren Messung auszuführen, hat man das Astrolab erst für die eine, dann für die andere Breite einzustellen. (70.)

4. Um die 4 Himmelsrichtungen am Beobachtungsort zu bestimmen, verbindet man Spinne und Kugel folgendermassen: Man entfernt (was aus dem Text nicht klar hervorgeht) den Stift, mit dem die Alhidada für gewöhnlich im Ekliptikpol der Spinne befestigt ist. Hierauf steckt man die Weltachse durch das Loch in der Mitte der Alhidada, durch den Ekliptikpol und schliesslich durch ein beliebiges Paar von Löchern an der Kugel und steckt das Astrolab mit dem auf der anderen Seite aus der Kugel herausragenden Ende der Weltachse senkrecht in den Boden, sodass der Randkreis (Ekliptik) der Spinne parallel zum Horizont des Beobachtungsortes ist. Die Ekliptik wird also selbst zum Horizont und die Alhidada zu einem beweglichen Azimutalkreis der Vorrichtung. Auf diesem Horizont legt man den Ostpunkt fest, indem man den Anfang des Widders auf der Spinne mit dem Ostpunkt des Horizonts der Kugel zusammenfallen lässt. Entsprechend verfährt man bei der Festlegung der übrigen Kardinalpunkte des Horizontes. Hierauf stellt man die Alhidada an der Ekliptiktheilung auf das vorher bestimmte Azimut der Sonne ein, hält die Alhidada an dem betr. Teilpunkt der Ekliptik fest und visiert durch Drehen des Astrolabs um die Weltachse die Richtung an, in welcher die Sonne steht. (Durch die Absehen würde die Sonne nur dann sichtbar, wenn sie am Horizont steht, also bei Sonnenaufgang oder -untergang.) Man legt dann einen an seinen Enden mit Senkeln versehenen Faden, der bis auf den Erdboden reicht, über den Ekliptikpol (den Zenit im gegenwärtigen Fall) und den Ost- und Westpunkt des Horizontes. Die durch die Senkel angegebenen Punkte des Bodens werden durch eine Linie verbunden; es ist die Ostwestlinie des Beobachtungsortes. Die darauf senkrecht stehende, durch den Fusspunkt der Weltachse gehende Linie gibt die Nordsüdrichtung an, womit die Aufgabe gelöst ist. — Ebenso bestimmt man bei Nacht die 4 Himmelsrichtungen mittels der Höhe und des Azimuts eines auf der Spinne verzeichneten Sterns. Die Aufgabe ist im Text etwas anders dargestellt wie die Bestimmung am Tage. (80, 80.)

5. Die Bestimmung der Azimutlinie eines Ortes B von einem Beobachtungsort A aus geschieht folgendermassen: Man stellt das Astrolab für den Beobachtungsort A ein, dessen Aequatorhöhe auf bekannte Weise bestimmt wird. Durch Addition der gefundenen Aequatorhöhe und der geographischen Breite des Ortes B erhält man dessen Zenithöhe am Beobachtungsort, die man auf dem Meridian der Kugel, der die Azimutlinie des Beobachtungsorts A darstellt, abträgt und durch eine Marke (1) festlegt. An derjenigen Stelle der Spinne, die sich mit der Marke (1) auf der Kugel deckt, bringt man ebenfalls eine Marke (2) an. Dann dreht man die Spinne um den Betrag der geographischen Längendifferenz λ der beiden Orte A und B, die am Aequator abgelesen wird und sieht zu, auf welchen Azimutalkreis der Kugel die an der Spinne angebrachte Marke (2) nach Ausführung der Drehung kommt. Er entspricht der gesuchten Azimutlinie des Ortes B. (81, 83.)

Fig. 8 a

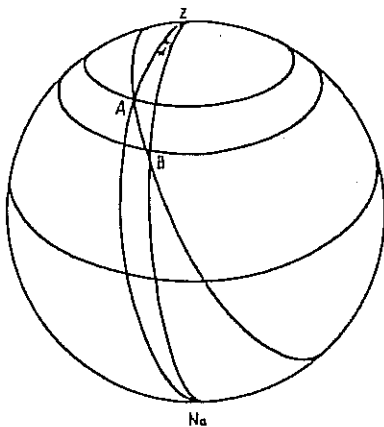
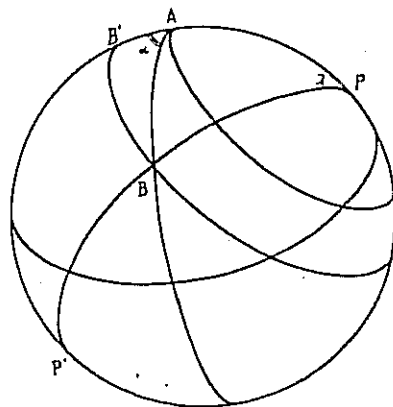


Fig. 8 b



Bemerkung: Fig. 8 a stellt die Erdkugel dar; auf ihr sind die beiden Orte A (Breite b_1) und B (Breite b_2) eingezeichnet, die durch einen Grosskreisbogen miteinander verbunden sind, der die Azimutlinie des Ortes B von A aus vorstellt. Der Grosskreis der Erdkugel,

der A mit B verbindet, ist nun aber am Kugelaströlab nicht eingetragen; man kann daher den Winkel zwischen dem Meridian des Ortes A und der Azimutlinie zum Orte B auf die in Fig. 8a dargestellte Weise nicht ablesen. Alfons verfährt daher folgendermassen: Auf der Mittagslinie der Astrolabkugel, die dem Meridian des Ortes A entspricht, wird, wie in der Aufgabe beschrieben ist, die Zenithöhe des Ortes B abgetragen. Der Vorgang ist aus Fig. 8b ersichtlich. Denkt man sich nämlich an der Himmelskugel die Zenite der beiden Orte, so liegen diese in Bezug auf den Himmelsnordpol P und den Himmelsmeridian genau ebenso, wie die Orte selbst in Bezug auf den Erdmeridian und den Erdnordpol. P ist der Weltnordpol, A der auf dem Meridian der Himmelskugel abgetragene Zenit des Ortes A und B·P ist gleich der Entfernung des Zenites des Ortes B vom Pol P. Durch die erwähnte Drehung um den Weltpol P legt man den Zenit des Ortes B vom Ort A aus fest; man dreht B' um die durch P gehende Weltachse um die Längendifferenz λ der beiden Orte A und B. Der Winkel α bei A in Fig. 8b entspricht dann dem gesuchten Winkel und A B ist die gesuchte Azimutlinie des Ortes B selbst, wie man sich leicht vorstellt, wenn man nun die Verhältnisse von der Himmelskugel, wie sie Fig. 8b zeigt, auf die Erdkugel überträgt.

6. Hat man die Azimutlinie eines Ortes am Kugelaströlab gefunden, wie in der vorhergehenden Nummer ausgeführt wurde, so überträgt man sie auf den Boden, indem man am Boden einen Kreis zieht, ihn in 360 Teile teilt und in diesen als Durchmesser die Ost-west- und Nordsüdlinie am Beobachtungsort A zeichnet, welche letztere in 4) gefunden wurden. An der Teilung des am Boden gezeichneten Kreises trägt man den Winkelwert ab, den die Azimutlinie des Ortes B mit der Nordsüdlinie (der Azimutlinie des Ortes A, das ist der Meridiankreis der Astrolabkugel) bildet, und zieht durch den betr. Punkt einen Durchmesser. Dieser gibt die Richtung nach dem Ort B vom Beobachtungsort A aus an. — Man kann die Azimutlinie des Ortes B auch mittels des Astrolabes zeichnen. Dazu muss man letzteres wie in 4) aufstellen; das Weitere ergibt sich dann aus dem Vorhergehenden. (82.)

E. Astrologische Aufgaben.

Ausser der Bestimmung des Aszendenten, die wir früher (s. Abschnitt: Koordinatenaufgaben S. 21) besprochen haben, gehören hierher noch die Bestimmung der 12 Himmels Häuser und der Umwandlung der Geburtsjahre.

1. Zur Ermittlung der 12 Himmels Häuser sind zwei Methoden angegeben, die eine von Ptolemäus und Veles, die andere von Hermes und *al Zargāli*³¹⁾. Hierzu bringt man nach der ersten Methode den Aszendenten (der stets dem Anfang des ersten Hauses entspricht) auf den Osthorizont. Der Ekliptikgrad, der gleichzeitig auf der Linie der zehnten temporalen Stunde liegt, entspricht dem Anfang des zweiten Hauses. Der Ekliptikgrad, der auf der Linie der achten temporalen Stunde liegt, entspricht dem Anfang des dritten Hauses usw. Der auf der Linie der zweiten temporalen Stunde liegende Ekliptikgrad entspricht dem Anfang des sechsten Hauses. Die Anfänge der übrigen sechs Häuser entsprechen bezw. den Gegengraden der ersten sechs Himmels Häuser, so der Anfang des siebenten Hauses dem Deszendenten, der Anfang des achten Hauses dem Gegengrad des Ekliptikgrades, der das erste gegen das zweite Haus trennt usw. — Der Ekliptikgrad, der zwei Häuser trennt, gehört stets zum folgenden Haus.

Bei der Bestimmung der zwölf Himmels Häuser nach Hermes und *al Zargāli* benutzt man die Positionskreise (s. S. 15). Man bringt wieder den Aszendenten, der dem Anfang des ersten Hauses entspricht, auf den Osthorizont; sein Gegengrad, der Deszendent, entspricht wieder dem Anfang des siebten Hauses. Die gleichzeitig auf dem Westhorizont liegenden Sterne gehören ebenfalls zum siebten Haus. Derjenige Ekliptikgrad, welcher auf dem dem Westhorizont nächstgelegenen Positionskreis liegt, entspricht dem Anfang des achten Hauses, sein Gegengrad dem Anfang des zweiten Hauses usw. Der auf der Mittagslinie liegende Ekliptikgrad entspricht dem Anfang des zehnten Hauses; sein Gegengrad, der auf der Mitternachtslinie liegt, dem Anfang des vierten Hauses. (59, 60.)

Bemerkung: Näheres über dieses Gebiet findet man bei E. W., Beitr. XLVII, S. 233—242.

2. Betreffs der Umwandlung der Geburtsjahre sei auf J. Frank: „Das Astrolab nach *al Chwārizmī*“ S. 13 und 25 verwiesen. Die Aufgabe ist dort in derselben Weise wie bei Alfons gelöst und durch ausführliche Anmerkungen erläutert. (116.)

F. Schattenaufgaben.

Bei den folgenden Aufgaben kommt ausser den schon bekannten Bestimmungsstücken noch der zu einem gegebenen Höhenwinkel gehörige umgekehrte bzw. ausgebreitete Schatten vor. (Das Nähere über den Schatten und die zugehörigen Winkelfunktionen findet sich auf S. 14 und den zugehörigen Anmerkungen.) Die Schattenaufgaben werden ebenfalls mechanisch gelöst.

1. Um den zu einem gegebenen Höhenwinkel zugehörigen Wert des umgekehrten bzw. ausgebreiteten Schattens zu erhalten, legt man die innere Kante der Alhidade auf den Höhenwinkel im Höhenquadranten und liest an ihr im Schattenquadranten den zugehörigen Wert des Schattens ab; ebenso verfährt man umgekehrt. Aus dem Wert des einen Schattens erhält man den des anderen Schattens für denselben Höhenwinkel, indem man jenen Wert in 144 dividiert. (117, 118, 122.)

Bemerkung: Ist x der Wert des einem Höhenwinkel φ entsprechenden umgekehrten Schattens, so ergibt sich der Wert y des zu φ gehörigen ausgebreiteten Schattens und auch umgekehrt auf Grund der Beziehung $\cotg \varphi = 1 / \tg \varphi$ oder, da man die Funktionen $\tg$ und $\cotg$ durch Division der Werte des umgekehrten und ausgebreiteten Schattens durch 12 (12 ist die Länge

des den Schatten werfenden Stabs in Fingern, s. S. 14) erhält: $\frac{y}{12} = \frac{x}{12} = \frac{12}{x}$ oder $y = \frac{144}{x}$

und auch $x = \frac{144}{y}$.

2. Den Wert des umgekehrten oder ausgebreiteten Schattens ermittelt man (außer durch direkte Messung) mittels des Astrolabs, indem man den Höhenwinkel

- a) aus den verfloßenen Stunden und dem Sonnengrad,
- b) aus dem Aszendenten und dem Sonnengrad,

c) aus dem Azimut und dem Aszendenten (s. Abschnitt: Koordinatenaufgaben S. 21) und daraus in der vorhin angegebenen Weise den zugehörigen Schattenwert ermittelt.

Umgekehrt lassen sich aus dem Sonnengrad und dem Schatten die verfloßenen Stunden, das Azimut und der Aszendent bestimmen. Man ermittelt zunächst den zu dem gegebenen Schattenwert gehörigen Höhenwinkel und aus ihm und dem Sonnengrad die gesuchten Stücke wie früher. (119 bis 121.)

G. Vermessungsaufgaben.

In dieser Gruppe werden einige einfache geodätische Messungen behandelt. Hierzu werden gewöhnlich Quadranten und Astrolabien mit Schattenmessvorrichtungen gebraucht. Das Alfonsinische Kugelaströlab ist das einzige Kugelaströlab, mit dem man derartige Messungen vornehmen kann, da es das einzige ist (s. S. 10), das mit einer Schattenmessvorrichtung versehen ist.

Eine übersichtliche Darstellung über geodätische Aufgaben und Messmethoden der Araber mittels des ebenen Astrolabs findet man bei E. W., Beitr. XVIII, S. 59–78. Unter den zahlreichen dort besprochenen Aufgaben sind auch einige der im Alfonsinischen Buch über das Kugelaströlab angeführten enthalten.

1. Zur Bestimmung der Höhe eines Baumes oder einer Mauer u. dergl. bei veränderlichem Standort stellt man die Alhidade im Höhenquadranten auf 45 Grad ein und sucht die Stelle, von der aus man den höchsten Punkt des Gegenstandes unter 45 Grad durch die Absehen erblickt. Die abgemessene Entfernung d der Beobachtungsstelle von dem Fuss des Baumes usw. + der Augenhöhe des Beobachters über der Erde ist gleich der gesuchten Höhe des Gegenstandes.

Um dieselbe Messung von einem unveränderlichen Standort aus vorzunehmen, visiert man den höchsten Punkt des Gegenstandes an und liest am Schattenquadranten den zu dem entsprechenden Höhenwinkel gehörigen Schattenwert im Schattenquadranten ab und ermittelt durch Division mit 12 die zugehörigen Winkelfunktionen (für Winkel kleiner wie 45 Grad

erhält man die lang, für Winkel grösser wie 45 Grad die $\cot g$). Ist d die Entfernung vom Fusspunkt des Gegenstandes, a die Augenhöhe des Beobachters, φ der Höhenwinkel, dann ist entweder die gesuchte Höhe $h = d \cdot \lg \varphi + a$ oder: $h = d / \cot g \varphi + a$. — Danach ist die Entfernung zweier senkrecht übereinander liegender Punkte a und b sowohl bei veränderlichem als auch bei unveränderlichem Standort des Beobachters leicht zu finden. (123, 125, 127, 131.)

Bemerkung: Die Messungen ergeben natürlich nur dann genaue Werte, wenn der Boden in der Umgebung des betreffenden Gegenstandes eben ist. Zum besseren Verständnis gibt Alfons Zahlenbeispiele.

2. Um die Entfernung des Standortes a von einer Stelle b jenseits eines Flusses oder dergl. zu bestimmen, visiert man b an. Der entsprechende Höhenwinkel sei φ . Unter demselben Winkel visiert man dann in der Umgebung von a , bis man einen leicht erkennbaren Punkt c durch die Absehung erblickt, zu dem man gelangen kann. Die abgemessene Entfernung $a c$ ist gleich der gesuchten $a b$. (129.)

Bemerkung: Auch hier gilt die Voraussetzung, dass der Boden in dem Bereich, wo die Messungen vorgenommen werden, eben ist.

3. Um die Entfernung zweier Punkte A und B auf einer Horizontalen an einer Mauer zu bestimmen, zieht man auf dem Boden eine Linie parallel zur Mauer. Dann sucht man längs dieser Linie diejenigen beiden Stellen a und b , von denen aus die Visierrichtung nach A und B senkrecht zur Mauer liegt. Die Entfernung $a b$ auf der am Boden gezogenen Linie ist gleich der gesuchten Entfernung $A B$. — Ähnlich findet man die Entfernung zweier Punkte an einem Dach, wobei man unter 90° visiert. (132.)

Bemerkung: Diese Aufgabe findet sich bei anderen Schriftstellern nicht.

4. Zur Ermittlung der Tiefe des Wasserspiegels eines Wassergrabens (unter der Voraussetzung, dass er rechteckigen Querschnitt besitzt, was im Text nicht angegeben ist) legt man quer über ihn eine Latte, die gleich der Breite b des Grabens ist, und auf deren einem Ende das Astrolab. (Der Beobachter muss sich dann offenbar beim Visieren auf den Boden legen und das Astrolab geeignet halten.) Dann visiert man auf der Wasseroberfläche die Linie an, längs welcher der Wasserspiegel und die gegenüberliegende Begrenzungsfläche des Grabens am anderen Ufer zusammenstossen. Ist der hierbei an der Alhidade abgelesene Winkel kleiner als 45 Grad und der zugehörige Schattenwert des umgekehrten Schattens gleich x , so ist die Tiefe $d = \frac{x}{12} \cdot b = b \cdot \lg \varphi$, die Tiefe also kleiner als die Breite. Im andern Fall, wenn der Winkel grösser wie 45 Grad und y der zugehörige ausgebreitete Schatten ist, so ist $d = \frac{12}{y} \cdot b = b / \cot g \varphi$, und die Tiefe ist in diesem Fall grösser als die Breite. (126.)

5. Zur Bestimmung der Entfernung zweier Punkte $A B$ auf einer ebenen Bodenfläche stellt man sich in A auf und visiert von da aus B an. Aus der Augenhöhe des Beobachters a und dem gefundenen Schattenwert ergibt sich die gesuchte Entfernung b nach der Formel: $b = a \cdot \frac{12}{x} = \frac{a}{\lg \varphi}$ (x = umgekehrter Schatten) oder: $b = a \cdot \frac{y}{12} = a \cdot \cot g \varphi$ (y = ausgebreiteter Schatten). (128.)

6. Die interessanteste der Vermessungsaufgaben ist die Bestimmung der Höhe eines Berges. Man macht auf dessen Gipfel bei Nacht ein Feuer an, das einem Beobachter in der Ebene als leuchtender Punkt L erscheint. L visiert man von zwei Stellen A und B der Ebene aus an. Dabei unterliegt die Wahl dieser Stellen folgender Bedingung: Es sei $d_1 = O A$ der Abstand des beliebig angenommenen Standortes A vom Fusspunkt der durch L gelegten Vertikalen h , die gleich der Höhe des Berges ist; $d_2 = O B$, α_1 und α_2 die Winkel, unter denen L von A bzw. B aus anvisiert wird, x_1 und x_2 die zugehörigen Werte des umgekehrten Schattens. (Der ausgebreitete Schatten kommt hier

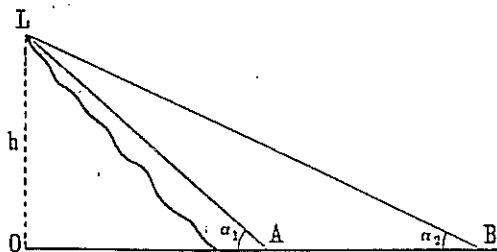


Fig. 9

nicht in Betracht, da es sich wohl meistens um Winkel kleiner als 45 Grad handelt. Wir nehmen ferner an, dass d_2 grösser als d_1 sei.) Nun soll der Abstand $d_2 - d_1$, den man am

Boden abmisst, gleich h sein. Dies tritt ein, wenn $d_2 - d_1 = \frac{h}{\operatorname{tg} a_2} - \frac{h}{\operatorname{tg} a_1} = h$ ist oder:

$$\operatorname{tg} a_1 - \operatorname{tg} a_2 = \operatorname{tg} a_1 \cdot \operatorname{tg} a_2 \text{ oder } \operatorname{tg} a_1 = \frac{\operatorname{tg} a_2}{1 - \operatorname{tg} a_2}, \text{ wo } \operatorname{tg} a_1 = \frac{x_1}{12}, \operatorname{tg} a_2 = \frac{x_2}{12} \text{ ist; man muss}$$

also B so wählen, dass der Winkel, unter dem man L von B aus anvisiert, in der angegebenen Beziehung zu dem in A gefundenen Winkel steht. A und B müssen dabei so hintereinander liegen, dass sie mit dem Fusspunkt O von h in gerader Linie liegen. (130.)

7. Bei der Aufgabe, die Höhe eines senkrechten Gegenstandes zu ermitteln, wenn der Boden in der Umgebung uneben ist, handelt es sich offenbar um eine Verwechslung. Denn man überzeugt sich leicht, dass die Aufgabe im allgemeinen Fall etwa auch der in 1) auseinandergesetzten Weise nicht zu lösen ist. (124.)

Zum Schluss besprechen wir einige Kapitel der Aufgabensammlung, die praktische Bemerkungen über die Einrichtung des Kugelastrolabs für bestimmte geographische Breiten enthalten, und die eigentlich zum beschreibenden Teil gehörten.

Will man das Astrolab in einer Breite verwenden, die von einer anderen Breite, für die Löcher in die Kugel gebohrt sind, um weniger als $1\frac{1}{2}$ Grad abweicht, so kann man, ohne einen grossen Fehler zu begehen, jene Löcher für die in Frage kommende Breite benutzen. (Dies ist angesichts der Ungenauigkeit, mit welcher die Messungen, die mit Hilfe astronomischer Instrumente der damaligen Zeit wie des Kugelastrolabs ausgeführt wurden, verständlich. Andererseits verdient hierbei das Bestreben hervorgehoben zu werden, alle Angaben zahlenmässig zu belegen und dadurch glaubwürdiger zu machen.)

Will man für eine gewisse Breite Löcher in die Kugel bohren, die, besonders wenn das Astrolab klein ist, zu nahe an benachbarte Löcher, die bestimmten Graden zugehören, kämen und mit diesen fast zusammenfielen, so schliesst man letztere in geeigneter Weise (es ist nicht näher angegeben, wie dies gemacht wurde) und vervollständigt die Höhenparallelen und Azimutalkreise. Daraus kann man schliessen, dass man nicht von vorneherein für eine bestimmte Anzahl von Breiten Löcher bohrt, sondern je nach Bedarf. (57, 134.)

Das letzte Kapitel (135) behandelt im Anschluss an die eben besprochenen Darlegungen eine ähnliche Frage für das ebene Astrolab, die von Herrn Prof. Frank an anderer Stelle ausführlich besprochen werden soll. Es handelt sich um Methoden zur Interpolation von Grössen.

Nachdem wir an Hand der ausführlichen Beschreibung des Alfonsinischen Kugelastrolabs in das Wesen und die praktische Verwendung des Instrumentes einen genügenden Einblick gewonnen haben, gehen wir im folgenden auf die übrigen Formen des Kugelastrolabs ein, von denen wir Originalbeschreibungen besitzen (s. S. 6).

II. Das kugelförmige Astrolab von *al Faḡl ben Hâtim al Nairîzî*.

Das Werk von *al Nairîzî* stammt aus sehr früher Zeit. Der Verfasser starb 922, war also ein Zeitgenosse von *al Battânî* (gest. 929). Da er aus *Nairîz*, einer Stadt in der Nähe von *Schirâz* gebürtig war, so gehört er also wie *Qusṭâ ben Lûqâ*, *al Battânî*, *Gâbir ben Sinân*, *al Birûnî* zu den im Osten der muslimischen Welt tätigen Gelehrten. Das Werk verdient ein besonderes Interesse auch dadurch, dass *al Nairîzî* einen der bedeutendsten Kommentare zum Euklid verfasst hat, den Restborn und Heiberg zum Teil herausgegeben haben. Unsere Schrift von *al Nairîzî* über das Kugelaströlab ist nach zwei Seiten hin sehr wertvoll, einmal wegen der kulturhistorisch wichtigen Einleitung, der Kritik früherer Instrumente und dann wegen der reichhaltigen Aufgabensammlung, der einzigen, welche die erhaltene arabische Literatur über das Kugelaströlab aufweist, wenn man von der recht dürftigen Schrift von *Qusṭâ ben Lûqâ* absieht. Daneben verdient die im allgemeinen recht klare Beschreibung des Instrumentes hervorgehoben zu werden. Die Schrift von *al Nairîzî* dürfte wohl die beste und ausführlichste unter den noch vorhandenen arabischen Schriften über das Kugelaströlab sein.

Die Schrift zerfällt in vier Bücher (*Maqâla*). Die erste *Maqâla* bildet die Einleitung des Werks. Wir ersehen aus ihr, dass, wie es auch heute manchmal vorkommen soll, die Gelehrten eine grosse Neigung besessen haben, die Mängel anderer Werke kräftig zu tadeln, deren Vorzüge aber totzuschweigen. Nach den üblichen Segenssprüchen entwickelt der Verfasser die Gründe, aus denen er sich auf Bitten eines Freundes trotz mancher Bedenken entschlossen hat, ein Werk über das Kugelaströlab zu verfassen. Seine Ausführungen, bei deren Bearbeitung uns Herr Dr. Rost in Erlangen auf das freundlichste unterstützt hat, lauten etwa:

„Im Namen Allâhs des Allbarmherzigen. Oh Allâh! Segne Muhammed, seine Familie und seine Geführten und gib Frieden! Deine Frage hinsichtlich der Abfassung eines Werkes über die Anwendung des Kugelaströlabs habe ich verstanden. Wie Du erwähnt hast, gibt es kein solches von einem früheren Verfasser, und dabei sehe ich, wie sehr Du und andere der Kenntnis von der Anwendung dieses Instrumentes bedürfen; ist es doch eine grosse Hilfe bei dieser Wissenschaft. Mit der Sache verhält es sich aber so, wie Du erwähnt hast. Ich sehe davon ab, dass, wenn jemand nach Wissen strebt, es sich anzueignen sucht und es hochschätzt und sich deshalb hineinversteift und darüber eifrig nachsinnt, dass dieses Streben ihn davon abhält, Bücher abzufassen und sich an ähnliche Dinge zu machen. Auch ist dem einen diese, dem andern jene Gabe verliehen. Was mich aber ganz besonders vom Abfassen eines Werkes abhalten könnte, ist etwas, das ganz allgemein bei den Verfassern von Werken in unserer Zeit zutrifft. Wenn sie dies gut machen, so kommt es anderen zunutze; machen sie es aber schlecht, so füllt es ihnen selbst zur Last. Hierin liegt für mich ein ganz gewaltiger Hinderungsgrund, dasjenige, um das Du mich ersucht hast, auszuführen. Ich weiss recht wohl, welches Verdienst sich Verfasser von Werken erwerben, vor allem, wenn sie dabei Dunkles enthüllen oder Schwieriges klar machen. Auch sage ich nicht, dass das Schweigen trefflicher sei als die Erklärung. Freilich, da der Mensch Fehlern nicht enttrinnen kann und keinen Schutz vor Abwegen hat, so sind die Verfasser von Werken verloren; sind doch diejenigen, die es auf die Verleumdung der Menschen absehen, zahlreich und spielen sich diejenigen, die die Fehler aufspüren, als die grossen auf; daher ist das Schweigen für den Menschen das klügere. Mit derartigen Dingen beschäftige ich mich nicht (d. h. sie sollen mich nicht stören). Siehe, mein ganzes Streben geht aber dahin, Dich zu erfreuen und Deine Liebe zu gewinnen. Du weisst ja, dass ich selbst leicht verstimmt werde durch Dinge, die mir unangenehm (wie das Verfassen von Büchern) sind. Ich habe eine Last auf mich genommen, vor der man sonst zurückscheut, da es mir am Herzen liegt, Dir eine Freude zu

machen. Zu dem, was es mir weiter erleichtert, Ausführungen über diesen Gegenstand nieder zu schreiben, gehört einmal, dass ich selbst ein lebhaftes Bedürfnis (nach einem solchen Werk) habe und dann, weil meine Fachgenossen immer wieder und wieder mir zureden, ein Werk zu verfassen, das die Anwendung dieses Instrumentes erschöpfend darstellt. Ich habe nämlich weder von einem früheren noch einem späteren ein Werk gesehen, das die Anwendung des Instrumentes erschöpfend behandelte. In den Händen der Leute ist nur ein Werk, das *al Marwāzi*³²⁾ verfasst hat; es enthält aber nur wenig darüber, wie man die wunderbaren Dinge ermittelt, die bei diesem Instrument zu Tage treten, wenn man es auf die fernsten (nördlichsten) Breiten anwendet.

Dies Instrument gehört durchaus nicht zu denen, die nur eine geringe Bedeutung haben. Man kann mit ihm alles kennen lernen, was man mit dem ebenen Astrolab und den anderen astronomischen Instrumenten kennen lernt. Es hat aber vor dem ebenen Astrolab und den anderen astronomischen Instrumenten wesentliche Vorzüge. Vor dem ebenen Astrolab hat es nach zwei Richtungen einen Vorzug. Der eine liegt darin, dass es uns die Dinge in der Art näher bringt, dass die Gestalt des himmlischen kugelförmigen Ringes (d. h. der Kreise, die sich auf der Kugel des Himmels gewölbes finden) beibehalten wird und nicht in einer Art, die mit dem Ring gar nichts mehr zu tun hat, wie bei dem ebenen Astrolab. Und der andere Vorteil und zwar der wichtigste von beiden ist der, dass man mit ihm alles das ermitteln kann, was man mit dem ebenen Astrolab ermittelt und zwar (beim Kugelaströlab) unter allen Breiten und an allen Orten, ohne dass man bei ihm zahlreicher Scheiben bedarf, selbst wenn man auf verschiedene Breiten übergeht; es ist ferner sehr kompendiös und genau. Man ermittelt alle in Betracht kommenden Grössen an ihm selbst in vollkommener Weise in allen Breiten (d. h. ohne Zuhilfenahme von Scheiben).

In dem ersten Kapitel der zweiten *Maqāla* gibt *al Nairīxi* gerade wie dies *Ibn Sīnā* bei der Beschreibung eines Instrumentes³³⁾ (einem Beobachtungsinstrument) tut, eine eingehende Besprechung der Vorzüge des Kugelaströlabs gegenüber anderen astronomischen Instrumenten, mit der eine Kritik der letzteren verbunden ist. Eine Kritik des Kugelaströlabs selbst findet sich leider nicht. Die betreffenden Ausführungen von *al Nairīxi* geben wir nachstehend in enger Anlehnung an die Uebersetzung:

„Ueber den Vorzug des kugelförmigen Astrolabs über das ebene Astrolab und alle astronomischen Instrumente.“

Ich habe bereits in der ersten *Maqāla* dieses Werks den Grund angegeben, der mich veranlasst hat, dieses Werk zu verfassen. Ich behaupte, dass das kugelförmige Astrolab eine Reihe von Vorzügen über das ebene besitzt. Einige von ihnen beziehen sich auf seine theoretischen Grundlagen, andere auf seine Anwendung. Bei seiner Anwendung bedarf es keiner Rechnung und keiner Tabellen, auch keiner schwierigen Operationen, die sich aus der Geometrie ergeben und diese rufen oft Irrtümer bei demjenigen hervor, der die Geometrie beim ebenen Astrolab anzuwenden hat. Bei seiner Konstruktion bin ich so verfahren, dass es Rechenoperation, Tabellen und Geometrie in sich vereinigt; dabei liefert es doch richtige Resultate und ist auch leicht zu benutzen. Die Richtigkeit ist dadurch gewährleistet, dass man keine Rechnung und keine Tabellen braucht, bei denen man Irrtümer begehen könnte. Seine Herstellung ist dadurch erleichtert, dass bei ihm nur zum Horizont parallele Höhenparallelen verwandt werden. Die Spinne ist eine Halbkugel; auf ihr kann man die Tierkreiszeichen u. a. besonders leicht einzeichnen. Darüber habe ich für Dich (d. h. *al Nairīxi*s Freund) ein Werk³⁴⁾ verfasst. In Bezug auf die Anwendung bestehen die Vorzüge dieses Instrumentes darin, dass es ohne weiteres für alle neunzig Breiten verwendet werden kann, was beim ebenen Astrolab nur möglich ist, wenn man für dieses 45 Scheiben³⁵⁾ herstellt. Wenn dies auch ausführbar ist, so kann es doch nur mit viel Mühe und Not geschehen, aber auch dann ist das ebene Astrolab gegenüber dem kugelförmigen sehr im Nachteil. Man kann mit dem ebenen Astrolab (ohne weiteres) keine Resultate erzielen, wenn es sich um eine Breite von $\frac{1}{2}$ Grad, $\frac{1}{3}$ Grad oder $\frac{2}{3}$ Grad handelt oder um Breiten, die einer ganzen Anzahl von Graden und solchen Bruchteilen entsprechen, etwa $30\frac{1}{2}$ Grad oder um die Breite von Bagdad von 33 Grad 25 Minuten. Dasselbe gilt auch von Breiten, die

grösser oder kleiner als diese Breiten und deren Bruchteile sind; hier ergibt das ebene Astrolab auch nicht einmal angenäherte Resultate. Dies macht sich besonders geltend, wenn die Sonne sich am Anfang des Steinbocks²⁰⁾ befindet; besonders treten bei der Bestimmung der Stunden und der Aszensionen für die hohen Breiten und bei entsprechenden anderen Aufgaben Fehler auf. Beim kugelförmigen Astrolab ergeben sich aber nur Fehler von einer Minute oder noch weniger, denn wir bohren dazu bei Anwendung grosser Sorgfalt mit sehr geringer Mühe in die Kugel ein Loch entsprechend den Graden und Minuten der betreffenden Breite. Will aber jemand entsprechend mit dem ebenen Astrolab verfahren, so muss er Tausende von Scheiben verwenden.

Zu den Vorzügen des kugelförmigen Astrolabs gehört ferner, dass bei ihm die Kreise auf der Himmelkugel wieder als Kreise erscheinen, während dies beim ebenen Astrolab nicht der Fall ist. Das kugelförmige Astrolab hat eben die Gestalt der Sphäre. Vieles, was man sich in der Astronomie und auf der Kugel vorstellen will, das führt das Kugelastrrolab ohne weiteres vor Augen und kann aus ihm abgeleitet werden. Einen Vorzug über die Kugel mit dem Schemel (vgl. Anm. 3) besitzt das kugelförmige Astrolab insofern, als erstere — obgleich sie für verschiedene Breiten hergestellt ist — doch nur verwendbar ist, wenn sie fest aufgestellt ist und ihre Orientierung in keinerlei Weise von dem Meridian des Beobachtungsortes abweicht²⁷⁾. Das kugelförmige Astrolab dagegen wird aufgehängt und ist transportfähig. Die Aufgaben, die mit ihm gelöst werden können, sind zahlreicher als diejenigen, die mit der Kugel mit dem Schemel zu lösen sind. Ebenso hat das Astrolab einen Vorzug vor der Armillarsphäre, schon weil es einen solchen vor der Kugel mit dem Schemel hat und ganz besonders auch wegen des komplizierten Aufbaues der Armillarsphäre. Ein Nachteil ist ferner, dass man die Ringe der Armillarsphäre nicht im Kreise drehen kann, dass sie im Meridian²⁷⁾ aufgestellt werden muss und dass die Beobachtung mit ihr un bequem ist. Ich habe hiermit den Mangel dieser beiden Instrumente zusammengestellt, nämlich der Kugel mit dem Schemel und der Armillarsphäre. Den Vorzug des Kugelastrrolabs vor den anderen astronomischen Instrumenten wie den Linien (Mistar), Quadranten, Platten (Laul) brauchen wir nicht zu erwähnen. Das Kugelastrrolab hat noch andere Vorzüge hinsichtlich der Genauigkeit seiner Teilung, der Art seiner Aufstellung und der Schnelligkeit, mit der man mit ihm Aufgaben lösen kann sowie hinsichtlich der geringen Anzahl seiner Einzelteile. Alles dies bleibt dem nicht verborgen, der es herstellt und anwendet. Unsere Absicht ist durch diese Uebersicht (über die Vorzüge) genügend erfüllt.“

Beschreibung des Instrumentes.

(2., 3., 4. und 5. Kapitel der 2. Maqāla.)

An das eben wiedergegebene erste Kapitel der 2. Maqāla reiht sich in vier weiteren Kapiteln eine Beschreibung des Instrumentes. Hierauf werden wir jedoch nur da näher eingehen, wo es sich um die Hervorhebung der Besonderheiten des Kugelastrrolabs nach *al Nairîzî* gegenüber den übrigen Formen des Kugelastrrolabs handelt.

Die Astrolabkugel besitzt fast genau dasselbe Aussehen wie diejenige der übrigen Formen des Kugelastrrolabs. Wir begnügen uns daher mit einigen Bemerkungen. Man unterscheidet nach *al Nairîzî* ein 6er, 3er, 2er und ein vollständiges Astrolab, je nachdem die Höhenparallelen von 6 zu 6 Grad, 3 zu 3 Grad, 2 zu 2 Grad oder von Grad zu Grad auf der Kugel eingezeichnet sind. Die Azimutalkreise sind von 10 zu 10 Grad oder von 5 zu 5 Grad eingetragen. Von Stundenlinien sind wie bei Alfons nur diejenigen der temporalen Stunden vorhanden. Zum Gebrauch in den verschiedenen Breiten sind wie bei Alfons an der Kugel Löcher angebracht. Die Beschreibung der Astrolabkugel ist gegenüber derjenigen bei Alfons sehr kurz gehalten; es fehlen auch Angaben über das Material, aus dem das Instrument hergestellt ist.

Die Beschreibung der Spinne, die wie in allen übrigen Fällen eine halbkugelige Schale ist, ist verhältnismässig kurz.

Erwähnenswert sind die drei sogenannten „*Kursi*“; es sind dies Ansatzstücke von nicht näher geschildertem Aussehen, die auch bei anderen Instrumenten vorkommen (vergl. hierzu E. W. Beiträge XVIII, S. 33). Am Ekliptikpol der Spinne wird der „grösste *Kursi*“ angebracht. Es handelt sich wohl dabei um eine durchbohrte Kreisscheibe, die um den Ekliptikpol der Spinne befestigt ist ähnlich wie bei Alfons. Ein weiterer, der sogenannte „kleine *Kursi*“, ist an der Stelle des Pols des Aequators der Spinne angebracht und ist wohl ebenso wie der grosse *Kursi* am Ekliptikpol eine durchbohrte Kreisscheibe. Auf ihn kommt ein sogenannter „Aufhänger“ (arab. *‘Ilāqa*), der im Prinzip wohl nichts anderes ist als das verbreiterte Ende der Weltachse, die hier wie bei *Qustā ben Lūqā* „Nagel“ genannt wird; vielleicht ist mit Aufhänger auch die Weltachse selbst gemeint.

Aus den Ausführungen über die Zusammensetzung des Instrumentes geht klar hervor, dass sie die gleiche ist wie bei den übrigen Formen des Kugelastrolabs, sodass wir nach den ausführlichen Angaben bei Alfons nicht näher darauf eingehen brauchen.

Der Winkelabstand der Pole des Aequators und der Ekliptik ist zu 23 Grad 35 Minuten angegeben (bei Alfons $23\frac{1}{2}$ Grad, s. Anm. 20). Der Aequator (Gürtel, *Minṭaq*) ist in 360 Grad geteilt und vertritt nach den Angaben des Verfassers den Limbus (*Huḡra*) des ebenen Astrolabs. Ob der Aequator ein Grosskreis oder ein Kleinkreis ist, geht aus der Beschreibung nicht hervor.

Die Oerter der Sterne auf der Spinne werden wie üblich durch die Spitzen (Splitter) kleiner Vorsprünge auf der ausgeschnittenen Spinne dargestellt. Es sind, wie ausdrücklich vermerkt, wie bei Alfons nur nördliche Sterne auf der Spinne vorhanden (nördliches Kugelastrolab). Ein breiter Ring, über dessen Lage nähere Angaben fehlen, dient dazu, die Teile der Spinne zusammenzuhalten und ist zu nichts anderem bestimmt, wie ausdrücklich vermerkt ist.

Zur Höhenmessung ist am Randkreis der Spinne eine Vorrichtung angebracht, im Text *mayrā** genannt (wir bezeichnen sie als Höhenquadrant). Es ist ein Quadrantenstreifen³⁸⁾ mit einer als Führung dienenden Aussparung in der Mitte. Die Streifen zu beiden Seiten der Führung sind in 90 Grad geteilt. Am Teilpunkt 90 Grad, am einen Ende des Quadranten, befindet sich der sogenannte „*Kursi* der Höhe“, ein Ansatzstück, an dem wohl ein Haltering angebracht ist, an dem das Astrolab bei Höhenmessungen gehalten wurde ebenso wie bei Alfons. Von einer Alhidade ist nichts erwähnt. — Ueber die Art der Höhenmessung geben die Aufgaben 1 und 31 Aufschluss, die wir des Zusammenhangs halber hier besprechen wollen. Die Spinne wird im Ekliptikpol auf den Polen des Horizonts auf der Kugel befestigt, sodass der Randkreis der Spinne, an dem der Höhenquadrant angebracht ist, sich mit dem Horizontkreis der Kugel deckt (dies ist im Text nicht beschrieben; die Anordnung wird aber die eben angegebene sein). Ob zur Verbindung von Spinne und Kugel in diesem Falle die Weltachse benutzt wird, ist nicht ersichtlich. Zur Bestimmung der Sonnenhöhe wird ein Gnomon in den Nord- oder Südpunkt des Horizonts gesteckt, welcher in der Führung verschoben werden kann und zwar durch Drehung der Kugel³⁹⁾. Das Astrolab wird dann nach der Sonne gerichtet, wobei es an dem *Kursi* der Höhe freihängend gehalten wird und das Gnomon solange verschoben, bis es keinen Schatten wirft und das

*) Rinne.

Sonnenlicht in die Vertiefung des Gnomons fällt^{30a)}. Zur Bestimmung der Sternhöhe visiert man durch die diametral gegenüberliegenden Löcher am Nord- und Südpunkt des Horizonts den Stern an, wobei das eine der beiden Löcher sich in der Führung bewegt ebenso wie das Gnomon bei der Beobachtung der Sonnenhöhe^{30b)}.

Anwendung des Instrumentes.

(3. und 4. *Maqāla*.)

Die 3. und 4. *Maqāla* behandeln die Aufgaben, die mit dem Instrument gelöst werden.

3. *Maqāla*. Die 3. *Maqāla* enthält deren 65, von denen wir die Ueberschriften in einer Uebersicht zusammenstellen. Die allermeisten dieser Aufgaben finden sich bei Alfons mehr oder weniger übereinstimmend und brauchen nach der ausführlichen Behandlung der Alfonsinischen Aufgaben nicht von Neuem besprochen werden. Wir werden nur auf diejenigen Aufgaben kurz eingehen, die bei Alfons nicht vorkommen und von gewissem Interesse sind. Alle übrigen Aufgaben sind in der nun folgenden Zusammenstellung durch beigefügtes (A) bezeichnet. Die Ueberschriften zu den Aufgaben sind nicht in der wörtlichen Uebersetzung gegeben, sondern des leichteren Verständnisses halber den Alfonsinischen entsprechend gefasst.

1. Bestimmung der Sonnenhöhe (A).
2. Bestimmung des Aszendenten, Deszendenten und des Grades der Mitte des Himmels (A).
3. Bestimmung der vom Tage verflassenen temporalen Stunden (A).
4. Bestimmung des Umdrehungswinkels des Himmels seit Sonnenaufgang (A).
5. Bestimmung der vom Tag verflassenen äquatorialen Stunden (A).
6. Bestimmung des Tag- und Nachtbogens der Sonne (A).
7. Bestimmung der äquatorialen Tagesstunden (A).
8. Bestimmung der Dauer einer temporalen Stunde in Aequatorgraden (A).
9. Bestimmung der geraden Aszensionen der Tierkreiszeichen (A).
10. Bestimmung aller Aszensionen der Tierkreiszeichen für irgend eine Breite (A).
11. Bestimmung des Azimuts der Sonne (A).
12. Ermittlung des Mittelpunkts der 12 Himmelshäuser (A).
13. Bestimmung der Deklination der Sonne und deren Richtung (A).
14. Bestimmung der Ostweite des Sonnengrads (A).
15. Bestimmung der Mittagshöhe der Sonne (A).
16. Bestimmung der Höhe des Anfangs irgend eines Tierkreiszeichens*).
17. Bestimmung des Aszendenten aus den verflassenen temporalen Stunden (A).
18. Bestimmung des Aszendenten aus dem Umdrehungswinkel des Himmels (A).
19. Bestimmung der Höhe der Sonne aus dem Aszendenten (A).
20. Bestimmung der Höhe der Sonne aus dem Umdrehungswinkel des Himmels (A).
21. Bestimmung der Höhe der Sonne aus den verflassenen temporalen Stunden des Tages (A).
22. Bestimmung der Höhe der Sonne aus dem Azimut (A).
23. Bestimmung des Aufgangs des *Fagr* (Morgendämmerung) und des Untergangs des *Schafaq* (Abenddämmerung) (A).
24. Bestimmung der Breite eines Ortes durch Beobachtung der Mittagshöhe der Sonne (A).
25. Umwandlung der Grade der Aszensionen in Ekliptikgrade und der Ekliptikgrade in Grade der Aszensionen (A).
26. Wie man zu einem Ekliptikbogen vom Widder aus die zugehörigen Aszensionen in irgend einer Breite ermittelt (A).
27. Wie man zu einem Ekliptikbogen vom Widder aus die zugehörigen geraden Aszensionen ermittelt (A).
28. Bestimmung des Sonnengrads aus der Beob-

*) Es handelt sich hier um die Kulminationshöhe, die leicht zu bestimmen ist.

achtung der Mittagshöhe der Sonne (A). 29. Bestimmung des *Buht* der Sonne. 30. Bestimmung des Sonnengrads aus der Ostweite. (Diese Aufgabe findet sich zwar nicht bei Alfons, ist aber leicht zu lösen. Vergl. Abschnitt: Koordinatenaufgaben S. 21.) 31. Bestimmung der Höhe der Fixsterne (A). 32. Bestimmung des Aszendenten, Deszendenten, des Grades der Mitte des Himmels und des Plocks der Erde (A). 33. Bestimmung der verfloßenen temporalen Stunden der Nacht durch die Sterne (A). 34. Bestimmung des Umdrehungswinkels des Himmels seit Sonnenuntergang (A). 35. Bestimmung der Mittagshöhe der Fixsterne. (Diese Aufgabe findet sich zwar nicht wörtlich bei Alfons, bietet aber offenbar nichts Neues.) 36. Bestimmung des mit einem Stern auf- und untergehenden Grads des Tierkreises (A). 37. Bestimmung der Deklination der Fixsterne und deren Richtung (A). 38. Bestimmung des Tagbogens der Fixsterne (A). 39. Bestimmung des Zenitabstandes der Fixsterne und dessen Richtung. 40. Bestimmung des Ekliptikgrades, der sich mit einem Stern auf demselben Parallelkreis dreht (A). 41. Bestimmung, für welche Sterne die Höhe nördlich und für welche sie südlich vom Zenit ist. 42. Bestimmung der Höhe einiger Sterne aus dem Aszendenten bei Nacht (A). 43. Bestimmung der Höhe einiger Fixsterne aus den verfloßenen Stunden der Nacht (A). 44. Bestimmung des Azimuts der Fixsterne (A). 45. Bestimmung des Grads des Durchgangs durch den Meridian für diejenigen Fixsterne, die auf der Spinne nicht verzeichnet sind (A). 46. Ermittlung, welche Sterne nördlich und welche südlich vom Tierkreis liegen. 47. Bestimmung, welcher Stern bei Tag und welcher bei Nacht aufgeht. 48. Bestimmung, nach wieviel Nachtstunden ein Fixstern aufgeht, wenn er bei Nacht aufgeht (A). 49. Bestimmung, nach wieviel temporalen oder äquatorialen Stunden ein Stern aufgeht, wenn er bei Tag aufgeht (A). 50. Wie man dasselbe in bezug auf den Untergang ermittelt (A). 51. Bestimmung der zwischen einer bekannten Tages- und Nachtzeit liegenden äquatorialen Stunden. (Diese Aufgabe findet sich zwar nicht bei Alfons, ist aber nach dem Früheren leicht zu lösen und bietet nichts Neues.) 52. Bestimmung der äquatorialen Stunden des Tages der Sterne (A). 53. Bestimmung der äquatorialen Stunden der Nacht der Sterne (A). 54. Bestimmung, wieviel äquatoriale oder temporale Stunden zwischen den Aufgängen zweier Sterne liegen*). 55. Bestimmung, welche Fixsterne gleichzeitig aufgehen, untergehen oder kulminieren*). 56. Bestimmung, welche Fixsterne in einer Nacht untergehen und aufgehen und unter welcher Breite dies geschieht. 57. Bestimmung der geographischen Breite eines Ortes mit Hilfe von Zirkumpolarsternen (A). 58. Bestimmung der Ostweite der Fixsterne (A). 59. Wie man durch Messung der Fixsterne ermittelt, ob ein Aufgang des *Tagr* und ein Untergang des *Schafaq* an irgend einem Ort eintreten muss (A). 60. Wie man durch Beobachtung der Fixsterne bestimmt, was bleibt bis zum Aufgang des *Tagr* und dem Untergang des *Schafaq* an temporalen und äquatorialen Stunden (A). 61. Wie man bestimmt, welche Fixsterne mit der Sonne aufgehen, den ganzen Tag mit ihr über dem Horizont sind und mit ihr untergehen (A). 62. Bestimmung der geographischen Länge (A). 63. Bestimmung, welcher Stern mit einem bestimmten Ekliptikgrad aufgeht und welcher nach diesem aufgeht. 64. Bestimmung, welcher Stern mit einem bestimmten Ekliptikgrad untergeht und welcher nach diesem Grad und vor diesem Grad untergeht. 65. Bestimmung, welcher Stern mit

*) Diese beiden Aufgaben kommen zwar bei Alfons nicht vor, sind aber leicht zu lösen. Gemeint sind in all diesen Fällen Sterne, die auf der Spinne verzeichnet sind.

einem bestimmten Ekliptikgrad kulminiert, welcher Stern vor ihm und welcher nach ihm kulminiert.

Besprechung der Aufgaben (nach *al Nairizi*).

1. Unter *Buht* der Sonne versteht man ihre ausgeglichene (wahre ungleichförmige) Bewegung an einem Tag (vergl. hierzu E. W. Beitr. XLVII, S. 226). Man bestimmt hierzu den Ort der Sonne im Tierkreis und wiederholt dieselbe Bestimmung nach 24 Stunden. Die Differenz der beiden Sonnenörter im Tierkreis stellt das *Buht* dar an dem Tag (29).

2. Zur Bestimmung des Abstandes der Fixsterne vom Zenit legt man ihre Spitzen auf die Mittagslinie und liest an deren Teilung den Abstand vom Zenit ab (39).

3. Um zu bestimmen, bei welchen auf der Spinne verzeichneten Sternen die Kulminationshöhe nördlich und bei welchen sie südlich ist, bringt man die Spitze (Zeiger) des Sterns auf die Mittagslinie; wenn sie nach Süden zu fällt, dann ist der Zenitabstand südlich, andernfalls nördlich. (41.)

4. Um zu bestimmen, welche Sterne nördlich und welche südlich vom Tierkreis liegen, beobachtet man die Sterne (d. h. man stellt ihren Ort in bezug auf die Spinne fest). Diejenigen Sterne, die „innerhalb“ des Tierkreises liegen (also auf der Spinne), sind nördlich; die „außerhalb“ des Tierkreises liegenden Sterne sind südlich (*al Nairizi* denkt hier an ein nördliches Kugelastrolab). (46.)

5. Um zu bestimmen, welche auf der Spinne verzeichneten Sterne bei Tag und welche bei Nacht aufgehen, bringt man den Sonnengrad auf den Westhorizont. Diejenigen Sterne, die zwischen dem Sonnengrad und dessen Gegengrad auf dem östlichen Horizont liegen, geben bei Tag auf, der Rest bei Nacht (47).

6. Um festzustellen, welche Fixsterne in einer Nacht in irgendeiner Breite unter- und aufgehen, muss man wissen, dass dies nur eintritt bei Sternen, die nahe beim Nordpol (nördl. Astrolab) liegen und deren (Kulminations)höhe vom Zenit aus nach Norden zu liegt; freilich ist dies nicht der Fall in hohen Breiten. Ist die (nördliche) Kulminationshöhe des Sterns = der doppelten geogr. Breite des Beobachtungsortes, so geht der Stern nicht unter, sondern berührt gerade den Horizont. Ist die geogr. Breite etwas kleiner, so kann dieser Stern (bei entspr. Lage der Sonne im Tierkreis) in derselben Nacht unter- und aufgehen. (50.)

7. In der Ekliptik befindliche Sterne (mit der astron. Breite null) gehen mit dem Ekliptikgrad, in dem sie stehen, auf und unter und kulminieren mit ihm.

Sterne innerhalb der Ekliptik mit nördl. astron. Breite (vgl. Nr. 4) gehen in nördlichen geogr. Breiten vor, in südlichen geogr. Breiten nach dem Ekliptikgrad auf, der die gleiche astronom. Länge wie der Stern hat. (Dies gilt jedoch nicht für geogr. Breiten kleiner als $23\frac{1}{2}^{\circ}$, solange sich der Ekliptiknordpol unterhalb des Horizonts befindet.) Umgekehrt ist es bei Sternen außerhalb der Ekliptik (mit südl. astron. Breite). Beim Untergang sind die Verhältnisse die entgegengesetzten (bei der Kulmination verhalten sich die Sterne wie beim Aufgang in der geogr. Breite null). (63—65.)

4. *Maqāla*. In der 4. *Maqāla* behandelt *al Nairizi* die vorzügliche Eignung des Kugelastrolabs als Demonstrationsinstrument, womit er bei seinen Zeitgenossen ganz besonderes Interesse erregen wollte, wie aus seinen Ausführungen in der einleitenden ersten *Maqāla* hervorgeht (s. S. 33). In 30 Kapiteln werden „Die wunderbaren Dinge“ geschildert, die man mittels des Kugelastrolabs zeigen kann. Es handelt sich um die eigenartigen Erscheinungen, die bei der Bewegung der Tierkreiszeichen vor allem in hohen geographischen Breiten zutage treten und die von grosser Bedeutung für den Wechsel von Tag und Nacht und damit für das menschliche Leben überhaupt sind. Dabei handelt es sich erstens um die Fälle, bei denen die Tierkreiszeichen nicht in der gewöhnlichen Reihenfolge auf- und untergehen, zweitens, dass Tag und Nacht ungewöhnliche Längen annehmen und drittens um Eigentümlichkeiten in den Kulminationshöhen der Tierkreiszeichen. Die Schrift von *al Nairizi* beweist, dass diese Fragen wie zahlreiche andere von den Arabern mit grossem Interesse studiert wurden⁴⁰).

Im folgenden geben wir eine gekürzte Uebersicht über die 30 Kapitel der 4. *Maqālu* und fügen die von *al Nairizi* angegebenen, zum Teil berichtigten Zahlenangaben in Klammern bei. Anschliessend folgen dann noch einige zusammenfassende Bemerkungen. Die Einzelheiten der Ausführung am Instrument macht man sich leicht klar⁴¹⁾.

Der Inhalt der einzelnen Kapitel⁴²⁾ ist folgender:

1. Es gibt einen Ort, an dem zu einer bestimmten Stunde alle 12 Tierkreiszeichen im Horizont liegen (Breite 66 Grad 25 Min.). 2. Dreht man dann die Spinne um einen Grad, dann geht die Hälfte der Tierkreiszeichen (Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge) auf, und die andere Hälfte geht unter. 3. Es gibt Orte, an denen der Widder vor den Fischen aufgeht, während „bei uns“ (d. h. in niederen Breiten) das Umgekehrte der Fall ist (Beisp. 78 Grad). 4. An solchen Orten geht auch das Ende des Widders vor dessen Anfang auf (auch hier Beisp. 78 Grad). 5. An solchen Orten geht auch zuerst die Wage, dann die Aehre unter, während in niederen Breiten das Umgekehrte der Fall ist (wieder Beisp. 78 Grad). 6. Es gibt einen Ort, an dem der Steinbock, der Bogen und der Skorpion überhaupt nicht aufgehen (Beisp. 78 Grad). 7. Es gibt einen Ort, an dem einige Grade des Widders nicht aufgehen, während alle übrigen Grade des Widders aufgehen*). 8. Es gibt einen Ort, an dem von den Fischen zuerst deren Ende und dann deren Anfang aufgeht (Breite 78). 9. Es gibt einen Ort, an dem die Aszensionen von 6 Tierkreiszeichen einen Grad betragen (Breite 66 Grad 4 Min. Dieser Fall tritt in dem Beispiel des Kap. 2 ein). 10. Es gibt einen Ort, an dem die Aszensionen von 6 Tierkreiszeichen 360 Grad betragen (Breite 78 Grad 25 Min.).

11. Es gibt einen Ort, an dem die Länge des Tages 400 äquatoriale Stunden beträgt (Breite 68 Grad. Dies tritt ein, wenn die Sonne den Ekliptikbogen von 22 Grad der Zwillinge bis 22 Grad des Krebses durchläuft, wobei sie also immer über dem Horizont steht. Diese Zeit beträgt ungefähr 16 Tage, also nahezu 400 äquatoriale Stunden). 12. Es gibt einen Ort, an dem es zu einer bestimmten Zeit 1000 äquatoriale Stunden lang Tag ist, d. h. eine *ʿarḡāhūrā*⁴³⁾, die bei uns für eine Stunde hergestellt ist, in der Länge dieses Tages 1000 mal untersinkt (Breite 69 Grad. Dies tritt ein, wenn die Sonne den Ekliptikbogen von 5 Grad der Zwillinge bis 25 Grad des Krebses durchläuft, wobei sie sich also immer über dem Horizont befindet. Diese Zeit beträgt ungefähr 42 Tage, das sind ungefähr 1000 äquatoriale Stunden). 13. Es gibt einen Ort, an dem die äusserste Länge der Nacht 1 äquatoriale Stunde beträgt (Breite 65 Grad 30 Min. Man nimmt hierzu den Anfang des Steinbocks und misst dessen Nachtbogen). 14. Es gibt einen Ort, an dem es 3000 äquatoriale Stunden lang Tag ist (Breite 78 Grad. In dieser Breite befindet sich der Bogen des Tierkreises vom Anfang des Stiers bis zum Ende des Löwen stets über dem Horizont. Die Sonne durchläuft diesen Bogen in 126 Tagen, das sind ungefähr 3000 äquatoriale Stunden). 15. Am Pol (Breite 90 Grad) ist es ein halbes Jahr lang Nacht und ein halbes Jahr lang Tag.

16. Es gibt ferner einen Ort, an dem die Höhe des Widders gleich ist der Höhe des Stiers (Breite $5\frac{1}{2}$ Grad. Die Höhe (es handelt sich hier wie bei den ähnlichen folgenden Aufgaben stets um die Kulminationshöhe) des Anfangs des Widders beträgt dabei 84 Grad südlich (s. Aufgabe 5), diejenige

*) Breite nicht angegeben.

des Anfangs des Stiers 84 Grad nördlich). 17. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Stiers gleich ist der Höhe des Anfangs der Zwillinge (Breite 16 Grad, Höhe des Anfangs des Stiers dabei 85 Grad südlich, Höhe des Anfangs der Zwillinge 85 Grad nördlich). 18. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs der Zwillinge gleich ist der Höhe des Anfangs des Krebses (Breite 22 Grad, Höhe des Anfangs der Zwillinge dabei 88 Grad südlich, Höhe des Anfangs des Krebses 88 Grad nördlich). 19. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Krebses gleich ist der Höhe des Anfangs des Steinbocks*). 20. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Widders gleich ist der Höhe des Anfangs des Krebses (Breite $11\frac{3}{4}$ Grad**). Widderanfang dabei auf Höhe 78 Grad südlich, Höhe des Anfangs des Krebses auf Höhe 78 Grad nördlich). 21. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Steinbocks einen Grad südlich beträgt (Breite $65\frac{1}{2}$ Grad nördlich). 22. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Krebses einen Grad nördlich beträgt (Breite $65\frac{1}{2}$ Grad südlich). 23. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Krebses 90 Grad beträgt (Breite 23 Grad 35 Min.). 24. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Anfangs des Steinbocks 90 Grad beträgt (Breite $23^0 35'$ südlich). 25. Es gibt einen Ort, dessen Breite gleich der Höhe des Anfangs des Krebses ist (Höhe des Krebsanfangs $56^0 48'$). 26. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Widderanfangs grösser ist als diejenige des Krebsanfangs (Breite 23 Grad 35 Min. nach Süden). 27. Es gibt einen Ort, an dem Wage, Skorpion, Bogen, Steinbock, Wassermann und Fische nicht aufgehen (Pol, Breite 90 Grad). 28. Es gibt einen Ort, an dem die Höhe des Widders einen Grad beträgt (Breite 89 Grad). 29. Es gibt einen Ort, an dem der Anfang des Steinbocks nie über den Horizont kommt (Breite 66 Grad 25 Min.). 30. Es gibt einen Ort, an dem die Sonne mit dem Meridian 5 mal zusammenfällt (Breite 67 Grad 30 Min.; Sonne stets sichtbar).

Alle diese Aufgaben lassen sich ebenso mit der Kugel mit dem Schemel behandeln (vergl. die kurze Beschreibung derselben in Anm. 3).

III. Das kugelförmige Astrolab nach *al Birûnî* und *Gâbir ben Sinân* u. a.

Al Birûnî (s. S. 6, Nr. 3) beschreibt in seinem Werk: *Kitâb al Istî'âb* „(Ueber die gründliche Behandlung aller möglichen Methoden für die Konstruktion des Astrolabs“) ⁴⁴⁾ ein Kugelaströlab, das dem bei Alfons beschriebenen in vieler Hinsicht ähnlich ist. Die in vorliegender Arbeit benutzte Uebersetzung, die mir Herr Geheimrat Prof. Dr. E. Wiedemann überlassen hat, entspricht der Leidener Handschrift Nr. 1066 (fol. 85a—87a) (s. S. 6).

Die Beschreibung in der Leidener Handschrift ist im Allgemeinen einfach und klar abgefaßt, sodass die Wiedergabe der Uebersetzung zum Verständnis des Instrumentes genügen wird. Die grundlegenden Definitionen an der Kugel etc. gibt *al Birûnî* in einem anderen Werk, wie er am Schlusse des vorliegenden Abschnittes erwähnt.

*) Breite null.

**) Nicht 60^0 , wie im Text.

Al Birūnī's Beschreibung lautet etwas gekürzt:

Herstellung des Kugelastronauts, das mit der Spinne und anderen Dingen versehen ist.

Ich behaupte, dass, wenn dieses auch leicht herzustellen ist und man bei ihm das, was wir vorangeschickt haben, nicht braucht, so hat doch das ebene Astronaut offenbar Vorteile; so die Leichtigkeit, mit der man es auf Reisen mitnehmen kann. Ferner kann man es häufig da unterbringen, wo dies beim kugelförmigen nicht möglich ist, z. B. in den Ärmeln, dem Busen im Kleid⁴¹⁾, dem Innern der Stiefel, den Anhängseln der Gürtel u. s. w. Zugleich hält es kräftige Stösse adellos aus, was beim kugelförmigen selbst bei dem geringsten Schlag, Stoss oder Fall nicht zutrifft. Dagegen ist die Darstellung dessen, was sich auf der Sphäre befindet und die Gestalt der auf ihr sich vollziehenden Bewegungen beim kugelförmigen Astronaut leichter zu übersehen.

Zur Herstellung des Kugelastronauts muss man eine Kugel verfertigen, deren Fläche so glatt und gleichförmig als möglich ist; sie besteht aus zwei Halbkugeln, die gleiches Gewicht und gleiche Grösse haben. Die Stelle, an der sie zusammengelötet sind, soll durch geschickte Arbeit unsichtbar sein. (Daraus geht hervor, dass *al Birūnī* offenbar nur aus Metall verfertigte Kugeln verwandte.)

Die Grösse des Durchmessers der Kugel ermitteln wir nach der Vorschrift der 19. und 20. Proposition des ersten Buches des Werkes von Theodosius über die Kugeln⁴²⁾. Wir öffnen einen Zirkel beliebig weit, und ziehen auf der Kugel a b einen Kreis, wie es sich gerade trifft, etwa den Kreis g d z, der um den Mittelpunkt k auf der Oberfläche der Kugel beschrieben ist. (Hierzu gibt *al Birūnī* Figuren, s. Fig. 10a.) Auf dem Umfang dieses Kreises bezeichnen wir drei beliebige Punkte, g d z; hierauf schneiden wir auf einer geraden Linie auf einer ebenen Fläche die Gerade g d ab, die gleich der Sehne g d auf der Kugel ist. Dazu setzen wir die Zirkelspitzen auf die Punkte g und d auf der Kugel. Dann ziehen wir auf der ebenen Fläche eine Linie d z gleich der Geraden d z auf der Kugel und eine Linie g z gleich der Sehne g z auf der Kugel; aus ihnen setzen wir das Dreieck g d z auf der ebenen Fläche zusammen (s. Fig. 10b). In seinen Ecken g und z errichten wir die

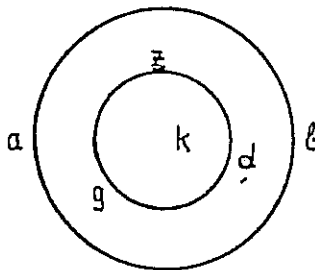


Fig. 10a

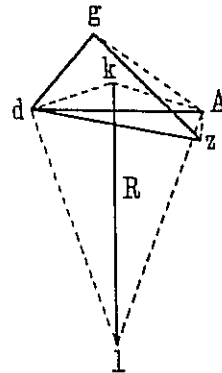


Fig. 10b.

Lote g t und z t auf g d und d z. Dann verbinden wir ihren Schnittpunkt t mit d. Wir ziehen mit der Zirkelöffnung k d, mit der der Kreis g d z auf der Kugel gezeichnet wurde, zwei Kreise auf der Fläche mit d und t als Mittelpunkt. Ihren Schnittpunkt k verbinden wir mit d und t. In d und t errichten wir auf k d und k t die Lote d l und t l und verbinden k mit l. Die Verbindungslinie k l ist der Durchmesser des grössten Kreises und damit der Kugel selbst⁴³⁾.

Wir nehmen eine Öffnung des „Zirkels mit gekrümmten Schenkeln“⁴⁴⁾ gleich der Sehne eines Viertelkreises mit jenem Durchmesser; sie heisst die „Seite des Quadrates“⁴⁵⁾ und wir beschreiben mit dieser Öffnung auf der Kugel den Grosskreis des Meridians. Dann legen wir auf einen Punkt seines Umfangs den Pol (sphärischer Mittelpunkt) und drehen um ihn (wobei der Zirkel dieselbe Öffnung entsprechend der Seite des Quadrats beibehält) mit der Seite des Quadrats den Grosskreis des Horizontes.

Den Horizont sowohl als auch den Meridian teilen wir in je 360 gleiche Teile und schreiben von den zugehörigen Zahlen jeweils die Fünfer an. Zunächst am Horizont beginnen wir bei jedem der beiden Pole des Meridians (das sind Ost- und Westpunkt) nach beiden Seiten und endigen am Meridian. Am Meridian beginnen wir bei seinen beiden Schnittpunkten mit dem Horizont nach beiden Seiten und endigen bei den Polen des Horizontes²⁹⁾.

Hierauf ziehen wir um den einen Pol des Horizontes je mit dem Abstand der einzelnen Grade der Meridianteilung vom Pol aus Kreise bis zum Horizont. Man erhält so im Ganzen 80 parallele Kreise; es sind die Höhenparallelen (arab. *Muganṭara*). Um auf dem Astrolab die Azimutalkreise zu ziehen, machen wir jeden Grad des Horizontes zum Pol und ziehen um ihn mit der Seite des Quadrats einen Kreis; alle diese 180 Kreise schneiden sich in den beiden Polen des Horizontes.

Hierauf zählen wir von dem einen Schnittpunkt des Horizontes mit dem Meridian (es muss der Nordpunkt des Horizonts sein) auf der Seite der Höhenparallelen (nämlich der geteilten Halbkugel) den Betrag der Breite des Ortes ab, für den wir das Astrolab herstellen und gelangen zum Nordpol (genauer Weltnordpol) und auf der diametral entgegengesetzten Seite (nämlich auf der nichtgeteilten Halbkugel) entsprechend zum Südpol (Welsüdpol)³⁰⁾.

Mit dem Abstand der Seite des Quadrates beschreiben wir um den Weltnordpol die Hälfte des Kreises des Äquators auf der den Höhenparallelen entgegengesetzten Seite der Kugel (unter dem Horizont). Wir ziehen ferner mit dem Abstand des Komplements der grössten Neigung³¹⁾ das Stück des Breitenkreises des Krebses, das auf die Seite fällt, auf der wir die Hälfte des Äquators konstruiert haben. Weiter zeichnen wir um den Südpol mit dem Abstand des Komplements der grössten Neigung von dem Breitenkreis des Steinbocks das Stück, das auf dieselbe Seite wie die vorher beschriebenen Kreisbogen fällt (vergl. S. 15). Nun teilen wir jedes dieser drei Stücke in 12 gleiche Teile. Durch die entsprechenden Teilpunkte legen wir Kreise. Diese geben die zeitlichen Stunden wie beim ebenen Astrolab. Für die Kreise der Äquatorialen³²⁾ Stunden begnügen wir uns damit, den Äquator in 12 gleiche Teile zu teilen und ziehen durch die Teilpunkte Kreise, die vom einen der beiden Pole (dem Weltnord- oder -südpol) ausgehen; sie sind mit der Seite des Quadrates konstruiert. Eingraviert werden von ihnen nur die Stücke zwischen den beiden Wendekreisen, unter dem Horizont. (Hier fehlt eine Angabe, wo die Zählung der Stunden beginnt, vergl. hierzu S. 15).

Jetzt machen wir uns erneut an die Arbeit, und stellen eine Halbkugel her, die (gleichsam) die Kugel des Astrolabs verschlingt, wenn erstere sie bedeckt und die Hälfte von letzterer taucht in sie, und zwar so, dass sie sich an die Kugel anschliesst, dass zwar eine Bewegung ohne Mühe erfolgt, dass aber doch kein Wackeln eintritt. Das erreicht man dadurch, dass die innere Fläche der Halbkugel die äussere Fläche der Kugel durchweg gleichmässig berührt; dabei soll die innere Fläche der Halbkugel vollständig glatt sein. Wir ermitteln den Pol des Randes dieser Halbkugel (halbkugelförmigen Schale). Er ist der Pol des Tierkreises, (welch letzterer durch den Randkreis dargestellt wird. Vergl. hierzu stets die Beschreibung des Alfonsinischen Kugelastrolabs). Wir teilen den Randkreis in die 12 Tierkreiszeichen und jedes Tierkreiszeichen in 30 Grad; an die Tierkreiszeichen schreiben wir deren Namen und an die Grade jeweils die Fünfer. Den Anfang des Widlers nehmen wir als Mittelpunkt, und ziehen um ihn mit der Seite des Quadrats (s. S. 41) einen Kreis; er geht durch den Pol des Tierkreises und die Anfänge von Steinbock und Krebs. Wir nehmen von den Tierkreisgraden den Betrag der grössten Neigung in den Zirkel. Die Spitze des einen Schenkels setzen wir auf den Pol des Tierkreises und die andere auf die Stelle, wo sie den vorhin erwähnten Kreis trifft. Dort machen wir ein Zeichen, das wir einritzen. Es ist der Pol des „All“ (Weltall), um den die Bewegung des All stattfindet³³⁾.

Um den Pol des All beschreiben wir mit dem Abstand der Seite des Quadrats einen Halbkreis vom Anfang der Wage bis zum Anfang des Widlers; er gehört zum Äquator³⁴⁾.

Dann wenden wir uns zu den Fixsternen, die für die betr. Zeit korrigiert sind³⁵⁾. Wir wählen einen von ihnen aus und machen auf dem ihm (d. h. dem seiner astronomischen Länge) entsprechenden Grad des Tierkreises ein Zeichen a. Dann zählen wir von ihm aus nach einer der beiden Seiten auf dem Tierkreis 90 Grad; das Ende nehmen wir zum Pol und zeichnen um ihn mit der Seite des Quadrats einen Kreis k, der aber nicht eingeritzt wird (es ist der durch den Stern gehende astronomische Breitenkreis). In den Zirkel nehmen wir in Tierkreisgraden die Breite des Sterns nach Norden (d. h., wenn der Stern positive Breite hat, s. oben S. 2)³⁶⁾. Die eine Spitze des Zirkels setzen wir auf a, die andere dahin, wo sie den Kreis k trifft, und zwar auf der Seite, die der Breite des Sterns entspricht. Dort machen wir ein Zeichen b; es ist der Ort des Sterns (auf der Spinne).

Haben wir dies in gleicher Weise für alle Sterne durchgeführt, so wenden wir uns nun zum Ausschneiden³⁷⁾ der Spinne. Wir lassen um den Pol des All eine kreisrunde Scheibe übrig. Dann setzen wir alles darn, auf der Halbkugel (Spinne) netzförmige Gebilde so herzustellen, dass sie allgemeines Lob finden; dabei hält ein Teil den anderen fest. An ihnen

bringen wir die Sterne so schön an, wie wir das können. Wollen wir von den netzförmigen Gebilden absehen, so ziehen wir um den Anfang jedes Tierkreiszeichens mit dem Abstand der Seite des Quadrates einen Kreis und befestigen an ihm die Sterne so schön als möglich. Dann schneiden wir in den ebenen Rand der Spinne einen Spalt, nachdem wir um den Pol des Tierkreises wiederum eine Scheibe übriggelassen haben, auf der sich die Kreise treffen, die durch die Anfänge der Tierkreiszeichen gehen und bringen bei jedem Kreis Stücke von passender Grösse an, an denen die Sterne befestigt werden⁵⁹).

Hierauf setzen wir die Spinne auf die Kugel und verbinden mit dem übriggelassenen Stück an dem Spalt mit der auf der Spinne befindlichen Hälfte des Aequators⁶⁰) ein Stück Messing, durch das der Aequator (nach der anderen Seite der Spinne bezw. der Ekliptik) zu einem Vollkreis ergänzt wird⁶¹). Ebenso löten wir an den Kreis, der durch den Anfang des Krebses und des Steinbocks geht, ein Stück Messing, durch welches jener Kreis zu einem Vollkreis ergänzt wird. Die Kugel bleibt dann in der Mitte der Spinne, ohne sich von ihr zu entfernen; sie kann sich nur kreisförmig innerhalb von ihr drehen⁶²).

Die Kugel wird dann bei dem Weltnordpol (s. S. 42) und (was im Text nicht angegeben ist) auf dem diametral gegenüberliegenden Weltsüdpol durchbohrt und ebenso auch der Pol des All auf der Spinne. Die beiden Löcher am Weltnordpol und dem Pol des All der Spinne werden zur Deckung gebracht und durch sie eine lange Achse gesteckt, die aus der Kugel bei dem Loch am Weltsüdpol austritt. Diese Achse hält die Spinne auf der Kugel fest. Das Astrolab ist so für die betr. Breite fertig.

Soll das Instrument so hergestellt werden, dass es für jede Breite passt, so dürfen wir unter dem Horizont weder Wendekreisbogen noch Stundenlinien ziehen⁶³). Wir müssen bei jedem Teilstrich zwischen dem Zenit und dem Schnittpunkt des Horizonts mit dem Meridian (dem Nordpunkt) feine runde Löcher bohren und denselben entsprechende Löcher an dem Quadrant anbringen, der dem ersten gegenüberliegt; diese Löcher liegen jenen ersten Löchern diametral gegenüber. (Vergl. wieder das Alfonsinische Kugelastrolab.)

Um das Astrolab für eine gegebene Breite zu verwenden, zählen wir auf dem Meridian (vom Nordpunkt des Horizonts ab) einen Betrag gleich dieser Breite ab und stecken die Achse in das Loch beim Pol des Alls auf der Spinne, und durch das Loch an der Kugel, das jener abgezählten Zahl entspricht und führen sie (d. h. die Achse) durch die Kugel durch bis zu dem diametral gegenüberliegenden Loch.

In dieser Weise wird das nördliche Kugelastrolab hergestellt. Das südliche Kugelastrolab unterscheidet sich von ihm durch die Spinne, nämlich darin, dass der halbe Aequator, der auf der Halbkugel der Spinne liegt, vom Anfang des Widdera bis zum Anfang der Wage genommen wird, und dass wir auf dem südlichen Kugelastrolab die Sterne südlicher Breite (d. h. negativer Breite) anbringen. Die Achse stecken wir durch den Pol des All der Spinne und die Löcher, die sich unter dem Horizont befinden, sodass sie infolgedessen an den über dem Horizont befindlichen Löchern aus der Kugel heraustritt⁶⁴). Dann ist das Verfahren bei beiden Astrolabien das gleiche. Von den Verfertigern von Astrolabien gibt es solche, die sich damit begnügen.

Wir teilen ausserdem noch eine Vorrichtung zur Höhenmessung mit. Derjenige, welcher die Höhe bestimmen will, muss das Astrolab an dem Zenit aufhängen, sodass die Höhenparallelen parallel sind zum Horizont der Welt⁶⁵). Dann stellen wir auf den Sonnengrad ein kleines Gnomon⁶⁶) auf, das senkrecht auf der Kugel und der Spinne steht, und drehen ihn, d. h. den Sonnengrad mit dem Gnomon, was durch Drehung der Spinne geschieht, bis das Gnomon sich selbst beschattet, und seinen Schatten nicht auf eine andere Stelle der Kugel, sondern nur auf sich selbst wirft^{67a}). Dann fällt der Aszendens mit dem östlichen Horizont zusammen. Diese Anordnung bringt nun passender auf der Kugel an, als auf dem kugelförmigen Astrolab⁶⁷). Unter den Künstlern gibt es solche, die einen Kreisbogen herstellen, dessen Innenfläche die konvexe Seite der Spinne berührt; an seinen beiden Enden auf seiner konvexen Seite befestigen sie einen Halbkreis, der in 180 gleiche Teile geteilt ist, und bringen nun jenen Bogen auf der Achse des Astrolabs an, sodass seine Innenfläche die Aussenfläche der Spinne berührt. Auf dem Ende der Achse befestigt man eine Albidade, deren Zeiger den Umfang des Halbkreises berührt, welcher der Kreis ist, mit dem man die Höhe nimmt⁶⁸). Dann machen sie sich von neuem an die Anwendung dieses Astrolabs. (Das soll heissen, nachdem die Höhenmessvorrichtung am Instrument angebracht ist, können die Aufgaben gelöst werden, bei denen eine Höhenbestimmung notwendig ist.) —

Ich habe ein Astrolab gesehen, das *Gābir ben Sinān al Ḥarrānī* verfertigt hatte. Man kann bei ihm die Spinne entbehren. Er hatte nämlich den Horizont und die Höhenparallelen auf der Kugel gezogen und in letzterer der Breite entsprechende Löcher auf den beiden diametral gegenüberliegenden Quadranten gebohrt. Dann befestigte er 3 Ringe, die die gleiche Grösse wie die grössten Kreise auf der Kugel hatten; der eine, der Aequator, wurde auf dem anderen Aequator⁶⁹) auf der Kugel befestigt, der andere war der Tierkreis, der gegen

den Aequator um denselben Betrag geneigt ist wie der Tierkreis gegen den Aequator; der dritte war der Kreis, der durch die auf der Kugel befindlichen 4 Pole ging; d. h. derjenige, der durch die Pole der beiden ersten Kreise geht. In jenen dritten Kreis bohrte er 2 Löcher an den Polen des Aequators und steckte in sie und in die Löcher für die in Betracht kommende Breite auf der Kugel eine Achse, die er durch einen Vorreiber befestigte.

Dies sind die verschiedenen Arten des kugelförmigen Astrolabs. Die Zeichnung der Kreise auf der Kugel und der auf ihr befindlichen Bilder sind in einem anderen Werk⁷⁰⁾ behandelt, das sich besser dafür eignet. Denn der, der das, was vorangegangen ist, gut überlegt, der kann sie nach diesen Winkeln herstellen, falls er sich die Kenntnisse über die Lage der Sterne, der Breite und der Grössen und des sonst noch Notwendigen erworben hat.

IV. Das Kugelaströlab nach *al Marrâkuschi*.

Von einem hervorragenden arabischen Astronomen, *al Marrâkuschi*, wird in seinem bekannten Werk: „Das Kompendium der Anfänge (Prinzipien) und der Enden (Resultate)“ (s. S. 6) ein Kugelaströlab beschrieben. Da *al Marrâkuschi* († ungefähr 1262) und Alfons (1226—1284) ungefähr zur selben Zeit lebten, so besitzen die bei ihnen beschriebenen Instrumente ungefähr das gleiche Alter. L. Am. Sédillot hat in seinen: „Mémoires sur les instruments astronomiques des Arabes“ (s. S. 6, Nr. 4) aus dem obenerwähnten Werk des *al Marrâkuschi* die Stelle über das Kugelaströlab übersetzt. Da dieses im Prinzip mit den seither behandelten Formen übereinstimmt, so begnügen wir uns damit, die Stellen hervorzuheben, die auf gewisse Eigentümlichkeiten des Kugelaströlabs nach *al Marrâkuschi* hinweisen. Vorausgeschickt sei, dass sich technische Angaben bei *al Marrâkuschi* äusserst spärlich finden.

Die Kugel des Astrolabs, die aus Kupfer hergestellt wird, hat hier im wesentlichen dieselbe Einrichtung wie bei den früher besprochenen Formen. Sie besitzt die Höhenparallelen und Azimutalkreise auf der Halbkugel mit dem Zenit; wie bei Alfons ist auch hier die Bemerkung zugefügt, dass je nach der Grösse der Kugel alle oder nur ein Teil dieser Kreise eingezeichnet sind. Auf der unter dem Horizont befindlichen Halbkugel sind eingezeichnet: Die Wendekreisbogen und der zugehörige Aequatorbogen, die Begrenzungslinien für die 12 temporalen Stunden und wie bei *al Birûni* die auf dem Aequatorbogen senkrecht stehenden Deklinationskreisbogen als die Begrenzungslinien für die 12 äquatorialen Stunden. Die temporalen Stunden zählt man wie bei Alfons vom Westhorizont aus. Die äquatorialen Stunden kann man nach *al Marrâkuschi* entweder vom Meridian aus nach Osten und Westen⁷¹⁾ zu oder wie die temporalen Stunden vom Westhorizont ab zählen. Für den letzteren Fall macht *al Marrâkuschi* folgende Angaben: „Aber wenn man die äquatorialen Stunden am Westhorizont beginnen lässt, d. h. wenn man nur die äquatorialen Stunden bezeichnet, die den 12 temporalen Stunden entsprechen, so muss man jeden der drei Bögen (Aequatorbogen und Wendekreisbögen) entsprechend der Zahl der Grade teilen, die den äquator. Stunden der Nacht entsprechen, an dem betr. Ort und zwar so oft dies möglich ist⁷²⁾. Dabei beginnt man die Teilung auf der Westseite des Horizonts. Dann legt man durch die ersten Teilpunkte der drei parallelen Bogen einen Kreisbogen (hier ist nicht angegeben, dass er ein Grosskreisbogen sein muss), der die erste äquatoriale Stunde begrenzt. Ebenso bestimmt man die Begrenzungslinien der übrigen äquator. Stunden, dann schreibt man die entsprechenden Zahlen an,

indem man im Westen beginnt.“ — Technisch ist bemerkenswert, dass nach *al Marrākuschi* die Wendekreisbögen und der Aequatorbogen mittels der Drehbank⁷³⁾ auf der Kugel eingezeichnet werden. Dazu wird die Kugel in den für die betr. Breite abgetragenen und diametral gegenüberliegenden Punkten auf der Achse der Drehbank eingespannt.

Zur Benutzung des Astrolabs in verschiedenen Breiten werden in der bekannten Weise Löcher in die Kugel gebohrt. Nach *al Marrākuschi* empfiehlt es sich, entsprechend jeder auf der Kugel gezogenen Höhenparallelen Löcher an deren Schnittpunkten mit dem Meridianquadranten vom Zenit bis zum Nordpunkt des Horizonts und den diesen jeweils diametral gegenüberliegenden Punkten der Kugel zu bohren. Dann stimmt die Zahl der den Breiten entsprechenden Löcherpaare mit der Anzahl der auf der Kugel eingetragenen Höhenparallelen überein.

Die einschränkende Bemerkung von *al Birūni* betreffs des Fortfalls der Stundenlinien für den Fall, dass das Astrolab für den Gebrauch in verschiedenen Breiten hergerichtet ist, findet sich bei *al Marrākuschi* ebenso wenig wie bei Alfons.

Die Spinne ist ebenfalls wieder eine halbkugelige Schale. Ihr ebener Randkreis, der die Ekliptik darstellt, wird zu einer scharfen kreisförmigen Kante zugefeilt. Zur Bestimmung des Pols der Ekliptik zieht man um die 4 Teilpunkte der 4 Ekliptikquadranten mit der einem solchen Quadranten entsprechenden Zirkelöffnung 4 Halbkreise auf der konvexen Fläche der Spinne. Schneiden diese sich in einem Punkt, so ist er der Pol der Ekliptik. Schneiden sie sich in 4 Punkten, so ist der Mittelpunkt des aus ihnen gebildeten sphärischen Vierecks der Ekliptikpol. Dazu zieht man mit einem gekrümmten Lineal (arab. *Misṭara*)⁷⁴⁾ die Diagonalen des sphärischen Vierecks.

Der die Ekliptik darstellende sphärische Randkreis der Spinne ist in die 12 Tierkreiszeichen und dann jedes Zeichen in 30 Grad geteilt. Der Pol des Aequators wird in bekannter Weise auf der Spinne abgetragen und um ihn der halbe Aequator als halber Grosskreis auf der Spinne wie bei *al Birūni* konstruiert und in 180 Grad geteilt⁷⁵⁾.

Die Sterne werden in der bekannten Weise auf der Spinne eingezeichnet. In die Pole der Ekliptik und des Aequators werden Löcher gebohrt, die dieselbe Weite besitzen wie die auf der Kugel für die Breiten vorhandenen Löcher.

Die Spinne wird ähnlich wie bei den übrigen Abarten des Kugelastrolabs ausgeschnitten; jedoch fehlt jede Angabe, wie dies ausgeführt wird. Spinne und Kugel werden in der bekannten Weise durch einen Stab, den wir die Weltachse genannt haben, miteinander verbunden.

Die Höhenmessvorrichtung ist wieder anders geartet wie in den bisher besprochenen Fällen. Die eigentliche Messvorrichtung besitzt die Form einer sehr schmalen, gleichschenkeligen sphärischen Dreiecksfläche (s. Fig. 11); ihre konkave Fläche berührt die konvexe Oberfläche der Spinne. Sie heisst arabisch *Ṣafiha* (Scheibe). Die Halbierungslinie von der Spitze zur Mitte der Basis soll gleich einem Grosskreisquadranten der Spinne sein. In die beiden Endpunkte dieser Halbierungslinie, nämlich die Spitze A und die Mitte der Basis B werden Löcher von der Grösse der auf der Kugel für die Breiten vorhandenen Löcher gebohrt. Die *Ṣafiha* wird in dem Loch bei der Basismitte auf dem Aequatorpol der Spinne drehbar befestigt. Auf das Loch bei der Spitze der *Ṣafiha* wird ein kleines, zylindrisches Gnomon gesteckt, das stets nach dem Mittelpunkt der Kugel gerichtet ist. Die Spitze der *Ṣafiha* mit dem Gnomon

gleitet dann über der in 180 Grad geteilten Aequatorhälfte⁷⁵⁾ auf der Spinne. Um das Astrolab bei Höhenmessungen mit Hilfe der besprochenen Vorrichtung geeignet aufzuhängen, wird an dem Teilpunkt 90 der Teilung des Aequators auf der Spinne eine Aufhängevorrichtung angebracht. Darüber, wie man mit



Fig. 11.

dieser Vorrichtung Höhenmessungen ausführt, erwähnt *al Marrākuschī* nichts. Er verfährt aber jedenfalls dabei im Prinzip genau so wie Alfons. Statt jedoch die Sonne mittels der Alhidade anzuvisieren, dreht man hier die *Safiha* und das Astrolab, wobei man letzteres an der Aufhängevorrichtung frei aufhängt, bis das Gnomon sich selbst beschattet, was eintritt, wenn die Achse des Gnomons nach der Sonne gerichtet ist. Die gefundene Höhe liest man an der Teilung des Aequators an der Stelle ab, an der die Spitze der *Safiha* mit dem Gnomon liegt. Ueber die Methode zur Bestimmung von Sternhöhen, die mit dem Gnomon nicht auszuführen ist, ist leider nichts erwähnt, obwohl *al Marrākuschī* auch von der Bestimmung von Sternhöhen spricht. — Zum Schlusse bemerkt *al Marrākuschī*, dass man in derselben Weise wie den Aequator auch die Ekliptik als „den Kreis benutzen könne, an dem die Höhe genommen wird“, wie es auch bei Alfons der Fall ist. Man muss dann die *Safiha* am Ekliptikpol befestigen und die Aufhängevorrichtung an der Ekliptik geeignet anbringen.

V. Das kugelförmige Astrolab nach *Qustā ben Lūqā*.

Von den handschriftlich erhaltenen arabischen Werken über das Kugelastrolab ist noch eine kleine Abhandlung von *Qustā ben Lūqā* (s. S. 6, Nr. 1) zu besprechen. Sie ist, falls sie wirklich von *Qustā* herrührt, die älteste uns bekannte Schrift über das Kugelastrolab. Sie enthält allerdings, wie der Titel: „Ueber den Gebrauch des sphärischen Astrolabs“ besagt, nur die Lösung einiger Aufgaben mittels eines Kugelastrolabs sowie Demonstrationen, aber keine Beschreibung des Instrumentes. Dies ist auch der Grund, weshalb wir die Schrift am Schlusse unserer Mitteilungen über das Kugelastrolab besprechen, obwohl sie dem Alter nach an die erste Stelle gehörte.

Ueber das Aussehen des Instrumentes, das *Qustā* benutzt, ist zu sagen, dass es, soweit die Abhandlung darüber Aufschluss gibt, in den Grundzügen mit den übrigen Formen des Kugelastrolabs übereinstimmt.

Die Kugel ist von der gewöhnlichen Art, mit dem Horizontkoordinatensystem, dem Meridian, den Linien der temporalen Stunden und Löchern für die verschiedenen Breiten versehen.

Die Spinne, für die *Qustā* nebeneinander die Bezeichnungen „Netz“ und „Spinne“ gebraucht, ist wohl auch eine halbkugelige Schale. Sie trägt eine Anzahl von Fixsternen, deren Namen ebensowenig wie bei den übrigen Arabern angegeben sind, ferner die Ekliptik und den Aequator. Darüber, wie letzterer an der Spinne angebracht ist, fehlt eine Angabe, er wird wohl wie bei den anderen Kugelastrolabien der Araber ein halber Grosskreis sein.

Die Drehachse des Astrolabs für den Fall, dass dieses für eine bestimmte Breite eingestellt ist, ist wohl auch ein Stab, den *Qustā* stets „Nagel“^{*)}

*) Wie *al Nairīzī* (s. S. 35).

nennt; es geht dies aus einer Bemerkung bei der Aufgabe über die Bestimmung der Rektaszension hervor. Bestimmte Anhaltspunkte über die Art der Verbindung von Spinne und Kugel, besonders auch bei der Höhenmessung, können aus den knappen Ausführungen von *Qustā* leider nicht entnommen werden.

Wie man aus der Beschreibung der Sonnenhöhenmessung (vgl. w. u.) entnehmen darf, muss ausser in den Aequatorpol auf der Spinne auch in den Ekliptikpol ein Loch von passender Grösse gebohrt sein. Ferner muss die Astrolabkugel ausser den Löchern, die den verschiedenen geographischen Breiten entsprechen, zwei diametral am Horizontkreis angebrachte Löcher enthalten, die zur Höhenmessung benötigt werden. Vielleicht benutzt *Qustā* die beiden Löcher, die am Nord- und Südpunkte des Horizonts (entsprechend der Breite null) angebracht sind und die zur Messung der Rektaszension benutzt werden, wie aus der diesbezüglichen Aufgabe hervorgeht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Kugelastrolab nach *Qustā ben Lūqā* demjenigen von *al Nairixī* am meisten ähnlich ist, besonders hinsichtlich der Vorrichtung zur Messung der Sonnenhöhe. Diese Tatsache ist ja auf Grund der zeitlichen Reihenfolge der Verfasser begreiflich (s. S. 6).

Ueber die eigenartige Höhenmessvorrichtung und -methode gibt uns wie bei *al Nairixī* die Aufgabe über die Bestimmung der Sonnenhöhe Aufschluss. Diese Aufgabe ist leider wie verschiedene andere Stellen der Abhandlung sehr schwer verständlich. *Qustā* wird wohl so verfahren sein: Die Spinne wird derart auf die Kugel gelegt, dass sich ihr Randkreis mit dem Horizontkreis der Kugel deckt. Die Drehachse muss hierbei durch den Ekliptikpol der Spinne und den Zenit der Kugel gehen, welche beiden Punkte hierbei sich decken (wie bei *al Nairixī* S. 35). Das Instrument muss dann wohl (worüber jede Angabe fehlt) an einem am Rand der Spinne angebrachten Ring frei aufgehängt werden und zwar ersichtlich am Teilpunkt 90° des Quadranten, an dem die Höhe gemessen wird. Hierbei liegt die Ebene des Randkreises der Spinne, der sich mit dem Horizontkreis der Kugel deckt, vertikal. Ob für die Höhenmessung ein Quadrant der wohl sicher unterteilten Ekliptik oder (wie bei Alfons) ein besonderer am Rand der Spinne angebrachter Höhenquadrant benutzt wird, geht aus der Beschreibung nicht hervor (vgl. oben S. 15). An Stelle der Alhidade treten zwei am Horizontkreis der Kugel angebrachte, diametral gegenüberliegende Löcher. Zur Höhenmessung wird das Instrument nach der Sonne gerichtet und die Kugel innerhalb der Spinne so lange gedreht, bis die Sonnenstrahlen durch die längs des Randkreises der Spinne gleitenden Löcher hindurchgehen, was dadurch kenntlich wird, dass in dem Schatten, den das Instrument auf den Erdboden wirft, eine helle Stelle entsteht. (Der Rand der Spinne darf hierbei die beiden Löcher nicht verdecken, worauf zu achten ist.) Die Sonnenhöhe wird dann am Höhenquadranten an der Stelle abgelesen, wo sich das obere der beiden Löcher befindet, das der Sonne zugewendet ist.

Zu bemerken ist, dass die Drehachse, von der wir oben sprachen, nicht ein Stab sein kann, da ein solcher den Gang der Sonnenstrahlen durch das Innere der Kugel in deren Mittelpunkt verdecken würde. — Die oben geschilderte Methode ist objektiv und dabei genauer wie diejenige mittels der Alhidade, was angesichts der primitiven Anordnung der Vorrichtung zu beachten ist.

Als zweite, leichtere Methode zur Bestimmung der Sonnenhöhe empfiehlt *Qustā* ein Gnomon, das man in das eine der beiden vorhin erwähnten Löcher steckt. Man verfährt dann ebenso wie im ersten Fall; bei der richtigen Ein-

stellung muss das Gnomon sich selbst beschatten, also wie bei *al Nairixi* (s. S. 35). *Qustā* nennt das Gnomon merkwürdigerweise ebenfalls „Nagel“.

Ueber die Art der Bestimmung der Sternhöhen bei Nacht geben die recht dürftigen Ausführungen, die *Qustā* bei der Aufgabe über die Bestimmung der verflossenen temporalen Stunden der Nacht gibt, leider kein klares Bild. Seine Ausführungen lauten etwa so: „Wir nehmen die Höhe (des Sterns) mittels der Kugel, dadurch dass wir nach dem Stern blicken auf der rechten Seite der Kugel, wie wir verfahren mit der Alhidade des Astrolabs.“ *Qustā* wird wohl genau so verfahren sein wie *al Nairixi* (vergl. S. 36).

Die bei *Qustā* behandelten Aufgaben, die jedoch nicht systematisch geordnet sind, sind folgende: Die Messung der Sonnenhöhe (die wir bereits besprochen haben); die Bestimmung der verflossenen temporalen Stunden (von Äquator. Stunden ist nie die Rede); die Bestimmung des Aszendenten sowie des Grades der Mitte des Himmels und des Pflocks der Erde; die Bestimmung des Azimuts; die Bestimmung der Linie des Mittags; die Uebertragung der Azimutlinie eines Ortes auf den Boden, wenn der Winkel bekannt ist, den jene Azimutlinie mit der Mittagslinie des Beobachtungsortes bildet; die Bestimmung der örtlichen und geraden Aszensionen.

Alle diese Aufgaben kommen auch bei Alfons und *al Nairixi* vor und werden dort ebenso gelöst wie bei *Qustā*. Wir brauchen daher nur auf einige Eigentümlichkeiten bei *Qustā* hinzuweisen, die bemerkenswert sind.

Qustā behandelt nicht das Problem, bei gegebenen Aszensionen die zugehörigen Tierkreisbögen zu ermitteln (vgl. Alfons S. 20). Ausführlich weist er nach, dass die geraden Aszensionen in allen Breiten die gleichen seien.

Die Bestimmung der Mittagslinie am Beobachtungsort ist im Gegensatz zu der ziemlich verständlichen Beschreibung der übrigen Aufgaben recht unklar wiedergegeben. *Qustā* löst diese Aufgabe im Prinzip ebenso wie Alfons (vgl. S. 27, Nr. 4). Ueberflüssig ist bei *Qustā* die Spinne, obgleich er von ihr spricht. Alfons benutzt bei dieser Aufgabe die Spinne nur wegen der auf ihr angebrachten Alhidade, die bei *Qustā* wegfällt. Demgemäss verfährt *Qustā* anders, um das Instrument auf das Azimut der Sonne einzustellen, das vorher bestimmt werden muss (vgl. S. 27, Nr. 4). Er benutzt an Stelle der Alhidade ein sog. „Blatt“, über dessen Aussehen jedoch jede nähere Angabe fehlt. Wir werden uns darunter etwa einen dünnen Streifen (aus Metall oder Papier) vorstellen haben, von dem ein Kreisbogen vom Radius der Kugel ausgeschnitten ist, so dass er sich gut auf die Kugel senkrecht zu deren Oberfläche aufsetzen lässt.

Diesen Streifen setzt man auf den dem Azimut der Sonne entsprechenden Azimutalkreis der Kugel, etwa auf dessen Bogen zu beiden Seiten des Zenitpunktes. Dabei muss der Streifen senkrecht auf der Kugeloberfläche stehen. Die Kugel wird dann solange gedreht, bis der Streifen sich selbst beschattet bzw. seinen Schatten auf den Azimutalkreis wirft. Das Weitere ergibt sich dann aus der Beschreibung bei Alfons.

Betont sei ausdrücklich, dass im Vorstehenden nur das Prinzip wiedergegeben ist, nach dem wohl *Qustā* verfahren sein wird. Dafür, dass unsere Beschreibung sich auch in den Einzelheiten der Ausführung mit *Qustā* deckt, haben wir in dessen Beschreibung keine Gewähr.

Der zweite Teil der Schrift von *Qustā* behandelt die gleichen Probleme wie der zweite Teil der Aufgabensammlung von *al Nairixi*, jedoch nicht wie bei letzterem systematisch nach Kapiteln geordnet, sondern im fortlaufenden Text. Dieser Teil der Schrift von *Qustā* erinnert ganz besonders an *al Nairixi* und zeigt wieder die beliebte Verwendung des Kugelastronauts als Demon-

strationsinstrument. Dies lässt darauf schliessen, dass *Qustā* in Vielem das Vorbild für *al Nairīxi* ist.

Qustā betrachtet zunächst die Grösse der Tag- und Nachtbögen der verschiedenen Tierkreiszeichen. Ausführlich weist er die Gleichheit von Tag und Nacht am Erdäquator (Breite null) aus der Gleichheit der Tag- und Nachtbögen aller Tierkreiszeichen in dieser Breite nach.

Die entsprechenden Verhältnisse in höheren Breiten bespricht er an Beispielen. Er wählt zunächst die Breite 66° . (Genauer müsste es die Breite $66\frac{1}{2}^{\circ}$ sein, d. i. die Breite des nördlichen Polarkreises, die dem Komplement der Schiefe der Ekliptik entspricht.) *Qustā* ordnet diese Breite einer „Stadt Tule im Nordwesten von Byzanz“ zu. Es handelt sich aber fraglos um die von Pytheas um 330 n. Chr. entdeckte und fälschlich, so auch hier von *Qustā*, auf den Polarkreis verlegte Insel Thule des nördlichen Atlantischen Ozeans, die als nördlichster Punkt der bekannten Erde galt. Die Bewegung der Tierkreiszeichen in dieser Breite behandelt auch *al Nairīxi* in mehreren Kapiteln des zweiten Teils seiner Aufgabensammlung, so dass wir diese Stelle übergehen können.

Dagegen seien die folgenden Ausführungen von *Qustā* gekürzt wiedergegeben, die am Schluss der Schrift stehen. Obwohl auch in diesen Ausführungen Manches enthalten ist, was bei *al Nairīxi* vorkommt, so fesseln sie doch derart durch die Lebendigkeit und Anschaulichkeit der Sprache, dass vor allem ihr kulturgeschichtlicher Wert eine Wiedergabe besonders der interessanten Stellen erfordert. Sie lauten etwa so:

„Und wenn Du von ihnen (den Leuten der Breite 66°) 10 *Parasangen* ^{76a)} nach Norden reist, so kommst Du zu einer Stelle der Erde, wo, wie bei uns, Tag und Nacht wechseln, bis die Sonne in den 23ten Grad der Zwillinge eintritt; dann haben die Leute dieser Breite 15 Tage lang Tag und dies dauert so lange, bis die Sonne in den 8ten Grad des Krebses eintritt. Dann wechseln wieder Tag und Nacht, bis die Sonne in den 23ten Grad des Schützen eintritt. Von hier ab ist 15 Tage lang Nacht, bis die Sonne in den 8ten Grad des Steinbocks eintritt. Das bleibt so, wenn man von dieser Gegend 2 bis 3 *Parasangen* (2° — 3°) weiter nach Norden reist. Dann erlebt man in der Grösse des Unterschieds in den Längen von Tag und Nacht ein Wunder. Und wer dies will, der setze die Spinne auf die Breite von *Jāgūg* und *Māgūg* ^{76b)} (hier die nördlichsten Wohnorte), nämlich die Breite 78° (genau $78\frac{1}{4}^{\circ}$). Dann drehe die Tierkreiszeichen, die an diesem Ort nicht untergehen, nämlich Stier, Zwillinge, Krebs und Löwe. Es ist hierbei 120 Tage hindurch Tag. Dann siehst Du, dass in dieser Breite nicht aufgehen Skorpion, Schütze, Steinbock und Wassermann. Es ist hierbei 120 Tage hindurch Nacht. Dann sieh zu, wie sich Tag und Nacht unterscheiden für Fische, Widder, Jungfrau und Wage. (Es folgen einige Ausführungen, die eine erweiterte Darstellung des Vorhergehenden geben.) Dann siehst Du, wie der Widder und die Fische in umgekehrter Reihenfolge aufgehen, aber in richtiger Reihenfolge untergehen; wie die Jungfrau und die Wage in richtiger Reihenfolge aufgehen, aber in umgekehrter Richtung untergehen und dies ist ein Wunder.

Dann bringst Du die Spinne auf die Kuppel; es ist der Ort mit der Breite 90° und der Pol an diesem Ort ist in der Richtung des Zenits. Du bewegst das Netz und blickst auf den Widder, den Stier, die Zwillinge, den Krebs, den Löwen und die Jungfrau; sie sind stets sichtbar. Sie gehen für die Leute dieser Gegend nicht unter und sie drehen sich um sie herum wie die Mühle um ihren Pol und die höchste Höhe, die man bei ihnen erreicht, ist 24° (genau $23\frac{1}{4}^{\circ}$). Und wenn die Höhe der Sonne zu irgend einer Zeit irgend einen Betrag hat, so ist das ihre Höhe, bis der Himmelskreis einen vollen Umlauf gemacht hat und nimmt nicht zu und nicht ab. 6 Monate sehen diese Leute die Sonne über sich. Dies ist der Fall, wenn die Sonne im Widder bis zur Jungfrau steht. Wenn sie in die Wage kommt, so ergreift sie die Nacht und sie bleiben dauernd in der sie umgebenden Nacht. Sie sehen niemals etwas von den Tierkreiszeichen Wage, Skorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. Es erscheint ihnen kein Tag, bis die Sonne den Widder erreicht und es geht für sie nicht unter Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe und Jungfrau. Dort ist kein Aufgang und Untergang der Tierkreiszeichen, keine Aszension und kein Kulturland. Und gepriesen ist Gott, der diese Wunder macht.“

Schlussbetrachtungen und Ergebnis.

Wir haben im Vorstehenden an Hand der vorhandenen Quellen versucht, unsere Kenntnisse vom kugelförmigen Astrolab in Form einer historisch-kritischen Studie darzustellen. Zur Einführung in Wesen, Aufbau und Anwendung des Instrumentes diente uns die den Libros entnommene, ausgezeichnete Beschreibung des Alfonsinischen Kugelastronauts.

Zweifellos ist beim Kugelastronaut wie bei den übrigen astronomischen Instrumenten der arabischen Zeit eine mit der Zeit fortschreitende Verbesserung des Instrumentes festzustellen. Diese Entwicklung fand im Alfonsinischen „Astrolabio Redondo“ ihren Abschluss.

Das Kugelastronaut diente zur Messung von Grössen, zur Beobachtung sowie zur Demonstration von Problemen aus der mathematischen Geographie. Durch diese Vereinigung verschiedener Eigenschaften ist es dem ebenen Astrolab und den übrigen astronomischen Instrumenten überlegen, besonders in der vollkommenen Form des Alfonsinischen Kugelastronauts (vgl. Anm. 3).

Nach den Libros sind für die Kenntnis des Instrumentes besonders wertvoll die Schriften von *al Nairiāi* und *Qusṭā ben Lūqā* wegen ihrer Aufgabensammlungen. Sie zeigen neben Messungsaufgaben die Verwendung des Kugelastronauts als Demonstrationsinstrument. Offenbar erregte die letztere Art der Verwendung des Instrumentes bei den Zeitgenossen sehr grosses Interesse. Der Schrift von *al Bīrūnī* verdanken wir einmal die Kenntnis seines eigenen Astrolabs, diejenige des Astrolabs von *Gābir ben Sīnān* und anderer ungenannter Künstler.

Ein vergleichender Blick auf die verschiedenen Formen des Kugelastronauts lässt vor allem die Mannigfaltigkeit der Höhenmessvorrichtungen erkennen, die bei jeder Form ein anderes Aussehen besitzen. Wir sehen daraus, dass auf diesen mehr technischen Gebieten schon damals immer wieder Neuerungen ersonnen wurden, wobei auch der Ehrgeiz der Konstrukteure eine Rolle gespielt haben mag.

Die Tatsache, dass überhaupt derartige Betrachtungen über Instrumente, besonders was deren Zusammensetzung und Genauigkeit anlangt, mit allgemeinen technischen Fragen zusammenhängt, veranlasste mich, im folgenden Anhang technische Fragen der damaligen Zeit zu besprechen, die mit der Instrumentenherstellung zusammenhängen. Hierzu ist uns ebenfalls in den Libros eine ausgezeichnete Quelle erhalten.

A n h a n g.

Ueber den Stand der technischen Kenntnisse zur Zeit von König Alfons X.

Das Alfonsinische Werk: „Libros del Saber de Astronomia“ enthält mannigfache technische Angaben, die über die einzelnen Bücher zerstreut sind. Obgleich sie ihrem Zweck entsprechend in der Hauptsache nur das Gebiet der Verfertigung von astronomischen Instrumenten, Uhren etc. betreffen, so sind sie dennoch geeignet, uns einen trefflichen Einblick in den Stand der Technik im mittelalterlichen Spanien zur Zeit König Alfons X. und damit auch des kurz vorhergehenden muslimischen Zeitalters zu bieten. Es erscheint deshalb angebracht, in einer kurzen, nach einheitlichen Gesichtspunkten geordneten Uebersicht die in dem Alfonsinischen Werk gemachten technischen Bemerkungen zusammenzufassen. Das Wesentlichste in dieser Hinsicht findet sich in den Uhrenbüchern, in dem Buch über den Himmelsglobus und vor allem in dem Buch über das kugelförmige Astrolab, das wir weiter oben zur Einführung in das Wesen dieses Instrumentes ausführlich besprochen. Die in den Uhrenbüchern enthaltenen technischen Angaben sind zum Teil auch in der Arbeit von W. Rump: „Uhren im Altertum und im Mittelalter“, Erlanger Dissertation 1920 erwähnt.

Wir behandeln nacheinander die Stoffe, die als Materialien Verwendung fanden, dann die zu ihrer Bearbeitung dienenden Werkzeuge und Werkzeugmaschinen und zuletzt die Methoden zur Anfertigung der Gegenstände.

I. Materialien (Metalle, Holz, Papier, Leder, Leim, Klebstoffe, Dichtungsmaterial, Kreide, Farben, Lacke).

Metalle.

Hier sind vor allem die verschiedenen Metalle zu erwähnen, die man damals verarbeitete. Bemerkenswert ist, dass in den einleitenden Kapiteln zu den Beschreibungen der verschiedenen Instrumente bei der Aufzählung der zu ihrer Verfertigung benutzten Stoffe vielfach dieselben Metalle angegeben sind, wohl mehr der Vollständigkeit als der praktischen Verwendung halber. Es sind dies Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Stahl, Blei, Zinn; dazu kommt noch das Quecksilber. Gold und Silber wurden als Material zur Herstellung astronomischer Instrumente wegen ihres hohen Wertes und ihrer physikalischen Eigenschaften wohl kaum für sich verwendet; dagegen fanden sie in der Instrumententechnik Verwendung zum Vergolden und zum Versilbern z. B. der

4 *

Sterne am Himmelsglobus, wie in Kapitel 3 des einschlägigen Buches erwähnt ist.

Kupfer, Zinn und Blei wurden verarbeitet beispielsweise zu Wasserkesseln bei Wasseruhren und zu den verschiedensten Gefässen und Gegenständen. Bleiklötze dienten als Gewichte zum Beschweren und als Senkel. Blei und Zinn wurden aber vor allem auch als Lötmetalle benutzt. Nähere Angaben über das Löten, besonders über Weich- und Hartlot finden sich leider nicht⁷⁹⁾.

Das Eisen, das unter den erwähnten Metallen einen verhältnismässig kleinen Raum einnimmt, bildete wohl hauptsächlich das Material für die Werkzeuge. Stahl wurde zu scharfen Spitzen verarbeitet, die als Schenkelspitzen bei den Zirkeln und zum Einritzen von Linien auf Metalloberflächen Verwendung fanden (s. S. 8). Das Quecksilber diente bei den Quecksilberuhren zugleich als treibendes Gewicht und zum Regulieren der Bewegung.

Von den Legierungen ist die am meisten erwähnte und verarbeitete das Messing, das sich auch am besten zur Verarbeitung auf der Drehbank eignet. In Kapitel 1 des Buches über das Kugelaströlab sind bei der Aufzählung der Metalle für Messing drei Namen angegeben: *arambre amariello* (gelbes Kupfer), *fuslera* und die in den übrigen Teilen des Alfonsinischen Werks allgemein übliche Bezeichnung *laton*. Dies lässt darauf schliessen, dass man in der damaligen Zeit nach dem Prozentgehalt der legierten Stoffe Kupfer und Zinn genau unterschiedene und demgemäss auch in ihren physikalischen Eigenschaften verschiedene Messingsorten herstellte, von denen man zur Verfertigung bestimmter Gegenstände wohl die geeignetsten auswählte. So wird zur Herstellung der Ringe für die Armillarsphäre (s. F. Nolte: „Die Armillarsphäre“ S. 27) eine Legierung von Messing empfohlen, die man wohl durch Kupferzusatz „kupfern“ gefärbt hat. Das *arambre amariello* oder Gelbkupfer entspricht vielleicht dem modernen, ebenso benannten Gelbguss oder Gelbkupfer mit 20—50 % Zinn. Das Messing wurde entweder in den zu verfertigten Gegenständen entsprechenden Formen gegossen (wie wir weiter unten sehen werden), oder zu Blech verarbeitet. Aus Messing wurden z. B. Kannen, Töpfe zum Sieden, Mörser und Wasserhähne hergestellt; dann fast ausnahmslos die Kugeln und Ringe der Himmelsgloben und Kugelaströlabien, die Ringe der Armillarsphären, die Scheiben der ebenen Astrolabien etc. mit Zubehör sofern diese Instrumente nicht aus Holz oder dergl. gefertigt wurden; und ferner viele Gegenstände, die in der Uhrenfabrikation verwendet wurden.

Einige Male ist in dem Alfonsinischen Werk noch eine zweite Legierung mit dem aus dem Arabischen stammenden Namen „*Ceni*“ erwähnt, die, wie Alfons erwähnt, zu Becken, Kannen und Weiskesseln verarbeitet wurde, jedoch sonst in der Instrumententechnik nicht vorkommt. Es handelt sich wohl um eine Bronzelegierung. Ob *cenì* mit „*sinì*“ (chinesisch) zusammenhängt, mag dahingestellt bleiben.

Holz.

Von Holzarten sind erwähnt Eichenholz, Nussbaumholz, Buxbaumholz und Jujuba(Brustbeerbaum)holz. Letzteres wurde besonders zu Drechslerarbeiten verwendet. Aus Holz wurden die Hauptbestandteile vieler Instrumente verfertigt, wenn man nicht zu ihrer Herstellung Metalle vorzog. Nähere Angaben, welche Holzarten in den einzelnen Fällen vorzugsweise zur Verwendung kamen, fehlen.

Papier.

Papier benutzte man für die Zifferblätter der Uhren. Aus entsprechend dickem Papier (Pappe) wurden auch mitunter die Spinnen und Scheiben der Astrolabien hergestellt (s. z. B. die Bemerkung über die Herstellung der Spinne S. 10 und im „Buch über den Atacir“, Bd. 2 der Libros, S. 298). Auch Pergament ist erwähnt, so im Kapitel 1 des Buches über den Himmelsglobus, wo gesagt wird, dass man die Kugel aus wiederholt zusammengelegtem Pergament herstellen könne.

Leder.

Von Ledersorten wird Pferde- oder Eselleder genannt und zu den verschiedensten Zwecken gebraucht. Aus Holz gefertigte Gegenstände wurden vielfach mit Pferde- oder Eselleder unter Verwendung von Leim überzogen, z. B. die Kugeln der Kugelastralabien (s. weiter unten S. 57) und Röhren von Uhren.

Leim, Klebstoffe, Dichtungsmaterial, Kreide.

Es sind zwei Sorten von Leim angegeben, der wohl aus Abfällen der Gerberei, aus Häuten, Leder, Knochen und dergl. gewonnene sogen. Lederleim (*engrud de cuero*) und der aus Käsestoffen gewonnene sogen. Käseleim (*engrud de queso*). Ersterer wurde vom Schreiner und Zimmermann bei der Holzbearbeitung und zum Aufkleben von Leder auf Holz benutzt. Der Käseleim entspricht wohl unserm heutigen, als Leimsurrogat gebrauchten Kleberleim und diente zum Leimen von Papier und Pergament.

Kleister wurde zum Verschmieren von Holzjugen benutzt (s. weiter unten S. 57).

Zum Dichten von Röhren, Flüssigkeitsbehältern, Ansatzstellen, besonders bei den Uhren benutzte man Kitt, Pech, Wachs, Harz. — Aus Wachs wurden Kerzen mit Baumwollendochten verfertigt. Sie wurden in runden Stangen hergestellt, die entweder auf der Drehbank gedreht oder, solange das Wachs noch in plastischem Zustand war, mittels eines scharfen Stahlrings überzogen und dann mit einem Holzring geglättet wurden.

Zifferblätter von Uhren, sofern sie nicht mit Papier beklebt waren, die Oberfläche der Astrolabkugeln, die Scheiben der ebenen Astrolabien usw. wurden mit Gips und Kreide (wohl einer Art Pastellkreide, wobei als Bindemittel jedenfalls Leim benutzt wurde) wie die Schilde (Waffen) geweißt. Diese Kreide heisst im Text „Kreide der Waffenschmiede“ (*gisso de los armeros*).

Farben, Lacke.

Zur Herstellung von Aufschriften dienten Tinte, Zinnober oder nicht näher angegebene Farben⁷⁷). Mit Tinte oder nicht näher angegebenen Farben wurden häufig gewisse Linien auf Astrolabien eingetragen, um sie wieder wegwischen zu können (s. S. 15). Wie oben erwähnt, wurden die Linien auf den Instrumenten, die dauernd darauf blieben, mit Stahlspitzen eingeritzt. Als Aufstrichmittel fand auch Firnis Verwendung.

II. Werkzeuge und Zeicheninstrumente.

Wir müssen uns bei den Werkzeugen mit deren blossen Aufzählung begnügen, da im Alfonsinischen Text keine näheren Angaben über deren Art

und Zusammensetzung zu finden sind. Von den gebräuchlichsten Werkzeugen sind erwähnt: Hammer, Messer, Meissel, Sägen von verschiedener Grösse, Hobel, Feilen (Rundfeilen und Kantfeilen) für Holz- und Metallbearbeitung, Hohlbohrer, Scheren. In den Uhrenbüchern ist ein Instrument zur Holzverarbeitung (*la Llana*) genannt, vielleicht ein doppelgriffiges Schnitzmesser. Häufig ist auch von Polieren und Glätten die Rede; jedoch fehlen Angaben über die dabei benutzten Hilfsmittel. Die im Kapitel 3 des Buches über das Kugelastrolab beschriebene grosse Meniskuslehre, die weiter unten an geeigneter Stelle besprochen wird, sei hier der Vollständigkeit halber erwähnt.

Von Werkzeugmaschinen ist die Drehbank wiederholt genannt, und zwar gab es Drehbänke von den grösseren Dimensionen für Holz- und Metallbearbeitung. Nähere Angaben fehlen auch hier.

Schliesslich seien die nicht näher angegebenen Sorten von Holz- und Eisennägeln und Eisenstiften nicht vergessen. Auch Nähnadeln und Schrauben sind erwähnt.

Von Zeicheninstrumenten sind vor allem Lineal und Zirkel zu nennen. Ersteres wurde meistens aus Messing hergestellt und war oft mit einer Massenteilung versehen. Ueber das Aussehen der gebräuchlichen Zirkel fehlen Angaben. Dagegen sind in Kapitel 3 und 5 des Buches über das Kugelastrolab besondere Arten von Zirkeln beschrieben.

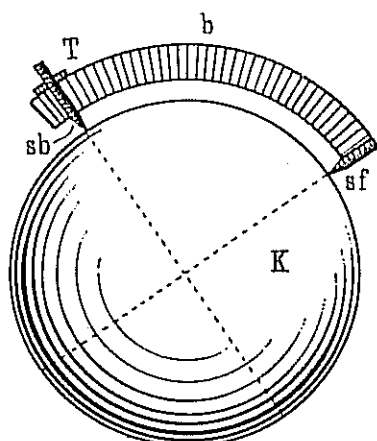


Fig. 12.

Der eine ist der zum Ziehen von Kreisen auf Kugeloberflächen dienende sogen. Rundzirkel (*compas redondo*); s. Fig. 12. Er besteht aus einem dünnen Streifen *b* aus Eisen von der Gestalt eines Viertelkreises, dessen Begrenzungsbogen zum Grosskreis der Kugel *K* konzentrische Quadranten sind. Die Schenkelspitzen müssen so gewählt sein, dass sie bei voller Schenkelöffnung (wie in der Fig. angegeben) gerade einen Grosskreisquadranten der Kugel *K* lassen*). Daraus geht hervor, dass man für jede Kugel einen besonderen, der Grösse ihres Durchmessers entsprechenden Rundzirkel anzufertigen hatte. Der eine Schenkel *sf* ist fest, der andere *sb* beweglich und lässt sich über dem Streifen *b* verschieben, sodass man durch Einstellen auf eine passende Zirkelöffnung alle möglichen Kreise auf der zugehörigen Kugel *K* einritzen kann. Zu letzterem Zweck sind die Schenkel mit Stahlspitzen versehen. Der bewegliche Schenkel besitzt eine schmale rechteckige Aussparung von der Dicke des Streifens, die etwas länger als die Breite des Streifens ist, sodass man ihn bequem über letzteren verschieben kann. Zur Befestigung des beweglichen Schenkels bei einer bestimmten Zirkelöffnung wird in den freibleibenden Teil der Aussparung ein Eisenstück *T* gesteckt.

Der andere der obenerwähnten Zirkel besteht aus einem Lineal und genau wie beim Rundzirkel aus mit Stahlspitzen versehenen Schenkeln, einem beweglichen und einem festen, welch letzteren man in derselben Weise wie

*) Eine Angabe darüber, ob sich die Schenkel in Richtung des Radius verschieben lassen, fehlt.

beim Rundzirkel über das Lineal verschiebt und in jeder gewünschten Zirkelöffnung auf dem Lineal festhalten kann. Dieser Zirkel fand Verwendung im Schreiner- und Zimmermannshandwerk.

In den Uhrenbüchern ist ein wohl ebenfalls im Schreiner- und Zimmermannshandwerk benutztes Winkelmaß angegeben (*el angulo de los carpenteros a que dizen cartabon*). Zur Uebertragung von Gradeinteilungen auf Kugeln diente der von uns sogen. „Masskreis“ (s. S. 8).

In diesem Zusammenhang sei auch die S. 15 erwähnte Schreibvorrichtung zum Ziehen von Kreisen (*señalador*) erwähnt.

Vergl. zu den Zeicheninstrumenten E. Wiedemann: „Ueber geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern“. Zeitschr. f. Vermessungswesen, Heft 22 und 23, 1910.

III. Methoden zur Anfertigung der Gegenstände.

Hierfür liefert das Buch über das Kugelaströlab weitaus die meisten und interessantesten Beiträge.

Bei der Blechverarbeitung (zu Gefässen bei Uhren u. dergl.) ist das Vernieten und Falzen wiederholt erwähnt; leider ist über die Art der Ausführung nichts Näheres angegeben.

Einen interessanten Beitrag giesstechnischer Art liefert die Beschreibung des Gusses von Hohlkugeln aus Messing in Kapitel 3 des Buches über das Kugelaströlab.

Zur Herstellung von Metallhohlkugeln werden zwei halbe Hohlkugeln (halbkugelige Schalen) gegossen.

Der Vorgang des Giessens, sowie die Herstellung der Form sind sehr unvollständig beschrieben; gerade die wesentlichsten Punkte sind mitunter weggelassen. Wir können uns den ganzen Prozess auf Grund der knappen Beschreibung ungefähr folgendermassen vorstellen:

Man nimmt einen harten Stein⁷⁹⁾, der die Form eines Prismas mit quadratischer Grundfläche besitzt; die Seite des Quadrates muss etwas länger als der Durchmesser der herzustellenden Kugel und die Höhe des Prismas etwas länger als deren Radius sein⁷⁹⁾. Man stellt diesen Stein auf die eine seiner Grundflächen und zieht auf der anderen Grundfläche mit dem äusseren Radius der herzustellenden Hohlkugel einen Kreis und höhlt den Stein⁸⁰⁾ innerhalb dieser Kreisfläche halbkugelförmig aus, wobei man die oben erwähnte grosse Meniskuslehre (im Text „Form von Eisen“ genannt) benutzt. Diese Meniskuslehre ist eine dünne Eisenplatte, welche die Form einer halben Kreisfläche besitzt, deren Radius ungefähr so gross wie der Kugelradius ist und die an einem Stiel gehalten wird (s. Fig. 13).

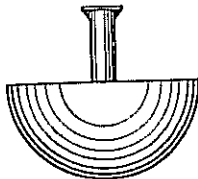


Fig. 13.

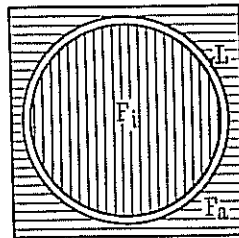
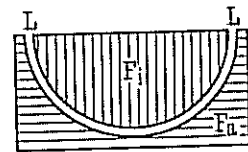


Fig. 14.



Hierauf verfertigt man aus Lehm (tierra) eine Halbkugel (F_1 in Fig. 14), deren Durchmesser etwas kleiner als derjenige der halbkugelförmigen Höhlung im Stein ist und dem inneren Durchmesser der Hohlkugel entsprechen soll. Wir nennen diese Halbkugel nach der modernen Bezeichnung den „Kern“. Diesen Kern bringt man derartig in die Höhlung im Stein (F_2 in Fig. 14), daß zwischen der konkaven Fläche der Höhlung und der konvexen Fläche des Kerns ein Hohlraum L in Form einer halben Hohlkugel entsteht, in welchen

nachher das flüssige Messing eingegossen wird. Damit der Kern diese Lage zur Höhlung beim Eingiessen des flüssigen Metalls beibehält, muss er auf irgend eine Weise mit dem oberen Rand der Höhlung unverrückbar verbunden sein⁸¹⁾. Beim Eingiessen des flüssigen Messings muss darauf geachtet werden, dass dieses gerade den oberen Rand der Höhlung erreicht⁸²⁾.

Ist das Messing erkaltet, so wird der Kern entfernt, die fertige Hohlhalbkugel jedoch in der Höhlung gelassen; unter Benutzung der obigen Form von Eisen werden etwaige Raubheiten des fertigen Gusses mit dem Hammer entfernt⁸³⁾. Der Rand der fertigen halbkugeligen Schale, an dem das Messing zuerst erkaltet ist, wird sorgfältig abgefeilt, damit er genau eben und glatt ist.

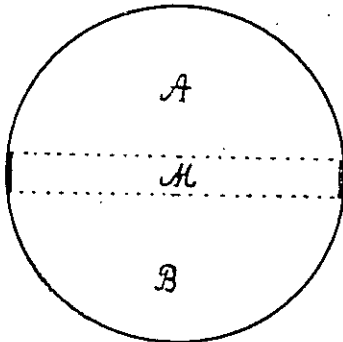


Fig. 15.

Auf dieselbe Weise stellt man eine zweite halbkugelige Schale her. Beide Schalen werden dann zu einer vollen Hohlkugel vereinigt und zwar mit Hilfe eines dünnen, schmalen Messingstreifens M, der ungefähr so lang wie der Randkreis der halbkugeligen Schalen ist. Man biegt ihn zu einem Kreis zusammen und legt ihn an den inneren Rand der einen Schale A (innerhalb derselben) und zwar so, dass die eine Hälfte seiner Fläche über den Randkreis der Schale A vorsteht. Die vorstehende äussere Fläche des Streifens bestreicht man mit der Lötmasse und stülpt dann die andere Schale B von aussen darüber^{*)}. Nach dem Erkalten der Lötmasse nimmt man dann die nur lose auf dem Streifen befindliche Schale A herunter und bestreicht nun die aus der bereits verlöteten Schale B vorstehende äussere Hälfte des Streifens mit Lötmasse und stülpt sodann die Schale A von aussen darüber; dadurch sind beide Schalen zu einer vollen Hohlkugel vereinigt. Die Randkreise der beiden Halbkugeln sollen genau einen Kreis bilden und keinen Zwischenraum zeigen, durch welchen der Messingstreifen sichtbar wäre (s. Fig. 15).

Ueber die Giessmethoden bei den Arabern, deren weitgehender Einfluss auf die gesamte spanische Kultur des Mittelalters sich natürlich auch in der Technik geltend machte, findet man Näheres in der Schrift von E. Wiedemann und F. Hauser: Ueber eine Palastüre und Schlösser nach *al Gazari* in der Zeitschrift „Der Islam“, Bd. XI, S. 227—231. Das arabische Werk, auf das sich die erwähnte Schrift bezieht, stammt aus dem Jahre 1206, also aus der Zeit kurz vor Alfons. Es werden darin hauptsächlich der Herdguss und die Wachsförmerei beschrieben, während die im vorstehenden beschriebene Methode in dem Werk von *Gazari* nicht ausgeführt ist.

Herstellung von Hohlkugeln aus Holz.

Kap. 6 des Buches über das Kugelastrolab enthält eine ausführliche Beschreibung der Verfertigung von Hohlkugeln aus Holz, wozu Alfons bemerkt, dass diese Methode viel einfacher und praktischer sei, als die des Gusses von Messinghohlkugeln.

Wie beim Messingguss stellt man auch hier 2 halbe Hohlkugeln (halbkugelige Schalen) dazu her, für die man zunächst je ein aus Halbkreisbogen zusammengesetztes Gerippe konstruiert.

Ein solches Gerippe wird folgendermassen hergestellt: Man sägt aus dünnen Holzbrettern von der Dicke d vier gleiche kreisringförmige Reifen aus. Der Unterschied zwischen dem inneren und äusseren Radius des Streifens ist b . Ebenso gross ist dann die Wandstärke der Hohlkugel. An einem der Reifen R bringt man 12 um 30° voneinander absteigende radiale rechteckige Einschnitte E an von der Länge b , der Breite d und der Tiefe $\left(\frac{d}{2}\right)$. Nun teilt man einen weiteren Holzreifen in zwei Hälften, sägt an beiden Enden jeder Hälfte

^{*)} Bei der Zusammensetzung muss wohl alles entspr. soweit erhitzt werden, dass das Lot fliesst.

Stücke von der Höhe $\left(\frac{d}{2}\right)$ ab und bringt in der Mitte der beiden Halbreifen ineinander passende Ausschnitte an, entsprechend a_1 und a_2 in Fig. 16, so dass sie, bei a_1 und a_2 aneinander befestigt, senkrecht aufeinander stehen. Die 4 freien Enden des so entstandenen halbkugelförmigen Hohlkreuzes leimt man in vier um 90° voneinander abstehende Einschnitte E des Reifens R fest. Die noch vorhandenen zwei Reifen teilt man in je 4 Teile und sägt an dem einem Ende jedes dieser Viertelreifen Stücke von der Höhe $\left(\frac{d}{2}\right)$ ab. Die andern Enden schrägt man so ab, dass sie sich — beim Einsetzen der abgesägten Enden in die noch übrigen 8 Einschnitte E des Reifens R — in der Mitte des bereits vorhandenen Hohlkreuzes gut aneinanderschmiegen und zwar je zwei in einem der Quadranten. Dort und am Reifen R werden sie gut verleimt. (Fig. 17 stellt eine Orthogonalprojektion dieses Gerippes der Halbkugel von oben gesehen dar. Die radialen Streifen der Figur entsprechen also Viertelkreisbogen.)

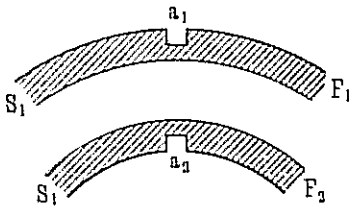


Fig. 16.

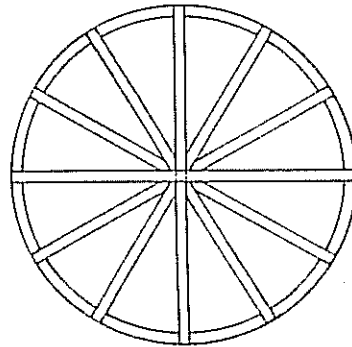


Fig. 17.



Fig. 17a.

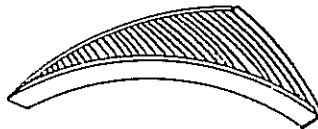


Fig. 17b.



Fig. 17c.

Diese Gerippe vervollständigt man folgendermassen zu halbkugeligen Schalen: Man füllt die jetzt noch vorhandenen 12 Zwischenräume in ähnlicher Weise durch entspr. lange Holzreifenstücke aus, wie oben die zuerst entstandenen 4 Quadranten durch die 8 Viertelreifen. Damit führt man so lange fort, bis schliesslich die immer kleiner werdenden Lücken vollständig geschlossen sind. Die Schichten sind also hier senkrecht zum Reifen R (siehe Fig. 17 a).

Man versteht den Text vielleicht richtiger, wenn man zum Reifen R parallele Kreisringstücke nimmt und damit die Lücken des Gerippes (s. Fig. 17 b) ausfüllt. Man beginnt am Reifen R und leimt dann Kreisringstücke von immer kleiner werdendem Radius aneinander, bis schliesslich alle Lücken ausgefüllt sind. (Fig. 17 c stellt ein solches Kreisringstück dar.)

In genau der gleichen Weise stellt man für die andere Halbkugel deren Gerippe her. Hat man auf diese Weise die Oberflächen der halben Hohlkugeln ausgefüllt, so erhält man die volle Hohlkugel, indem man die ebenen Flächen der Randkreise der beiden Schalen mit Leim bestreicht und sie aufeinanderpresst. Vorher muss man aber in die ebenen Flächen der Randkreise an je 2 diametral gegenüberliegenden Stellen halbkreisförmige Vertiefungen sägen, wodurch, wenn man beim Verleimen der Schalen letztere passend aufeinander legt, zwei diametral gegenüberliegende Löcher auf der vollen Kugel entstehen, in die man einen runden Holzstab von passender Dicke steckt, welcher nach Alfons Angaben im Arabischen „al Afihar“⁶¹⁾ (zu deutsch Achse) heisst.

Um diesen Stab als Achse lässt sich die Kugel drehen.

Um eine möglichst glatte und gleichförmige Oberfläche zu erhalten, wird zum Schlusse auf die Kugel Pferde- oder Eselleder geleimt, das mit Kreide geweißt wird.

Anmerkungen und Ergänzungen.

1) Beim kugelförmigen Astrolab (arab. Name: *al Aṣṭurlāb al kūrī* oder *al ukārī*) sind sämtliche auf ihm eingetragenen Linien Kreise auf einer Kugelfläche, während diese Linien beim ebenen Astrolab auf eine Ebene projiziert sind.

Eine Darstellung des ebenen Astrolabs, das oft kurz „Astrolab“ genannt wird, findet man u. a. bei J. Frank: „Die Verwendung des Astrolabs nach *al Chwārizmī*“. Abhandl. z. Gesch. d. Naturw. u. d. Medizin, Heft 3. Erlangen 1922. Von demselben Verfasser rührt auch „Zur Geschichte des Astrolabs“ her. (Sitz.-Ber. der phys.-medizin. Sozietät zu Erlangen 50, 51, S. 275 ff., 1918. 1919.) Dort sind sämtliche Formen des Astrolabs, die von den Arabern konstruiert wurden, aufgezählt. — Herr Prof. Frank beabsichtigt übrigens, so bald als möglich eine eingehende Darstellung unserer Kenntnisse von dem ebenen Astrolab zu geben. Dabei wird auch die vorhandene Literatur berücksichtigt werden (vergl. hierzu S. 31).

2) Diese beiden Arten der Verbindung von Spinne und Kugel, wobei das eine Mal die Spinne Sterne mit positiver, das andere Mal solche mit negativer Breite enthält, sind sinngemäß und rechtfertigen unsere Unterscheidung „nördliches bzw. südliches Kugelaströlab“. Dabei entspricht diese Unterscheidung den Verhältnissen beim ebenen Astrolab (s. J. Frank: „Das Astrolab nach *al Chwārizmī*“ S. 3). Dagegen spricht *al Bīrānī* dann von einem südlichen Kugelaströlab, wenn in Fig. 2 P' und G' zur Deckung gelangen, wobei die Spinne natürlich Sterne mit negativer Breite enthält (vergl. S. 43).

3) Bei der Kugel mit dem Schemel dreht sich die volle Himmelskugel unter dem Horizont- und dem Meridiankreis. Der Horizont H ist hier ein feststehender Ring, der auf 4 Füßen ruht; der Meridian ist ein Ring von gleicher Größe, der an den beiden (Welt) Polen auf der Kugel befestigt ist (P u. P' in Fig. 1 u. 2). Den Meridianring M kann man in seiner Ebene drehen und so der Achse A₁ A₂ verschiedene Neigungen geben und damit das Instrument für verschiedene Breiten verwenden (s. Fig. 18). Die Kugel mit dem Schemel, über die Alfons v. Kastilien ebenfalls eine ausführliche Beschreibung gibt, wurde von H. Schnell in einer besonderen Arbeit behandelt (s. H. Schnell, Erlanger Diss. 1924). — Beim Kugelaströlab dreht sich die Spinne über der mit dem Horizontkoordinatensystem versehenen festen Kugel. Da letzterer Vorgang den natürlichen Verhältnissen entspricht, so ist das Kugelaströlab, besonders was Anschaulichkeit betrifft, dem Himmelsglobus einerseits bedeutend überlegen, andererseits hat es wieder den Nachteil, dass seine Spinne jeweils nur die halbe Himmelskugel darstellt.

4) Die Kugel des sphärischen Astrolabs entspricht der Vorderseite des feststehenden Teils („Mutter“) des ebenen Astrolabs. Die auf der feststehenden Vorderseite des ebenen Astrolabs für die verschiedenen geographischen Breiten einzusetzenden Scheiben entsprechen den Projektionen der auf der Kugel des sphärischen Astrolabs eingezeichneten Kreissysteme für die betr. geogr. Breite. — Erwähnt sei hier noch eine kurze Aufzählung der Bestandteile des Kugelaströlabs von C. A. Nallino in der Enzyklopädie des Islams unter Astrolab.

5) Ueber *Ḥarrān* und die *Ḥarrānīer* findet man Näheres in dem ausführlichen Werk von Chwolson: „Die Ssabier und der Ssabismus“. Petersburg 1850.

6) In einem Abschnitt über die astronomischen Instrumente und deren Verfertiger erwähnt der oben S. 3 zitierte Fihrist unter den Schülern von *Aḥmed* und *Muḥammed*, den Söhnen von *Chalaf*, auch *Gābir ben Sinān al Ḥarrānī* (s. Fihrist in der Suterschen Uebersetzung S. 41 ff.; arab. Text S. 285).

7) Die Armillarsphäre ist behandelt von F. Nolte (Abhandl. zur Gesch. der Naturw. u. der Medizin, Heft 2. Erlangen 1922).

8) *Al Battāni* heisst vollständig *Muhammed ben (Sohn) Gābir ben Sūnīn* und stammte ebenfalls aus *Harrān*. Stimmt die Vermutung, dass *al Battāni* der Sohn des auf S. 5 erwähnten *Gābir* ist, so hat der Vater sicher einen Einfluss auf den Sohn ausgeübt. *Gābir* hätte dann etwa um 850 gelebt.

9) A. Wegener in seiner historisch-kritischen Abhandlung: „Die astronomischen Werke Alfons X.“ *Bibliotheca Mathematica* [3], 6, 129—185, 1906.

10) Bezüglich des Verfassers der Schrift über das sphärische Astrolab ist Wolf ein Irrtum unterlaufen. Danach wäre dieser kein anderer als der bekannte *al Zargālī*, der Verfertiger der Zargālischen Scheibe, während Alfons als Verfasser *Rabizag* von Toledo angibt, wie es auch Wegener tut. *Rabizag* ist identisch mit *Isaak ibn Sid*, dem Hauptverfasser der Alfonsinischen Tafeln (s. das in Anm. 9 angegebene Werk von A. Wegener S. 148 u. 149). Wegener nennt ihn immer *Ibn Sid*; diesen Namen habe ich ebenfalls bei der Besprechung des Alfonsinischen Vorworts zum Buche über das Kugelaströlab (s. o. S. 7) beibehalten.

Kugel mit dem Schemel

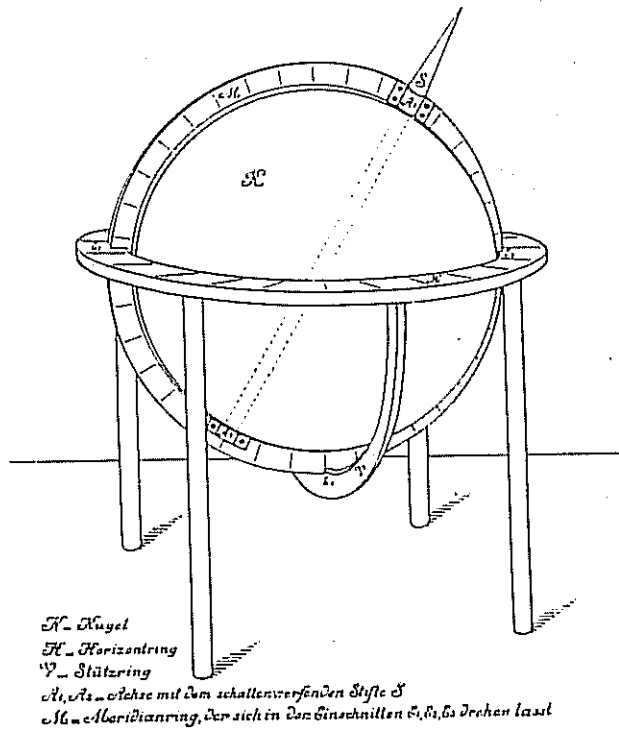


Fig. 18.

11) Die sogenannten „Pole“ dienten zunächst zur Befestigung des Masskreises und zum Einzeichnen einer Reihe von Grosskreisen auf der Kugel, wie aus dem folgenden Text zu ersichen ist. — Wie an dieser Stelle bemerkt sei, wurden in der damaligen Literatur die sphärischen Mittelpunkte, um welche die Kreise auf Kugeloberflächen konstruiert wurden, als Pole bezeichnet ohne Rücksicht auf ihre etwaige astronomische Bedeutung. Diese Bezeichnung wird auch jetzt noch in der Mathematik benutzt.

12) Es fehlt bei Alfons eine Angabe, welchem Werk des Theodosius die Bestimmung der „Pole“ entnommen ist. Es kann sich aber nur um das Buch über die Kugeln, die

„Sphaerica“, handeln; es bezieht sich auch *al Birûnî* darauf. Im Theorem 21 dieses Werkes wird die Bestimmung des Pols eines beliebigen, auf der Kugel befindlichen Kreises behandelt (*Quilibet circuli in sphaera dati polum invenire*). Die dort angewandte Konstruktionsmethode wurde wohl von Alfons zur Bestimmung der „Pole“ benutzt. Von einer Benutzung des Kreisrings zum Einzeichnen des Grosskreises ist indessen bei Theodosius nichts erwähnt. Die ausführlichen geometrischen Beweise, die Theodosius gibt, sind bei Alfons fortgelassen gemäss dem vielfach auch in der astronomischen Literatur der Araber beliebten Brauch, auf mathematische Beweise zu verzichten.

Historisch sei noch erwähnt, daß die Schriften des Theodosius, darunter auch die *Sphaerica*, von den Arabern übersetzt und viel gelesen wurden (vergl. M. Steinschneider, Z. D. M. G. 50, 343, 1896). Sie gehören zu den sogenannten mittleren Büchern, weil sie zwischen den Elementen des Euklid und dem *Almagest* des Ptolemäus gelesen werden sollten. (Vergl. hierzu M. Steinschneider: „Die mittleren Bücher der Araber und ihre Bearbeiter“ in der Zeitschrift für Math. u. Phys. 10, 456, 1865.)

13) Nach Theodosius, Theorem 14, ist der Kreis, der einen beliebigen auf der Kugel gezogenen Kleinkreis (wie wir zur Unterscheidung von den Grosskreisen alle übrigen Kreise auf Kugelflächen nennen) halbiert, immer ein Grosskreis, der auf dem Kleinkreis senkrecht steht. Er geht daher durch die Pole des Kleinkreises, dessen Peripherie er halbiert. — Grosskreise halbieren sich stets.

14) Um dies auszuführen, wird man die Kugel in geeigneter Weise irgendwie befestigen, etwa auf einer Drehbank, worüber jedoch Angaben fehlen.

15) Ausser den drei mit dem Masskreis auf der Kugel eingezeichneten Grosskreisen werden alle übrigen Kreise auf der Kugel und der Spinne mittels des Rundzirkels eingeritzt, sofern nicht eine besondere Konstruktionsmethode vorgeschrieben ist (s. S. 15).

16) Zur Ergänzung sei erwähnt, dass das Loch am Meridiankreisquadranten zwischen Nordpunkt des Horizonts und Zenit, das dem Punkt G in Fig. 2 entspricht, bei Alfons wie bei *al Birûnî* der Nordpol der betr. Breite und entsprechend das unter dem Horizont befindliche, diametral gegenüberliegende Loch, G' in Fig. 2, Südpol der betr. Breite genannt wird. Dabei deckt sich der Weltnordpol P der Spinne mit Punkt G in Fig. 2. Diese Verhältnisse gelten beim nördlichen Kugelastronolab, welches Alfons behandelt. Beim südlichen Kugelastronolab muss das dem Punkt G in Fig. 2 entsprechende Loch am Meridiankreisquadranten zwischen Südpunkt des Horizonts und Zenit angebracht werden, da in südlichen Breiten die Weltachse mit dem Südpol nach oben zeigt. Hier wäre G Südpol, G' Nordpol der betr. südlichen Breite; der Weltsüdpol P' der Spinne würde sich mit G decken.

17) Die Bezeichnung „Pol der Spinne“ an Stelle des besseren „Ekliptikpol“ findet sich nur bei Alfons.

18) Eine Zusammenstellung der älteren Angaben über die Verwendung von Röhren (ohne Linse) zur Beobachtung der Himmelskörper etc. gibt C. A. Nallino in seinem schon oben S. 5 erwähnten Werk, S. 272. *Al Birûnî* beschreibt die Verwendung eines solchen Rohres ausführlich in seinem *Kitâb al Ist'âb* (s. S. 6). Vergl. hierzu E. W., Beitr. XVIII, S. 38. Hier heisst das Rohr *Anbûb*. Auch sonst finden sich bei arabischen Schriftstellern Röhren; sie heissen auch *Bûg*, Trompete.

19) Die anderen Beschreibungen von Kugelastronolabien, von denen später die Rede sein wird, enthalten leider keine Tabellen der Sterne, die auf der Spinne verzeichnet sind.

20) Die Schiefe der Ekliptik (im Text „Neigung“ genannt) ist bei Alfons zu $23\frac{1}{2}$ Grad angegeben und zwar auf S. 47 des Buches über die Universalischeibe (3. Band der Riccoschen Ausgabe der Libros).

21) Mit Rücksicht auf das Kalendarium seien hier folgende historische Bemerkungen eingefügt: Apogäum heisst Erdferne, Perigäum Erdnähe der exzentrischen Sonnenbahn. Die Beobachtung der Jahreszeiten veranlasste Hipparch zur Entdeckung der Exzentrizität der Sonnenbahn. Um die gleichförmige Kreisbewegung der Sonne um die Erde, wie es die damalige Anschauung gebot, beibehalten zu können, musste er das Zentrum des Sonnenkreises von der Erde aus gegen den 6. Grad der Zwillinge um $\frac{1}{24}$ seines Radius zur damaligen Zeit verschieben. (Apogäum in 66 Grad und Perigäum in 246 Grad Länge). Albategnius (*al Battini*) entdeckte später die Bewegung des Apogäums. Näheres hierüber findet man bei R. Wolf: „Geschichte der Astronomie“. Angaben über die Lage des Apogäums und den Wert der Exzentrizität zur Zeit König Alfons finden sich im ersten und zweiten Buch der Libros. Im ersten Buch, das die Planetenscheiben behandelt, ist das Apogäum in den 25. Grad der Zwillinge verlegt; im zweiten, das die Uebersetzung des Werkes von *al Zurqâni* enthält, in 28 Grad 8 Min. 47,6 Sek. der Zwillinge (für das Jahr 1081). — Man kann also mit Rücksicht auf die

Tatsache, dass das Apogäum sich im Laufe der Jahre verändert, auf das Alter eines Instrumentes schliessen.

Wenn man für die Exzentrizität den damals gebräuchlichen Wert zu $\frac{1}{30}$ nimmt, findet man in unserem Falle, wo es sich um die Uebertragung auf die Kugel handelt, den Mittelpunkt des Kalendariums am bequemsten dadurch, dass man den Bogen zwischen Ekliptikpol und äusserstem Begrenzungskreis der Ekliptik auf dem durch das Apogäum gehenden astronomischen Breitenkreis der Spinne in 31 Teile teilt und den ersten vom Pol der Ekliptik entfernten Teilpunkt zum Mittelpunkt des Kalendariums nimmt. Die exzentrische Verlegung des Kalendariums tritt auf der Kugel durch die Neigung seiner Ebene gegen die Ekliptikebene (Randkreisebene) in Erscheinung.

22) Der inverse Schatten (*sombra conversa*) ist der Schatten eines horizontalen Stabes auf eine vertikale Fläche, sein Verhältnis zur Stablänge ist gleich der Tangente des Höhenwinkels (s. Fig. 17). Der ausgebreitete Schatten (*sombra espandida*) ist gleich dem Schatten

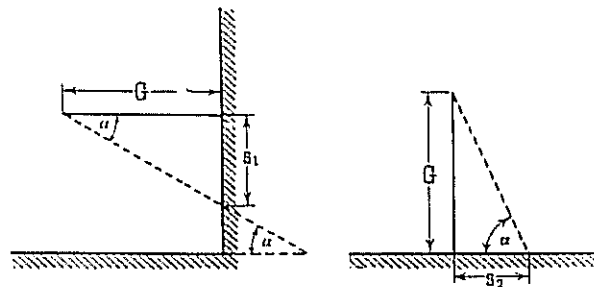


Fig. 19.

eines vertikalen Stabes auf eine horizontale Fläche; sein Verhältnis zur Stablänge ist gleich der Cotangente des Höhenwinkels. Ueber die Verwandlung der Schatten ineinander s. S. 29.

1 Spanne = 12 Finger = 12×60 Minuten (partes). In der Minutenteilung des Schattensquadranten sind, wie schon erwähnt, nur die Teilstiche für die halben Finger = 30 Minuten eingetragen; zum Schatten s. E. W., Beitr. XVIII, S. 40.

23) Ueber die Genauigkeit der Werte der Funktionen tang und cotang, die sich aus der Schattentabelle bei Alfons errechnen lassen, geben einige Beispiele Aufschluss:

Höhenwinkel nach der Alfons. Tabelle	Schattenlänge nach der Alfons. Tabelle	hieraus errechnetes tang x	wirkliches tang x (natürl. Wert)
	Finger		
80° 21'	1	0,146	0,1468
100° 19'	3	0,292	0,2928
270° 35'	6	0,521	0,5225

Man ersieht daraus, dass die Werte in den 2 bzw. 3 ersten Dezimalen übereinstimmen.

24) Ueber diese Schreibvorrichtung fehlen nähere Angaben. Es handelt sich wahrscheinlich um einen Stift, der auf irgend eine Weise an den erwähnten Stellen der Ekliptik befestigt wurde.

25) Es handelt sich um Kreise, „mit denen man das *atazir* (*tasjir*) macht“, auch Positionskreise oder nach Frank auch Grenzkreise genannt (s. J. Frank: Das Astrolab nach al Chwārizmī, S. 21, Anm. 31). — Diese Kreise dienen astrologischen Zwecken und werden uns später bei den astrologischen Aufgaben begegnen.

26) Die Einteilung in östliche und westliche Höhenparallelen kommt bei den Aufgaben häufig vor. Die Sonne bzw. ein Stern erreicht eine bestimmte Höhe zweimal, vormittags und nachmittags bzw. vor oder nach der Kulmination; ein Gestirn schneidet also bei seinem täglichen Lauf eine bestimmte Höhenparallele zweimal, und zwar die östliche Höhenparallele vor, die westliche nach der Kulmination.

27) Dadurch, daß der Aequator mitsamt der Spinne über dem Meridiankreis drehbar ist, ersetzt letzterer das ganze System der Deklinationskreise. Man erkennt hierbei den grossen Vorteil, dass der Aequator ein Vollkreis ist, was bei den übrigen Kugelastrolabien nicht der Fall ist. Es ist dadurch möglich, beliebig grosse Bogen des Aequators durch Drehung desselben am Meridian abzulesen, welche beiden Kreise stets zueinander senkrecht sind, wie aus der Zusammensetzung des Instrumentes ohne weiteres hervorgeht (s. Fig. 2). Darüber, wie

man in diesem Koordinatensystem am Kugelastrolab verfährt, wird bei der Besprechung der Aufgaben, besonders bei den Zeitaufgaben, die Rede sein.

28) Im Alfonsinischen Buch über das ebene Astrolab (2. Band der Ausgabe von Rico, S. 291/292) befindet sich eine Tabelle, die für alle Tage des Jahres (nach Monaten zusammengestellt) den zugehörigen Sonnengrad angibt.

29) Die örtlichen Aszensionen werden durch denjenigen Aequatorbogen v B dargestellt, der gleichzeitig mit dem zugehörigen Ekliptikbogen v A über dem Horizont des Beobachtungsorts aufgeht (s. Fig. 20 a). Sie sind in jeder Breite verschieden.

Die geraden Aszensionen werden durch denjenigen Aequatorbogen v B dargestellt, der gleichzeitig mit dem zugehörigen Ekliptikbogen v A über dem Meridian des Beobachtungsorts aufgeht. Nur in der Breite null kann man sowohl den Horizont als auch den Meridian verwenden, da beide Kreise in diesem Fall auf dem Aequator senkrecht stehen (s. Fig. 20 b, wo dieser Fall dargestellt ist).

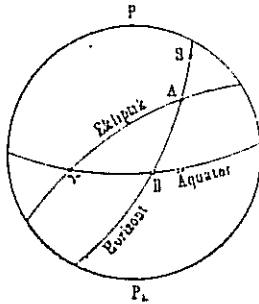


Fig. 20 a.

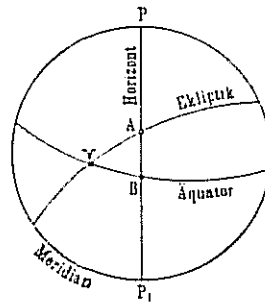


Fig. 20 b.

30) Der Gegengrad des Sonnengrads ist der von diesem um 180° in der Ekliptik entfernte; er liegt auf dem Westhorizont, wenn der Sonnengrad selbst auf dem Osthorizont liegt, oder mit anderen Worten: Der Gegengrad ist der Deszendente, wenn der Sonnengrad Aszendent ist und umgekehrt. Den Gegengrad benutzt man zur Bestimmung der temporalen Stunden des Tages, weil der Sonnengrad sich am Tage über dem Horizont befindet. Bei der Bestimmung der temporalen Stunden der Nacht benutzt man natürlich den Sonnengrad selbst, da er sich dann unter dem Horizont bewegt, wo sich die Stundenlinien befinden.

31) Der Name Hermes, dessen Werke ins Arabische übersetzt wurden, wird bei den Arabern öfters erwähnt; die Person des Hermes ist jedoch in tiefes Dunkel gehüllt. Näheres hierüber s. bei M. Steinschneider: „Die arabischen Uebersetzungen aus dem Griechischen“. Z. D. M. G. 50, 1896, S. 187 (§ 108).

Betr. *al Zargālī* s. H. Suter, Math. S. 199.

Ueber *Veles* konnte ich nichts finden. *Veles* ist vielleicht *Valens* (s. M. Steinschneider, Z. D. M. G. 50, 342, 1896).

Ptolemäus' Werk war wohl Alfons nur durch die arabischen Uebersetzungen und Kommentare bekannt. (Vergl. M. Steinschneiders bereits zitierte Arbeit a. a. O. S. 103.)

32) Unter den bei H. Suter genannten *al Marwāzī* kommen in diesem Fall wohl zwei in Betracht. Der eine ist *Habāš al hāsib al Marwāzī*, gest. zwischen 864 u. 874, s. H. Suter, Math. S. 12, Nr. 22; der andere ist *Abū Jaḥjā al Marwāzī* (auch *Māwardī*), gest. zwischen 932 u. 942, s. H. Suter, Math. S. 48, Nr. 96.

33) Demnächst herausgegeben von E. Wiedemann und J. Juynboll.

34) Dieses Werk ist nicht bekannt.

35) Jede Scheibe kann man für zwei Breiten verwenden, indem man auf die Vorder- und Rückseite die Projektionen für je eine Breite einträgt.

36) Dies trifft, wie *al Nairīzī* auch bemerkt, besonders für die hohen Breiten zu, da dort die Wendekreisbogen sehr flach zum Horizont liegen; kleine Aenderungen der Breite rufen dann schon wesentliche Aenderungen in den Resultaten hervor. Allerdings gilt dies nicht nur für den Wendekreis des Steinbocks, wie *al Nairīzī* meint, sondern ebenso für den Wendekreis des Krebses.

37) Die Angabe erklärt sich vielleicht so, dass die Armillarsphäre, weil viel mehr wie das Kugelastrolab zu Messungen am Himmel benutzt und zum Transport weniger geeignet, wohl vielfach im Meridian fest aufgestellt wurde.

38) Leider fehlt eine nähere Angabe, wie dieser Quadrant am Rand der Spinne angebracht ist. Gerade die Deutung der Höhenmessvorrichtung auf Grund der unzureichenden und zuweilen irreführenden Beschreibung von *al Nairizi* machte grosse Schwierigkeiten.

39) Die Messung geschieht nach demselben Prinzip wie bei Alfons (vgl. Fig. 7). Statt die Alhidade über dem Höhenquadrant zu verschieben und durch sie die Sonne anzuvisieren, verschiebt man hier das Gnomon in der Führung längs des Höhenquadranten. Die Vorrichtung könnte man sich ebensogut ohne Führung denken; die Anordnung bei *al Nairizi* macht so einen kunstvollen Eindruck.

39 a) Das Gnomon hat offenbar an seiner Spitze eine mit seiner Achse konzentrische Vertiefung. Steht das Gnomon in der Richtung nach der Sonne, so fällt der Schatten in diese Vertiefung; dies entspricht dem sonst gebräuchlichen Ausdruck: „Das Gnomon beschattet sich selbst.“

39 b) Vgl. hierzu die Bemerkungen über die Höhenmessvorrichtung bei *Qusṭā ben Lūqā*. S. 47 u. 48 oben.

40) Wie sehr die Araber sich für die in diesen Kapiteln behandelten Fragen interessierten, ergibt sich daraus, dass *Abū Ga'far al Chāzinī* eine Schrift verfasste, wie man diejenigen Horizonte zeichnet, an denen die Tierkreiszeichen umgekehrt aufgehen und dass *al Birūnī* veranlasst wurde, eine Abhandlung zu verfassen über die Orte, wo ein (astronomischer) Tag ein ganzes Jahr beträgt. Diese von *al Birūnī* verfasste Schrift ist betitelt: „Erwägung über die Länge der Nacht und des Tages auf der gesamten Erde, um ohne Schwierigkeit zu zeigen, dass das Jahr unter dem Pol einen Tag bildet“ (vgl. H. Sater u. E. Wiedemann, Beitr. LX, S. 72, Nr. 18). Man vgl. hierzu eine Erzählung bei *Jāqūt* in dessen biographischem Wörterbuch (s. J. Hell u. E. Wiedemann bei „Mitteilungen zur Geschichte der Medizin u. Naturwissenschaften“, Bd. 11, S. 317). Danach hat *al Birūnī* die Schrift für den Sultan *Mahmūd* von *Gazna* verfasst, dem die Tatsache von den eigentümlichen Verhältnissen von Tag und Nacht in den hohen Breiten durch die Erzählung eines Boten bekannt geworden war. Auch für den Sohn von *Mahmūd*, *Mas'ūd*, hat *al Birūnī* das Problem behandelt.

41) Man verfährt bei diesen Aufgaben mit *al Nairizi* in der Art, dass man das Kugelastrolab auf eine bestimmte Breite einstellt, dann etwa die Ekliptik in eine bestimmte Lage zum Horizont bringt, sie um einen gewissen Winkel dreht und die dann auftretenden Lageänderungen der Tierkreiszeichen untersucht. Gegebenenfalls sucht man diejenige Breite auf, bei der solche Veränderungen eintreten bzw. bei der gewisse Tierkreiszeichen gleiche Höhe haben u. s. f.

42) Die Überschriften der Kapitel beginnen sämtlich mit den Worten: „Wie man mit diesem Astrolab erkennt, dass es einen Ort gibt etc.“ Wir lassen diese Wendung in den Überschriften der Kürze und der Uebersichtlichkeit wegen fort.

43) Die *Targahāra* ist eine Wasseruhr und zwar ein Gefäss mit einer unten befindlichen Oeffnung. Meist wird das Wort für solche Uhren benutzt, die auf Wasser gesetzt werden und infolge des Eindringens von Wasser untersinken. Die Zeitdauer bis zum vollständigen Untersinken beträgt in unserem Fall 1 Äquator. Stunde. Es wird das Wort auch in dem Sinn angewandt, dass das Gefäss sich in 1 Stunde entleert.

Vgl. hierzu E. Wiedemann u. F. Hausor: „Ueber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur“. Nova acta der Leopold. Akademie, Bd. 100, S. 20, 1915.

44) Vergl. hierzu E. Wiedemann: „Einleitung zu arabischen astronomischen Werken“. Das Weltall 20, 21, 1919/20.

45) Das Astrolab diente ja als „Uhr“ und wurde von den Straßenastronomen auf Märkten u. s. w. benutzt. Daher mußte es leicht mitzunehmen sein (vergl. auch S. 21 unten).

46) Die Bestimmung des Durchmessers einer Kugel ist im 18. und 19. Theorem (nicht im 19. und 20., wie *al Birūnī* angibt) der „Sphärica“ durchgeführt. Ihre Wiedergabe durch *al Birūnī* entspricht dem Original von Theodosius. Die geometrischen Beweise sind jedoch fortgelassen, wie *al Birūnī* dies allgemein tut. Die Überschriften der beiden Theoreme lauten: 18) „Lineam describere aequalem diametro circuli cuiuslibet in sphaera dati“; und 19): „Lineam describere aequalem diametro datae sphaerae“.

47) *d* und *t* sind die Endpunkte eines Durchmessers des auf die Ebene übertragenen Kugelkreises *g d z*. *t* findet man nach dem Satz des Thales, — wonach die Sehne eines Peripheriewinkels, der gleich einem Rechten ist, ein Durchmesser des Kreises ist — als Schnitt der auf den Seiten *g d* und *d z* senkrecht gezogenen Schenkel der rechten Winkel bei *g* und *z*

(in der Fig. 10 b gestrichelt). Dadurch, dass man auch den Punkt k auf die Ebene überträgt, erhält man drei Punkte $d k t$ eines Grosskreises auf der Kugel. Auf dieselbe Weise wie bei dem Kleinkreis $g d z$ findet man auch den Durchmesser jenes Grosskreises und hat damit den Durchmesser der Kugel.

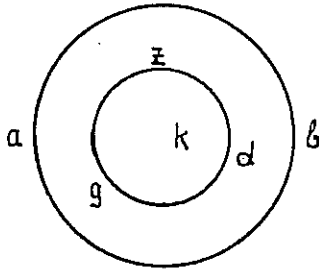


Fig. 10 a.

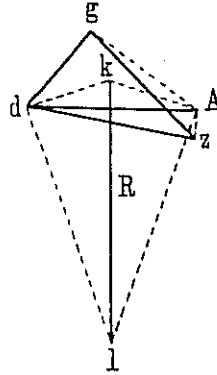


Fig. 10 b.

48) Der Rundzirkel (arab. *al birkār al mu'aggaḡ al riḡl*) diente zum Einzeichnen von Kreisen auf Kugeloberflächen und entspricht dem Alfonsinischen Rundzirkel. Näheres über ihn ist nicht angegeben.

49) Unter „Seite des Quadrats“ ist die Seite des Quadrats zu verstehen, das aus den zu den 4 Quadranten eines Grosskreises gehörigen Sehnen gebildet wird. Um den Betrag dieser Seite des Quadrates muss man den Zirkel öffnen, wenn man einen Grosskreis auf der Kugel beschreiben will. Die Bezeichnung findet sich auch in der Sphärica von Theodosius.

50) Die 4 Kardinalpunkte des Horizonts sind merkwürdigerweise bei *al Birūnī* nicht erwähnt.

51) Genau wie bei Alfons, vergl. Anm. 16.

52) Unter „grösster Neigung“ (heutzutage „Eklipstische“) ist der grösste Betrag der Deklination zu verstehen, den die Sonne zur Zeit der Solstitien, wenn sie die Wendekreise durchläuft, besitzt.

53) Die Linien der äquatorialen Stunden sind Deklinationskreisbogen und daher im Gegensatz zu den Linien der temporalen Stunden Grosskreisbogen. Das Kugelastrolab von *al Birūnī* besitzt also Deklinationskreise ebenso wie das von *al Marrākuschī*, wie wir später (S. 44) sehen werden (vergl. hierzu Alfons S. 15).

54) Gemeint ist natürlich der Aequatorpol. Es ist nicht angegeben, auf welchem astronomischen Breitenkreis der Aequatorpol abgetragen werden soll. Beim nördlichen Kugelastrolab muss er auf dem vom Eklipstiknordpol (E in Fig. 1) ausgehenden astronomischen Breitenkreis des Krebses abgetragen werden (wie bei Alfons, s. S. 12), beim südlichen Kugelastrolab auf dem vom Eklipstiksüdpol (E' in Fig. 1) ausgehenden Breitenkreis des Steinbocks.

55) Wenn Spinne und Kugel in der bekannten Weise für eine bestimmte geogr. Breite vereinigt sind, so macht man sich leicht klar, dass die Hälfte des Aequators auf der Spinne und die auf der unter dem Horizont der Kugel für die betr. Breite eingetragene Aequatorhälfte (vergl. S. 15) sich zu einem vollen Kreis ergänzen bzw. dass sich die Aequatorhälfte auf der Spinne bei der Drehung der letzteren über der unbeweglichen Aequatorhälfte (auf der Kugel) verschiebt. Daher rührt wohl auch die Wendung bei *al Birūnī*: „Er gehört zum Aequator“.

56) Die Fixsternörter verändern sich im Lauf der Jahre infolge der Präzession und zwar nach Ptolemäus (vergl. dessen *Almagest*, Bd. 2 in der Ausg. v. Manitius) in 100 Jahren um 1° astronom. Länge in der Richtung der Tierkreiszeichen. Diesen Wert gibt auch Hipparch an. *Al Battānī* bestimmte die Zahl genauer und fand 1° in 66 Jahren. Etwa um 1260 erhielt der Perser *Nasīr al Dīn* den nahezu richtigen Wert von 1° in 70 Jahren. Vergl. R. Wolf: „Gesch. d. Astronomie“ S. 158.

57) Diese Bezeichnung ist verständlich, weil bei den Arabern der Aequator gegenüber der Ekliptik bei der Einteilung der Himmelskugel eine untergeordnete Rolle spielte. (Vergl. näheres hierüber bei J. Frank: „Das Astrolab nach al Chwārizmī“. S. 19, Anm. 12.)

58) Betreffs des Ausschneidens der Spinne s. E. Wiedemann und J. Frank: „Vorrichtungen zur Teilung von Kreisen und Geraden etc. nach al Birānī“ in Z. f. Instr.-Kunde, 11, 232—234, 1921.

59) In Kürze zusammengefasst ist der Inhalt des Abschnittes folgender: Entweder lässt man um den Pol des All auf der Spinne eine runde Scheibe übrig und befestigt daran und an passend gewählten Verbindungsstücken die Sterne, so dass dem Auge wohlgefällige netzähnliche Gebilde entstehen, wobei darauf zu achten ist, dass der Aequator und die Ekliptik erhalten bleiben. — Oder man kann auch so verfahren, dass man unter Verzicht auf solche netzähnliche Gebilde der Spinne ein anderes Aussehen gibt, indem man um den Ekliptikpol der Spinne eine kreisrunde Scheibe übriglässt und diese mit der Ekliptik durch Bogen verbindet, die den astronomischen Breitenkreisen durch die Anfänge der Tierkreiszeichen entsprechen. An dieser Scheibe und den erwähnten Bogen befestigt man die Sterne. Bei dem erwähnten Spalt handelt es sich wahrscheinlich um eine kreisförmige Aussparung in dem ebenen Rand der Spinne (dem Randkreis).

60) Von einer Teilung des Aequators ist nichts erwähnt.

61) Die Enden dieses Bogens wurden in den Spalt eingelötet.

62) Die beiden Kreisbogen bilden also zwei Bänder, die die Spinne auf der Kugel festhalten. Sie werden wohl auch zu diesem Zweck am Instrument angebracht sein; eine Bedeutung hinsichtlich der Verwendbarkeit des Instruments werden sie kaum gehabt haben.

63) Zu beachten ist, der Fortfall der Stundenlinien, falls das Astrolab für den Gebrauch in verschiedenen Breiten eingerichtet ist; eine derartige Bemerkung findet man in den übrigen Beschreibungen von Kugelaströlaben nicht.

64) Vergl. hierzu S. 3 und Anm. 2.

65) „Horizont der Welt“ bedeutet hier soviel wie Horizont des Beobachtungsortes. Der Horizontkreis der Kugel sowie die Höhenparallelen sollen parallel zur Horizontalebene am Beobachtungsort sein.

66) Das Gnomon wurde mit Wachs am Sonnengrad angebracht.

66a) Die zugehörige Sonnenhöhe wird hierbei an der Höhenparallelen abgelesen, auf der das Gnomon liegt, wenn es sich selbst beschattet.

67) Das Gnomon wurde meist bei den Himmelsgloben (vergl. Anm. 3) zur Höhenmessung benutzt.

68) Al Birānī bespricht eine zweite Höhenmessvorrichtung, die wohl hauptsächlich zur Messung von Sternhöhen bestimmt war. Er braucht 2 Halbkreisbogen (etwa aus Messing) a und b, die der Hälfte eines Grosskreises der Spinne entsprechen und sich genau an die Oberfläche der Spinne anlegen lassen. Der eine Bogen a ist in 180° geteilt; der andere wird nicht geteilt. Je zwei Enden der Bogen a und b werden so miteinander verlötet, daß die Bogen senkrecht aufeinander stehen. Bogen b wird dann in seiner Mitte auf dem aus dem Aequatorpol der Spinne herausragenden Ende der Weltachse befestigt. Man überzeugt sich nun leicht, dass sich hierbei der Halbkreis-Bogen a mit dem Aequatorkreis der Spinne deckt, denn beide Kreise sind halbe Grosskreise und beide um den Quadrant eines Grosskreises vom Aequatorpol entfernt (Bogen a um die beiden Quadranten von Bogen b). Al Birānī wird wohl deshalb so verfahren sein, weil sein Aequator nicht geteilt ist (s. Anm. 60). Auf dem aus dem Aequatorpol herausragenden Ende der Weltachse wird dann eine Albidade befestigt, deren eines Ende jeweils auf dem Bogen a gleitet und die betr. Höhe des Sterns an dessen Teilung abzulesen gestattet. Dazu muss das Astrolab in der Mitte des Bogens a freihängend gehalten werden. Im übrigen ist das Verfahren das gleiche wie bei Alfons (s. S. 15) mit dem einzigen Unterschied, dass dort die Höhe an dem am äusseren Rand der Spinne (parallel zur Ekliptik) angebrachten Höhenquadrant abgelesen wird, wobei die Albidade am Ekliptikpol befestigt ist.

69) Damit ist die Hälfte des Aequators auf der unter dem Horizont befindlichen Kugelhälfte gemeint, die für die entspr. Breite eingetragen wird (s. S. 15).

70) Es handelt sich offenbar um das kleine Werk: „Ueber den Gebrauch des sphärischen Astrolabs“, das nach dem von al Birānī selbst verfaßten Verzeichnis seiner Werke 10 Blätter umfasst. Vergl. E. Wiedemann u. H. Suter, Beitr. LX, S. 74.

71) Das entspräche in gewisser Hinsicht unserer heutigen Einteilung.

72) Man teilt jeden der drei Bögen in so viel Teile, als die Nacht zur Zeit der Solstitien und Äquinoktien an äquatorialen Stunden hat. Der Aequatorbogen wird hierbei wie immer in 12 gleiche Teile geteilt.

73) Die Drehbank wurde von den Arabern vielfach zur Zeichnung von Kreisen auf der Kugel benutzt. S. E. Wiedemann und J. Frank: „Vorrichtung zur Teilung von Kreisen und Geraden u. s. w. nach *al Birûnî*“, Z. f. Instr.-Kunde 41, 225—236, 1921 und *Ibn Sinâ*: „Abhandlung über ein astronomisches Instrument“.

74) Es handelt sich um ein biegsames Messinglineal, das bei den Arabern vielfach Verwendung fand. Vergl. E. Wiedemann: „Ueber geometrische Instrumente bei den muslimischen Völkern“, Z. f. Vermessungswesen Heft 22 und 23, 9, 1910.

75) Der Äquator auf der Spinne besitzt also hier eine Teilung im Gegensatz zu *al Birûnî*. Vergl. Anm. 60.

75 a) Hier kann unmöglich *Parasange* ein Längenmass bedeuten, sondern ist mit Grad zu übersetzen.

75 b) Während sonst $46^{\circ}\frac{1}{2}$ als die nördlichsten Gegenden angegeben werden, verlegt sie *Qasâ* viel weiter nördlich und lässt auch die sagenhaften Türkenstämme *Jägûg* und *Mägûg* sehr weit im Norden leben. Bekanntlich sollen sich die weiter südlich wohnenden Völker durch eine Mauer gegen sie geschützt haben.

76) Ueber das Löten und Giessen (s. weiter unten S. 55) bei den Arabern findet sich näheres bei E. Wiedemann: „Ueber Lote, Löten und Giessen bei den Arabern“ in der Zentralzeitung f. Optik und Mechanik 1923, sodann vor allem in dem ausführlichen Werk von E. Wiedemann und F. Hauser: „Ueber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur“, Nova acta, Abhdl. der Leopold-carol. Akademie der Naturforscher Bd. 100, Nr. 5, 1915. In letzterem Werk finden sich an verschiedenen Stellen Angaben über das Löten und zwar sowohl über Weich- und Hartlöten (Löten in Feuer). Die bezügl. Stellen des Werkes findet man auf S. 46, 107, 187—189, 196, 199.

77) Ueber die bei den Arabern benutzten Farben finden sich Angaben auf S. 95 des in Anm. 76 zitierten Werkes von E. Wiedemann und F. Hauser. Es findet sich dort auch gefärbtes Glas erwähnt.

In diesem Zusammenhang möge auch die folgende Bemerkung Platz finden: In der Auferstehungskirche zu Jerusalem befinden sich Gemälde von Abraham, Ismael, Isaak, Jakob und ihren Kindern. Sie sind mit einem Lack von Sandaracköl bedeckt und jedes Gemälde mit Glas. S. Sefer Naneh: „Relation du voyage de Nassiri-Chosrau“, publié par Charles Schefer 1, 108, 1881.

78) Näheres über die Beschaffenheit dieses Steins ist nicht angegeben. Nicht jede Gesteinsart ist wegen des hohen Schmelzpunktes der meisten Metalle brauchbar. Aus diesem Grund müssen hierzu geeignete Arten von Steinen genommen werden, z. B. Ton, Schiefer, Speckstein etc., die man heutzutage zur Herstellung von bleibenden Formen für den Metallguss verwendet.

79) Bei derartigen technischen Angaben schreibt Alfons häufig genaue Masse vor.

80) Wie der Stein ausgehöhlt wird, ist nicht näher angegeben.

81) Der Stein mit der halbkugelförmigen Höhlung, welche der äusseren Form für das Gussstück entspricht, entspricht dem heutigen Formkasten; der aus Erde geformte Kern, der den Raum ausfüllt, welcher nachher von dem flüssigen Metall ausgefüllt werden soll, ist heute auf dem sog. Kernkasten angebracht.

82) Wie dies gemacht wurde, ist aus der lückenhaften Beschreibung nicht ersichtlich.

83) Vergl. hierzu E. Wiedemann und J. L. Heiberg: „*Ibn al Hailam* über Herstellung von parabolischen und sphärischen Hohlspiegeln“ in Bibl. Math. [3] 10, 201 u. 203, 1900—1910, wo auch derartige Meniskuslehren erwähnt sind.

84) Dieser Stab entstammt arabischen Vorbildern. Er hat mit dem Kugelastrolab als solchem wohl nichts zu tun.

Nachtrag.

Im folgenden sollen räumliche Skizzen der Spinnen von vier der in der Abhandlung beschriebenen Kugelaströlabien gegeben werden. Zum Vergleich und zum besseren Verständnis der in den Skizzen nur zum Teil sichtbaren Kreissysteme auf der Spinne ist in Fig. 1 das Bild eines ebenen Astrolabs wiedergegeben. Es findet sich hier ein großer Teil der Linien, die auch das

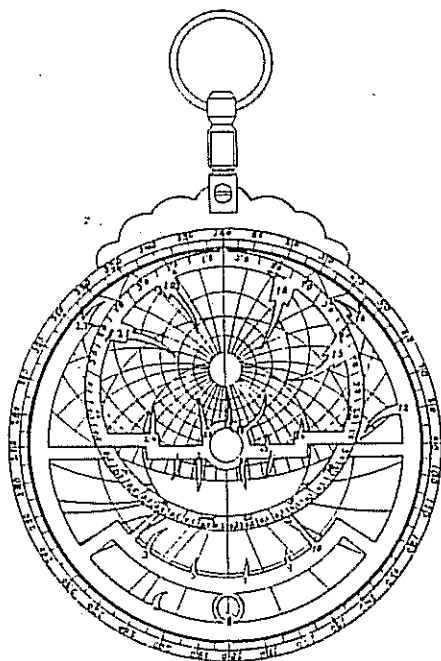


Fig. 1.

kugelförmige Astrolab aufweist, projiziert vom Südpol des Aequators auf eine zu diesem parallele Ebene. Man sieht hier zunächst ein netzförmiges Gebilde, die Spinne, mit dem Tierkreis als exzentrischem Kreis, eine Reihe von Spitzen, die projizierten Sternörter und Verbindungsstücke, die das ganze Netz geeignet zusammenhalten. Die Spinne ist über einer Scheibe mit einem anderen System von Linien drehbar. Auf dem oberen Teil der Scheibe befinden sich zwei sich senkrecht schneidende Kreissysteme, die Azimutalkreise und die Höhenparallelen, unten Linien zur Zeitbestimmung, die Stundenlinien; außerdem ist parallel zum Rand der Scheibe der Aequator.

Diese Linien auf der Scheibe befinden sich fast alle beim kugelförmigen Astrolab auf dessen Kugel (vgl. Fig. 4, S. 9). Sie sind in den folgenden Skizzen nicht gezeichnet. Die Kugel selbst ist durch ihren Randkreis angedeutet. Eingezeichnet sind die Liniensysteme der Spinne, am wichtigsten ist auch hier der Tierkreis. Die

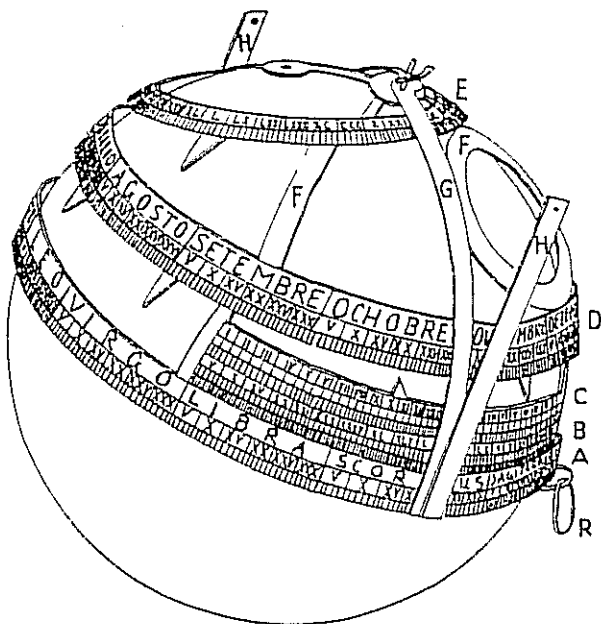
Spitzen für die Sternörter und die Verbindungsstücke haben beliebige Lagen, zumal sich nur bei Alfons nähere Angaben bezw. Figuren finden. Besonderer Wert wurde auf die Höhenmeßvorrichtungen gelegt, die besonders interessant und für die einzelnen Astrolabien charakteristisch sind.

Es folgen nun die Figuren der Spinnen mit Angabe ihrer Bestandteile.

1. Spinne des Astrolabs von Alfons von Kastilien (vgl. S. 10—14).

Fig. 2.

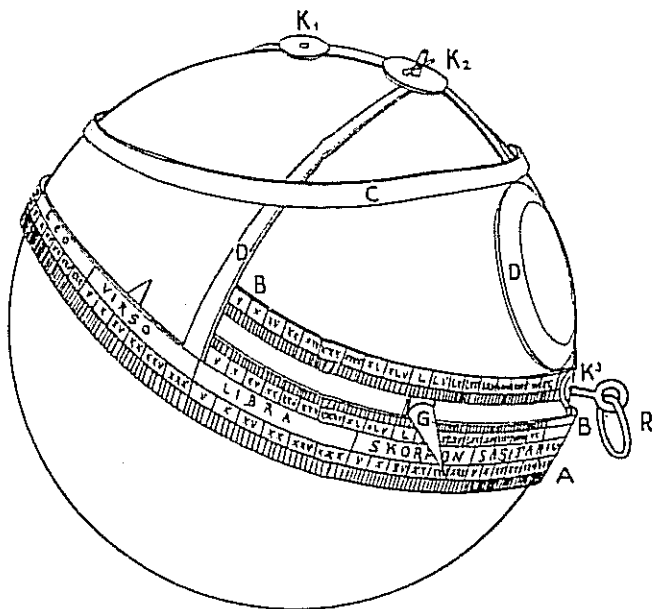
- A: Tierkreis,
- B: Höhenquadrant,
- C: Schattenquadrant,
- D: Kalendarium,
- E: Aequator,
- F: Verbindungsstücke,
- G: Alhidade,
- H: Absehen,
- R: Haltering bei Höhenmessungen.



2. Spinne des Astrolabs von al Nairizi (vgl. S. 35).

Fig. 3.

- A: Tierkreis,
- B: Höhenquadrant,
- C: Aequator, ohne Teilung (in der Figur willkürlich als Kleinkreis gezeichnet, da nähere Angaben fehlen),
- D: Verbindungsstücke,
- K₁, K₂, K₃: Drei sog. *Kursi*,
- G: Gnomon zur Höhenmessung, auf der Kugel befestigt und in der Aussparung zwischen den beiden Höhenquadranten gleitend,
- R: Haltering für Höhenmessung.



El Libro de Las Cruces

Una obra astrológica que Don Alfonso X, rey de España, mandó traducir del árabe.

ALFONSO X, rey de Castilla, denominado *el Sabio*, fué elevado al trono en el año 1252, por muerte de su padre el rey Fernando III el Santo, y duró su reinado hasta el año 1284.

Sin abandonar las cuestiones de gobierno ni sus pretendidos derechos a otros reinos se consagró con magno esfuerzo al cultivo de las Ciencias y de la Literatura.

Eruditos investigadores han estudiado la biografía de ALFONSO X y las obras importantes que compuso o mandó componer a los sabios que tuvo bajo su protección. En todas estas obras intervino el rey muy directamente.

Bien conocidas son sus recopilaciones históricas, tanto la « Crónica de España » como la « Grande y General Historia », su inmenso tratado sobre legislación titulado « Las Partidas », su maravilloso cancionero conocido por « Las Cantigas de Santa María », sus « Libros del saber de Astronomía » traducidos por sus astrónomos, pero revisados y corregidos por el rey en la redacción, y finalmente el « Libro del ajedrez » y el « Lapidario ». Este último hace sospechar que el rey ALFONSO X no era ajeno a las falsas creencias de la influencia de los astros y de los talismanes y amuletos.

A todas estas obras debe añadirse una, poco conocida, titulada « Libro de las cruces », que existe manuscrita en la Biblioteca Nacional de Madrid — manuscrito nº 9294 —. Es un precioso códice en pergamino, de 201 folios, letra gótica francesa del siglo XIII, que ha pasado inadvertido para muchos porque en el catálogo no figura como de ALFONSO X sino como de OVEIDALA. En efecto, el autor del libro original mandado traducir por ALFONSO X es un astrólogo árabe llamado OVEIDALA (UBAIDALLAH,

según la transcripción inglesa), del que no he podido conseguir ninguna noticia biográfica.

El « Libro de las cruces » es el primer libro de Astrología escrito en castellano y tiene el dato curioso de ser uno de los pocos en que ALFONSO X se titula rey de España, en vez de rey de Castilla, León, Toledo, etc. Bien es verdad que el libro está fechado en 1259, precisamente en el mismo año en que por haber querido llamarse « emperador de España » provocó la airada protesta de su suegro el rey de Aragón DON JAIME EL CONQUISTADOR.

El esmero con que todo el código está escrito y la perfección caligráfica de las iniciales adornadas, dan un aspecto regio al manuscrito.

En cuanto al contenido del libro interesa llamar la atención acerca de dos extremos muy importantes. El primero es que, según consta en el *explicit*, lo tradujeron JEHUDA FY DE MOSSE y JOHAN DASPA, es decir, dos de los astrónomos que colaboran en los « Libros del saber de Astronomía » y en las « Tablas alfonsíes ». El segundo es que confirma la sospecha de que la superstición por la Astrología estaba muy arraigada en el rey ALFONSO y que todo su interés por la Astronomía teórica y por la formación de tablas astronómicas llevaba el oculto deseo de ajustar los actos de su vida a la influencia de los astros.

A todas las consideraciones anteriores, que tanto valor dan a esta obra, aún debe añadirse la circunstancia de actualidad, pues desde hace varios años pretenden algunos despertar la afición a la Astrología judiciaria, y en este sentido el « Libro de las cruces » es uno de los más útiles para poner de relieve el absurdo de toda clase de presagios astrológicos.

Desde las primeras páginas de este libro se advierte que el autor supone conocidas en el lector las nociones fundamentales de la Astrología judiciaria. Pero téngase en cuenta que en el « Libro de las cruces » se ve el propósito de presentar los casos que más pueden interesar a un rey.

Es norma sabida que, para formar los juicios astrológicos, se comienza por *levantar el horóscopo*, es decir, por hacer una *figura* o representación gráfica de la posición de los signos del Zodiaco, de los planetas, del Sol y de la Luna y de la Cabeza y Cola del Dragón en un momento determinado, ya sea el nacimiento de una persona, la declaración de una guerra, el comienzo

de un pleito, el momento de emprender un viaje, el principio del año, etc. La representación de los horóscopos es actualmente un anillo circular con las doce divisiones correspondientes a los signos del Zodiaco, en la que los arcos de cada división representan la proyección de los arcos de la Eclíptica sobre el círculo ecuatorial. Durante los siglos XIV, XV y XVI se generalizó extraordinariamente el horóscopo construido sobre un cuadrado, que contenía doce triángulos representativos de los signos o «casas» del Zodiaco. Las *figuras* que utiliza el «Libro de las cruces» para la formación de los horóscopos responden a un método más primitivo, que consiste en un círculo dividido en seis sectores iguales mediante seis radios diametralmente opuestos; los seis sectores, llamados *ángulos*, y los seis radios, llamados *estacas*, se corresponden con las doce casas o signos del Zodiaco. Los seis radios forman tres diámetros que se cruzan en el centro de la figura y por esto se denomina el libro en cuestión «Libro de las cruces».

En la Biblioteca de la Real Academia de la Historia, de Madrid, existe un breve manuscrito, titulado «Libro de las tres cruces» que es un resumen mal hecho de algunos de los capítulos del libro original que vamos a dar a conocer en este trabajo.

En el primer folio, con letra muy posterior, se lee :

«Libro de las cruces || Que ficieron los sabios antigos || y que esplano Oveydalla el savio || e favlo en las constelaciones de las || revoluciones de los Plane || tas || que hallo y mando trasladar || de Aravigo en caste || llano || El mui noble Rey Don Alonso || hijo del muy noble Rey Don || fernando y de la muy || noble Reyna D^a || Beatriz.»

El libro da comienzo con un prólogo, que contiene algunos datos de interés, y a continuación inserta el índice de los capítulos en que se divide el libro.

Vamos a publicar aquí una copia fiel del prólogo y del índice aunque después no hagamos más que resumir el contenido de este *Libro de las cruces*.

«Esto es el prologo del libro de las cruces. Assi como dixo tholomeu en el almageste non morro el qui abivo la sciencia et el saber ny fue sobre el qui fue dado a entendimiento. Onde en quanto el angel es mas alto et mas noble que el homne por su grand entendimiento et por su grand saber que dyos li dyo.

Assi el ombre en qui dyos quiso posar seso et entendimiento es mas alto et mas noble entre todos los homnes. Onde nostro sennor el muy noble Rey don Alfonso Rey despanna fyjo del muy noble Rey don ferrando et de la muy noble reyna dona beatrix en qui dyos puso seso et entendimiento et saber sobre todos los principes de su tyempo leyendo por diversos libros de sabios por alumbramyento que ovo de la gracia de dyos de quien vienen todos los bienes siempre se esforço de alumbrar et de abivar los saberes que eran perdidos al tyempo que dyos lo mando regnar en la tierra. Et porque el leyer a et cada un sabio lo affirma el dicho de aristotil que dize que los cue[r]pos de yuso que son los terrenales se mantienen et se gobiernan por los movimientos de los corpos de suso que son los celestiales por voluntad de dyos. Entendio et connocio que la sciencia et el saber en connocer las significaciones destos corpos celestiales sobredichos sobre los corpos terrenales era muy necessaria a los homnes. Onde este nostro sennor sobredicho que tantos et diversos dichos de sabios viera leyendo que dos cosas son en el mundo que mientre son escondidas non prestan nada. Et es la una seso encerrado que non se amostra. Et la otra thesoro escondido en tierra. Et semeiando a Salamon en buscar y espaladinar los saberes doliendose de la perdida et la mengua que avian los ladinis en las sciencias de las significaciones sobredichas fallo el libro de las cruces que fizieron los sabios antigos que esplano oveydalla el Sabio et favlo en las costellaciones de las revoluciones de las planetas et de sus ayuntamientos de lo que significan en los compeçamentos de los regnos et de los sennorios et de los accacements del ayre grandes et generales. Et esto segund los ayuntamientos et las oposiciones et los otros catamientos de las quatro planetas de suso mayorment que son Saturno Jupiter mare et el Sol et mandolo trasladar de aravigo en language castellano et trasladolo hyuhda fy de mosse alchoen mosca su alfaquim et su merçed. Et porque este libro en el aravigo non era capitulado mandolo capitular et poner los capitulos en compeçamento del libro segont es uso de lo fazer en todos los libros por fallar mas ayna et mas ligero las razones et los iud[i]zios que son en el libro. Et esto fizolo maestre Johan a su servicio. Et compieçan aqui los capitulos et a en este libro LXV capitulos.

El capitulo primero fabla en las reglas et en los dichos generales

et en algunos vocables propios deste libro et exemplo dello.

El capitulo segundo fabla en la differencia de las yentes segund de las diversidades de sus 'moranças por diversas partidas de la tierra.

El capitulo tercero fabla en la particion de los signos por los poblos segund sus triplicidades et de cuemo las equationes de las planetas en sus coniunctiones et en sus oppositiones deven seer fechas con todos los movimientos del cielo.

El capitulo quarto fabla en la esposicion de los dichos generales de los iudizios et son cinco vocables apartados de que estos sabios usavan que son quadrantes quemantes encerrados erechos et iazientes.

El capitulo quinto fabla en las costellaciones que significan sequia et fambre et pedrisco et karistia et la[n]gostas et fazen en esto VIII cruces diversas.

El capitulo sexto fabla en las terminaciones de los tiempos quando accaeceran las significaciones de los accidentes sobre-dichos. Et este capitulo es partido en dos maneras. La una es segund que qualquier de las dos planetas de las quatro sobredi[chas] son ayuntadas en una casa et qualquier de las otras dos es en quadradura de las dos ayuntadas. Et la otra manera es segund que qualquier de las dos planetas de las quatro sobredichas son oppositas de las dos ayuntadas et la otra de las dos es en quadradura de las otras et a en cada una manera dozientas et ocheynta et ocho figuras andando cada una por las XII casas en tres ordenes.

El capitulo septimo fabla en las faziendas de los Reyes et de sus adversarios et sus enemigos et en pleyto de matanças et de vençementos los unos a los otros et en las costellaciones que significan pazes entre ellos et contiene en sy X capitulos de diversas costellaciones et en este fabla soltament de los Reyes et de sus enemigos non parando myentes en al.

El capitulo VIIIº fabla en las costellaciones de los accaecementos que acaecen entre los Reyes et los sus enemigos acercandose unos a otros en sus villas de lo que lis accaece et de bienandança o de malandança de muerte o de presion o de paz. Et en este capitulo para mientes al bien et al mal que accaece a los Reyes et a sus enemigos segund sus villas et sus tierras por acometerse los unos a los otros en ellas. Et en este capitulo a IX capitulos desta razon.

El capitulo IX^o fabla en las costellaciones de los accaecementos que accaecen entre las yentes unas con otras et desto ay VIII capitulos.

El capitulo X^o fabla en las costellaciones que significan los grandes accaecementos que accaecen a los Reyes et en menguamento de sus regnos et en levantamento de las sus mismas yentes contra ellos et compieçan y las costellaciones que estos sabios nombran quemantes.

El capitulo undecimo fabla en esposicion et en determenar el movimiento de la ochava espera et que todos los iudicios deben seer fechos por ello.

El capitulo dozeno fabla en los iudicios de la cabeça quando accaecen figuras quemantes que significa de los accidentes del ayre.

El capitulo trezeno fabla en los iudicios del Sol quando significan muerte de Reyes et destruyemiento de ricos hombres et en ternerar los tiempos quando accaecen los dannos o la bienandança.

El capitulo XIII^o fabla en las costellaciones que nombran quadrantes que significan fuertes lides et grandes dannos.

El capitulo XV^o fabla de las costellaciones que nombran quemantes cerradas que significan fuertes accaecementos en cercar villas et en lides.

El capitulo XVI^o fabla en las costellaciones que nombran quemantes abiertas que significan muerte de Rey en su cabo et pocas matança et dellas folgura et bienandança.

El capitulo XVII^o fabla en otra manera de las quemantes cerradas que significan muchas ocasiones et epidimias et mortandad de yente et sanna de reyes contra sus vasallos et sus aportellados.

El capitulo XVIII^o fabla en los iudicios de las coniunctiones de las tres planetas que son Saturno Jupiter et Mares.

El capitulo XIX^o fabla en los iudicios de las planetas oppositas.

El capitulo XX fabla en la costellacion que significa matança de rey con enganno et traicion.

El capitulo XXI^o fabla apartadament en la opposicion de Jupiter et de Saturno et en determenar la bona significacion de la mala.

El capitulo XXII^o fabla en las costellaciones de las quadraduras del Sol con mars quales son bonas et quales malas.

El capitulo XXIII^o fabla de las quemantes et es de muyt fuertes et de viriguadas significaciones et ciertas.

El capitulo XXIII^o fabla en las costellaciones que significan Karistia en viandas.

El capitulo XXV^o fabla en las costellaciones que significan rafeçia et habondancia de pan et de las otras viandas et es partido en dos maneras.

El capitulo XXVI^o fabla en saber el precio del pan en cada mes.

El capitulo XXVII^o fabla en conocer la fortuna et la infortuna de los signos.

El capitulo XXVIII^o fabla en las costellaciones que significan muchas lluvias et pocas et en gran sequia.

El capitulo XXVIII^o fabla en los grandes accaecimientos de los Reyes et de sus vasallos qual accaeçen de partes de sus enemigos et en los dannos de sus villas et desto hay tres capitulos.

El capitulo XXX^o fabla en saber en quales terras o en quales regnados accaeceran los accidentes sobredichos.

El capitulo XXXI^o fabla del enfermo quando sanara et del preso quando saldra et del que a miedo quando sera fuera del miedo et del hombre pobre quando enriqueciera et el richo quando se fara pobre et de algun hombre quando morra et de algun hombre quando vencera sus enemigos et en conocer quales signos son amigos et quales enemigos et en saber que sera de la baraia que accaece entre el varon et su mujer et en saber de dos hombres que varaiaron qual vençera.

El capitulo XXXII^o fabla en las elecciones de las costellaciones en que hombre gana en carreras et meiora su fazienda.

El capitulo XXXIII^o fabla en saber el tiempo en que el hombre a de seer preso a quien la costellacion significo que seria preso.

El capitulo XXXIII^o fabla de saber el tiempo en que saldra el preso de la preson a quien significo la costellacion que abia de sallir.

El capitulo XXXV^o fabla en saber de algun ombre si a de subir a dignidad o a alguna alteza et quando sera aquel tiempo.

El capitulo XXXVI^o fabla en saber de algun prelado o de algun ensennorado o aportellado que a de seer despuesto daquela su dignidad et quando sera aquel tiempo et en termenar si sera por fechos que fizo despuesto o por acusaciones de todo et desto ay tres maneras de costellaciones que van por las XII casas.

El capitulo XXXVII^o fabla en saber la fin de las guerras et

de las lides que son entre los sallidos de tierra et entre el rey et qui vençera.

El capitulo XXXVIII^o fabla en saber de algun hombre quando casara.

El capitulo XXXVIII^o fabla en iudgar la demanda por batalla o varaia que accaecio entre dos qual venç[e]ra et en saber el tiempo del vençer. Et en dar eleccion por alidiar. Et por a andar en cavalgada et en provar la cosa que hombre dize a otro si es verdat o mentira. Et en el precio del pan por cada mes segunt el estado de la quarta del anno. Et en saber de todos hombres o de dos compaignas que guerrear qui les venceran. Et en dar eleccion a los qui sallan lidiar et en la eleccion del Rey quando salie por fazer carrera longa.

El capitulo quadragesimo fabla en las costellaciones que significan fuertes matanças en que vencen los contrallidores et los adversarios.

El capitulo XLI^o fabla en las costellaciones que significan salida de Rey contra sus enemigos et destrymiento dellos et en saber el tiempo quando sera aquello.

El capitulo XLII^o fabla en la sallida de los vasallos del rey et de sus cavallarias contra los enemigos del rey que significa destruymento de sus enemigos et que se apoderaran de sus villas sin travaio et sin enoio del Rey.

El capitulo XLIII^o fabla en saber quando accaecera alguna occasion a algun ombre.

El capitulo XLIII^o fabla en saber lo que mengua el danno et el infortunio que significan las infortunias.

El capitulo XLV^o fabla en las costellaciones que significan las fuertes lluvias et los aguaduchos.

El capitulo XLVI^o fabla en las costellaciones que significan bienandança del Rey en su fazienda.

El capitulo XLVII^o fabla en las costellaciones que significan los malos accaecementos de los reys.

El capitulo XLVIII^o fabla en las costellaciones que significan apoderamento del rey sobre sus enemigos por manna et por sabiduria sin lid.

El capitulo XLVIII^o fabla en las costellaciones que significan matanza de los Reys sin lid et sin batalla por trayciones et por engannos.

El capitulo çinquanteno fabla en las costellaciones que significan matanças de los enemigos et de los contralladores del rey.

El capitulo çinquanteno et uno fabla en las costellaciones que significan matanças de reys en lides et en batallas.

El capitulo LIIº fabla en las costellaciones que significan muerte et destruyamiento de los aportellados del rey.

El capitulo LIIIº fabla en las costellaciones que significan acercamiento de los castiellos et de las villas en que vençen los de la villa o los del castiello a los qui lo tyenen acercados.

El capitulo LIIIIº fabla en las costellaciones que significan acercamiento de los castiellos et de las villas quando son vencidos o destruydos los qui estan dentro et se prende la villa o el castiello et lo malmeten.

El capitulo LVº fabla en las costellaciones que significan lides et batallas en que venceran los sallidos del reyno y los contralladores.

El capitulo LVIº fabla en las costellaciones que significan yrmamento et destruyamiento de las villas et de las cibdades.

El capitulo LVIIº fabla en conocer los annos que son lluviosos o secos karos o abundados.

El capitulo LVIIIº fabla en conocer las significaciones et las sennales que significan morte de hombre.

El capitulo LVIIIº fabla en saber la soma de los grados ensinorados sobre las principales villas antiguas despanna. Et en las planetas sobre quales mansiones an poderio et las mansiones sobre quales de las villas despanna. Et en la diversidad de las opiniones de los sabios sobre el signo despanna qual es et del sennorio de las planetas sobre diversas yentes.

El capitulo LXº fabla en los precios del pan et en las lluvias et sequias et en las abundancias et en las karistias segont la partida de los sabios antigos qui iudgan por este libro de las cruces et otorganse en esto con los sabios orientales et con los de babilonia.

El capitulo LXIº fabla en las significaciones de Saturno et de Jupiter quando fueren en diversas triplicitades el uno en la una el otro en la otra.

El capitulo LXIIº fabla en las significaciones de Saturno et Jupiter quando fuere et uno en una triplicitat sennalada et el otro en otra triplicitat sennalada.

El capitulo LXIIIº fabla en las significaciones de saturno quando fuere con la cabeça del dragon.

El capitulo LXIII^o habla en las significaciones de saturno et de iupiter por los catamentos quando se catan de trino o de quadra dura a diestro o a siniestro.

El capitulo LXV^o habla en otra manera de costellaciones que significan sequia et mengua de aguas et en otros accidentes malos que accaecen a las villas et a las tierras.

Et aqui se acaban los capitulos deste libro de las cruces. Et aqui compieça el texto del libro segont fue trasladado del aravigo.

El prólogo y el índice que anteceden, literalmente copiados, demuestran claramente el interés de esta obra en su aspecto literario y filológico. Pero como el objeto del presente trabajo es hacer un estudio de su contenido astrológico, explicaremos en castellano actual todo el « Libro de las cruces », haciendo una traducción libre del mismo, sin omitir ningún pormenor.

Comienza el texto por la consabida invocación : « En el nombre de Dios. Este es el libro de las cruces en los juicios de las estrellas que explanó OVEIDALLA ».

OVEIDALLA formó este libro « por haber observado en autores antiguos que es muy aprovechable el conocimiento de las constelaciones del Zodiaco y las posiciones de los planetas en relación con los sucesos que tienen lugar en el aire, en los reinos, en los señoríos y en las personas ».

Dice que encontró este libro, en el que se trata de las constelaciones o agrupaciones de estrellas y planetas, consideradas aisladamente, y afirma que tales constelaciones tienen un poder singular, modificado por las influencias que tienen los planetas superiores — Saturno, Júpiter, Marte y Sol — y que donde más claramente se observan estas influencias es en los accidentes atmosféricos y en los estados de guerra y de paz entre los hombres.

Los juicios que va a exponer son los mismos que usaban los astrólogos antiguos de Occidente, Africa, Berbería y la España romana. Añade que los sabios orientales, babilonios, egipcios, persas y griegos, complicaban sus juicios con muchas sutilezas, que no se deben considerar tan fundamentales como las propias significaciones de las constelaciones.

Como preliminar obligatorio hace el estudio del Zodiaco puesto que es la base de los horóscopos. El Zodiaco es una zona de la esfera celeste que se considera dividida a lo largo en doce partes

su significación especial, cada signo del Zodiaco su influencia característica y cada planeta su carácter específico. Añádase a esto que la posición relativa de los elementos — casas, signos, planetas — modifica o trastorna las influencias individuales y se comprenderá la necesidad de hacer una representación gráfica de la situación de dichos elementos en el momento de la observación.

La representación gráfica que emplea no es la forma circular, dividida en doce sectores, que se usa actualmente, ni el cuadrado dividido en dos triángulos, que fué la forma clásica en las Edades media y moderna, sino que traza un círculo y lo divide mediante tres diámetros en seis sectores iguales. He aquí literalmente cómo hace la descripción : « Et posieron en esta cosa exemplo de forma que semeia cruz et es forma de tres linhas que se taian en medio unas a otras et fase se dellas una figura que ha VI puntos et VI angulos et fase se entre puntos et angulos XII segunt la cuenta de los signos et pusieron los signos igneos et los aereos en los puntos de las linhas et estos son los que nombran estacas que son los erechos. Et pusieron los signos terreos et los aqueos en los angulos et estos son los que nombra caydos et son los iacentes. Et pusieron el logar del accendente el punto de la linha que es en somo de la figura et el eximplo de la forma es assi desta manera » (1).

En la práctica se dibuja solamente el círculo con los tres diámetros y se sobrentiende que los seis radios y los seis ángulos en el centro se hacen corresponder a las doce casas, como indica esta figura 2 :

Denomina *estacas* a las casas 1ª, 3ª, 5ª, 7ª, 9ª y 11ª. Los signos en las estacas son *estantes* o *erechos*.

Denomina *ángulos* a las casas 2ª, 4ª, 6ª, 8ª, 10ª y 12ª. Los signos en los ángulos son *cayentes*, *caídos* o *yacentes*.

También denomina *ángulos del Cielo* a las cuatro casas que se corresponden con los cuatro puntos cardinales, o sea 1ª, 4ª, 7ª y 10ª. Por esto dice que la casa 1ª es estaca y ángulo.

(1) Con esta descripción queda bien justificado el título del *Libro de las cruces* o sea de las figuras a modo de cruz y por esto resulta anómalo el título que lleva el manuscrito 26-7ª-D-181 de la Real Academia de la Historia : el copista, por ignorancia, lo ha titulado *Libro de las tres cruces*. Dicho manuscrito, relativamente moderno, es un resumen del libro de CUEVIDA con bastantes errores de interpretación de las doctrinas astrológicas, como ya indicamos al principio.

Los signos del Zodiaco están clasificados del modo que sigue :

Signos *igneos* Aries, Leo, Sagitario;

Signos *aereos* Géminis, Libra, Acuario;

Signos *terreos* Tauro, Virgo, Capricornio;

Signos *acueos* ... Cáncer, Escorpión, Piscis.

La correspondencia establecida entre las casas, sus significaciones los signos asignados y la condición de signos y casas es la siguiente :

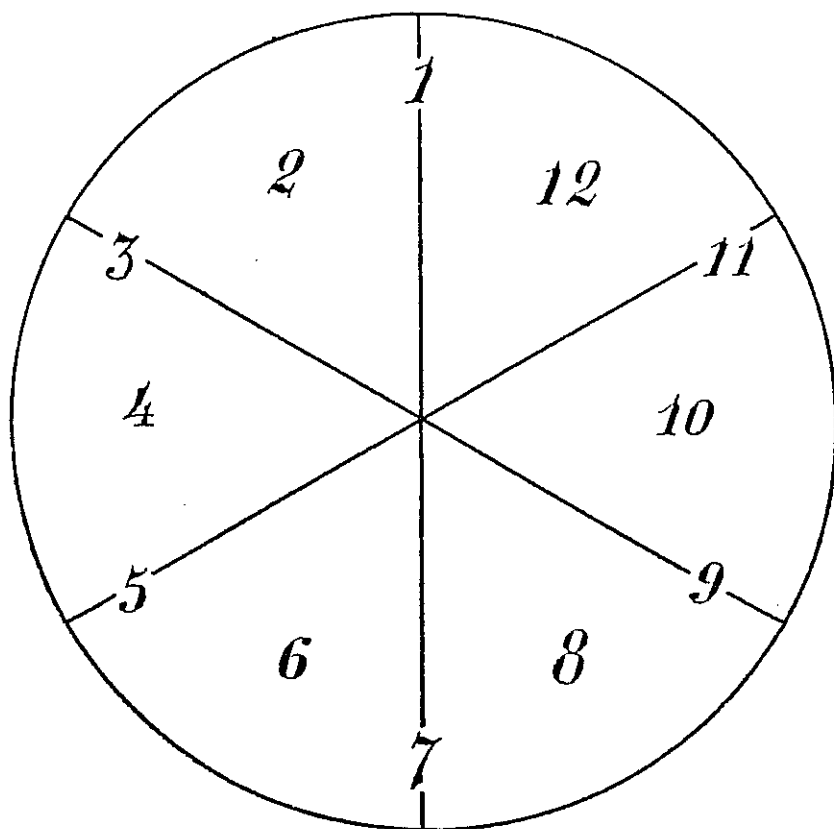


FIG. 2

1ª casa o ascendente = Es la casa de la vida = Su signo es Aries; es igneo y erecho = Es estaca y ángulo.

2ª casa = Es la casa del haber = Su signo es Tauro; es terreo, yacente y caído = Es ángulo.

- 3^a casa = Es la casa de los hermanos = Su signo es Géminis; es aereo y erecho = Es estaca.
- 4^a casa = Es la casa de los padres = Su signo es Cáncer; es acueo, yacente y caído = Es ángulo.
- 5^a casa = Es la casa de los hijos = Su signo es Leo; es igneo y erecho = Es estaca.
- 6^a casa = Es la casa de la enfermedad = Su signo es Virgo; es terreo, yacente y caído = Es ángulo.
- 7^a casa = Es la casa del casamiento = Su signo es Libra; es aereo y erecho = Es estaca y ángulo.
- 8^a casa = Es la casa de la muerte = Su signo es Escorpión; es acueo, yacente y caído = Es ángulo.
- 9^a casa = Es la casa de la carrera = Su signo es Sagitario; es igneo y erecho = Es estaca.
- 10^a casa = Es la casa de los reyes = Su signo es Capricornio; es terreo, yacente y caído = Es ángulo.
- 11^a casa = Es la casa de los amigos = Su signo es Acuario; es aereo y erecho = Es estaca.
- 12^a casa = Es la casa de los enemigos = Su signo es Piscis; es acueo, yacente y caído = Es ángulo.

CAPÍTULO II. Trata en este capítulo de un asunto totalmente ajeno al resto del libro. Define la nobleza de los pueblos por el conjunto de sus leyes y decretos, por su gobierno bajo un rey o señor y por su ciencia y conocimientos. Clasifica los pueblos, en orden de mayor a menor nobleza, de este modo: 1º Los de Arín (2). 2º Los de India. 3º Los de Babilonia y Persia. 4º Los

(2) Arín o Azín, según las investigaciones de NALLINO, era la isla de Lanka, hoy Ceilán, que antiguamente se consideró como el centro intelectual de la India.

de Roma. Advierte que deben excluirse los etíopes, aunque viven cerca de los indios, y deben excluirse asimismo los turcos y los castrados, aunque se encuentran cerca de Persia. En cambio, dice que junto a los romanos deben contarse a los griegos, aunque haya decaído su civilización. Termina afirmando que en el tiempo en que se escribe el libro, los árabes son los más nobles entre los pueblos occidentales.

CAPÍTULO III. Aquí reproduce y acepta las hipótesis de los astrólogos antiguos, con alusión directa a ABUMAXAR y su *Libro de las conjunciones*. De acuerdo con la astrología antigua los signos igneos son significadores de los árabes (occidentales), los signos aereos son significadores de los bárbaros (orientales), los signos acueos son significadores de los romanos (occidentales) y los signos terreos son significadores de los indios (orientales). Las conjunciones de planetas que tienen lugar en signos igneos o aereos son favorables para los orientales y adversas para los occidentales. Ocurre lo contrario si las conjunciones tienen lugar en signos acueos o terreos. Estos juicios se han visto confirmados por los árabes, según manifiesta, en las conjunciones de los años 397 y 459 de la Hégira. (1006-1007 y 1066-1067 de J. C.).

Señala, como dato de gran interés, que para formar juicios de Astrología se ha de atender al « movimiento tardío de la ochava esfera » y que las tablas que se han compuesto, sin tener en cuenta el movimiento de precesión, conducen a errores en los juicios.

CAPÍTULO IV. Da un significado muy amplio al concepto de constelación, pues asigna este nombre a un conjunto de determinados astros en la posición que ocupen, cualquiera que ésta sea. Así una constelación es *cuadrante* si alguno de los astros que la componen esta formando ángulo de 90° con otros de la misma; es *quemante* si todos o la mayoría de los astros están en un mismo signo o en signo de igual denominación, por ejemplo, en signos terreos; se llama *encerrada*, si los planetas que forman parte de ella son retrógrados.

Indica que los astrólogos han usado símbolos para representar los planetas, la Cabeza de dragón y la Cola de dragón, pero advierte que en este libro no empleará estos símbolos sino los nombres de los astros. Los símbolos aludidos son los siguientes :

Saturno	♄	Sol	☉	Luna	☾
Júpiter	♃	Venus	♀	Cabeza de dragón	♁
Marte	♂	Mercurio	☿	Cola de dragón	♏

FIG. 3

CAPÍTULO V. Comienza el estudio de las constelaciones cuadrantes en el caso particular de que la constelación la formen Saturno y Júpiter en cuadratura, únicamente en las casas 2ª, 5ª, 8ª o 11ª. Esto da lugar a ocho «cruces diversas»; las cruces o figuras las representa en otros tantos círculos del modo siguiente :

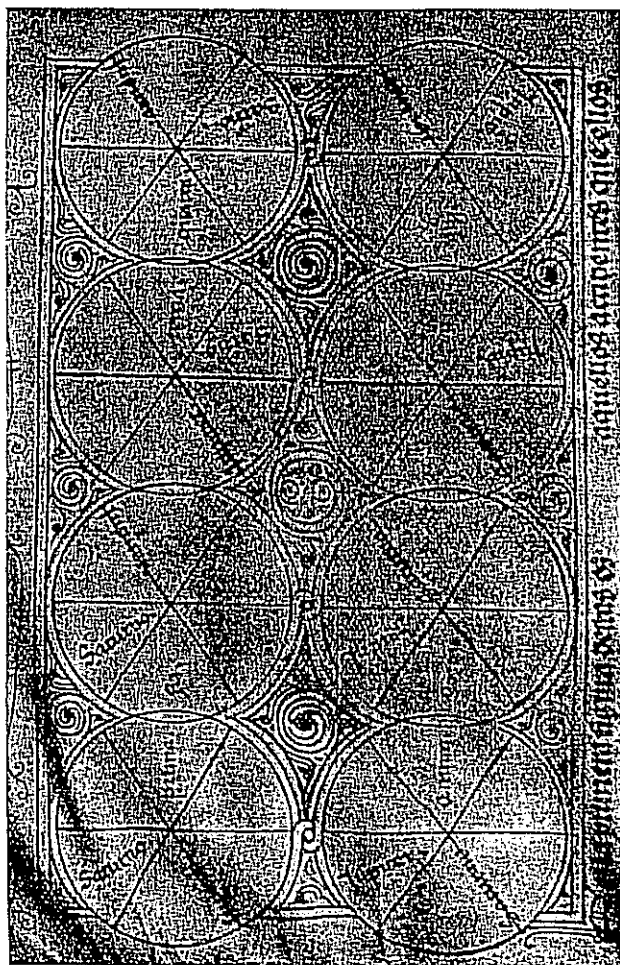


FIG. 4

Todo el libro está lleno de figuras análogas a éstas para representar las constelaciones. En lo sucesivo, para no reproducir las representaciones gráficas, haremos la indicación de las casas en que se encuentran los astros para que fácilmente pueda el lector reconstruir las figuras. Las ocho figuras anteriores se expresarán del modo que sigue, según el sistema que vamos a adoptar :

Saturno		2		2		8		8		5		11		5		11	
Júpiter		5		11		5		11		2		2		8		8	

Para formar juicios astrológicos sobre estas constelaciones es preciso que tengan lugar en el comienzo del hecho enjuiciable, ya sea nacimiento de una persona, momento de emprender un viaje, principio de un reinado, etcétera. Ha de tenerse a la vez en cuenta la influencia y el estado particular de cada planeta para saber si se intensifica o se atenúa la significación de la constelación.

En general, las cuadraturas, oposiciones y conjunciones de Saturno y Júpiter son comienzo de grandes accidentes. Los ocho casos antes considerados son señal de hambre y carestía. Si se presentan en invierno anuncian grandes fríos, lluvias abundantes y perjuicio en las tierras. Si se presentan en verano anuncian pedriscos, langostas y plagas. Indica, sin hacer nuevas figuras, que los juicios anteriores se agravan si la Luna se encontrara en las casas 1 ó 7.

CAPÍTULO VI. Es un capítulo muy extenso porque estudia las combinaciones que pueden formarse con los « planetas » Sol, Marte, Júpiter y Saturno, suponiendo dos de ellos en conjunción y uno de los otros dos en cuadratura, o dos de ellos en oposición y uno de los otros dos en cuadratura. Con estos elementos obtiene 288 « constelaciones » distintas. Este capítulo puede considerarse como ampliación del anterior, en cuanto a los juicios astrológicos.

Primer grupo : 96 figuras en que intervienen las casas 2ª u 8ª.

Sol y Saturno		2		2		8		8		5		11		5		11	
Júpiter		5		11		5		11		2		2		8		8	

Estas ocho figuras se repiten para cada una de las combinaciones siguientes :

Sol y Saturno		Sol y Júpiter		Sol y Júpiter		Marte y Sol	
Marte		Saturno		Marte		Saturno	

Marte y Sol || Saturno y Marte || Saturno y Marte || Júpiter y Marte ||
 Júpiter || Sol || Júpiter || Sol ||

Júpiter y Marte || Saturno y Júpiter || Saturno y Júpiter ||
 Saturno || Sol || Marte ||

Segundo grupo : Otras 96 figuras en que intervienen las casas
 3ª o 9ª.

Sol y Saturno | 3 | 3 | 9 | 9 || 6 | 12 | 6 | 12 ||
 Júpiter | 6 | 12 | 6 | 12 || 3 | 3 | 9 | 9 ||

También se repiten estas ocho figuras para las combina-
 ciones :

Sol y Saturno || Sol y Júpiter || Sol y Júpiter || Marte y Sol ||
 Marte || Saturno || Marte || Saturno ||

Marte y Sol || Saturno y Marte || Saturno y Marte || Júpiter y Marte ||
 Júpiter || Sol || Júpiter || Sol ||

Júpiter y Marte || Saturno y Júpiter || Saturno y Júpiter ||
 Saturno || Sol || Marte ||

Tercer grupo : Otras 96 figuras en que intervienen las casas
 4ª ó 10ª. (Sin embargo, solamente incluye las figuras que corres-
 ponden a las combinaciones de Sol, Saturno y Marte. Las figuras
 restantes las deja para más adelante, porque sus presagios son
 benignos).

Sol y Saturno | 1 | 1 | 7 | 7 || 4 | 10 | 4 | 10 ||
 Marte | 4 | 10 | 4 | 10 || 1 | 1 | 7 | 7 ||

Otras ocho figuras para cada una de las dos combinaciones
 siguientes :

Marte y Sol || Saturno y Marte ||
 Saturno || Sol ||

Interpretación astrológica de las figuras anteriores :

Conjunción de Saturno y Júpiter.

en la casa 2 = Carestía. Disminución de ganancias y haberes.

» 3 = Hambre. Gran espanto en las gentes.

» 5 = Hambre y espanto. Desgracias en los fetos.
 Abortos.

» 6 = Alzamientos de siervos en contra de los señores.

- » 8 = Enfermedades, epidemias, fiebres largas, mal de bazo, etc.
- » 9 = Desprecio e incumplimiento de las leyes.
- » 11 = Desgracias en los privados del Rey y personas que le rodean.
- » 12 = Desgracias en los siervos y gente de baja condición social.

Conjunción de Saturno y Marte.

- en la casa 2 = Carestía por gran sequedad y falta de lluvia.
- » 3 = Espanto y desasosiego en las gentes. Huidas de un lugar a otro.
 - » 5 = Desgracias en los niños, abortos, muertes de parto.
 - » 6 = Luchas y matanzas entre gente baja.
 - » 8 = Mortandad. Epidemias graves.
 - » 9 = Abundancia de ladrones y salteadores de caminos. Fornicaciones.
 - » 11 = Desgracias y luchas entre caballeros del Rey, *ricos-homes* y señores.
 - » 12 = Triunfo de los enemigos del Rey.
 - » 1 = Enfermedades de melancolía. Endemoniados.
 - » 4 = Terremotos, tempestades, perjuicios en los campos y lugares.
 - » 7 = Mortandad y epidemias en mujeres y animales hembras.
 - » 10 = Disgusto y despecho del Rey para con el pueblo.

Conjunción de Saturno y Sol.

- en la casa 2 = Carestía por langostas y plagas del campo.
- » 3 = Intranquilidad del Rey y su traslado de lugar.
 - » 5 = Desgracia o perjuicio al heredero del Reino.
 - » 6 = Desgracia en los siervos del Rey, probablemente por causa de éste.
 - » 8 = Mortandad por hemorragias, postemas y fiebres.
 - » 9 = Daños ocasionados por no cumplir la ley el Rey, los jueces y prelados.
 - » 11 = Disgusto, despecho y venganza del Rey en sus mayordomos y aportellados.
 - » 12 = Perjuicios por causa de grandes fríos y fuertes vientos.

- " 1 = Los nacidos bajo el influjo de esta conjunción vivirán poco.
- " 4 = Daños materiales por grandes aguaceros.
- " 7 = Desgracias o perjuicios en las mujeres del Rey.
- " 10 = Odio del pueblo al Rey. Sublevaciones y alzamientos.

Conjunción de Júpiter y Marte.

en la casa 2 = Carestía por exceso de calor que perjudique mieses y árboles.

- " 3 = Los monstruos causarán daño a los hombres y los poblados.
- " 5 = Perjuicios en las cosechas.
- " 6 = Las prisiones serán de larga duración.
- " 8 = Mortandades con intervención de la justicia.
- " 9 = Muertes y destrucciones en los que no cumplan la ley.
- " 11 = Desgracias y perjuicios a los alcaldes y jueces con intervención del Rey.
- " 12 = Carestía por pérdida de la cosecha de cereales.

Conjunción de Júpiter y Sol.

en la casa 2 = Fuerte carestía por exceso de lluvia a destiempo.

- " 3 = Males ocasionados por subir al poder los hombres viles.
- " 5 = El Rey dará el reino a quien no le corresponde.
- " 6 = Enfermedades en los miembros.
- " 8 = Enfermedades largas, sin llegar a mortales.
- " 9 = Muchos hombres ingresarán en conventos o se harán ermitaños.
- " 11 = Desgracias en los adelantados, por causa del Rey, injustamente.
- " 12 = Castigos y tributos, impuestos injustamente por el Rey.

Conjunción de Marte y Sol.

en la casa 2 = Sequía exagerada, verano caluroso, invierno templado, lluvias perjudiciales, tormentas.

- " 3 = Desgracias por levantarse contra el Rey sus hermanos o parientes.
- " 5 = Gran hambre y sed.
- " 6 = Traición por parte de los servidores del Rey.

- » 8 = Malas enfermedades : postemas en los costados, fiebres agudas, viruelas, etc.
- » 9 = Derrota del Rey, con pérdida de gran parte de su gente.
- » 11 = Desgracias por alzarse los caballeros y *ricos-homes*, que serán vencidos por el Rey.
- » 12 = Victoria del Rey sobre sus enemigos.
- » 1 = Espanto y miedo producidos por cometas y fenómenos del cielo.
- » 4 = Perjuicios en casas y lugares por rayos, bólidos, etc.
- » 7 = Desgracias por alzarse los parientes de la mujer del Rey.
- » 10 = Muerte del Rey a traición y con tóxico.

Hace observar que estos juicios se han de completar e interpretar enlazándolos con las significaciones ya conocidas de los signos, en que estén los planetas, con relación a los pueblos.

Continuando ahora las figuras del tercer grupo expone las combinaciones siguientes :

Saturno y Sol	1	1	7	7	4	10	4	10	
Júpiter	4	10	4	10	1	1	7	7	

Y repite las ocho figuras para las combinaciones :

Sol y Júpiter	Sol y Júpiter	Marte y Sol	Saturno y Marte	
Saturno	Marte	Júpiter	Júpiter	

Júpiter y Marte	Júpiter y Marte	Saturno y Júpiter	Saturno y Júpiter	
Sol	Saturno	Sol	Marte	

Interpretación astrológica de estas figuras :

Todos los presagios son de felicidad y bienestar cuando Júpiter ocupa uno de los cuatro ángulos del cielo o sea alguna de las casas 1, 4, 7 ó 10.

Las 288 constelaciones expuestas contienen una conjunción de dos planetas. Si estos mismos dos planetas se colocan en oposición podremos obtener otras 288 constelaciones. La formación de las ocho primeras figuras del primer grupo sería :

Sol	2	2	8	8	5	11	5	11	
Saturno	8	8	2	2	11	5	11	5	
Júpiter	5	11	5	11	2	2	8	8	

y de una manera análoga se obtienen las 280 restantes.

Los juicios astrológicos son exactamente lo mismo estando en oposición que en conjunción. Como es lógico, es también de buen presagio que Júpiter ocupe una de las casas 1, 4, 7 ó 10.

CAPÍTULO VII. Está dividido en diez subcapítulos.

Primero. La conjunción del Sol con uno de los planetas superiores, Saturno, Júpiter o Marte, coincidiendo en el signo correspondiente al Sol, que es León, o en su exaltación, que es Aries (3), significa que el Rey vencerá a sus enemigos, si los signos León o Aries pertenecieran a dicho Rey. En caso contrario la conjunción anuncia grandes batallas sangrientas. Las seis figuras representativas colocan la constelación en la casa 1 del modo siguiente :

Aries	Aries	Aries	León	León	León	
Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	Sol	
Saturno	Júpiter	Marte	Saturno	Júpiter	Marte	

Segundo. Conjunción de Sol y Marte en la casa 7 y oposición de Saturno o Júpiter. Esto da lugar a dos figuras :

Sol y Marte	7		Sol y Marte	7	
Saturno	1		Júpiter	1	

Si la conjunción es en un signo asignado al Rey presagia que matarán al Rey sus propios caballeros, y si es en un signo asignado a los enemigos del Rey, matarán al enemigo.

Tercero. Si a las dos figuras anteriores se añade que la Cabeza de dragón (Caput) está en la casa 10, ya no significa muerte de Rey, pero sí que habrá lides, batallas y homicidios, resultando victoriosos aquellos que estén bajo el influjo del signo en que se verifique la conjunción. Las dos figuras para este caso son :

Sol y Marte	7		Sol y Marte	7	
Saturno	1		Júpiter	1	
Caput	10		Caput	10	

Cuarto. La misma conjunción de Sol y Marte en una de las casas 3, 6, 9, 12, y la oposición de Saturno o Júpiter significa la destrucción de los enemigos. Las figuras son ocho :

(3) La exaltación es la posición en que mayor influencia tiene un astro. En la Astrología árabe se admite la exaltación de Sol en Aries, de Luna en Tauro, de Saturno en Libra, de Júpiter en Cáncer, de Marte en Capricornio, de Venus en Piscis y de Mercurio en Virgo.

Sol y Marte	3 9 6 12	Sol y Marte	3 9 6 12
Saturno	9 3 12 6	Júpiter	9 3 12 6

Quinto. Si en estas últimas figuras se añade la Cabeza de dragón en uno de los ángulos del cielo (casas 1, 4, 7 ó 10), o sea en posición de sextil o de trino (4) ya no significa matanza alguna sino paz y sosiego. Resultan, pues, dieciséis figuras : ocho de sextil y ocho de trino.

Sol y Marte	3 9 6 12	Sol y Marte	3 9 6 12
Saturno	9 3 12 6	Júpiter	9 3 12 6
Caput	1 7 4 10	Caput	1 7 4 10

Sol y Marte	3 9 6 12	Sol y Marte	3 9 6 12
Saturno	9 3 12 6	Júpiter	9 3 12 6
Caput	7 1 10 4	Caput	7 1 10 4

Sexto. Los elementos que forman la constelación son los siguientes : conjunción de Sol y Saturno en la casa 7, Marte en la casa 5 ó 9 (sextil) o en la casa 11 ó 3 (trino), Júpiter en conjunción o en oposición con Marte. La combinación de estos elementos produce ocho figuras :

Sol y Saturno	7 7 7 7	Sol y Saturno	7 7 7 7
Marte y Júpiter	9 5 11 3	Marte	9 5 11 3
		Júpiter	3 11 5 9

La interpretación astrológica en estos casos es la destrucción del Rey o del caudillo enemigo que se encuentre bajo el poder del signo en que se verifique la conjunción de Sol y Saturno.

Séptimo. El Sol en la casa 1 ó 7, Marte en la casa 3 ó 9 y Saturno o Júpiter en oposición a Marte. Las figuras son estas ocho :

Sol	1 1 7 7	Sol	1 1 7 7
Marte	3 9 3 9	Marte	3 9 3 9
Saturno	9 3 9 3	Júpiter	9 3 9 3

El presagio depende del signo en que se halle Marte, que es el planeta del infortunio : después de grandes matanzas y fuertes lides será vencido el que se halle bajo el influjo de aquel signo.

Añade, como regla general, que si hay astros infortunados en

(4) La posición o aspecto sextil quiere decir formando ángulo de 60° y la posición trino quiere decir formando ángulo de 120°.

las casas 3 ó 9 quiere decir grandes movimientos, tribulaciones, lides y muertes.

Octavo. El Sol en la casa 7, Marte en la casa 3 ó 9 y Saturno o Júpiter en oposición al Sol, o sea en la casa 1. El presagio es el mismo anterior respecto a los reyes, pero con pocas matanzas y escasa lid. Las figuras son cuatro :

Sol	7 7	Sol	7 7
Marte	3 9	Marte	3 9
Saturno	1 1	Júpiter	1 1

Noveno. El Sol y Marte como en el caso anterior y Saturno o Júpiter en conjunción con el Sol. La interpretación astrológica es la misma que en el subcapítulo séptimo. Hay cuatro figuras.

Saturno-Sol	7 7	Júpiter-Sol	7 7
Marte	3 9	Marte	3 9

Décimo. El Sol en una de las doce casas. Marte situado cuatro casas detrás del Sol o bien ocho casas detrás. Esta constelación significa pocas matanzas, pero mucho espanto, miedo y daño en el pueblo indicado por el signo en que se encuentre Marte. En el manuscrito solamente existen cuatro figuras que son :

Sol	1 1 2 2
Marte	5 9 6 10

Aquí falta uno o dos folios al manuscrito, en los cuales probablemente existirían estas otras figuras :

Sol	3 3 4 4 5 5 6 6 7 7
Marte	7 11 8 12 9 1 10 2 11 3

Sol	8 8 9 9 10 10 11 11 12 12
Marte	12 4 1 5 2 6 3 7 4 8

CAPÍTULO VIII. Está dividido en nueve subcapítulos según indica en el título del capítulo. Falta el folio que contiene el principio del subcapítulo tercero. El texto también se interrumpe después del quinto subcapítulo y continúa con las figuras que corresponden al noveno. Hay que suponer, por consiguiente, que faltan uno o dos folios.

Primero. El Sol en las casas 1 ó 7. La conjunción de Marte y Júpiter o de Marte y Saturno está en cuadratura con el Sol. El presagio es de muerte del Rey o del príncipe heredero que

esté bajo el influjo del signo en que se halle la conjunción; el hecho ocurrirá durante el cerco de una villa propia o enemiga. Tiene como significación especial la victoria de los pueblos de Occidente contra los de Oriente. Presenta ocho figuras :

Sol		1		1		7		7	
Marte y Júpiter		4		10		4		10	

Sol		1		1		7		7	
Marte y Saturno		4		10		4		10	

Segundo. Saturno y Júpiter, en oposición, ocupan las casas 1, 4, 7, 10 y el Sol, en cuadratura, ocupa alguna de las mismas casas. Anuncia que un movimiento enemigo vendrá de Occidente, cercará al Rey y conquistará sus villas. Pone estas cuatro figuras, pero dice que son ocho :

Saturno		1		1		7		7	
Sol		4		10		4		10	
Júpiter		7		7		1		1	

Por el texto se deduce que las otras cuatro son :

Saturno		4		4		10		10	
Sol		1		7		1		7	
Júpiter		10		10		4		4	

Tercero. A él se refieren estas dieciséis figuras :

Sol		1		1		1		1		7		7		7		7	
Marte		4		4		10		10		4		4		10		10	
Saturno		6		12		6		12		6		12		6		12	

Sol		1		1		1		1		7		7		7		7	
Marte		4		4		10		10		4		4		10		10	
Júpiter		6		12		6		12		6		12		6		12	

Cuarto. El Sol en la casa 12 ó en la 6. Marte en la 3 ó en la 9. Júpiter o Saturno en la 5 ó en la 11. La interpretación astrológica es el triunfo del Rey sobre sus enemigos.

Sol		12		12		12		12		6		6		6		6	
Marte		3		3		9		9		3		3		9		9	
Saturno		5		11		5		11		5		11		5		11	

Sol		12		12		12		12		6		6		6		6	
Marte		3		3		9		9		3		3		9		9	
Júpiter		5		11		5		11		5		11		5		11	

.....

 Noveno. Le corresponden las veinticuatro figuras que siguen :

Marte y Saturno	1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6
Júpiter	4 10 5 11 6 12 7 1 8 2 9 3

Marte y Saturno	7 7 8 8 9 9 10 10 11 11 12 12
Júpiter	10 4 11 5 12 6 1 7 2 8 3 9

CAPÍTULO IX. Dividido en ocho subcapítulos.

Primero. Dos de los tres planetas superiores, Saturno, Júpiter o Marte, están en conjunción o en oposición y el Sol en cuadratura y situado en cualquier casa. La interpretación astrológica es que la gente representada por el signo en que están los planetas vencerá a la representada por el signo en que está el Sol. Si el juicio no se refiere a rivalidades de pueblos, se hace la interpretación más en consonancia con la establecida anteriormente. Las figuras son setenta y dos para el caso de conjunción y otras tantas si hay oposición.

Saturno y Júpiter	1 1 2 2 3 3 4 4 . . . 12 12
Sol	4 10 5 11 6 12 7 1 . . . 3 9

Saturno y Marte	« las mismas combinaciones »
Sol	

Júpiter y Marte	« las mismas combinaciones »
Sol	

Las setenta y dos figuras correspondientes para el caso de oposición se forman de cada una de las setenta y dos anteriores, colocando el segundo planeta de los que están en conjunción en la casa opuesta. Así la primera figura es

Saturno	1
Júpiter	7
Sol	4

y la última es

Júpiter	12
Marte	6
Sol	9

Segundo. Marte en conjunción con Saturno o Júpiter y el Sol

en cuadratura. El presagio en estos casos es de desgracias y pérdidas de territorios en las gentes que estén bajo el signo en que se encuentre el Sol, y vencerán en la lucha los que estén bajo el signo en que se encuentre la conjunción. El suceso que presagia ocurrirá cuando entre el Sol o la Luna en las casas 1 ó 7, como indican estas dieciséis figuras :

Saturno y Marte	4 4 10 10	Júpiter y Marte	4 4 10 10
Sol	1 7 1 7	Sol	1 7 1 7

y otras ocho figuras análogas cambiando el Sol por la Luna.

Tercero. Marte y Sol o Marte y Saturno en las casas 1, 4, 7, 10 y Júpiter en cuadratura con Marte. La significación astrológica es la victoria del Rey y de las gentes que estén bajo el influjo de los signos en que se encuentran Sol o Saturno. Las figuras correspondientes son :

Marte	1 1 1 1 4 4 4 4 7 7 7 7 10 10 10 10
Sol	4 7 7 10 7 10 10 1 10 1 1 4 1 4 4 7
Júpiter	10 4 10 4 1 1 7 7 4 4 10 10 7 1 7 1

y otras dieciséis figuras análogas en las que está Saturno en vez de Sol.

Cuarto. Júpiter en las casas 1 ó 7; Saturno en oposición a Júpiter; Marte en la casa 12 y uno de los astros, Sol ó Luna, en la casa 2. El presagio es funesto para la villa que esté bajo el influjo del ascendente o casa 1. Las figuras son cuatro :

Júpiter	1 7	Júpiter	1 7
Sol	2 2	Luna	2 2
Saturno	7 1	Saturno	7 1
Marte	12 12	Marte	12 12

Quinto. En los tres casos siguientes :

Marte	1	Marte	1	Marte	1
Sol	2	Sol	2	Sol	2
Saturno	7	Júpiter	7	Júpiter	7
Luna	12	Luna	12	Saturno	12

se presagian daños en las villas influidas por los signos que indican desgracia.

Sexto. Cuando se presente una de las cuatro combinaciones :

Júpiter	Júpiter	Marte	Marte	en las casas	1
Marte	Marte	Júpiter	Júpiter		4
Sol	Saturno	Sol	Saturno		10

habrá lucha entre el reinado que esté bajo el signo ocupado por Marte y la gente que esté bajo el signo ocupado por Júpiter y resultarán vencidos los primeros.

Séptimo. Sol en la casa 1 ó en la 7; Marte en una de las tres casas siguientes al Sol y Saturno o Júpiter en oposición a Marte. Lo cual da origen a doce figuras que son :

Sol	1 1 1	7 7 7
Marte	2 3 4	8 9 10
Saturno	8 9 10	2 3 4

y otras seis cambiando Saturno por Júpiter. Significa que el pueblo que está bajo el influjo del signo ocupado por el Sol vencerá a sus enemigos en la lucha.

Octavo. Cuando el Sol esté en las casas 1 ó 7, Saturno o Júpiter en una de las casas 2, 6, 8, 12 y la Cabeza de dragón (Caput) o la Cola de dragón (Cauda) en conjunción con Saturno o Júpiter, se debe interpretar que el signo ocupado por el Sol indica quién vencerá o triunfará de sus enemigos, apoderándose de éstos sin entablar lucha ni batalla. Las figuras correspondientes son treinta y dos, que se forman de este modo :

Sol	1 1 1 1
Saturno y Caput	2 6 8 10

Otras cuatro sustituyendo Saturno por Júpiter.

Otras ocho cambiando en las ocho anteriores Caput por Cauda.

Otras dieciséis, repitiendo las dieciséis anteriores, poniendo Sol en 7, en vez de 1.

CAPÍTULO X. Está dividido en trece subcapítulos sin numerar.

Primero. Marte en la casa 1 ó en la 7; Saturno y Júpiter en aspecto sextil, trino o de oposición en las casas 2, 6, 8 ó 12 y el Sol en conjunción con uno de estos dos últimos planetas. Significa daños y disminución en el poderío del Rey que esté bajo el signo del planeta que indica daño. Las figuras son cuarenta y ocho.

Marte	1 1 1 1 1 1	7 7 7 7 7 7
Sol y Saturno	2 2 2 12 12 8	2 2 2 12 12 8
Júpiter	12 8 6 8 6 6	12 8 6 8 6 6

y análogas figuras para estas otras tres combinaciones :

Marte		Marte		Marte	
Saturno		Sol y Júpiter		Júpiter	
Sol y Júpiter		Saturno		Sol y Saturno	

Segundo. La misma disposición respecto de las casas con estas dos combinaciones :

Marte y Caput		Marte y Caput
Júpiter		Saturno
Saturno		Júpiter

con lo cual forma veinticuatro figuras. La significación astrológica es la misma que en el caso anterior con la modificación de que los enemigos serán de un país lejano.

Tercero. Estudia en este caso un grupo de constelaciones quemadas que no significan daños ni matanzas y otro grupo que indica muerte de rey o de gran señor.

Las combinaciones inofensivas son :

Marte		Marte		Marte		Marte		Marte	
Saturno		Saturno		Júpiter		Júpiter		Sol	
Júpiter		Sol		Saturno		Sol		Saturno	
								Júpiter	

en cada una de estas posiciones :

2		2		2		2		8		8		8		8	
1		1		1		1		1		1		1		1	
3		9		11		5		3		9		11		5	

o sea, cuarenta y ocho figuras.

Las combinaciones funestas son estas cuatro :

Saturno		12		12		6		6	
Sol		3		9		3		9	
Marte		9		3		9		3	

Cuarto. Estando el Sol en alguna de las casas impares en conjunción con Saturno y en cuadratura con Marte o en conjunción con Júpiter y en cuadratura con Saturno, presagia muerte y destrucción de rey o gran señor, robos y cautiverios. Las figuras son veinticuatro :

Sol y Saturno		1		1		3		3		5		5		7		7		9		9		11		11	
Marte		4		10		6		12		8		2		10		4		12		6		2		8	

y otras doce análogas con la combinación :

Sol y Júpiter	
Saturno	

Quinto. Si se reúnen en un mismo signo tres de los planetas superiores y el cuarto planeta se encuentra en signo de igual nombre (estaca o ángulo), la significación astrológica es de gran daño y *entrepiezo* en el rey y la gente que esté bajo el signo en que tiene lugar la conjunción. Por excepción, si este signo fuera le ascendente del reinado ocurrirá lo contrario y aumentará su poderío.

El juicio general se modifica en dos casos : 1.º Si Marte está en la casa 1 y Júpiter en cuadratura y con mayor influjo, será el mismo pueblo el que se levantará contra el Rey. 2.º Si la Cabeza de dragón se halla en conjunción con Marte en la casa 1, los enemigos serán gente de tierras muy lejanas.

Las figuras son doscientas cuarenta, que se forman combinando cada una de las casas impares (1, 3, 5, 7, 9, 11) con cada una de las otras cinco impares, con lo que resultan treinta combinaciones binarias de casas de orden impar; otras treinta, que se forman combinando cada una de las casas pares (2, 4, 6, 8, 10, 12) con cada una de las otras cinco pares. Y el total de las sesenta combinaciones binarias se aplica sucesivamente a estas cuatro combinaciones de planetas :

Saturno, Júpiter y Marte		Saturno, Júpiter y Sol	
Sol		Marte	

Saturno, Marte y Sol		Júpiter, Marte y Sol	
Júpiter		Saturno	

Sexto. Júpiter en la casa 1 ó en la 10, Marte en cuadratura con Júpiter y Sol en oposición a Marte, da lugar a cuatro figuras de funesta significación astrológica para el reinado que esté influido por los signos en que se encuentren Marte o Sol. Las figuras son :

Júpiter		1		1		10		10	
Sol		4		10		7		1	
Marte		10		4		1		7	

Séptimo. Si en las figuras anteriores existe además la conjunción de la Cabeza de dragón con Júpiter o con Marte, la significación astrológica es la misma, con la modificación de que sucederá inmediatamente. Hay, pues, ocho figuras :

Júpiter-Caput		1		1		10		10		Júpiter		1		1		10		10	
Sol		4		10		7		1		Sol		1		1		7		1	
Marte		10		4		1		7		Marte-Caput		10		4		1		7	

Octavo. Cuando Júpiter se encuentre en la casa 1 ó en la 7 y la conjunción de los otros tres planetas forme cuadratura, le amenazan al Rey dos peligros, uno por parte de sus caballeros y otro por parte de gente extraña, que le ganará algún territorio. Las figuras son cuatro :

Júpiter		1		1		7		7	
Saturno, Marte y Sol		4		10		4		10	

Noveno. Estando Júpiter en la casa 1 ó en la 7, Marte en la 3 ó en la 9, Sol en conjunción con cualquiera de los dos anteriores y Saturno en la casa 10, resultan las ocho figuras :

Júpiter y Sol		1		1		7		7	
Marte		3		9		3		9	
Saturno		10		10		10		10	
Júpiter		1		1		7		7	
Marte y Sol		3		9		3		9	
Saturno		10		10		10		10	

que significan que el Rey pondrá en prisión a alguno de sus caballeros, por haber hecho algún daño. La importancia es mayor si el signo en que está Saturno es indicador del reinado.

Décimo. Si uno de los tres planetas superiores está en la casa 10 y la conjunción de los otros dos con el Sol está en cuadratura con el planeta aislado, significa una sublevación en el reino si el signo en que está el planeta sólo es uno de los ángulos en el horóscopo del reinado. Las figuras son estas seis :

Júpiter, Marte y Sol		1		7	
Saturno		10		10	
Saturno, Marte y Sol		1		4	
Júpiter		10		10	
Saturno, Júpiter y Sol		1		7	
Marte		10		10	

Undécimo. Marte en la casa 1 ó en la 10. Júpiter en cuadratura acompañado de Saturno o de Sol. La significación astrológica es de luchas y batallas, con derrota de la gente cuyo ascendente sea el signo en que esté Marte. Las figuras son :

Júpiter y Saturno		4		10		1		7	
Marte		1		1		10		10	

y otras cuatro cambiando Saturno por Sol.

Duodécimo. Júpiter en la casa 1 ó en la 10, Marte en cuadratura con Júpiter, Sol en oposición a Marte y la Cabeza de dragón con Júpiter, con Marte o con ninguno de los dos. Son, pues, tres casos, que conviene estudiar separadamente.

Primer caso :

Júpiter y Caput		1		1		10		10	
Marte		4		10		1		7	
Sol		10		4		7		1	

Su significación es que los caballeros y los hombres del Rey serán vencidos en tierra extraña.

Segundo caso :

Júpiter		1		1		10		10	
Marte y Caput		4		10		1		7	
Sol		10		4		7		1	

Su significación es que los enemigos vendrán de lejanas tierras, cercarán las villas del Rey y cometerán robos y muertes.

Tercer caso :

Júpiter		1		1		10		10	
Marte		4		10		1		7	
Sol		10		4		7		1	

Su significación es que habrá una sangrienta sublevación contra el Rey .

Décimotercero. Sol en la casa 1 ó en la 10 y Marte en cuadratura con el Sol. Si Marte se encuentra en conjunción con Saturno o Júpiter supone gran desventura para el Rey. Si Marte no está acompañado de dichos planetas la desventura se refiere a algún gran personaje del reino. Las figuras son doce :

Sol		1		1		10		10	
Marte y Saturno		4		10		1		7	

y las análogas con las combinaciones :

Sol		Sol	
Marte y Júpiter		Marte	

CAPÍTULO XI. Se limita en este capítulo a hacer unas indicaciones de carácter puramente astronómico, como base para futuras interpretaciones astrológicas. Afirma que las tablas astronómicas indican que el Sol entra en cada signo del Zodiaco el día 23, pero que por la variación de los puntos equinocciales y solsticiales no se le adjudica toda su influencia astrológica hasta el día 27.

Respecto a los planetas Saturno, Júpiter y Marte, cuya entrada en los signos está calculada en las tablas, expresa que su acción se amplía en seis grados y en cambio la Cabeza de dragón no

ejerce influencia hasta no haber disminuido otros seis grados en su declinación.

Alude muy ligeramente a la diversidad de los diámetros de los planetas y dice que la Cabeza de dragón no tiene diámetro apreciable.

CAPÍTULO XII. Reanuda el estudio de las *constelaciones* con el caso de existir una conjunción de los tres planetas superiores en cualquiera de las casas impares y estar el Sol con la Cabeza de dragón en cuadratura con la citada conjunción. Las figuras que resultan son estas doce :

Saturno, Júpiter y Marte	1 1 3 3 5 5 7 7 9 3 11 11
Sol y Caput	4 10 6 11 8 2 10 4 12 6 2 8

Significa que aparecerán en el cielo cometas, estrellas con cola y fuegos o meteoros ígneos.

CAPÍTULO XIII. Las figuras formadas estando el Sol en la casa 7, uno de los tres planetas superiores en cuadratura y los otros dos planetas en las casas 2 y 12 ó 6 y 8 tienen una significación de desgracia o muerte. Son veinticuatro figuras que pueden distribuirse en tres grupos; el primero es :

Sol	7	7	7	7	7	7	7	7	
Saturno	4	4	4	4	10	10	10	10	
Marte	2	12	6	8	2	12	6	8	
Júpiter	12	2	8	6	12	2	8	6	

Los otros dos grupos se obtienen cambiando los nombres de los planetas y colocándolos en esta forma :

Sol		Sol	
Júpiter		Marte	
Saturno		Saturno	
Marte		Júpiter	

o bien

Hace notar ahora que, para poder predecir el momento en que ocurrirán todos los juicios anteriormente expuestos, es necesario observar el tiempo en que la Cabeza de dragón llegue a una casa determinada. En general, los sucesos desgraciados ocurrirán cuando Caput llegue a la casa 1 ó 7 y los sucesos favorables, cuando llegue a la casa 4 ó 10.

Son también figuras que significan lides y matanzas las siguientes:

Sol	1	1	4	4	7	7	10	10
Marte	3	3	6	6	9	9	12	12
Saturno	7	9	10	12	1	3	4	6

y otras ocho obtenidas poniendo Júpiter en vez de Saturno. Dice que, por excepción, la figura no resulta funesta, si el Sol está en la casa 1 e influye sobre el reinado.

Todavía en este mismo capítulo incluye dos figuras, que son

Marte	4	Marte	4
Sol y Saturno	7	Sol y Júpiter	7

que además de indicar guerras adversas, significan gran sequía.

CAPÍTULO XIV. Uno cualquiera de tres planetas superiores (ya se sabe que alude a Sol, Marte, Júpiter o Saturno) que está en cuadratura con el cuarto planeta y éste se encuentra en la casa 1 si es Marte, en la casa 7 si es Sol, en la casa 10 si es Saturno o en la casa 4 si es Júpiter, indica un presagio funesto en el reinado que esté bajo el influjo del signo en que se encuentra el planeta más determinado.

Las figuras correspondientes son éstas :

Marte	1 1	Marte	1 1	Marte	1 1
Saturno	4 10	Júpiter	4 10	Sol	4 10
Sol	7 7	Sol	7 7	Sol	7 7
Saturno	4 10	Júpiter	4 10	Marte	4 10
Saturno	10 10	Saturno	10 10	Saturno	10 10
Júpiter	1 7	Marte	1 7	Sol	1 7
Júpiter	4 4	Júpiter	4 4	Júpiter	4 4
Saturno	1 7	Marte	1 7	Sol	1 7

En cambio las figuras que se forman con Marte en la casa 10 y otros dos planetas juntos en la casa 2 ó en la casa 8, tienen significación favorable al reinado que esté bajo el signo de la conjunción.

Y del mismo modo estarán sometidos los enemigos mientras duren las figuras que se obtienen con Marte o Sol en las casas 2, 8, 12 ó 6; uno de los planetas Júpiter o Saturno en las casas 10 ó 7 y el otro en las casas 3 ó 9. Resultan según estas combinaciones

sesenta y cuatro figuras, que fácilmente podrá reconstruir el lector que haya tenido interés y paciencia para llegar a este capítulo. En adelante indicaré solamente la disposición de los elementos astronómicos para no fatigar a los lectores.

CAPÍTULO XV. Conjunción de dos planetas en las casas 1, 4, 7 ó 10 y los otros dos planetas cercando a la casa de la conjunción, sea en los signos anterior y posterior o en las oposiciones de éstos, pero a la vez en los laterales o a la vez en las oposiciones. Estas figuras, que en total son noventa y seis indican grandes lides y batallas, cerco de villas y fuertes matanzas con la derrota de los pueblos influidos por el signo que ocupe la conjunción o su cuadrante.

CAPÍTULO XVI. Conjunción de Saturno y Sol en la casa 7. Los planetas Júpiter y Marte, juntos o separados, en las casas 5 u 11. Se obtienen cuatro figuras que significan el mismo desastre anterior, aunque con escasa mortandad.

Hace la observación de que si la conjunción de Saturno y Sol fuese en la casa 1 en lugar de la casa 7, el presagio astrológico es favorable al Rey y al pueblo.

CAPÍTULO XVII. Presenta en este capítulo cinco grupos de constelaciones que denomina *quemantes*; son los siguientes:

Sol en la casa 7. Saturno con Júpiter en la casa 1. Marte en las casas 12 ó 7. De influencia funesta bajo el signo en que esté la conjunción de Saturno.

Sol en la casa 7. Saturno con Júpiter en la casa 1. Marte en las casas 3 ó 9. Significa enfermedades y epidemias.

Sol en las casas 3 ó 9. Saturno y Marte en conjunción o en oposición con Sol. Júpiter en la casa 10. También pueden estar Saturno y Marte en la casa 7 ó uno en la 7 y otro en la 1. Indican estas figuras que el Rey se ensañará contra sus vasallos.

Sol y Marte en la casa 7. Júpiter, que es enemigo de Marte, en la casa 1 (oposición). Saturno, que es enemigo del Sol, en cuadratura con éste. Resultan dos figuras de mal presagio para el Rey y el pueblo que esté bajo el signo de la conjunción.

La sustitución de la Cabeza de dragón por Saturno en las dos figuras últimas no es de mal presagio para el pueblo, aunque si lo es para el Rey.

CAPÍTULO XVIII. Dos de los planetas Saturno, Júpiter y

Marte, están en conjunción en una de las casas 1, 4, 7, 10; el tercer planeta en oposición y el Sol en cuadratura. Esto da lugar a 24 figuras que señalan lides y guerras con pocas matanzas en el pueblo que esté bajo el influjo del signo de la conjunción.

CAPÍTULO XIX. Presenta tres casos diversos :

1º Saturno en una casa de las impares. Sol y Júpiter en oposición a Saturno. Marte en una de las restantes casas impares. El juicio astrológico es muy favorable bajo el influjo del signo en que esté la conjunción de Sol y Júpiter. Las figuras son 24.

2º Las mismas posiciones para Saturno, Júpiter y Marte, pero el Sol en conjunción con Saturno. Pronostica desgracias.

3º Sol y Júpiter en la casa 1. Saturno y Marte en oposición mutua en las restantes casas impares. Las cuatro figuras que se obtienen indican conquista de villas y castillos.

CAPÍTULO XX. Sol y Saturno en la casa 7. Júpiter en la casa 3 ó en la 9. Marte en la 11 ó en la 5. Esta constelación pronostica muerte del Rey con engaño y traición.

CAPÍTULO XXI. La base de este capítulo es que Saturno y Júpiter estén en oposición ocupando una casa cualquiera y la opuesta. Si el Sol está con Júpiter es buen presagio. Si el Sol está con Saturno es mal presagio. Si el Sol está con Marte tres casas detrás de Júpiter indica bienestar general. Si el Sol va solo detrás de los otros tres aventura fuertes lides y matanzas.

CAPÍTULO XXII. Expone varios grupos de constelaciones.

1º Sol en la casa 1. Marte en la casa 4 ó en la 10. Júpiter o Saturno en casa par, sin estar en la de Marte. Resultan veinte figuras que vaticinan la destrucción del Rey bajo el signo en que se halle el Sol.

2º Sol en la casa 10. Marte en cuadratura. Júpiter o Saturno en casa impar sin estar en la de Marte. Resultan veinte figuras de buen augurio para el Rey.

3º Si en todas las figuras anteriores se sustituye Júpiter por Marte y Marte por Júpiter se interpretará como señal de paz y bienestar.

4º Sol en cualquier signo. Marte en cuadratura. Saturno y Júpiter juntos en una casa de igual paridad que la que ocupa Marte. Se obtienen así 120 figuras de un presagio fatídico, con vencimiento y cautiverio del Rey y la gente que se halle bajo el influjo del signo en que el Sol se encuentre.

CAPÍTULO XXIII. Estando el Sol en una cualquiera de las doce casas, dos planetas juntos en oposición con el Sol y el planeta restante en el tercer signo siguiente al Sol o siguiente a Marte, se forman setenta y dos constelaciones, que presagian grandes males y guerras bajo el signo de la conjunción.

Otro grupo de constelaciones de igual significación astrológica se forma con la conjunción de Marte y Sol en cualquier signo, Júpiter en el quinto signo siguiente y Saturno en el noveno. Se obtienen 12 figuras.

CAPÍTULO XXIV. Cuando Saturno se encuentra en Aries o Escorpión, en cualquier casa del cielo y la conjunción Sol-Júpiter se encuentra en el quinto signo a partir de Saturno, quiere decir, Leo o Piscis, indica gran sequía, carestía de subsistencias y hambre en toda la Tierra y especialmente en el señorío del signo en que esté Saturno. Resultan 24 figuras.

El mismo significado, con mayor intensidad, se deduce si en las figuras anteriores se añade que Marte está en cuadratura con Júpiter.

CAPÍTULO XXV. Si Júpiter y Saturno se encuentran en Aries o Escorpión, en cualquier casa del cielo, Marte en signo terreo (Tauro, Virgo, Capricornio), Sol en signo acueo (Cáncer, Escorpión, Piscis) y la Cabeza de dragón en signo terreo, se forma constelación que anuncia lluvias beneficiosas, abundancia de cosechas, aumento de riqueza y paz entre los hombres. En el libro pone el autor 648 figuras en 72 grupos de 9 : la mitad corresponden al caso de Aries y la otra mitad al caso de Escorpión.

CAPÍTULO XXVI. De todas las constelaciones anteriores puede deducirse el precio que tendrá el pan en cada mes del año. Para ello basta observar : 1º cuál es el señor del signo en que se verifica la conjunción ; 2º en qué signo está cada mes el señor de aquel signo ; 3º contar los signos que haya entre el signo ocupado por el señor y el Sol. Hechas estas observaciones ya puede decirse que el número de signos contados hasta el Sol son los maravedises y los grados que no completan un signo son las partes de maravedí. Esta cuenta se aplica lo mismo en las regiones en que por un maravedí se dan varias medidas de pan, y en este caso, el número de signos indica el número de medidas de pan en lugar del número de maravedís.

CAPÍTULO XXVII. Este capítulo indica que tanto los signos

como los planetas expresan fortuna o infortunio: cuando se reúnen se aumenta su influencia y cuando se hallan separados, se disminuye.

CAPÍTULO XXVIII. Cuando Saturno está en la casa 6, el Sol en la 3, Júpiter o Marte en la 11 y la Cabeza de dragón en la 1 se forma una constelación que presagia muchas lluvias, muchas cosechas, aguaceros que causarán daños, abundancia de víveres en el verano y victoria del rey sobre sus enemigos en el pueblo que corresponda al signo en que se halle el Sol. Las dos figuras que resultan dependen de considerar Júpiter o Marte.

La intensidad de las lluvias dependa de la condición de los signos en que se hallen los planetas. Si todos o la mayoría están en signos acuosos, las lluvias serán extraordinarias y prolongadas; si estuvieran en signos terreos, las lluvias serían menos abundantes; si los planetas estuvieran repartidos en signos acuosos y terreos, las lluvias serían muy provechosas; y si estuvieran en signos aéreos o igneos, habría muchas nubes pero pocas lluvias.

Finalmente, para saber precisar el tiempo en que acaecerán las lluvias se calcula cuándo estará la Luna en el signo de la conjunción de los planetas o en la cuadratura de dicho signo y en ese tiempo será la lluvia «si Dios quiere».

CAPÍTULO XXIX. Está dividido en tres subcapítulos.

I. El sol está situado en la casa 1 y el signo correspondiente es el ascendente del rey; Saturno está en posición de trino con el Sol; Júpiter y Marte juntos se hallan en otro trino también con el Sol. Esta constelación, que da lugar a 2 figuras, significa que los enemigos del rey se sublevarán y causarán daños.

II. Hace observar que las casas impares son favorables al rey cuando en ellas están los signos afectos al rey o al Sol y que por el contrario son adversas las casas de lugar par.

III. El Sol en la casa 1 ó en la 7. Marte y Júpiter juntos en cuadratura con el Sol. Produce 4 figuras. Significa destrucción y muerte probable del rey; presagia la muerte segura si el signo en que se encuentra el Sol es el ascendente del rey.

CAPÍTULO XXX. Indica que los sucesos ocurren en los países orientales u occidentales según que los signos sean significadores de unos o de otros.

CAPÍTULO XXXI. La enfermedad, prisión o miedo terminará cuando exista conjunción de planetas en el signo in-

afortunado del día en que ocurrió el accidente de que se trate.

Se enriquecerá una persona cuando se verifique una conjunción de varios planetas en el signo que fuera el ascendente en el día de su nacimiento.

Podrá augurarse alguna desgracia cuando en el ascendente del nacimiento de una persona o en su casa 7 hubiera algún planeta *pesado*, es decir Saturno, Júpiter, Marte o Sol, y vuelva a encontrarse en el mismo signo.

Se presagia la muerte de una persona cuando el Sol esté en el signo del ascendente de su nacimiento o en su casa 7 y Marte con Saturno o con Júpiter en cuadratura con respecto al Sol. Si en esta constelación se sustituye el Sol por Saturno o Júpiter, indica desgracia pero no muerte.

Una persona obtendrá satisfacciones o alegrías cuando se reúnan tres planetas superiores en el signo de su ascendente o en su casa 7 y el cuarto planeta superior se halle en signo enemigo. Si el cuarto planeta no está en signo enemigo significaría desgracia, pero si el Sol está con los otros planetas vuelve a ser señal de buena suerte.

Hace observar que se consideran signos fuertemente enemigos los que se encuentran a partir de otro en su casa 4, 10, 7, 2 y 12. Que son débilmente enemigos si están en su casa 8 y 6. En cambio son signos amigos los que a partir de un signo se hallan en su casa 3, 5, 9 y 11.

La terminación de la disputa (*varaia*), desacuerdo o pleito entre hombre y mujer se puede predecir en los casos siguientes: Si hay 3 planetas en el signo del ascendente del hombre o en el signo del ascendente del comienzo de la cuestión, vencerá el hombre. Si hay 3 planetas en el signo del ascendente de la mujer o en la casa 7 del comienzo de la cuestión, vencerá la mujer. Si hay 3 planetas en la casa 3 a partir del ascendente del hombre o del comienzo de la cuestión, habrá partición de bienes sin que pierda el hombre. Si sólo hay 2 planetas en las circunstancias anteriores y los otros dos en signos enemigos, se recrudecerá la cuestión, pero terminará satisfactoriamente para los dos.

Para prejuzgar la pelea o reyerta entre dos hombres se tiene en cuenta que el significado en estaca (casa impar) vence al significado en ángulo (casa par); si los signos están a la vez en estacas o en ángulos vencen los signos por analogía con el signo en que

haya conjunción de planetas y si hubiera empate no vencería ninguno.

CAPÍTULO XXXII. Para saber si un hombre saldrá afortunado en una empresa, se averigua qué signo ocupa el lugar 9 en el horóscopo de su nacimiento y se coloca dicho signo en el ascendente del comienzo de la empresa. La fortuna que se quiere predecir será efectiva si se cumple una de las 48 figuras que se forman con los datos siguientes: Sol o Júpiter o ambos en la casa 1, Saturno y Marte juntos o separados en las casas amigas 3, 5, 9, 11.

CAPÍTULO XXXIII. El tiempo o momento en que se realizará la prisión será cuando se forme una de las constelaciones siguientes a condición de que la casa 1 ó 7 esté ocupada por el mismo planeta que había en la casa 12 ó 6 de la constelación que indicó que sería preso. Uno de los cuatro planetas, Saturno, Júpiter, Marte, Sol en la casa 1 ó en la 7 y los otros tres en conjunción en signos enemigos, que para la casa 1 son las casas 4, 7, 10, 12 y para la casa 7 son las casas 1, 4, 6, 10. Resultan 32 figuras.

CAPÍTULO XXXIV. El tiempo o momento en que será puesto en libertad, se prejuzga de una manera análoga cambiando las casas en esta forma: uno de los cuatro planetas en la casa 6 ó 12 y los otros tres en conjunción, en signos amigos, que para la casa 6 son las casas 2, 4, 8, 10 y para la casa 12 son las casas 2, 4, 8, 10. También resultan 32 figuras.

CAPÍTULO XXXV. Un hombre recibirá dignidad o señorío si en la casa 10 de su nacimiento estuvieran Júpiter o Sol. Esto supuesto, obtendrá el beneficio cuando se junten Júpiter y Sol en la casa 10 y los otros dos planetas Saturno y Marte juntos o separados estén en signos amigos que son las casas 2, 6, 8, 12. Se forman 16 figuras.

CAPÍTULO XXXVI. Para averiguar la existencia de una destitución de dignidad o pérdida de señorío se observa qué planeta estaba en el ascendente o en la casa 10 al comienzo de la dignidad o señorío. Cuando dicho planeta ocupe la casa 12 ó la casa 6 y los otros tres planetas juntos o separados se encuentren en las casas de signos enemigos, ocurrirá la pérdida con motivo de acusaciones.

Las acusaciones serán ciertas si los tres últimos planetas están en conjunción. Las acusaciones serán en parte verdaderas y en

parte falsas si hay conjunción de dos planetas. Las acusaciones serán falsas si los tres planetas están en tres casas distintas.

Las casas enemigas de la 12 son la 3, la 6, la 9 y la 11. Y las casas enemigas de la 6 son la 3, la 5, la 9 y la 12.

Para el caso de acusaciones ciertas resultan 32 figuras.

Para el caso de acusaciones verdaderas y falsas resultan 264 figuras.

Para el caso de acusaciones falsas resultan 192 figuras.

CAPÍTULO XXXVII. Si la mayoría de los planetas están en casas de ángulo al empezar la sublevación, vencerán los sublevados o «salidos». En otro caso vencerá el rey.

CAPÍTULO XXXVIII. Las constelaciones que indican el casamiento son dos: la primera cuando Sol está en el ascendente del nacimiento del hombre y Júpiter en la casa 11 y la segunda cuando la conjunción de Saturno y Marte se encuentra sustituyendo al Sol en la constelación anterior.

Existe además la combinación: Saturno en la casa 2, Júpiter en la casa 7 y Sol en la casa 11, que quiere decir que el casamiento no será legítimo.

CAPÍTULO XXXIX. Este capítulo modifica y amplía el juicio expuesto en el último párrafo del capítulo XXXI. También da nuevas normas acerca del contenido en el capítulo XXVI.

Contienda entre dos hombres. Para saber quién vencerá se forma el horóscopo del nacimiento de ambos, se observa cuáles son los planetas de mayor influencia en cada uno, se forma el horóscopo en el momento de la contienda y se asegura que vencerá aquel cuyo horóscopo de nacimiento se asemeje más al horóscopo de la contienda. En el caso de empate, es decir, que haya dos planetas como en el primero y dos como en el segundo, decide la victoria el Sol.

El tiempo en que terminará la contienda lo indica la Luna: se verificará cuando ésta se ponga en conjunción con el planeta o planetas que señalan la victoria.

Nuevas denominaciones de los planetas. Los planetas Saturno, Júpiter, Marte y Sol se llaman *pesados*. Entre éstos se denominan *fijos* a Saturno y Júpiter; también se asimila a los planetas fijos la Cabeza de dragón. Los signos del Zodiaco llamados fijos son Tauro, Leo, Escorpión y Acuario.

Juicios astronómicos para elegir un momento favorable. Las huestes

que salgan a luchar con enemigos deben hacerlo cuando la Luna se encuentre en casa de ángulo y en signo fijo y los planetas o su mayoría en signos favorables. El hombre que salga a luchar o solamente a ponerse en camino debe hacerlo cuando Mercurio se encuentre en la región hacia donde el hombre se dirija : estas regiones pueden ser oriental, septentrional, occidental o medio día.

Comprobación de la verdad o la mentira. Se forma el horóscopo de la hora de la cuestión que se consulta : si la Luna se encuentra con algún planeta, tal cuestión es verdad ; si la Luna está separada de los planetas, la cuestión es falsa.

Prejuicio acerca del precio del pan en cada mes. Se observa en qué signo está el Sol en dicho mes. Se busca a qué planeta corresponde ese signo. Se ve cuántos signos o grados hay entre dicho planeta y el Sol. Este número será el del precio del pan.

Otro modo de averiguarlo consiste en observar cuándo entra el Sol en la Cabeza de Capricornio, contar los signos y grados que en ese momento haya desde el Sol a la Luna y éste número indicará el precio del pan.

Nuevo juicio sobre contiendas y batallas. Para saber quién vencerá se observa dónde está Mercurio. Los que luchen de frente a la región en que esté Mercurio vencerán y los que estén de espaldas serán vencidos.

Nuevos juicios para elegir momento favorable. El hombre que salga a luchar debe hacerlo en la hora de Marte o en la de Saturno, cuando la Luna esté en Sagitario, cuando la Luna esté hacia Oriente y cuando el ascendente sea un signo favorable o significador. Hace observar que el signo Virgo es siempre adverso, el de Géminis favorable al rey y los leales del rey.

El rey que se pone en camino con mucho acompañamiento debe hacerlo cuando haya dos o tres planetas en el signo de su ascendente, y si se pone en camino con poco acompañamiento, debe hacerlo cuando los planetas estén en la casa 7. Los que se pongan en camino por orden del rey deben hacerlo cuando haya dos o tres planetas en la casa 2 ó en la casa 11.

Algunos juicios por influjo de la Cabeza de dragón. En las constelaciones que indican luchas o batallas, la Cabeza de dragón significa que serán grandes y fuertes cuando se halle alejada de los planetas y en casa de condición distinta con relación a su número par o impar.

La Cabeza de dragón señala que vencerá la gente que esté bajo la significación del signo en que aquélla se halle.

Cuando existen dos planetas en la casa 10 y otros dos en la casa 1 ó en la 7, la Cabeza de dragón indica la desgracia de la región significada por el signo en que se encuentre la Cabeza.

CAPÍTULO XL. Marte en la casa 1 ó en la 7, Júpiter en cuadratura con Marte y la conjunción de Saturno y Sol en cuadratura con Júpiter o con Marte. Esta constelación presagia fuertes matanzas, graves daños y derrota en la lucha si el signo en que esté la conjunción Saturno y Sol es uno de los significadores del enemigo. Resultan 8 figuras.

CAPÍTULO XLI. Cuando Saturno esté en la casa 7, Júpiter en la casa 10 ó en la 4, Marte en la 3 ó la 9 y Sol en la 11 ó la 5, el rey saldrá a combatir a los enemigos y los vencerá completamente cuando el Sol llegue a la casa 2; además se asegurará la paz para en adelante. Hay 8 figuras.

CAPÍTULO XLII. Sucederá lo que se indica en el título si Saturno está en la casa 7, Marte en la casa 1 ó en la 7, Júpiter en la 3 ó en la 9, la Cabeza de dragón en la 5 ó en la 11 y Sol en la 4 ó en la 10, ó sea en cuadratura con Marte. Resultan 16 figuras.

CAPÍTULO XLIII. Para saber si a una persona le van a ocurrir desgracias por heridas, accidentes, graves enfermedades o muerte, se observa el signo del ascendente en el horóscopo de su nacimiento. Si Saturno, Marte, Sol o la Cola del dragón, que son infortunados, están en cuadratura del signo del ascendente y el señor de este signo está en las casas 2, 6, 8 ó 12 ó en conjunción con varios planetas, puede asegurarse alguna desgracia.

Si la Luna entra en el ascendente de la persona o en su casa 7, le ocurrirá grave enfermedad o muerte. Si la cuadratura de los astros infortunados fuese por detrás, es decir, contando en sentido inverso al movimiento celeste, la desgracia será producida por heridas, llagas o accidente. Y si hubiera una cuadratura por delante y otra por detrás, la muerte será indudable.

CAPÍTULO XLIV. El infortunio que significa Saturno se disminuye o se neutraliza cuando Júpiter está en trino, cuadratura u otra situación o aspecto favorable.

El infortunio que significa Marte lo disminuye o neutraliza Venus de la misma manera.

Mercurio es un planeta que cuando está visible permite hacer

diversos augurios : si tiene color rojizo significa disputas, contrariedades y derramamiento de sangre; si tiene color amarillento presagia sequía y carestía de víveres; si tiene color verdoso, todo lo contrario; si aparece muy oscuro anuncia tristezas y enfermedades. También predice el resultado de las gentes que se ponen en camino para negocios o luchas : saldrán triunfantes los que caminen de cara a Mercurio y fracasarán los que marchen en dirección opuesta.

La fortuna que siempre indica la presencia de Júpiter se vé reforzada cuando con él está la Cabeza del dragón.

La fortuna que siempre indica la presencia de Venus se vé también aumentada si la Cabeza del dragón se encuentra en trino o en sextil y se aumenta todavía más si esta posición ocurre en el signo de Géminis o de Virgo.

CAPÍTULO XLV. Sol con Saturno o con Marte en casa par y los otros dos planetas, Júpiter y Marte o Júpiter y Saturno, separados, pero ambos en cuadratura, una por delante y otra por detrás, significa lluvias abundantes.

La mayor fuerza de las lluvias y aguaceros será cuando la Luna entre en el signo de la conjunción o en su casa 7.

Si los signos de la constelación significan daños y perjuicios, en invierno se producirán por nieves y heladas y en verano por tormentas con piedra o granizo. Los daños serán mayores en la región a que se refiera el signo de la conjunción.

Inserta las 48 figuras correspondientes y añade después que si Júpiter se encuentra en sustitución de Saturno o de Marte, las lluvias serán beneficiosas.

CAPÍTULO XLVI. Sol en la casa 1, Júpiter en conjunción o en oposición y Saturno con Marte en trino o sextil con respecto al Sol significa buena fortuna para el rey. Se forman 8 figuras.

CAPÍTULO XLVII. Sol con Marte en la casa 7, Saturno o Júpiter en la casa 1 y la Cabeza del dragón en la 4 ó en la 10 significa desgracias y perjuicios para el rey, si el signo de la conjunción es significador del rey. En cambio si este signo es significador de los enemigos, para éstos será la desgracia y el infortunio. Resultan 4 figuras.

CAPÍTULO XLVIII. Sol con uno de los planetas Saturno, Júpiter o Marte en una de las casas « masculinas », que son las estacas o impares, la conjunción de los otros dos planetas que

quedan en la casa impar siguiente y la Cabeza del dragón en la casa par que sigue a la anterior. Esta constelación, que da lugar a 18 figuras, prejuzga que el rey triunfará sobre sus enemigos mediante tratos y convenios sin recurrir a la lucha y haciéndoles bien.

CAPÍTULO IL. Sol en la casa 7, Júpiter en casa impar, que puede ser también la 7, y Marte con la Cola del dragón en la casa 5 ó en la 11. Si el signo en que estuviera el Sol fuese el ascendente del rey o su casa 10 ó el ascendente del reinado o su casa 10, la constelación indica la muerte del rey a traición. Resultan 12 figuras.

Si se cambian las casas impares por casas «femeninas» o de lugar par, el juicio astrológico es muy distinto puesto que indica desgracias y muertes en los hombres viles, malvados, usurpadores y encumbrados injustamente.

Cuando Sol está con Saturno o Júpiter en la casa 7, el planeta de los citados que no está con el Sol en la casa 10 y Marte con la Cola del dragón en la casa 3 ó en la 9, se observa el signo de la conjunción del Sol; si este signo fuera significador del rey, de la ciudad o del reinado, la constelación indica el asesinato del rey y daños y matanzas en el pueblo. En el caso de no ser el rey asesinado, sufrirá una gran desgracia. Se forman 4 figuras.

Cuando Sol esté en la casa 1, en la 5 ó en la 11 y Marte en la 3, en la 7 ó en la 9, anuncia guerra en la cual vencerán los de la región que esté bajo el influjo del signo en que se encuentra el Sol.

CAPÍTULO L. Saturno en las casas 1, 3 u 11, Júpiter en oposición, Marte en cuadratura, Sol en oposición a Marte y por último Venus en trino con Saturno o Júpiter. Esta constelación da lugar a 12 figuras que significan disputas, perjuicios y muertes entre los enemigos del rey.

CAPÍTULO LI. Cuando Sol está en la casa 1 ó en la 7, Marte en cuadratura, Saturno con Júpiter en casa impar que no sea la 1 ni la 7 y Venus en cuadratura con esta conjunción de Saturno y Júpiter, el juicio astrológico presagia una guerra sangrienta, el triunfo de los enemigos, la muerte del rey y la pérdida del reino. Este juicio fatídico es más seguro si el signo en que se halle el Sol fuera el ascendente del rey o del reinado o la casa 10. Se obtienen 32 figuras.

CAPÍTULO LII. Si se encuentra Sol en la casa 1, Marte en cuadratura, o sea en las casas 4 ó 10 y la triple conjunción de Sa-

turno, Júpiter y Cabeza de dragón en casa impar, que no sea la 1, el rey tomará graves determinaciones con sus aportellados a quienes destituirá y algunos de ellos morirán. Se forman 10 figuras.

Esta misma constelación presagia gran fortuna para el rey si la conjunción triple está en signo significador del rey. Y cuando esta conjunción exista en un signo significador de los enemigos del rey, indica que morirá el caudillo de los enemigos y entrará la desgracia en éstos.

CAPÍTULO LIH. Sol con Marte en la casa 1, Júpiter en cuadratura y Saturno con Cabeza de dragón en la casa 3 ó en la 9, significa el cerco o sitio de una villa o castillo que se halle bajo el influjo del signo en que esté la conjunción de Sol y Marte. El triunfo será para los sitiados. Se forman 4 figuras.

CAPÍTULO LIV. Sol, Saturno y Marte en conjunción triple ocupando una de las casas impares y Júpiter con Cabeza del dragón en cuadratura significa también el cerco de una villa o castillo que se halle bajo el influjo del signo en que esté la triple conjunción o su casa 10, pero el triunfo será de los sitiadores. Resultan 12 figuras.

CAPÍTULO LV. Cuando Marte y Cabeza de dragón estén juntos en la casa 3 y Sol con Saturno o con Júpiter en cuadratura indica que se ha de entablar batalla entre el rey y sus enemigos, y que vencerán éstos. El momento más culminante de la lucha será en el tiempo en que esté la Luna en la casa 1 ó en la 7. Se obtienen 8 figuras, teniendo en cuenta las posiciones de la Luna.

CAPÍTULO LVI. Saturno en la casa 1, Júpiter en la casa 7, Marte en la casa 12 ó en la 6 y Sol en la casa 2 ó en la 8 significa desgracias, luchas, muertes y pérdidas materiales en la villa, pueblo o castillo que se halle bajo el influjo del signo en que esté Saturno. Hay 4 figuras.

CAPÍTULO LVII. Cuando los planetas más influyentes sean los que corresponden a los signos acueos y a la vez se encuentren en estos signos, el año será de cosechas abundantes, especialmente en tierras de ribera, habrá lluvias provechosas y abundantes, aunque causarán algún daño por el crecimiento de los ríos y las inundaciones de las vegas.

Las situaciones análogas en los signos terreos indican año abundante en viandas, pan, mieses y vegetales, con excepción

de los árboles frutales; en los hombres habrá enfermedades que producen melancolía.

Si se trata de signos aereos la significación es de sequía y escasez en terrenos bajos, pérdida de cosechas de mies y vegetales, buena cosecha en los árboles, menos en nogales y olivos, y buen año en los montes y regiones altas. Entre los hombres habrá enfermedades de parálisis, enemistades y malas pasiones.

Cuando la disposición análoga de los planetas se refiera a los signos igneos, el año será de hambre y sequía en general, serán malas todas las cosechas y, entre los hombres, habrá enfermedades de garganta y pulmones, epidemias y mortandad.

Si los planetas significadores estuvieran repartidos en signos acueos y terreos será un año de gran abundancia y por lo tanto baratura [rafeçedumne] de víveres.

Si están en signos aereos e igneos, habrá escasez de aguas, serán malas las cosechas, se dañarán los árboles, a excepción de nogales, olivos, encinas y robles, caerán rayos y habrá epidemias entre los hombres; las regiones de monte y altura sufrirán más los perjuicios.

Si están repartidos en otros signos se deduce la significación astrológica de la reunión de las significaciones de cada uno.

Debe tenerse en cuenta que al estar juntos dos planetas en un mismo signo tiene más influencia el que va a salir que el que acaba de entrar.

(Véase el capítulo LX en que amplía este asunto.)

CAPÍTULO LVIII. Para establecer juicios astrológicos acerca de la muerte o desgracia de una persona se atiende al horóscopo de su nacimiento, se observa cuál es el planeta de mayor influencia y se sigue la marcha de este planeta hasta que llegue a la casa 1, que es el ascendente. Si uno de los planetas que indican muerte, que son Saturno y Marte, estuvieran en cuadratura, es decir, en la casa 4 ó en la 10, entonces ocurrirá la muerte.

También puede ser señal de muerte que el planeta influyente esté en la casa 7 y Saturno o Marte en cuadratura.

La situación de la cuadratura modifica los presagios en esta forma : I. La cuadratura por delante respecto de la casa 1, indica la muerte con seguridad. II. La cuadratura por detrás respecto de la casa 1, significa llagas, enfermedades o lesiones en el cuerpo, que pueden no causar la muerte. III. La cuadratura por delante

respecto de la casa 7, tiene la misma significación anterior. IV. La cuadratura por detrás respecto de la casa 7, augura desgracias e infortunios del haber o capital sin relación con la salud.

Por último, cuando un planeta nefasto aparece en el horóscopo del nacimiento entre las casas 1 y 10 indica enfermedades o accidentes corporales y cuando aparece entre las casas 1 y 4 significa desgracias por dinero.

CAPÍTULO LIX. Este es el capítulo más interesante del libro con relación a España, y con él se demuestra el interés que debió tener Alfonso el Sabio para que el libro resultara de utilidad práctica, puesto que lo añaden los traductores haciendo la observación de que los datos consignados respecto a las villas de España « en que vivimos », son los que más « habemos menester ».

Comienza por establecer la influencia, poder o señorío de los signos del Zodiaco sobre las regiones españolas, dando por supuesto el conocimiento de la distribución de los diversos planetas en los signos del Zodiaco.

Los grados asignados a Venus en el signo de Virgo ejercen poder sobre Córdoba y sus términos. [Son los grados 8 a 13].

Los grados asignados a Júpiter en el signo de Cáncer ejercen poder sobre Sevilla, Cádiz y sus términos. [Son los grados 7 a 13].

Los grados asignados a Marte en el signo de León ejercen poder sobre Murcia, Valencia, Barcelona y sus términos. [Son los grados 26 a 30].

Los asignados a Venus en el signo de Libra ejercen poder sobre Zaragoza y sus términos. [Son los grados 7 a 11].

Los asignados a Júpiter en Tauro, sobre Toledo y sus términos. [Son los grados 16 a 22].

Los asignados a Marte en Virgo, sobre Tortosa y sus términos. [Son los grados 19 a 24].

Los asignados a Mercurio en Sagitario, sobre Santa María de Albarracín y sus términos. [Son los grados 15 a 19].

Establece después el poderío de los planetas sobre las regiones españolas, según la mansión o porción del cielo en que se encuentran aquéllos. Dice que esta distribución la toma de los sabios antiguos, y es la que sigue :

El Sol, cuando está en las mansiones Annath, Annacra, Algafr y Çaadaddebe, ejerce su poder sobre Barcelona y sus términos.

La Luna y Venus, en las mansiones Albotaym, Attarf, Azebene

y Caaddebolah, ejercen su poder sobre Mérida y todo el Algarb. [Actualmente sería Extremadura, Huelva y todo el sur de Portugal hasta los términos de Lisboa].

Marte y Mercurio, en las mansiones Açoraya, Algebah, Alichil y Çaadçood, ejercen su poder sobre Murcia, Valencia y sus términos.

La Luna y Mercurio, en las mansiones Aldebaran, Alzobra, Alcab y Çadalechvia, ejercen su poder en Sarrona [?] y Jaén y sus términos hasta llegar a los términos de Córdoba.

Saturno y Júpiter, en las mansiones Alahaca, Açarfa, Axaula y Alfarg el primero, ejercen su poder sobre Talavera y sus términos hasta Medinaceli, abarcando toda Castilla.

Júpiter y Venus, en las mansiones Attaya, Alave, Annaym y Alfarg el posterior, ejercen su poder sobre Sevilla, Carmona, Faz albolot o sea Campo de encinas [actualmente Campo de Calatrava], Toledo y sus términos.

Marte y Saturno, en las mansiones Addira, Açymech, Elbelda y Bathnealhot, ejercen su poder sobre Córdoba y sus términos.

[He hecho el estudio de estas mansiones en los « Libros del saber de Astronomía de ALFONSO EL SABIO », edición RICO y SINOBAS, Madrid, 1863-67, he consultado la obra de NALLINO titulada « Albattani, opus astronomicum, Mediolani, 1903-07, he compulsado el trabajo de Tallgren « Los nombres árabes de las estrellas, publicado en el Homenaje a don RAMÓN MENÉNDEZ PIDAL, Madrid, 1925, he mirado los catálogos de estrellas que he tenido a mi alcance y, en resumen, he podido identificar todas las mansiones que cita el « Libro de las cruces » con las 28 mansiones lunares alfonsíes. En la lista siguiente puede verse el nombre de cada mansión, las variantes que ofrece este nombre en otros autores, la traducción española, la denominación estelar y la correspondiente mansión ALFONSI.

Açarfa = As-Sarfah = El retorno al frío o al calor = β del León = Mansión 12.

Açoraya = Al turaiya = La abundancia = η de Tauro (Pléyades) = Mansión 3.

Açymech = Açimet alahazel = As-Simak = Simak al azal = La del vociferante = α de Virgo = Mansión 14.

Addira = Al dira = Addirah al mobçota = El brazo tendido = α, β de Géminis = Mansión 7.

Alahaca = Alhaca = Al Heka = La acostada = λ, ϕ', ϕ'' de Orión = Mansión 5.

Alave = Alaue = Alauwa = Cosa retorcida = $\beta, \eta, \gamma, \delta, \epsilon$ de Virgo = Mansión 13.

Albotaym = Albotain = Vientre pequeño = ϵ, δ, ρ de Aries = Mansión 2.

Alcab = Alcalb alacrab = Calb alacrab = Antares = El corazón de Escorpión = α de Escorpión = Mansión 18.

Aldebaran = Al debaran = Adebaran = Addauaran = El zagüero = Ain al thaur = El ojo del toro = α de Tauro = Mansión 4.

Alfarg primero = Alfargue almocadem = Vaciadero delantero = α, β del Pegaso = Mansión 26.

Alfarg posterior = Alfargue almohar = Vaciadero posterior = α de Andrómeda y γ, δ del Pegaso. Mansión 27.

Algafr = Algaphr = Algarf = La cosa cubierta = ι, κ, λ de Virgo = Mansión 15.

Algebah = Algjebha = Gebhat alaçed = La frente del león = $\alpha, \gamma, \eta, \zeta$ de León = Mansión 10.

Alichil = Aliclil = Alyclyl = La corona = θ, κ de Libra y γ de Escorpión = Mansión 17.

Alzobra = Alzubra = Açobra = El yunque con el martillo = δ, θ de León = Mansión 11.

Annacra = Annaçra = Al nethra = La desatada = ϵ de Cáncer = Mansión 8.

Annath = Al nach = El empujamiento = $\alpha, \eta, \theta', \iota$ de Aries = Mansión 1.

Annaym = Annaaym = Alnaain = Alnaam = Naam = Los avestruces = σ, ϕ, ζ de Sagitario = Mansión 20.

Attarf = Atarf = Al terfha = Los ojos del león = κ de Escorpión y κ de León = Mansión 9.

Attaya = Athaya = El saludo = γ, ξ de Géminis = Mansión 6.

Axaula = Alshaula = Alxeula = Xeulet alacrab = Las ardradas = λ, ν de Escorpión = Mansión 19.

Axebene = Alzubana = Zubane = Alzuban = Zubaniya = Zebenayn = Los colgaderos de la balanza = Zebenayn alacrab = Los cuernos del escorpión = α, β de Libra = Mansión 16.

Bathnealhot = Bant alhot = Betn alhut = El vientre del pez = β de Andrómeda = Mansión 28.

Çaadaddebe = Çad aldebe = Çad aldebeh = Sad al dabiñ = La ventura del degollador = α' , α'' , β , ν de Capricornio = Mansión 22.

Çaadalechvia = Çad alahbia = Sad al achbia = Saad elachbich = La ventura de las tiendas = γ , π , ζ , η de Acuario = Mansión 25.

Caaddebolah = Çad bula = Sad al bula = Saad albelaa = Las venturas de los que comen = μ , ν , ϵ de Acuario = Mansión 23.

Çaadçood = Çad el çohor = Sad al suud = Saad alsaud = La más venturosa = β , ξ de Acuario = Mansión 24.

Elbelda = Albelda = Elbeldeb = La ciudad = Zona vacía al sudeste de ξ , π , ρ de Sagitario = Mansión 21.

Es importante hacer notar que el orden en que se van citando estas mansiones, en el «Libro de las cruces», es un orden sistemático que consiste, dentro de cada grupo de cuatro, en añadir siete unidades a la mansión anterior, en esta forma: 1-8-15-22; 2-9-16-23; 3-10-17-24; 4-11-18-25; 5-12-19-26; 6-13-20-27; 7-14-21-28. Esta coincidencia resulta, en cierto modo, una confirmación de la identificación.]

Continúa el capítulo expresando que el signo del Zodiaco que ejerce su influjo sobre España y su reinado es Géminis.

Termina explicando el poderío de los planetas con respecto a diversas nacionalidades y establece la correspondencia de Júpiter con los cristianos españoles, Marte con los árabes, Saturno con los de Berbería, Venus con los franceses, Sol con los romanos y alemanes. Aconseja que se tenga en cuenta esta distribución antes de acometer lides, y señala que es conveniente la conjunción de la Luna con el planeta correspondiente.

CAPÍTULO LX. Amplía los juicios que antes expuso en el capítulo LVII y concreta el mayor poder en Saturno y Júpiter. En este capítulo solamente considera los casos en que ambos planetas están en la misma triplicidad, es decir, en signos de igual denominación.

Si están en signos igneos significa gran sequía, malas cosechas y carestía general.

Si están en signos terreos indica buen año de aguas, cosecha abundante y baratura en los víveres.

Si están en signos aereos presagia muchos vientos, grandes lluvias, hielos y pedriscos, daños en las cosechas de granos y horta-

lizas y carestía de viveres y de lanas, cueros y plumas. En los montes y lugares de altura serán mejores las cosechas.

Si están en signos acueos pronostica lluvias aprovechables, abundantes cosechas en las vegas y riberas, precio moderado en el pan y año de excursiones y viajes por mar. En los montes y lugares de altura serán peores las cosechas.

CAPÍTULO LXI. Es continuación del anterior y presenta los casos en que Saturno y Júpiter se encuentren en signos de distinta triplicidad, lo cual da lugar a seis combinaciones.

1ª Acueo con igneo. Significa enfermedades y muertes en los animales domésticos; abundancia y baratura en los lugares septentrionales; escasez y carestía en los lugares meridionales.

2ª Igneo con terreo. Anuncia años de alternativas buenas y malas, pero siempre mejores en las vegas que en los secanos.

3ª Igneo con aereo. Predice un año de sequía y carestía general; habrá tormentas, rayos, epidemias en los hombres y mortandad; por excepción habrá buena cosecha en los nogales, encinas y olivos.

4ª Aereo con terreo. También indica años de alternativas de abundancia y escasez con tendencia a mayor carestía en los lugares orientales y meridionales.

5ª Aereo con acueo. Pronostica un año de buena cosecha, más abundante en los lugares occidentales y meridionales; habrá muchos vientos y muchas lluvias.

6ª Terreo con acueo. Presagia cosechas muy abundantes, baratura en las subsistencias y aumentarán los « fornicios ».

CAPÍTULO LXII. Prosigue la materia de los dos capítulos anteriores, pero precisando en qué signo está cada planeta. Por esta razón resultan doce combinaciones.

1ª Saturno en igneo y Júpiter en aereo. Se corresponde con la 3ª del capítulo anterior, sin modificar la predicción.

2ª Saturno en aereo y Júpiter en igneo. Se corresponde con la misma 3ª del capítulo anterior, pero advierte que la forma es más benigna, en algunos lugares no será mala la cosecha ni habrá carestía y que si Júpiter saliera en aquel año del signo igneo, sería abundante la cosecha.

3ª Saturno en igneo y Júpiter en terreo. Se corresponde con la 2ª del capítulo anterior. Añade que los hombres padecerán fiebres, enfermedades de bazo, parálisis y tisis.

4ª Saturno en terreo y Júpiter en igneo. Se corresponde como

la anterior. Mejora el juicio en cuanto a las cosechas, serán menos las enfermedades, pero será mayor el frío y la sequía.

5ª Saturno en igneo y Júpiter en acueo. Se corresponde con la 1ª del capítulo anterior, pero significa un juicio más favorable.

6ª Saturno en acueo y Júpiter en igneo. Se corresponde como la anterior y añade que en las vegas y llanadas será mayor la abundancia que en los montes.

7ª Saturno en aereo y Júpiter en terreo. Se corresponde con la 4ª del capítulo anterior, pero siendo mejores cosechas en las vegas que en los montes.

8ª Saturno en terreo y Júpiter en aereo. Se diferencia únicamente de la anterior en que serán mejores cosechas en los montes que en las vegas.

9ª Saturno en acueo y Júpiter en aereo. Se corresponde con la 5ª del capítulo anterior y anuncia mejores cosechas en los montes que en las vegas.

10ª Saturno en aereo y Júpiter en acueo. Se corresponde como la anterior, pero pronostica algún daño en las mieses y mejor cosecha en las vegas que en los montes.

11ª Saturno en terreo y Júpiter en acueo. Se corresponde con la 6ª del capítulo anterior con igual presagio.

12ª Saturno en acueo y Júpiter en terreo. Se diferencia únicamente de la anterior en que anuncia más lluvias.

CAPÍTULO LXIII. Recoge en este capítulo las significaciones de la concurrencia de Saturno con la Cabeza de dragón, con arreglo a la calidad del signo en que se encuentren.

1º En signos igneos. Anuncia, en aquel año en que esto ocurra, lides y matanzas entre los hombres, carestía y hambre en las regiones orientales.

2º En signos aereos. Presagia disputas y pleitos entre los hombres, carestía de víveres, muchos vientos y terremotos.

3º En los signos terreos. Indica mortandad en los hombres y los ganados, daños en los cereales y hortalizas, escasez de miel y plagas dañinas de alacranes y otros animales pequeños que se crían en la tierra.

4º En los signos acueos. Predice una abundancia de aguas y lluvias con grandes cosechas y baratura de subsistencias.

CAPÍTULO LXIV. Recuerda lo que son las posiciones en cuadratura y trino para definir los planetas *alzados*. Se dice que

Saturno, por ejemplo, está alzado sobre Júpiter cuando al estar Saturno en la casa 1, Júpiter se encuentra en la 4 (cuadratura) o en la 5 (trino). En cambio, se dice que Júpiter está alzado sobre Saturno cuando al estar Saturno en la casa 1, Júpiter se encuentra en la 10 (cuadratura) o en la 9 (trino). Como lo que se dice respecto de la casa 1 puede aplicarse a otra cualquiera resultan doce posiciones para cada caso.

Si Saturno está alzado sobre Júpiter significa gran sequía, pérdida de cosechas, carestía y hambre en general y emigración de los hombres a otros lugares.

Si Júpiter está alzado sobre Saturno anuncia grandes lluvias, cosechas regulares y una carestía no exagerada.

Este capítulo contiene además la significación de los eclipses que ocurran en el mismo año en que se presenten los anteriores planetas alzados.

Si el eclipse se verifica después del verano, en signo acueo o terreo, predice un invierno muy crudo y si el eclipse tiene lugar antes del verano, éste será muy extremado, habrá gran sequía, ocasionará perjuicios en las cosechas y morirán muchos animales.

CAPÍTULO LXV. La quemazón de Saturno, Júpiter, Marte y Sol, definida en el capítulo IV, significa en general, grandes sequías y un clima muy extremado. Si la quemazón acaece en invierno habra grandes fríos, nieves y heladas entre el 10 de diciembre y el 20 de enero. Si la quemazón ocurre en verano, serán extraordinarios el calor y la sequía entre el 10 de julio y el 20 de agosto.

Los augurios más graves corresponden a los signos igneos y aereos. Señala guerras, peste y destrucción, especialmente en los lugares que estén bajo el influjo de los signos en que se hallen los planetas.

Los signos de las triplicidades terrea y acuea no anuncian daños tan graves.

El hecho de existir dos planetas en un signo y los otros dos en otro signo, atenúa más las desgracias. Habrá grandes lluvias que no perjudicarán.

La existencia de tres planetas situados en signos diversos y la Cabeza de dragón con alguno de aquéllos ya no indica mal presagio.

A continuación presenta casos particulares que tienen significación especial; son los siguientes :

I. Venus con la Cabeza de dragón en cuadratura de las quemantes. El daño es escaso.

II. La quemazón en Géminis y Marte en conjunción o en cuadratura con Saturno o con Sol. Grandes perjuicios.

III. La conjunción de Venus, Cabeza de dragón y tres planetas superiores anuncia siempre abundancia de lluvias, pero será perjudicial si el cuarto planeta se encuentra en cuadratura con los otros tres.

IV. Tres planetas superiores en un signo y la conjunción de Venus, Cabeza de dragón y el cuarto planeta en cuadratura. Aguas y lluvias beneficiosas.

V. Los planetas repartidos y Venus no forma cuadratura con ninguno. Pérdida de cosechas, plagas y guerras en los pueblos sometidos al influjo de los signos en que haya planetas.

VI. Las conjunciones de Sol y Cola de dragón o Júpiter y Cabeza de dragón son de buen presagio.

VII. Marte separado de los otros planetas. Escasez de agua.

VIII. Marte con otro planeta en conjunción y los otros dos planetas separados. Grandes lluvias, abundancia de aguas.

IX. Júpiter y Saturno en signo aereo, Marte con Cabeza de dragón en signo terreo y Sol en signo acueo. Fuertes temporales de lluvia.

X. Saturno en Escorpión, Sol en León, Júpiter en Aries y Cabeza de dragón en Géminis. Lluvias y aguaceros perjudiciales en los montes, buena cosecha de aceite, nueces y bellotas, baratura de pan no duradera y una victoria del rey sobre sus enemigos.

En cuanto a la influencia sobre las clases sociales, establece que los signos igneos o aereos y las casas impares encaminan las desgracias a los reyes, dignidades y hombres de elevada categoría, mientras que los signos terreos y acueos y las casas pares marcan las desgracias en las gentes de condición humilde y en los encumbrados injustamente.

Trata finalmente de las constelaciones « en haz » ya sean cerradas o abiertas. Llama constelación cerrada a la formada por cuatro planetas en cuatro signos consecutivos; esta constelación pronostica lluvias beneficiosas, buenas cosechas y baratura en los víveres. Llama constelación abierta a la formada por cuatro planetas y queda un signo vacío entre cada dos, o dos signos vacíos entre cada dos planetas; esta constelación no predice lluvias, pero cuando

la Luna se coloca en uno de los signos vacíos, *cierra* la constelación, y entonces indica lluvia.

En las constelaciones cerradas, la lluvia empieza al entrar la Luna en el 1^{er} signo y continúa hasta que la Luna llega a la cuadratura del 4^o. signo. En las constelaciones abiertas, la lluvia cesa al salir la Luna del signo vacío y vuelve a empezar cuando entra en la cuadratura.

Este capítulo, final del libro, termina con la frase : « Dios sea loado y agradecido, que vive y reina in secula seculorum. Amen ».

EXPLICIT. Copiado a la letra dice así :

« Este libro de las cruces que es muy precioso en los iudizios de las estrellas traslado por mandamento del muy noble Rey don ALFONSO, JHUDA su alfaquim, e su mercet, fy de mosse alchoen, e fue su companero en esta translacion maestre JOHAN DASPA clerigo deste mismo sennor e fue acabado en XXVI dias de febrero en el VII anno que este sennor regno, en era de Cesar mil e dozientos e LXXXXVII y la de los alaraves seyscentos e LVII en el segundo dia de rabe primero ».

Instituto Escuela, Madrid, 1929. JOSÉ A. SÁNCHEZ PÉREZ.

فهرس المحتويات

١	شتاينشنايدر، موريس: "المؤتمر الفلكي في طليطلة" لألفونسو العاشر، واسحاق بن سيد المغني (تعليق على كتاب "الكون" لألكساندر فون همبرولت). (بالألمانية)
٥	ناردوتشي، أنريكو: حول ترجمة إيطالية من سنة ١٣٤١م لكتاب في الفلك لألفونسو العاشر ملك قشتالة. (بالإيطالية)
٣٧	هارتس، نوربرت: حول الجداول الفلكية لألفونسو العاشر ومخطوطاتها المحفوظة في المكتبة القيصرية الملكية في فيانا. (بالألمانية)
٥٧	قَجَر، ألفرد: الأعمال الفلكية لألفونسو العاشر. (بالألمانية)
١١٥	قَجَر، ألفرد: الجداول الفلكية لألفونسو العاشر وإمكانية استعمالها في آلة حسابية حديثة. (بالألمانية)
١٨١	دراير، يوهان لويس أميل: الصيغة الأصلية لجداول ألفونسو العاشر الفلكية. (بالإنكليزية)
٢٠١	بيكر، خيرونمو: ألفونسو العاشر، الفلكي. (بالإسبانية)
٢١١	سيمان، هوجو: الأسطراب الكروي تبعاً لما يورده ألفونسو العاشر القشتالي وبناء على المصادر العربية الموجودة، بالتعاون مع تيودور ميتليرجر. (بالألمانية)
٢٨٧	سانشس بيرس، خوسه أوجستو: حول كتاب فلكي (كتاب الصلبان؟)، لعله لأبي مروان عبيد الله ابن خلف الإستجّي) أمر ملك إسبانيا، ألفونسو العاشر، بترجمته من العربية. (بالإسبانية)

طبع في ١٠٠ نسخة

نشر بمعهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
بفرانكنفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية
طبع في مطبعة شتراوس، مورلتباخ، ألمانيا الاتحادية

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٩٨

علم الفلك العربي-الإسباني
في بلاط الفونصو العاشر
ملك قشتالة

نصوص ودراسات

القسم ١

جمع وإعادة طبع
فؤاد سزكين

بالتعاون مع

كارل إيرج-إيجرت، مازن عماوي، إكهارد نوبياور

١٤١٩هـ - ١٩٩٨م

معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

يصدرها
فؤاد سزكين

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٩٨

علم الفلك العربي - الإسباني
في بلاط الفونصور العاشر، ملك قشتالة

نصوص ودراسات

القسم ١

جمع وإعادة طبع

١٤١٩ هـ - ١٩٩٨ م

معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
سلسلة الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي
المجلد ٩٨