

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

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).

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, 5299 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 Gegensatze 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

Hier wird nämlich angegeben, dass die Zeit, welcher sich die Sonne m' weiterbewegt, gleich $(2m \times 24) \cdot 120 = 0.4m$ 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 Ineinander-schiebung 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 ò 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°
246 40	166 40	129 10	—	83 27	203 40 ²
247 50	157 $\frac{1}{4}$	129	—	85 50	—
240 6	160	121 40	—	78 30	200

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.
3 19'	2 47'	5 7'	—	—
6 32	5 33	10 14	—	—

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.
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

Bd. III, S. 245—253.

Bd. III, S. 262.

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.

Bd. III, S. 245—253.

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

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

Bd. III, S. 255.

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, aquidistanten Parallelkreisen und kreisförmigen, im Äquator äquidistanten Meridianen vorkömmt, die man bisher Apian zuschrieb.³

II. Die eigentlichen »Alphonsinischen Tafeln« enthalten keine theoretischen Darlegungen; solche scheinen überhaupt keiner Handschrift beigefügt zu sein; doch sind die Tafeln, wie aus den Darlegungen Peurbach's folgt, dessen »Theoricae 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 montería« in die Zeit Alphons X. gesetzt. Siehe hierüber D José Guttiriez de la Vega, Libro de la montería del Rey Alfonsi XI. Madrid, 1877

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.

Ibid. S. 166. Apian's Cosmographie, in welcher diese Projection (eigentlich eine davon etwas wenig verschiedene, bei welcher die Grade im Äquator $1\frac{2}{3}$ kleiner sind) auftritt, erschien 1524 im Drucke. Allein auch diese Projectionsmethode ist 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 60^4 , 60^3 , 60^2 , 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, Tertien . 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 Alphonsum) 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 = $2^3.6^2.57^1.59^d = 457.079$ 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 Tafelepoche 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

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 Hauptepoche bezogen.¹ Ist die Zwischenzeit zwischen dieser und einer anderen Tafelepoche t_0 , so würde die Constante des Argumentes für diese zweite Tafelepoche, bezogen auf den Frühlingspunkt der Hauptepoche

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

und bezogen auf den Frühlingspunkt der zweiten Tafelepoche

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

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

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

bezogen auf den mittleren Frühlingspunkt der zweiten Tafelepoche, 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 Tafelepoche (z. B. für die aera alphonsi) bezogen auf den mittleren Frühlingspunkt der Hauptepoche (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 = $0^s 19^o 32' 45'' 24'''$ 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 variabeln 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.

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.

1. 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 giltigen 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. Gödlin, dem ich meine Wahrnehmungen mittheilte, hatte die Güte, den Codex

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 »Erfordiae« 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. 5299 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 Finsternis tafeln, 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 Alphoninum«, 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		11	8	47	47
	60	6	9	41	53	3	10		42	
	90	7	17	42	14	4	10	16	36	26
							10	6	29	54
						6	9		24	14
							9	15	17	41
810	1	29	50	59		8	9	4	12	1
840	3		51	0		9	8	23	6	21
						10	8	12	59	49
						11	8	1	54	8
						12		20	48	28
						13		10	41	56
						14	6	29	36	16
						15	6	18	30	35
						16	6	8	24	
						17			18	23
						19*		17	11	51
						20		6	6	10
						21	4		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
Aux Solis		17	50			28	2	10	18	13
						29	1	29	12	33
						30	1	19	6	1
							1	8	0	21

Die Radices — für den Meridian von Toledo giltig — 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.

	Handschrift Nr. 5478	Alphoncinische 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	237 57 40 58

Für die mittleren täglichen Bewegungen ergeben sich aus den Tafeln die folgenden Werthe, denen ich zur Vergleichung auch die Ptolemäischen, Alphoncinischen 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

	Alphoncinische Tafeln	Copernicus
Sonne	0° 59' 8" 19" 37 ^{IV} 19 ^V	{ 0° 59' 8" 11" 22 ^{IV} 0 59 8 19 37
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 Alphoncinischen Tafeln tropische Bewegungen, die Handschrift Nr. 5478 hingegen siderische Bewegungen tabulirt.

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

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

¹ Siderisch.

Tropisch.

Äquatio Solis.

	0 ^s	1 ^s	2 ^s	3 ^s	4 ^s		
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 28	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 30 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 5	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 ^s	10 ^s	9 ^s	8 ^s	7 ^s	6 ^s	

* Schreibfehler.

Äquatio Argumenti Lunae.

	0 ^s	1 ^s	2 ^s	3 ^s	4 ^s		
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 55	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 ^s	10 ^s	9 ^s	8 ^s	7 ^s	6 ^s	

* Schreibfehler.

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

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 apogeeum 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.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [102_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Herz Norbert

Artikel/Article: [Über die Alphonsinischen Tafeln und die im Besitze der k. k. Hofbibliothek in Wien befindlichen Handschriften derselben. 99-117](#)