

Abhandlungen
zur Geschichte der Naturwissenschaften
und der Medizin.

Schriftleiter: Prof. Dr. Oskar Schulz, Erlangen.

Heft III.

Die
Verwendung des Astrolabs
nach *al Chwârizmî*

von

Dr. phil. Josef Frank

Privatdozenten an der Universität Erlangen.



Erlangen

Kommissionsverlag von Max Mencke.

1922.

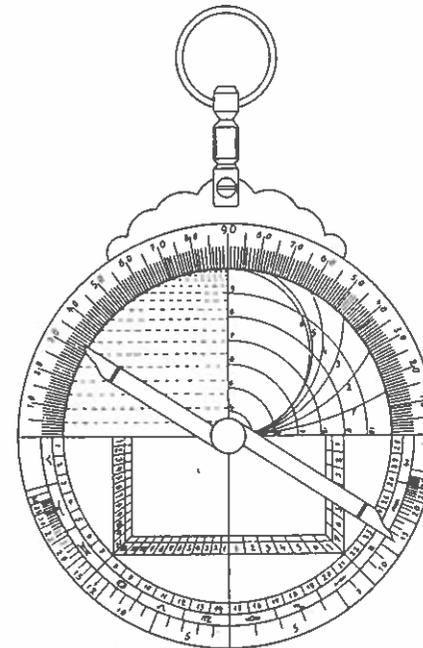
245

Herrn Dr. med. et phil. h. c. G. Schirmer
prakt. Arzt in Chicago
gewidmet.

Einleitung.

Zu den im Altertum, Mittelalter, ja bis in die Neuzeit am häufigsten benutzten astronomischen Instrumenten gehört das Astrolab^{a)}; es dient sowohl zur Winkelmessung als auch zur bequemen Ermittlung der verschiedensten astronomischen Beziehungen, vor allem auch solcher, deren man zu astrologischen Zwecken bedarf.

Fig. 1.



Das Astrolab besteht in der Hauptsache aus einer Scheibe, die so aufgehängt werden kann, daß sie sich genau vertikal einstellt. Über der Rückseite (Fig. 1), deren Rand in Grade geteilt ist, bewegt sich um den Mittelpunkt die Alhidade, ein Lineal aus Messing. Dies ist meist so zugeschnitten, daß die eine Kante der einen Hälfte und die andere Kante der anderen Hälfte in ihren Verlängerungen durch einen Mittelpunkt gehen; dadurch werden bei den Ablesungen an der Teilung auf dem Rand größere Exzentrizitätsfehler vermieden. Senkrecht auf der Alhidade sind zwei Metallplatten, die mit Löchern in gleichen Abständen von der Oberfläche der Alhidade versehen sind, die Absehen, angebracht. Die Alhidade dient zur Messung von Sonnen- und Sternhöhen u. s. w. Die Rückseite ist durch zwei zueinander senkrechte Durchmesser in vier Quadranten geteilt. Der obere linke

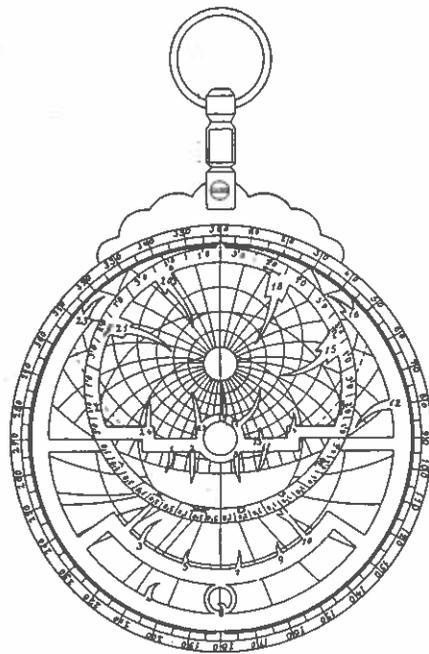
Quadrant ist oft durch gleichweit voneinander abstehende horizontale Linien in 60 gleiche Teile und damit der entsprechende senkrechte Radius in 60 gleiche

a) Zur Zeit bin ich damit beschäftigt, den ganzen irgend zugänglichen Stoff über das Astrolab aus dem Altertum und Mittelalter einheitlich zu einem Ganzen zu verarbeiten. Dabei werden zahlreiche Fragen, die hier nur gestreift werden können, eine besondere Würdigung finden; ein Teil ist erschienen in Sitzgsber. d. phys.-med. Gesellsch. Erlangen 50/51, 275 u. ff. 1918/19.

Teile geteilt. Diese Linien dienen zur Bestimmung des Sinus. (Der Radius ist dabei = 60 gesetzt). In dem oberen rechten Quadranten befinden sich Linien, die die konzentrischen Kreise schneiden, die krummen Stunden-Linien. Wegen ihrer Verwendung sei verwiesen auf J. Würschmidt¹⁾ u. auf die später erscheinende Arbeit von mir in der „Geschichte der Zeitmessung und der Uhren“, herausgegeben von Herrn Prof. Dr. v. Bassermann-Jordan. In den beiden unteren Quadranten ist vom Ende des 45. Grades aus je eine Senkrechte auf den horizontalen und vertikalen Durchmesser gefällt. Diese bilden mit den Abschnitten auf dem vertikalen und horizontalen Durchmesser zwei Quadrate, die „Leiter (*sullam*) der Schatten“. In dem einen Quadrat werden die Lote in 12 Teile (Finger), in dem anderen meist in 7 Teile (Fuße) geteilt. Legt man dann das eine Ende der Alhidade auf irgend einen Grad, so liest man mit dem anderen an den Loten die Schattenlängen oder die Kotagenten bzw. Tangenten ab und zwar in Fingern oder Fuß, wenn der Gnomon (*miqjäs*) in 12 Finger bzw. in 7 Fuß geteilt ist.

Auf der Rückseite sind manchmal auf dem Rande die Werte der Kotagenten konstruiert, so daß man sie ohne weiteres ablesen kann („Schattenquadrant“); ferner sind angegeben die Tierkreiszeichen, die 28 Mondstationen, die Monate des Jahres, so daß man in ihr ein Hilfsmittel für das Gedächtnis hat.

Fig. 2.



Der Rand der Vorderseite (Fig. 2) des Astrolabs ist in 360 Grade geteilt; die Teilung beginnt unterhalb der Handhabe. Die Vorderseite ist ausgedreht und trägt im Mittelpunkt einen als Achse dienenden Stab. In die Höhlung werden

in der Mitte durchbohrte Scheiben mit Liniensystemen gelegt, die je nach der Breite des Ortes, für den die Scheiben des Instrumentes bestimmt sind, z. Tl. verschiedene Lagen haben. (Fig. 3). Diese Linien sind die Projektionen von Kreisen auf der Himmelskugel von einem Pol des Äquators auf eine diesem parallele Ebene. Findet die Projektion vom Südpol aus statt, so heißt das Astrolab das nördliche, findet sie vom Nordpol aus statt, das südliche. Meist werden nördliche Astrolabien verwendet. Die Linien sind entweder gerade Linien, ganze Kreise oder Kreisbögen. Das nördliche Astrolab ist durch die Projektion des Wendekreises des Steinbocks begrenzt, das südliche durch den Wendekreis des Krebses. Von den zwei zueinander senkrechten Linien ist die horizontale die Projektion des Horizonts am Erdäquator. Sie geht durch die Schnittpunkte des Äquators und des Horizonts des betreffenden Ortes. Die zweite Gerade ist die „Linie der Mitte des Himmels“, die Projektion des Ortsmeridians. Der vom Schnittpunkt mit der Horizontlinie zur Aufhängung laufende Teil heißt die „Linie der Hälfte des Tages“. Sie geht durch die Projektionen des Nordpols und des Zenits von dem betreffenden Ort. Der unter der Horizontlinie befindliche Teil der Linie der Mitte des Himmels heißt „Linie der Mitte der Nacht“ oder Linie des „Pflocks der Erde“.

Die drei konzentrischen Kreise entsprechen beim nördlichen Astrolab von innen nach außen dem Wendekreis des Krebses, dem Himmelsäquator, dem Wendekreis des Steinbocks. Die Kreise bzw. Kreisbögen, die sich auf dem Meridian auf der einen Seite zusammendrängen, auf der anderen voneinander entfernen, sind die Projektionen der Himmelskreise, die dem Horizont parallel sind, der Höhenparallelen, der *muqantara*^{a)}. Der erste von unten ist der Horizont. Der innerste liegt um das Zenit (in der Figur der Punkt 90). Die von diesem nach der Horizontlinie gehenden Bögen sind Projektionen der Vertikalkreise zum Horizont, der Azimutalkreise. Auf der unteren Hälfte der Scheibe ist jeder der oben erwähnten drei konzentrischen Kreise zwischen dem Ost- und Westhorizont in 12 gleiche Teile geteilt; durch die entsprechenden Teilpunkte sind Kreise gelegt. Diese entsprechen den 12 zeitlichen, temporalen, krummen Stunden, bei denen der Tag, d. h. die Zeit zwischen Sonnenauf- und -untergang, bzw. die Nacht, d. h. die Zeit zwischen Sonnenuntergang und -aufgang, in 12 gleiche Teile geteilt ist. Außer diesen Kreisbögen sind auf der linken Seite der Linie des Pflocks der Erde noch drei Linien eingetragen. Während die Linie des Pflocks der Erde der sechsten Stunde, dem Augenblick, in dem das Sinken der Sonne merklich wird, dem *zawäl* entspricht, gehören die drei andern den Gebetszeiten des *zuhr* und *'aṣr* (s. w. u.) an. Gelegentlich finden sich hier auch die Linien der Morgen- und Abenddämmerung und Linien für die gleichförmigen, äquinoktialen Stunden, bei denen die Zeit von Mittag zu Mittag in 24 gleiche Teile geteilt ist. Beim Astrolab werden sie gewöhnlich vom Sonnenaufgang bzw. -untergang gezählt. Manche Astrolabien enthalten für astrologische Zwecke Scheiben mit den Projek-

a) Die Form *muqantara* kommt schon bei *Birāni* († 1048), *Abu'l Šalt* († 1134) vor und nicht, wie C. Nallino (*Rivista* 8, 369. 1919) meint, erst ziemlich spät.

tionen der Positionskreise, d. h. der größten Kugelkreise, die durch den Nord- und Südpunkt des Horizonts und außerdem durch je einen Grad des Himmels-äquators gehen, ferner eine Scheibe mit einer größeren Reihe von Horizontlinien (Horizontscheibe).

Über den Scheiben läßt sich die Spinne (Fig. 2) drehen. Sie ist eine durchbrochene Scheibe von der Größe der anderen Scheiben und enthält einen vollständigen Kreis, der exzentrisch zum Mittelpunkt der Scheibe liegt, durch den die Achse des Instrumentes geht. Er ist die Projektion der Ekliptik. Der durch den Mittelpunkt der Scheibe gehende Durchmesser verbindet die Anfangspunkte von Widder und Wage. Auf dem Ende des dazu senkrechten Durchmessers, der aber nicht gezeichnet ist, liegen oben der Anfang des Steinbocks, unten der des Krebses. Im Anfangspunkt des Steinbocks ist eine vorspringende Spitze angebracht, die bei der Drehung der Spinne über die Gradteilung gleitet, die auf dem Rande des Astrolabs sich befindet. Sie dient als Zeiger und gestattet, die verschiedenen Stellungen der Spinne zum Rande und auch zum Äquator, zu dem er konzentrisch ist, abzulesen. Die 12 Tierkreiszeichen und meist auch ihre Unterteile sind auf den vollen Kreis projiziert. Natürlich sind die erhaltenen Bögen für die einzelnen Zeichen und ihre Unterteile nicht alle untereinander gleich. Die einzelnen Spitzen („Splitter“) auf der Spinne stellen die Projektionen einer Anzahl besonders bekannter Fixsterne dar. In der „Normallage“ der Spinne liegen der Anfang von dem Widder und der von der Wage auf dem Horizont des Erdäquators, der zugleich die Verbindungslinie zwischen dem Ost- und dem Westpunkt des Horizonts am Beobachtungsorte bildet. Der Zeiger fällt bei der Normallage auf den Anfangspunkt der Gradzählung auf dem Limbus.

Abgesehen von einer kleinen Arbeit von A. Krziz²⁾, der einige der Aufgaben, die mittels des Astrolabs gelöst werden können, nach arabischen Quellen bespricht³⁾, ist meines Wissens noch keine arabische Schrift, die eine größere Anzahl dieser Aufgaben behandelt, ins Deutsche übersetzt worden. Da eine von Herrn Geheimrat E. Wiedemann aufgefundenen Schrift des *Muḥ. b. Mūsā al Chwārizmī*⁴⁾ eine Übersicht der wichtigsten in Betracht kommenden Aufgaben gibt, so dürfte deren Mitteilung in Übersetzung nicht ohne Interesse sein, um so mehr, als es sich um eine der ältesten Arbeiten auf diesem Gebiete handelt, wenn sie auch nicht alle Probleme erschöpft. *Ġābir b. Ḥajjān al Sūfī*⁵⁾ zählt in einer Schrift „Über den Gebrauch des Astrolabiums“ (H. Suter³⁾ Nr. 3, S. 1), deren 1000; doch dürften wohl nicht alle voneinander verschieden gewesen sein. Schon Ptolemaeus⁴⁾ bespricht in seinem Buch „De planisphaerio“ zwei dieser Probleme, nämlich die im folgenden

a) Es ist dies eine fast wörtliche Wiedergabe der im Jahre 1866 erschienenen Arbeit des August Krziz²⁾, des Vaters vom obigen Verfasser. Diese Schrift war anscheinend dem Sohne nicht bekannt. Aus ihr geht nicht hervor, was aus arabischen Quellen stammt, was eigene Zutaten sind.

b) Vergl. Suter³⁾ Nr. 19, S. 10. *Chwārizmī* starb um 840.

c) Wohl wie in anderen Fällen ist auch hier eine von irgend einem *Ġābir* verfaßte Schrift irrtümlich dem obengenannten zugeschrieben worden, der vor allem als Verfasser alchemistischer Schriften immer wieder aufgeführt wird.

angeführten Aufgaben Nr. 8 u. 9. Eine größere Zahl hat Theon⁵⁾ der Jüngere von Alexandrien zusammengestellt. Von Joh. Philoponos⁶⁾ ist uns eine eingehende Beschreibung der Lösung einiger Aufgaben erhalten und von Severus Sebokt⁷⁾ eine Schrift über den gleichen Gegenstand. Hieher gehört auch die lateinischen Übersetzung der Schrift von *Māschāllāh*⁸⁾ über das Astrolab und die von L. Cheikho⁹⁾ arabisch herausgegebene Schrift von *‘Alī Ibn ‘Isā* „Über die Anwendung des Astrolabs“. Von den diesbezüglichen Schriften aus der nachislamitischen Zeit sei nur verwiesen auf die des Joh. Stöffler¹⁰⁾ und die des M. Fr. Ritter¹¹⁾, der in deutscher Sprache ausführlich die Konstruktion und auch die Anwendung des Astrolabs besprochen hat. Die ältesten deutschen Abhandlungen über das Astrolab und besonders über seine Anwendung dürften die von Joh. Copp¹²⁾ und eine anonyme Schrift sein. Erstere trägt den Titel: „Wie man dits hochberumpt astronomischer oder geometrischer Kunst-Instrument Astrolabium brauchen soll u. s. w.“ Es erschien 1525 zu Bamberg und wurde von Z. Bornmann 1584 zu Breslau und 1597 zu Leipzig neu herausgegeben. Die anonyme Schrift erschien 1525 bei Ottmar, Augsburg, unter dem Titel: „Erklärung vund Gründliche vnterweysung, alles nutzes so in dem Edlen Instrument Astrolabium genannt u. s. w.“ E. Weller¹³⁾ schreibt in Nr. 3366 sie dem Copp zu.

Die Schrift von *Chwārizmī* befindet sich in einer Berliner Handschrift (Ahlwardt, Ldbg. 56, Nr. 5790 und 5793), die einmal das sehr wichtige „Werk des Vollkommenen“ (*kitāb al kāmīl*) von *Fargānī*, das von der Verwendung des Astrolabs handelt, enthält und dann die Schrift „Über die Herstellung des Astrolabs mittels der Geometrie“, die auch von *Fargānī* herrühren soll. Die Einleitung zu diesem Werke hat E. Wiedemann³⁰⁾ veröffentlicht. Nachdem in der Handschrift das Astrolab beschrieben ist, heißt es: „Es sagt *Muḥ. b. Mūsā al Chwārizmī* u. s. w.“ Über den Umfang dieser Schrift von *Chwārizmī* können Zweifel bestehen. Sie reicht sicher von fol. 81^v—88^v. In diesem Teil werden die einzelnen Aufgaben ohne besondere Überschriften aufgeführt. Daran schließt sich unmittelbar eine ganze Reihe von Aufgaben an, die mit besonderen Überschriften versehen sind, aber vielleicht doch noch zu der Schrift von *Chwārizmī* gehören. Denn es werden nur Aufgaben behandelt, die in dem früheren Teil noch nicht vorkommen. Nach Aufgabe Nr. 40 — die Nummerierung der Aufgaben ist von mir eingeführt — kommt fast ganz unmittelbar die Konstruktion eines Zirkels, mit dem man die Stunde des *‘aṣr*-Gebetes bestimmen kann, und die Beschreibung seiner Anwendung. Dieser Abschnitt ist von E. Wiedemann und J. Frank³¹⁾ veröffentlicht. Es schließt sich dann ein Abschnitt an über die Herstellung einer Scheibe, mit der man die Höhe ermitteln und den Aufgang des Mondes in jeder Nacht bestimmen kann. Auf dieses Problem wird an anderem Ort eingegangen werden. Auf diese Abschnitte folgt eine Reihe von Tabellen, die hier für uns ohne Interesse sind. Daran reihen sich die Aufgaben Nr. 41—43 an. Den Schluß der Handschrift habe ich S. 30 angegeben. Dagegen, daß die späteren Abschnitte auch von *Chwārizmī* stammen, spricht die Art der Darstellung, die nicht so klar und durchsichtig ist wie im früheren Teil. In Bezug auf die Abschnitte von Aufgabe Nr. 32 an ist zu

beachten, daß in dem Beispiel über die Bestimmung des Breitenunterschieds die Breite 37° vorkommt. Dies ist die Breite von *Marāġa*, und man könnte vermuten, daß dieser Teil, wenn er nicht von *Chwārizmī* stammt; von einem der viel späteren Astronomen an der berühmten Sternwarte herrührt.

Übersetzung.

Die Übersetzung^{a)} lautet: *Muḥammed ben Mūsā al Chwārizmī* sagt. Das erste, wessen der bedarf, der das Astrolab anwendet, ist die Bestimmung der Höhe.

1) Um die Höhe [der Sonne] zu bestimmen, kehre das Astrolab mit seinem Rücken Dir zu und hänge es an Deiner rechten Hand auf; dabei steht die Sonne Deiner linken Schulter gegenüber. Dann richte die neunzig Striche (*ḥatt*) [der Gradteilung], die sich auf dem Rücken des Astrolabs befinden, nach der Sonne. Hierauf hebe stetig die Alhidade, bis Du die Sonne in beide Löcher eintreten siehst. Dann sieh zu, auf welche Stelle der Zeiger, der sich an der Alhidade befindet — dieser ist ihr zugespitztes Ende — von den 90 Teilen (*ġuz'*) fällt, die sich auf dem Rücken des Astrolabs befinden. Dies ist die Sonnenhöhe zu dieser Stunde. Merke sie Dir!

2) Um das *ṭāli'* (das Aufgehende, Horoskop, ascens) und die Stunden des Tages und deren Bruchteile, die verflossen sind, zu bestimmen, ermittle die Höhe, wie wir dies Dir beschrieben haben, und die Stelle der Sonne in ihrem Tierkreiszeichen und in ihrem Grad, wie diese Dir [aus Tabellen] bekannt ist. Dann stelle den Sonnengrad im entsprechenden Tierkreiszeichen auf diese Höhe ein, nämlich auf die entsprechende *muqanṭara* auf der Ostseite, vorausgesetzt, daß die Messung vor Mittag erfolgt, und auf der Westseite, vorausgesetzt, daß die Messung nach Mittag geschieht. Dann sieh zu, welches Tierkreiszeichen und welchen seiner Grade die erste Muq.^{b)} schneidet. Der betreffende Grad dieses Tierkreiszeichens ist das *ṭāli'*.

2a) Dann sieh zu, auf wieviel Stunden, die dem Sonnengrade gegenüberliegende Stelle [= Gegenrad der Sonne] fällt; dabei beginne mit der Zählung der Stunden auf der Westseite; das Resultat gibt die von dem Tag verflossenen Stunden und den Bruchteil einer solchen, falls einer vorhanden ist. Merke Dir die ganzen (*ṣaḥāḥ*) Stunden!

2b) Um den Bruchteil der [betreffenden] Stunde zu bestimmen, — es ist der Überschuß über die ganzen Stunden — sieh zu, auf welchem Grad auf dem geteilten Rand [*ḥuġra*, Limbus] des Astrolabs der Zeiger am Anfang des Steinbocks [auf der Spinne] sich befindet. Dann richte Dein Augenmerk auf den

a) Herrn Geheimrat Dr. E. Wiedemann, der mir seine Übersetzungen überließ, sei auch an dieser Stelle für seine liebenswürdige Unterstützung bestens gedankt, ebenso Herrn Prof. Dr. Weil an der Berliner Staatsbibliothek für die Überlassung der Handschrift.

b) Ich habe das Wort *Muqanṭara* mit Muq. abgekürzt. *muqanṭara* und *ṭāli'* seien als Fremdwörter im Deutschen betrachtet und daher als Hauptwörter geschrieben.

Gegenrad der Sonne [drehe ihn], bis Du ihn auf die vollendete Stunde gelegt hast; dann sieh zu, um wie viel der Zeiger [an der Spinne] von dem Ort, auf dem er ursprünglich stand, absteht. Die betreffenden Grade geben an, um wie viel er die ganzen Stunden übertrifft; das Resultat ist bezogen auf die Teile der Tages(*nahār*)-Stunden an diesem Kalender-Tage (*ġaum*).

2c) Um die [Bruch-]Teile der Tagesstunden zu bestimmen, bringe den Sonnengrad auf eine andere Stunde [nämlich auf das Ende der noch nicht vollendeten] von dieser zweiten Stelle aus; dann sieh zu, um wie viel sich von dieser zweiten Stelle aus der Zeiger verschoben hat. Das Resultat gibt die einer Tagesstunde entsprechenden Teile [Äquatorgrade]. Dies merke Dir und beziehe darauf jenen Bruchteil. So erhältst Du das, was von dem Tage an Stunden und Teilen einer Stunde verflossen ist. Dann sieh auf die Linie der Mitte des Himmels, die gegenüber der Handhabe liegt. Der Grad des Tierkreiszeichens, der sie schneidet, ist der Grad der Mitte des Himmels. Mit dem Pflock der Erde verhält es sich gerade so.

2d) Beispiel. Wir maßen die Sonne in der Stadt des Heiles [*Bagdād*] und fanden für die Höhe 24° am Anfang des Tages [d. h. Vormittags]; die Sonne befand sich im 14. Grade des Skorpions. Wir legten den Sonnengrad auf die 24. Muq. von Osten her, da die Höhe am Anfang des Tages, d. h. Vormittags gemessen wurde, und fanden, daß die Muq. des Ostens den 9. Grad von dem Tierkreiszeichen des Schützen schneidet. Dann wissen wir, daß das *ṭāli'* der 9. Grad des Schützen ist. Für die „Mitte des Himmels“ finden wir den 22. Grad des Stieres, und daß er [d. h. der Gegenrad] auf eine Stelle bei der dritten Stunde fällt. Wir blicken dann auf den Zeiger für die Teile; er fällt auf 263°. Wir merken uns dies. Dann verrücken wir den Gegenrad der Sonne und legen ihn auf die zweite ganze Stunde; wir finden, daß der Zeiger von seiner [ursprünglichen] Stelle aus sich um 6° verschoben hat. Wir wissen, daß 6° sein Überschuß über 2 Stunden ist; es ist dies bezogen auf die Dauer der Tagesstunden. Wir fanden, daß der Zeiger auf 257° des Randes [für zwei Stunden] stand. Das merken wir uns. Wollen wir dann die Dauer [in Äquatorgraden] für die Tagesstunden erfahren, so stellen wir den Gegenrad der Sonne auf drei ganze Stunden und blicken auf den Zeiger; wir finden, daß er auf 270° steht. Wir suchen den Unterschied zwischen dieser Größe und 257° und finden ihn zu 13°. Dann wissen wir, daß von dem Tage verflossen sind 2 Stunden und 6 Teile von 13 Teilen der [krummen] Stunde.

3) Um das *ṭāli'* und die Stunden in der Nacht zu bestimmen, wobei die Messung an den Fixsternen auszuführen ist, hänge das Astrolab an Deiner rechten Hand auf und stelle die beiden Löcher der Alhidade gegenüber dem Stern, den Du messen willst. Dann blicke durch die beiden Löcher der Alhidade, [und drehe sie] bis Du den Stern mit einem Auge erblickst. Hierauf sieh zu, auf welchen Grad [der Höhentheilung] der Zeiger, nämlich derjenige der Alhidade, fällt; das ist die Höhe des Sternes, den Du gemessen hast. Nun kehre das Astrolab um und stelle die

Projektion*) des betreffenden Sternes auf diese Höhe von Osten her ein, falls der Stern die Linie der Mitte des Himmels nicht verlassen [überschritten] hat, sonst auf eine entsprechende Höhe auf der Westseite. Dann sieh zu, welches Tierkreiszeichen und welcher seiner Grade die Muq. des Ostens schneidet. Dies ist das Tāli'. Die Stelle, die die Linie der Mitte des Himmels schneidet, ist der Grad der Mitte des Himmels. Dann sieh zu, auf welche Stunde der Sonnengrad fällt; soviel Stunden sind von der Nacht verflossen. Bei den Bruchteilen der Nachtstunden verfähre mit dem Sonnengrad ebenso, wie mit dem Gegengrad der Sonne bei Tage verfahren wird.

4) Um das Astrolab auf seine Fehlerlosigkeit zu prüfen, bestimme das Tāli', und wie viel Stunden des Tages verflossen sind, wie wir dies am Anfang des Buches [d. h. eben] beschrieben haben, dieselben Größen bestimme [ferner] auf rechnerischem Wege mittels der Tabelle (ziġ). Stimmt [letzteres Resultat] mit demjenigen, das durch das Astrolab geliefert wird, so ist das Astrolab richtig.

Beispiel: Wir beobachten die Sonne, die in 15. Grad des Stieres steht. Ihre Höhe finden wir zu 44° . Mittels der Rechnung bestimmen wir aus der Tabelle, wie viel Stunden des Tages verflossen sind. Es sind $3\frac{1}{6}$. Der Himmel hat sich gedreht um $53^{\circ} 15'$. Hiemit gehen wir in die Aszensionen von Bagdād ein, die in einer Tabelle aufgeführt sind und finden ihr [dieser Zahl] gegenüber $24^{\circ} 2'$ von den Fischen auf der Ekliptik; das ist der Grad der Mitte des Himmels. Erhältst Du mit dem Astrolab denselben Wert, so ist das Astrolab richtig.

5) Um den Tagbogen an irgend einem [Kalender-]Tag zu bestimmen, lege den Sonnengrad auf die Muq. des Ostens; dann sieh zu, wohin der Zeiger [auf dem Limbus] fällt, und mache dort ein Zeichen, dann drehe den Sonnengrad, bis er auf die Muq. des Westens fällt, und sieh zu, wohin der Zeiger gelangt. Dann zähle die Grade auf dem Limbus zwischen der ersten und der zweiten Lage des Zeigers. Das Resultat gibt den Tagbogen.

6) Um den Nachtbogen zu bestimmen, ziehe den Tagbogen von 360° ab. Das Resultat ist der Nachtbogen.

7) Um die Anzahl der Stunden [der Äquinoktialstunden] des Tages zu finden, teile den Tagbogen durch 15, das Resultat ist [die Anzahl der] Stunden des Tages; dann ziehe die [Anzahl der] Stunden des Tages von 24 ab; der Rest ist [die Anzahl der] Stunden der Nacht.

8) Um die Aszensionen in der sphaera recta mit dem Astrolab zu bestimmen, lege den Anfang des Steinbocks auf die Linie der Mitte des Himmels, dann [drehe die Spinne, bis das Ende des Steinbocks auf die Linie der Mitte des Himmels fällt und] sieh zu, wieviel Grade der Zeiger auf dem Limbus abschneidet;

a) *ra's al kaukab* heißt wörtlich „Kopf des Sternes“ oder „Anfang des Sternes“; an mehreren Stellen ist von dem „zugespitzten Kopf des Sternes“ die Rede. Immer ist dies mit „Projektion des Sternes“ übersetzt; denn offenbar ist damit die Spitze des kleinen Splitters auf der Spinne (Fig. 2) gemeint, die der Projektion des Sternes entspricht.

dies ist das, was mit dem Steinbock aufgeht. Ebenso verfähre mit den anderen Tierkreiszeichen.

9) Um die Aszensionen für irgend einen Ort zu bestimmen, lege die Scheibe, die der Breite des Ortes entspricht, zu oberst, dann nimm ein beliebiges Tierkreiszeichen und lege seinen Anfang auf die Muq. des Ostens, dann drehe es, bis sein Ende [auf dieselbe Muq.] gelangt, dann sieh zu, wie viel Grade der Zeiger abschneidet [auf dem Limbus]. Das ist, was mit ihm [dem ganzen Tierkreiszeichen] aufgeht. Ebenso verfähre bei den anderen Tierkreiszeichen.

10) Um den Sonnengrad zu bestimmen, ermittle [aus einer Tabelle] deren höchste Erhebung an diesem Tage, dann beachte, in welcher Jahreszeit Du Dich befindest, hierauf drehe die Tierkreiszeichen desjenigen Viertels, in dem Du Dich befindest, [das der Jahreszeit entspricht] auf die Linie der Mitte des Himmels. Die Sonne befindet sich in demjenigen Grad, dessen Höhe mit der von Dir gefundenen übereinstimmt.

11) Um den Grad des Mondes und der fünf Sterne [Planeten] zu bestimmen, nimm die höchste Erhebung des Mondes oder diejenige eines der fünf Sterne [Planeten], dann nimm die Höhe eines Fixsternes zugleich mit derjenigen des Mondes oder des betreffenden Planeten. Mittels des Fixsternes bestimme das Tāli', wie ich dies am Anfang des Buches beschrieben habe [Nr. 3]. Dann sieh zu, in welchem Tierkreiszeichen und in welchem seiner Grade sich die Linie der Mitte des Himmels befindet. Der [Mond bzw.] der Stern liegt auf diesem Grad.

12) Um die [jeweilige] Breite eines Sternes [Planeten] zu bestimmen, sieh zu, wie groß die Höhe des Sternes [Planeten] in der Linie der Mitte des Himmels ist, den Du gemessen und dessen Ort Du bestimmt hast. Ist sie größer als die Höhe des Grades, in dem Du ihn gefunden hast, so nimm den Unterschied zwischen beiden. Das Resultat ist seine Breite nach Norden. Ist die Höhe des Sternes [Planeten] kleiner als diejenige seines Grades, so ist der Unterschied zwischen beiden seine Breite nach Süden.

13) Um die Neigung irgend eines Grades [d. h. die Deklination des betreffenden Punktes des Tierkreises] zu bestimmen, lege den Grad auf die Linie der Mitte des Himmels, dann sieh zu, wie groß die Höhe ist, die Du findest, und merke sie Dir; dann betrachte den Kreis auf der Scheibe, auf dem sich der Anfang des Widders und der Wage dreht, und sieh zu, in welcher Höhe er die Linie der Mitte des Himmels trifft. Dann nimm den Unterschied zwischen beiden [Werten]; diese ist die Deklination des Grades. Ist die Höhe des Grades größer als diejenige des Widders, so ist die Deklination eine nördliche; ist sie kleiner, so ist sie eine südliche.

14) Um die Orte der Fixsterne auf dem Astrolab zu bestimmen, bringe die Projektion der Sterne auf die Linie der Mitte des Himmels; dann sieh zu, welches Tierkreiszeichen und welcher seiner Grade mit der Linie der Mitte des Himmels zusammenfallen. Das ist der Ort der Sterne — nach der Länge. Und wisse dies.

15) Um die Breite der Fixsterne zu bestimmen, sieh zu, in welcher Höhe der Grad, in dem der Stern steht, auf der Linie der Mitte des Himmels sich befindet, und merke sie Dir [außerdem bestimme die Höhe des Sternes in der Mitte des Himmels]. Der Unterschied ist die Breite des Sternes. Ist die Höhe des Sternes größer als die Höhe des Grades, so ist sie eine nördliche, ist sie kleiner, so ist sie eine südliche.

16) Um zu bestimmen, mit welchem Grad der Stern aufgeht, bringe die Projektion [des Sternes] auf die Muq. des Ostens. Dann sieh zu, mit welchem Tierkreiszeichen und mit welchem seiner Grade die Muq. des Ostens zusammenfällt. Mit diesem Grad geht zugleich der Stern auf.

17) Um zu bestimmen, mit welchem Grad er [der Stern] untergeht, lege das Ende des Sternes [die Projektion] auf die Muq. des Westens und sieh zu, mit welchem Tierkreiszeichen und welchem seiner Grade die Muq. des Westens zusammenfällt.

18) Um zu bestimmen, mit welchem Grad der Stern läuft (*jara*), und wie groß seine Höhe in der Mitte des Tages ist, lege seine Projektion auf die Linie der Mitte des Himmels. [Die Muq.], mit der er zusammenfällt, gibt die Höhe des Sternes zu Mittag; es ist die größte Höhe, die an diesem Ort [für den Stern] eintreten kann. Dann drehe den Tierkreis, und der Grad, der mit dieser Erhebung auf der Linie der Mitte des Himmels zusammenfällt, ist derjenige, der bei dem Umlauf (*mağra*) des Sternes mit diesem umläuft.

19) Um den Abstand des Sternes vom Äquator [die Deklination] zu bestimmen, sieh nach der Höhe der Projektion des Sternes und nach der Höhe des Breitenkreises^{a)} des Widders auf der Linie der Mitte des Himmels, dann nimm die Differenz zwischen beiden; diese ist der Abstand von dem Äquator. Liegt die Projektion des Sternes innerhalb des Breitenkreises des Widders nach dem Pol zu, so ist seine Deklination nördlich, liegt sie außerhalb nach dem Rand zu, so ist sie südlich.

20) Um die beiden Bögen [Tag- und Nachtbogen] für irgend einen beliebigen Stern zu bestimmen, lege seine Projektion auf die Muq. des Ostens, sieh zu, wohin der Zeiger [auf dem Limbus] fällt, und merke Dir dies. Dann drehe die Projektion des Sternes so lange, bis Du sie auf die Muq. des Westens legst, und sieh zu, wohin der Zeiger fällt. Dann zähle vom ersten Ort bis zum zweiten auf dem Breitenkreis des Sternes. Das Resultat ist der Tagbogen [dies von 360° abgezogen, gibt den Nachtbogen].

21) a) Um den Schatten aus der Höhe zu bestimmen und zu erfahren, wie man ihn konstruiert, verfährt Du folgendermaßen: Lege den Zeiger an der Alhidade auf 45° der Höhe. Dann sieh zu, auf welche Stelle [des Randes] das Ende des Zeigers fällt, und zwar an der Stelle des Kreises auf dem Rücken des Astrolabs, die gegenüber der [Teilung für die] Höhenbestimmung liegt. Dort mache ein Zeichen und ziehe eine Linie senkrecht zu derjenigen Linie, die der

a) Unter Breitenkreis ist die Projektion des Umlaufkreises verstanden.

Handhabe des Astrolabs gegenüber liegt und ein Durchmesser des Kreises ist. Ferner ziehe eine andere Linie senkrecht zu der durch die Ost- und Weststelle gehenden Linie. Jede dieser [senkrechten] Linien teile in 12 gleiche Teile. Dies ist seine Konstruktion [nämlich die des Schattenquadrates] (Vergl. Fig. 1).

b) Zur Bestimmung des Schattens verwende dieses Quadrat folgendermaßen: Beobachte die Sonne [mit der Alhidade], wann Du willst, und bestimme ihre Höhe. Dann sieh zu, auf welche der beiden Linien und auf wie viele Teilstriche der Teilung der der Höhe gegenüberliegende Zeiger fällt. Ist die Höhe kleiner als 45°, so zähle die Teilstriche von dem rechten Winkel [an der Ost-Westlinie] bis zu dem Zeiger. Das Resultat ist der Durchmesser des Schattens (*qatr al zill*). Ist die Höhe größer als 45°, so zähle von dem rechten Winkel [an der Vertikalen]; das Resultat ist der Schatten (*zill*).

22) Um die Breite des Ortes zu bestimmen, miß zu Mittag die höchste mögliche Stelle der Sonne [d. h. zur Zeit der Sommerwende] und merke sie Dir, dann kehre das Astrolab um und lege den Sonnengrad auf die Linie der Mitte des Himmels^{a)}. Fällt er mit der Höhe zusammen, welche sich Dir [aus der Beobachtung] zu Mittag ergeben hat, so bist Du in jenem Klima, dessen Breite gleich derjenigen ist, für die jene Scheibe hergestellt wurde, auf der Du die Messung angestellt hast.

b) Ist die Höhe des Sonnengrades eine andere, so nimm [auf der Scheibe] den Unterschied zwischen der Höhe des Sonnengrades und derjenigen des Anfangs des Widders und merke ihn Dir. Liegt die Sonne nach Norden [d. h. hat sie eine nördliche Deklination], so zieh den Unterschied zwischen beiden Höhen, den Du Dir gemerkt hast, von der durch die Beobachtung (*qiyās*) gefundenen Höhe ab. Das Resultat ist die Höhe des Widders in dem Klima, in dem Du Dich befindest. Befindet sich die Sonne im Süden, so addiere, was Du Dir gemerkt hast, zu der beobachteten Höhe; das Resultat ist die Höhe des Widders an dem Ort, an dem Du Dich befindest. Das Resultat aus der Addition oder Subtraktion ziehe von 90° ab. So erhältst Du die Breite des Ortes.

23) Um die Höhe [der Sonne] aus dem Tāli' zu bestimmen, fasse den Grad des Tāli' ins Auge und lege ihn auf die Muq. des Ostens. Dann sieh zu, welche Höhe[nzahl] die Muq. hat, auf die der Sonnengrad fällt. Dies ist die Höhe [der Sonne] zu dieser Stunde. Dann sieh zu, ob sie [die Höhe] nach dem Westen oder dem Osten zu gelegen ist. Und bestimme dies.

24) Um aus dem Tāli' zu bestimmen, wie viele Stunden des Tages verflossen sind, lege den Grad des Tāli' auf die östliche Muq. und sieh, auf welche Stunde und welchen Bruchteil von ihr der Gegengrad der Sonne fällt, wie ich Dir das auseinandergesetzt habe; soviel Stunden des Tages sind verflossen. Bei Nacht sieh, auf welche Stunde der Sonnengrad selbst fällt; sovielen Stunden der Nacht sind verflossen.

a) Das folgende bis zum Schluß des Abschnittes fehlt in der Handschrift und ist entsprechend ergänzt.

25) Um die Sonnenhöhe, falls die Stunden angegeben sind, zu bestimmen, lege den Gegengrad der Sonne auf die gewünschte Stunde; dann sieh, auf welche der Höhe entsprechende Muq. der Sonnengrad fällt, und zwar von Osten oder von Westen her. Das [die Ordnungszahl der Muq.] ist die Höhe.

26) Um aus dem Tāli' die Höhe eines Sternes in der Nacht, während er sich über der Erde befindet, zu bestimmen, lege den Grad des Tāli' auf die Muq. des Ostens [dann sieh zu, auf welche Muq. der Stern fällt], das [ihre Ordnungszahl] gibt die Höhe des Sternes zur betreffenden Zeit. Dann sieh zu, ob die Höhe von Osten oder Westen aus zu nehmen ist).

27) Um dies [die Höhe des Sternes] aus den Stunden zu bestimmen, lege den Sonnengrad auf die gewünschte Stunde[nlinie]; dann blicke auf den Stern, der sich oberhalb der Erde befindet [und sieh, auf welche Muq. er fällt]. Die Höhe, die ihr von Osten oder Westen her entspricht, ist die Höhe des Sternes zu jener Stunde.

28) Um aus jener Höhe des Sternes zu ermitteln, ob es Nacht oder Tag ist, so daß man sagt: „jene Höhe ist eine bekannte [gegebene] Zahl, und man will wissen, ob es Tag oder Nacht ist“, verfähre folgendermaßen: Lege die Projektion des Sternes auf die [der] betreffende[n] Höhe [entsprechende Muq. und zwar] auf ihre [östliche oder westliche] Seite, auf der er, nämlich der Stern, sich befindet. Dann sieh auf den Sonnengrad. Fällt er auf eine Stelle der Muq., so ist es Tag, fällt er auf eine andere Stelle^{a)}, so ist es Nacht^{b)}.

29) Um die äquinoktialen Stunden [die seit Tagesausbruch verflossen sind] in temporale und die temporalen in äquinoktiale zu verwandeln, stelle den Gegengrad der Sonne auf die gewünschte [krumme] Stunde. Dann sieh zu, auf welche Stelle [des Limbus] der Zeiger trifft, und merke Dir [die Ablesung], dann drehe den Gegengrad der Sonne, bis Du ihn auf die Muq. des Westens gebracht hast. Dann sieh zu, auf welche Stelle der Zeiger fällt, und suche die Zahl [der Grade], die sich zwischen beiden [Ablesungen] auf dem Limbus befindet. Um diese Größe hat sich der Himmel seit Sonnenaufgang bis zu dieser Zeit gedreht. Das teilst Du durch 15. Das Resultat sind die geraden [Äquinoktialstunden].

30) Um die krummen Stunden aus den gleichförmigen [äquinoktialen] zu bestimmen, nimm die gleichförmigen Stunden und multipliziere sie mit 15. Das Resultat merke Dir. Dann stelle den Gegengrad der Sonne auf die Muq. des Westens, sieh zu, auf welche Stelle [des Limbus] der Zeiger fällt, und merke es Dir. Dann drehe den Zeiger auf dem Breitenkreis des Himmels [d. h. dem Limbus], bis Du ihn von seiner Stelle um so viel Grade entfernt hast, als sich Dir aus der Multiplikation der äquinoktialen Stunden mit 15 ergeben hat. Dann sieh zu, auf die wievielte Stunde der Gegengrad der Sonne fällt. Dies

a) d. h. unter den Horizont, also auf die Stundenlinien.

b) Diese Aufgabe setzt voraus, daß es sich um eine Sternhöhe oberhalb des Horizontes handelt, da meist nur für diesen die Muq. gezeichnet sind, die eine Einstellung des Sternes auf eine bestimmte Höhe gestatten.

sind die krummen Stunden. Erhältst Du Brüche, so verfahr mit dem Sonnengrad wie [für Nachtstunden] mit dem Gegengrad.

31) Um die 12 Häuser kennen zu lernen, nachdem Du das Tāli' und die Pflöcke ermittelt hast, nimm die dem Grad des Tāli' gegenüberliegende Stelle und lege sie auf die 2 Stunden [linie] von der westlichen Seite her; dann sieh zu, welches Tierkreiszeichen die Linie der Mitte des Himmels schneidet, dies ist das Haus der Hoffnung (*raǰā*), dann stelle die dem Grad des Tāli' gegenüberliegende Stelle auf 4 Stunden und sieh zu, welches Tierkreiszeichen die Linie der Mitte des Himmels schneidet, es ist das Haus der Feinde (*u'dā'*), dann lege die dem Tāli' gegenüberliegende Stelle auf 6 Stunden und sieh zu, welche Stelle die Linie der Mitte des Himmels schneidet, dies ist das Tāli'. Fällt sie mit dem [Ausgangs-] Tāli' zusammen, so hast Du das Richtige getroffen. Ist das nicht der Fall, so hast Du einen Fehler begangen. In diesem Fall wiederhole Deine Arbeit! Dann lege das Tāli' auf 10 Stunden von Westen oder auf 2 Stunden von Osten her gerechnet und sieh welches Tierkreiszeichen und welcher seiner Grade die Linie der Mitte des Himmels schneidet, es ist das Haus der Reise. (*safar*) Dann lege das Tāli' auf 8 Stunden von Westen her und sieh zu, welches Tierkreiszeichen die Linie der Mitte des Himmels schneidet, es ist das achte (*tāmin*) Haus. Das Haus des Vermögens (*māl'*) liegt gegenüber dem achten Haus, das Haus der Brüder (*ichuān*) gegenüber dem Haus der Reise. Das Haus der Väter (*ābā*) gegenüber der Mitte des Himmels, das Haus des Kindes (*walad*) gegenüber dem Haus der Hoffnung, das Haus der Krankheit (*marad*) gegenüber dem Haus der Feinde und das siebente gegenüber dem Tāli'.

Wenn Du dies [die Ermittlung der gegenüberliegenden Häuser] lieber mittels des Astrolabs bestimmst, so mußt Du eines der Häuser auf der Linie der Mitte des Himmels bestimmen [auf diese bringen], dann ist dasjenige, das die Linie des Pflocks der Erde schneidet das jenem Haus gegenübergelegene. Wenn Gott will, erhaben ist er!

32) Bestimmung des Ortes der Strahlenwerfung mittels des Astrolabs^{a)}. Lege den Grad [irgend eines Wandelsternes] auf den Anfang einer Muq.^{b)} und mache beim Anfang des Steinbocks [auf dem Limbus] ein Zeichen [α]. Zu diesem Zeichen [α] füge 60° hinzu und lege den Anfang des Steinbocks auf die Summe [α + 60°]. Der Punkt [der Ekliptik], der jetzt auf die Muq. des Ostens fällt, ist der Sextilschein (*nūr al tasdis*). Ebenso verfähre beim Quadrat- und Trigonaldschein. Der Punkt [der Ekliptik], der dem Grad des Tāli' gegenüber steht, ist der Grad des Untergehenden.

33) Umwandlung der Geburtsjahre mittels des Astrolabs. Dazu bestimme, wie viele volle Jahre der Geburt^{c)} verflossen sind, multipliziere sie

a) Darüber, wie weit die folgenden Aufgaben noch von *Chwārizmī* herrühren, vergl. Seite 5.

b) Bei der ganz ähnlichen Aufgabe Nr. 42 steht statt „Anfang einer Muq.“ in richtigerer Weise „Muq. des Ostens“, d. i. Osthorizont.

c) In der Handschrift steht „der Geburten“, nach C. Nallino setzt man besser „der Geburt“.

mit $93^{\circ} 2'$ und ziehe von dem Resultat [A] einen vollen Kreis [360°] ab, wenn ein solcher [in A] enthalten ist [d. h. $A > 360^{\circ}$]. Den Rest [r] merke Dir! Dann drehe die Spinne, bis daß das Tâli' [der Geburt] mit dem Osthorizont zusammenfällt^{a)}. Dann bestimme die Stelle [z] auf dem Limbus, die dem Zeiger [auf der Spinne] gegenübersteht, und addiere dazu den Rest [r]. Auf die betreffende Stelle [z + r] lege den Zeiger. Der Punkt [der Ekliptik], der [jetzt] auf den Osthorizont fällt, ist das Tâli' der Geburt des [betreffenden] Jahres.

Um das Tâli' des [gegenwärtigen] Jahres mittels des Astrolabs zu finden, suche das [bekannte] Tâli' des vorhergegangenen Jahres und lege es auf die Muq. des Ostens [und merke den Grad z auf dem Limbus, auf den der Zeiger fällt]. Dazu [zu z] füge 93° (Sic!), das Resultat ist das Tâli'.

Um das Tâli' des ersten Viertels zu ermitteln, lege das Tâli' des Jahres auf die Muq. [des Ostens] und lies den Grad [z] ab, auf den der Zeiger fällt. Dazu [zu z] füge 49 hinzu, lege den Zeiger auf die entsprechende Zahl und blicke auf die Muq. des Ostens. Das Tierkreiszeichen bzw. sein Grad, den sie abschneidet, ist das Tâli' des 1. Viertels. Addiere zu dem 1. Viertel seine Zunahme, so erhältst Du das 2. Viertel. Ebenso verfähre mit jedem Viertel, mit dem Du [dies] ausführen willst.

34) Bestimmung, ob die Stadt, in der Du Dich befindest, südlich oder nördlich [von einer anderen] liegt. Die Stadt, in der Du eine größere [Äquator-] Höhe findest, liegt nach Süden, und die, in der Du eine geringere findest, nach Norden. Dies erkennst Du, falls Du die Sonne beobachtest, wann sie in den 1. Grad des Widders eintritt. Es [die Höhe] ist [z. B.] 53° und, wenn Du sie an demselben Tag in Kufa beobachtest, 58° . Die Differenz ist 5° . Der Ort mit der größeren Höhe liegt weiter nach Süden.

35) Bestimmung des Aufgangs [Anfangs] der Morgendämmerung und des Untergangs [Ende] der Abenddämmerung. Lege den Gegengrad der Sonne auf die 18. Muq. der Höhe vom Westen aus. Dann sieh zu, auf welche Stunde[nlinie] der Sonnengrad fällt. Zu der betreffenden Stunde geht die Morgendämmerung auf.

Untergang der Abenddämmerung. Um zu bestimmen, wann die Abenddämmerung untergeht [endigt], lege den Gegengrad der Sonne auf die 18. [Muq.] der Höhe von Osten aus. Dann sieh zu, auf welche Stunde[nlinie] der Sonnengrad fällt. Zu dieser Stunde geht die Abenddämmerung unter.

36) a) Bestimmung der Zeit des *zuhr* und des *'asr*. Dazu miß die Kulminationshöhe der Sonne. Von ihr ziehe 7° ab, das gibt den *zuhr*. Für die Zeit des *'asr* nimm die Kulminationshöhe [der Sonne] an jenem Tag und ziehe sie von 90° ab. Von dem Rest nimm $\frac{1}{10}$ und addiere es zur halben Kulminationshöhe. Das Resultat ist die Höhe zur Zeit des *'asr*. (S. Nr. 37).

b) In einer anderen Handschrift finde ich, [sagt der Verfasser]: Um das Tâli' des Jahres zu finden, füge zu dem Tâli' des vorhergehenden Jahres $93^{\circ} 15'$

a) Im Text steht fälschlich: .bis zusammenfällt das Tâli' oder eine der Linien des Ostens.

hinzu. Zwischen dem Tâli' des Jahres und dem 1. Viertel liegen $49^{\circ} \frac{2}{3}'$, zwischen dem Tâli' des Jahres und dem 2. Viertel $173^{\circ} 50'$ und zwischen dem Tâli' des Jahres und dem 3. Viertel $171^{\circ} 15'$.

37) Bestimmung des Azimuts mittels des Astrolabs. Ermittle die Höhe [der Sonne] und lege den Sonnengrad auf die entsprechende Muq. von Osten oder Westen aus. Dann sieh zu, welche Azimutallinie [auf der Scheibe] mit dem Sonnengrad zusammenfällt. Die so erhaltene Linie gibt das Azimut zu der betreffenden Zeit. Steht [die Zahl für] das Azimut, das Du erhalten hast, zwischen [der] Ost[linie] des [Erd-] Äquators und [der] nach „unterhalb der Erde“ [gehenden Linie], so liegt das Azimut zwischen Osten und Norden, und wenn die Zahl zwischen [der] Ost[linie] und der Linie der Mitte des Himmels steht, so liegt es zwischen Osten und Süden, wenn sie zwischen [der] West[linie] des [Erd-]Äquators und der Linie der Mitte des Himmels steht, so liegt es zwischen Süden und Westen und, wenn sie zwischen [der] West[linie] und [der] nach „unterhalb der Erde“ [gehenden Linie] steht, so liegt es zwischen Westen und Norden.

Die Verwendung des Azimuts ist folgende. Man ermittle mit seiner Hilfe die Mittagslinie. Die Linie des Ostens des [Erd-]Äquators trennt die Azimutallinien auf der Ostseite in dem Raum zwischen den beiden „6“ (*al wâwain*) und die Linie des Westens des [Erd-]Äquators die Azimutallinie auf der Westseite in dem Zwischenraum zwischen den beiden „6“ [6 bedeutet die Ordnungszahl der 6. Azimutallinie]

Um die Zeit des *zuhr* zu bestimmen, lege den Sonnengrad auf 14° des Azimuts von Westen aus. Dann sieh zu, auf welche Muq. der Höhe er [der Sonnengrad] fällt. Diese gibt das Ende der Zeit des *zuhr* im Westen.

Um das Ende der Zeit des *'asr* zu erhalten, ziehe die Kulminationshöhe von 90° ab. $\frac{1}{10}$ des Restes addiere zu der [halben] Kulminationshöhe. Das Resultat gibt die Höhe am Ende des *'asr*.

38) Bestimmung der Zeit des Mondaufgangs. Dazu bestimme den Grad der Sonne und des Mondes. Liegen zwischen dem Mond und der Sonne weniger als 180° , so teile den Abstand durch die Dauer einer [krummen] Tagesstunde. Man erhält so die bis zum Aufgang des Mondes verflossenen Tagesstunden. Liegen zwischen Mond und Sonne mehr als 180° , so multipliziere die Dauer der [Tages-]Stunde mit 12 und ziehe von dem Abstand zwischen ihnen das Produkt ab. Den Rest dividiere durch die Dauer der Nachtstunde. Das Resultat gibt die Nachtstunden, die bis zum Aufgang des Mondes verstrichen sind. Der Abstand zwischen Sonne und Mond wird durch die Aszensionen der Grade [in sphaera obliqua] gemessen. Ist der zwischen dem Grad des Mondes und dem der Sonne gelegene Bogen kleiner als der halbe Tagbogen, und ist er näher an dem Aufgang [der Sonne], so beziehe beide [Grade] auf den Aufgang der Sonne, und ist er näher an dem Mittag, so beziehe auf den Mittag, und ist er näher an dem Untergang der Sonne, so beziehe auf den Untergang. Ist er [der Bogen] größer als der Tagbogen und kleiner als [der Tag- und] der halbe

Nachtbogen um einen Betrag, der kleiner als der halbe Nachtbogen ist, so beziehe auf den Anfang der Nacht, wenn er näher der Mitte der Nacht, so beziehe auf Mitternacht und, wenn er näher am Sonnenaufgang ist, auf den Morgen. Dies ist nur angenähert. Willst Du dies genauer wissen, so ermittle für Sonne und Mond die entsprechenden Tag- und Nachtstunden und verfähre wie vorher.

Willst Du wissen, wie lange [der Mond] nach Eintritt der Nacht sichtbar bleibt, so ziehe von der Entfernung [δ] zwischen ihnen [Mond und Sonne] und den Tagbogen [t] [den Tagbogen der Sonne T] ab. Den Rest [$\delta + t - T$] teile durch die Dauer einer Nachtstunde, dann erhältst Du die Stunden des Verbleibens des Aufgehenden [Mondes].

39) Bestimmung des Tāli' mit dem Mond. Nimm die Höhe des Mondes und bestimme, ob er im Osten oder Westen steht. Dann bestimme Länge und Breite des Mondes [aus einer Tab.] zu dieser Stunde. Ist letztere nördlich, so ziehe von der Höhe des Mondes einen Betrag gleich seiner Breite ab, ist sie südlich, so addiere sie zur Höhe. Das Resultat nimm als Höhe des Mondes. Lege den Mondgrad auf die entsprechende Höhe [Muq.] von Osten, falls der Mond zu jener Zeit im Osten stand und, wenn er im Westen stand, auf die Westseite wie bei der Sonne. Der Grad des Tierkreises, der mit dem Osthorizont zusammenfällt, ist das Tāli'. Und wisse, daß der Mond, wenn er den Kopf überschritten hat, so lange nördliche Breite hat, bis er mit dem Schwanz zusammenfällt, und wenn er den Schwanz überschritten hat, südliche Breite hat, bis er mit dem Kopf zusammenfällt.

40) Willst Du bestimmen die Mitte (*intiṣāf*) des Tages in 2 Städten, so nimm die Sonnen[höhe] mittels der beiden Löcher an der Alhidade zu Mittag in einer der beiden Städte, dann in der anderen an demselben Tag und ziehe die kleinere [Höhe] von der größeren ab. Je 15° des Unterschieds sind eine gleichförmige Stunde. Der Ort mit der größeren Höhe liegt weiter nach Osten. So ist die Länge von Bagdad 70°, die von Damaskus 60°, der Unterschied $\frac{2}{3}$ Stunden.

41) Angabe des Grundes, warum das Astrolab die Namen trägt: das vollständige, das halbe, das drittel, das fünftel, das sechstel. Die Linien, welche auf allen Astrolabien in gleicher Weise vorkommen, sind die Kreise der Breitenkreise [der Parallelen zum Äquator], nämlich die [Breitenkreise] des Krebses, des Widders und des Steinbocks, die Linien des Meridians und des [Erd-]Äquators. Nur die Kreise der Muq. unterscheiden sich. Beim vollständigen [Astrolab] finden sich 90 solcher Kreise. Das Instrument, auf dem es 45 sind, ist das halbe, und das, auf dem es deren 30 sind, das drittel; denn für jeden 3. Grad ist ein Kreis gezogen. Auf dem [Astrolab], welches das fünftel heißt, liegen zwischen je 2 Kreisen 5 Grade. Sind es im Ganzen 15 Kreise, so heißt das Astrolab ein sechstel und, wenn es 9 sind, ein zehntel; denn auf diesem Astrolab ist der Abstand zweier Kreise 10 Grad. In ganz derselben Weise werden die Tierkreiszeichen untergeteilt.

42) Bestimmung des Ortes der Strahlenwerfung mittels des Astrolabs. Um den Ort der Strahlenwerfung zu bestimmen, nimm den Grad [des Wandelsternes] und lege ihn auf die Muq. des Horizonts. Willst Du den Ort der Strahlenwerfung des linken Sextilscheins finden, so mache am Anfang des Steinbocks [auf dem Limbus] ein Zeichen, drehe ihn um 60° und sieh, auf welches Tierkreiszeichen und welchen Grad [von ihm] die Muq. des Horizonts fällt. Dieses ist die Stelle seines linken Sextilscheins. Willst Du den rechten haben, so drehe den Anfang des Steinbocks von seinem Ort in entgegengesetztem Sinne um 60°. [Die Stelle der Ekliptik], mit der die Muq. des Horizonts zusammenfällt, ist die des rechten Sextilscheins. Um den Trigonschein zu erhalten, drehe um 120°, um den Quadratschein zu erhalten, um 90° nach rechts und nach links wie im ersten Fall.

43) Die Einteilung der Erdkugel in 5 Zonen (*tariq*) von Ptolemaeus. Die 1. Zone, die nach Norden zu liegt, ist 36° 9'; die 2. ist 30°, die 3., wo Tag und Nacht unter einander gleich sind, 47° 51' nach Norden und ebensoviel nach Süden, die 4. ist 30° und die 5. 36° 9', und alle diese zusammen geben 180°.

Bemerkungen zu der Übersetzung.

Die Übersetzung ist im Allgemeinen eine wörtliche.

Die einleitenden Worte zu den einzelnen Abschnitten lauten: „Willst Du kennen lernen, so tue das und das“. Es wurde das etwas freier gefaßt und dem Zusammenhang entsprechend übersetzt. In Fig. 1 ist nur die Lage der Absehen auf der Alhidade gezeichnet. Diese selbst müssen breiter als die Alhidade sein, damit die Sehlöcher über dem durch den Drehpunkt gehenden Durchmesser der Alhidade bzw. in einer dazu Parallelen liegen.

1) Wie erwähnt, heißt die Seite, auf der sich die zur Messung von Winkeln dienende Alhidade bewegt, der Rücken des Astrolabs. Die 90 Striche sind diejenigen der Gradteilung.

2) Das Tāli' „das aufgehende“ ist dasjenige Tierkreiszeichen, das zu einer bestimmten Zeit im Osten aufgeht. Es spielt bei der Aufstellung des Horoskops eine große Rolle, daher wird Tāli' geradezu mit Horoskop übersetzt.

Die Stellung der Sonne im Tierkreis zu der betreffenden Zeit ist in Tabellen gegeben.

Al Chwārizmī bezeichnet den Grad auf dem Tierkreis, in dem die Sonne steht, mit „*daraga*“, den auf dem Rand des Astrolabs gemessenen mit *ʿjuz'*. Ersteren nenne ich kurz „Sonnengrad“. Die erste Muq. ist der Horizont (s. oben). Die Muq. des Ostens ist der Teil des Horizontkreises, der von der Meridianlinie aus nach Osten geht, diejenige des Westens der entgegengesetzt liegende Teil des Horizontkreises.

2a) Auf den Scheiben sind, wie erwähnt, die Kreisbögen für die temporalen Stunden unterhalb des Horizontes aufgetragen. Dreht sich der Grad der Sonne von der Ostlinie nach oben, so bewegt sich die gerade gegenüberliegende, um 180° von ihm abstehende Stelle, sein *nāzir* [Gegengrad], über die Stundenlinien von Westen nach unten auf dem Nachtbogen des Sonnengrades. Die Stunden müssen daher von Westen aus gerechnet werden.

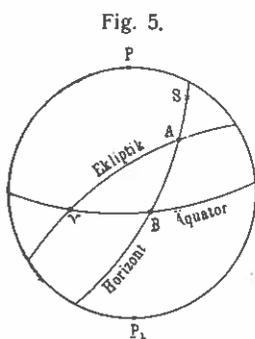
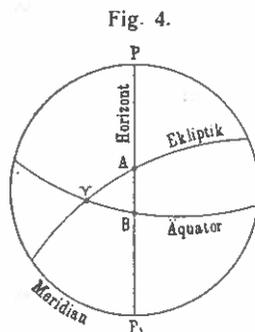
2b und 2c) Durch die Messungen erhält man auf der Teilung auf dem Rande, dem Limbus, die Anzahl der Äquatorgrade, um die sich die Sonne während einer zeitlichen Stunde bewegt hat. Diese sind aber, da es sich um temporale Stunden handelt von Tag zu Tag verschieden. Deshalb wird die einer Stunde entsprechende Anzahl von Graden besonders ermittelt, indem man den Gegengrad der Sonne um eine Stunde vorrückt. Befindet sich der Zeiger des Limbus ursprünglich auf dem Grade a, am Ende der vollendeten Stunde auf dem Grade b, an dem Ende der angebrochenen auf dem Grade c, so ist der Bruchteil der Stunde: $\frac{a-b}{c-b}$.

2d) Der Zeiger der Teile ist der am Anfang des Steinbocks an der Spinne angebrachte Vorsprung.

3) Bei Beobachtungen mit der Sonne stellt man die Alhidade so, daß die Sonnenstrahlen durch beide Löcher fallen, bei solchen an Sternen sieht man durch beide Löcher nach den Sternen.

4) Solche Prüfungen werden auch sonst angegeben. Tabellen, die dazu dienen können, hat *Chwārizmī* selbst aufgestellt.

5) Der Tagbogen ist der über dem Horizont von der Sonne beschriebene Bogen. Bei der Drehung der Spinne beschreibt der Sonnengrad einen Bogen auf einem Kreis, der zu dem Rand konzentrisch ist: der auf diesen sich bewegende Zeiger mißt daher auch den Tagbogen.



7) 24 äquinoktiale Stunden umfassen 360°, eine 15°.

8) Will man mit dem Astrolab den Grad des Äquators B bestimmen (Fig. 4), der mit einem Grad A der Ekliptik bei der sphaera recta gleichzeitig aufgeht, so legt man auf dem Astrolab den Anfang des Widlers auf den Ostpunkt des Horizontes, den Schnittpunkt mit dem Äquator; es schneiden sich also Ekliptik und Äquator im Widderanfang. Hierbei kommt die Spinne in ihre Normallage und der Zeiger am Anfang des Steinbocks zeigt auf Null. Dann dreht man die Spinne in normaler Richtung (im Uhrzeigersinn), bis der Grad A der Ekliptik die Meridianlinie, die man wie die Ostlinie als Horizont PP₁ der sphaera recta ansehen kann, schneidet, der Zeiger gibt an, welcher Grad B des Äquators, vom Steinbockanfang gezählt, gerade mit A aufgeht, und liefert auch die Rektaszension in unserem Sinne.

9) Bei der sphaera obliqua legt man die Spinne auf die Scheibe, die für den betreffenden Ort gezeichnet ist, bringt sie wieder in die Normallage und dreht jetzt, bis der Grad A der Ekliptik den östlichen Horizont dieses Ortes schneidet. Der Zeiger gibt wieder den Grad B des Äquators an, der gleichzeitig aufgeht. In diesem Fall wird vom Schnittpunkt der Ekliptik

mit dem Äquator, dem Widderanfang, gezählt. Will man aber wissen, wieviel Grade von dem Äquator über den Horizont sich erheben während des Aufgangs eines ganzen Tierkreiszeichens, und darum handelt es sich hier wie auch in Nr. 8, so verfährt man mit dem Anfang und dem Ende des Zeichens wie vorhin mit Punkt A und subtrahiert die Ablesungen am Zeiger auf dem Limbus. Zu den Aszensionen der sphaera recta und obliqua vergl. z. B. E. Wiedemann, Beiträge IX, 192.

10) Zweimal im Jahre erreicht die Sonne die gleiche Kulminationshöhe, nämlich in den beiden Punkten des Tierkreises, die dieselbe Deklination haben. Um zu entscheiden, in welchem Punkte sie gerade steht, muß man die Jahreszeit kennen.

11) Die Projektion des Mondes bzw. Planeten bei der Kulmination liegt auf der Linie der Mitte des Himmels. Kennt man aus der Höhe eines Fixsternes das *Tālī'*, so legt man es auf die Horizontlinie. Dadurch bringt man die Ekliptik auf der Spinne in die Lage, die der auf der Himmelskugel in diesem Augenblick entspricht. Der Grad des Tierkreises, der auf die Linie der Mitte des Tages fällt, ist der Grad des Mondes, d. h. der Grad der Mitkulmination, aus dem sich die Rektaszension des Mondes ergibt. Denn beide liegen auf der Linie der Mitte des Himmels, die ja die Projektion eines Deklinationskreises ist. Vernachlässigt man die Breite eines Wandelsternes, was oft geschah, so erhält man den „Grad der Ekliptik“, in welchem der Wandelstern steht, oder den „Ort der Länge“, d. h. die astronomische Länge.

12) Zum Verständnis dieses Abschnittes ist zu beachten, daß der Ausdruck „Breite“ in verschiedenem Sinne gebraucht wird: 1. Breite bedeutet den Abstand eines Ortes auf der Erde von dem Äquator (geographische Breite). In demselben Sinne kommt er auch für Sterne vor. So heißt es in der lateinisch erhaltenen Schrift *Māschāllāh's*⁹⁾ über das Astrolab p. 1309 *latiduto ab aequatore*; vergl. auch p. 1319, 1321. Aus diesem Grunde hält es wohl auch Werner¹⁴⁾ für nötig an einer Stelle in seinem Meteoroskop (S. 138ff.) besonders eine *latitudo ab ecliptica* zu betonen, um Mißverständnisse zu vermeiden. 2. Breite bedeutet den Abstand eines Sternes von der Ekliptik, gemessen auf einem Breitenkreise. 3. In unserm Fall ist die Breite die Entfernung eines Sternes von der Ekliptik, gemessen auf dem durch den Stern gelegten Deklinationskreis, vorausgesetzt, daß der Grad der Mitkulmination unter „Ort“ bzw. wie in Aufgabe Nr. 15 unter „Grad, in dem der Stern steht“, verstanden sein soll. Ist aber darunter der „Ort der Länge“ gemeint, so werden bei diesem Verfahren ein Deklinationskreis durch den Stern und ein zweiter durch den Ort der Länge, d. h. den Fußpunkt auf der Ekliptik des durch den Stern gehenden Breitenkreises gelegt und der Abstand beider vom Äquator gemessen. Die Differenz der sich ergebenden Werte ist kleiner als die astronomische Breite des Sternes. Denn die erstere ist die Kathete, die zweite die Hypotenuse eines rechtwinkligen Kugeldreiecks. Diese Kathete liegt auf dem Deklinationskreis durch den Stern, die andere Kathete auf dem durch den Fußpunkt gehenden Parallelkreis zum Äquator, während die Hypotenuse auf den Breitenkreis des Sternes fällt. Wir haben dann bei dieser Annahme, die die

wahrscheinliche ist, die Umkehrung dessen, von dem *Birûnî*¹⁵⁾ in seinem *kitâb al isti'âb* fl. 61^b folgendes sagt: „Wollen die Inder und Perser diesen Abstand [des Sternes vom Äquator] bestimmen, so nehmen sie die Neigung [Deklination] des Grades des Sternes und seine Breite. Liegen sie auf einer Seite, so addieren sie sie, und liegen sie auf verschiedenen Seiten, so ziehen sie das Kleinere von dem Größeren ab. Das Resultat nehmen sie als den Abstand von dem Äquator. Dem, der sich die astronomischen Verhältnisse vorstellt, bleibt nicht verborgen, daß die Neigung und die Breite auf zwei verschiedenen Kreisen der Lage nach gelegen sind außer für die Solstitialpunkte. Der Abstand eines jeden Punktes des Tierkreises liegt auf einem Kreis der Neigungen. Das, was sich den Früheren ergab, ist stets größer als die Wahrheit.“

Die gleiche Bestimmungsmethode wie bei *Chwârizmî* findet sich auch bei Severus Sebokt⁷⁾, *Mâschâllâh*⁸⁾, Alfons X²⁷⁾ (T. II, 278, Kap. 36), ferner auch in dem lateinischen anonymen Schriftchen „Astrolabii, quo primi mobilis motus deprehenduntur Canones“ (p. 16), das nicht, wie L. Hain¹⁶⁾ unter Nr. 1898 angibt, bei E. Ratdolt oder M. Cerdonis, sondern bei Paganinus de Paganinis in Venedig Ende des 15. Jahrhunderts gedruckt sein dürfte. Vergl. auch British Museum, Catalog etc. Suppl. 1900 unter Astrolabium. In dem Lagerkatalog Nr. 670 der Firma Joseph Baer & Co., Frankfurt a. M., findet sich unter Nr. 4062 ein Schriftchen mit genau dem gleichen Titel und der Angabe: Venet., P. Liechtenstein 1512. Ich konnte nicht erfahren, ob es sich um das gleiche Schriftchen handelt oder etwa um eine andere Ausgabe. Bei G. W. Panzer³²⁾ ist in Nr. 583, p. 409, Vol. 8 die gleiche Angabe zu finden.

Zur Bestimmung von astronomischer Länge und Breite mit dem Astrolab ist eine besondere Scheibe nötig, auf die die Parallel- und Vertikalkreise der Ekliptik projiziert sind. Eine Scheibe für eine Breite gleich dem Komplement der Ekliptikschiefe enthält diese Projektionen. Legt man auf eine solche Scheibe die Spinne in der Normallage, so kann man Länge und Breite aus der Scheibe entnehmen wie Höhe und Azimut aus der Scheibe des Beobachtungsortes. *Birûnî*¹⁷⁾ gibt im „Astrolab“ fl. 27^b dieses Verfahren an.

13) Es ist Kulminationshöhe = Äquatorhöhe + Deklination. Die Äquatorhöhe gibt die Ordnungszahl der Muq. an, in der die Projektion des Himmelsäquators von der Linie der Mitte des Tages geschnitten wird.

14) Die Durchführung dieser Aufgabe deckt sich mit der von Nr. 11. Man erhält dabei den „Grad der Mitkulmination“ und die Rektaszension eines Fixsternes, nicht den „Grad der Ekliptik“, wenn das unter „Ort der Sterne nach der Länge“ zu verstehen ist.

15) Siehe 12).

18) Es ist klar, daß nur die Sterne — es handelt sich hier um Mond und Planeten — einen Mitläufer haben können, die eine gleiche oder kleinere Kulminationshöhe als der Anfang des Krebses haben. Diese Aufgabe ist mir sonst nirgends begegnet.

19) Vergl. 13. Entsprechend der stereographischen Projektion vom Südpol

aus bilden sich alle nördlich des Äquators gelegenen Punkte innerhalb und die südlich davon gelegenen Punkte außerhalb seiner Projektion ab.

20) Es ist am Anfang von 2 Bögen, dem Tag- und Nachtbogen, die Rede. Es wird aber nur der Tagbogen mechanisch bestimmt. Da die Breitenkreise in der Projektion [Umlaufskreise] parallel dem Rande verlaufen, so ist die auf einem solchen erfolgende Drehung gleich der am Limbus gemessenen.

21) Es handelt sich um die Bestimmung der Schattenlänge eines Gegenstandes, die man für Sonnenhöhen über 45° unmittelbar ablesen kann. Für Höhen unter 45° ist die Länge gleich 144 : a (a = Zahl der von dem horizontalen Durchmesser aus gerechneten Teilstriche). Natürlich könnte man mit dem Schattenquadrat auch Tangenten bzw. Kotangenten bestimmen. Umgekehrt kann man aus der Schattenlänge die Sonnenhöhe mittels des Schattenquadrates finden. Die Linie, die der Handhabe gegenüber liegt, ist eigentlich nur der Teil des durch die Handhabe gehenden Durchmessers, der unterhalb des Mittelpunktes liegt.

Der Ausdruck *qatr al zill* ist nur selten. *Sibt al Mâridînî* († 1406/07 vergl. Suter³⁾ Nr. 421. S. 170.) benutzte ihn anscheinend für Sekante, d. h. für die Hypotenuse des rechtwinkeligen Dreiecks mit dem Gnomon und dem zugehörigen Schatten als Katheten. (Vergl. E. Wiedemann¹⁹⁾, Beiträge XVIII, 56.) *Schems al Din al Guzâlî* hat 1344 in seiner Schrift „Über die Anwendung des verborgenen (*ğâjib*) Sinus“ ein Kapitel „Die Bestimmung des *qatr al zill* aus dem *zill* und der Länge des Gnomons (*ğâma*)“ betitelt. (Katalog von Ahlwardt Nr. 5837). In der Abhandlung eines Unbekannten „Über den Sinusquadranten ohne Index, d. h. Bestimmung des Sinus des Bogens und des Bogens des Sinus und des Sinus versus und des Bogens des Sinus versus und des Bogens der Höhe“ heißt das 1. Kapitel: „Über die Bestimmung des *zill*“, das 2. „Über die Bestimmung des *qatr al zill*“. Herr Prof. Dr. Bergsträsser war so gütig, die in Betracht kommenden Stellen der Berliner Handschrift (Katalog von Ahlwardt Nr. 5831) abzuschreiben; aus ihnen ergibt sich für *qatr al zill* die gleiche Bedeutung wie bei *Sibt al Mâridînî*.

22) Zählt man an den Muq. irgend einer Scheibe den Unterschied zwischen den Kulminationshöhen des Sonnengrades und des Widderanfangs (= Äquatorhöhe) ab, so erhält man die Deklination des Sonnengrades. Diese von der gemessenen Kulminationshöhe subtrahiert, gibt die Äquatorhöhe.

23—27) Hier handelt es sich um Umkehrungen der Aufgaben Nr. 2 und 3.

31) Die Kenntnis der 12 Häuser (*bait*, domus, locus) war für die Astrologie von grundlegender Bedeutung. Es sind dies die 12 Kugelzweiecke, in die die ganze Himmelssphäre durch sechs größte Kreise zerlegt wird. Über die Lage dieser sechs Kreise, die ich „Grenzkreise“ nenne, bestanden verschiedene Ansichten. Vergl. Nallino¹⁸⁾ I, 247—249. *Birûnî*¹⁵⁾ gibt in seinem Werk *isti'âb* an, daß als Grenzkreise nur diejenigen genommen werden dürfen, die einerseits durch die Schnittpunkte des Meridians mit dem Horizont, also durch den Süd- und Nordpunkt, gehen, und die andererseits den 1. Azimutalkreis, d. h. den durch den Ost- und Westpunkt gehenden und zum Horizont vertikalen Kreis, in 12 gleiche Teile teilen. Zu diesen Grenzkreisen gehören der Horizont und der Meridian.

Vergl. dagegen die Positionskreise (S. 4), die nach anderer Ansicht die Häuser abteilen. Durch die 6 Grenzkreise wird der Tierkreis in 12 paarweise gleiche Teile zerlegt, von denen je 2 als Schnittpunkte der 2 Großkreise (Grenzkreis und Ekliptik) um 180° voneinander abstehen. Diese Teile des Tierkreises werden oft schlechthin „Häuser“ genannt. Da der Tierkreis infolge der Umdrehung des Himmels zu jeder Tageszeit eine andere Lage gegenüber den Grenzkreisen hat, wechseln die in den einzelnen Häusern befindlichen Tierkreiszeichen. Die Häuser werden entgegengesetzt der täglichen Umdrehung, also vom Ost- über den Pflock der Erde zum Westpunkt gezählt, sodaß das 1. Haus unterhalb des Osthorizonts sich an diesen anschließt, dann folgt das 2. und das 3., das an den unter dem Horizont befindlichen Teil des Meridians angrenzt, daran stößt das 4. Haus. Der nach Westen gelegene Halbkreis des Horizonts bildet die Grenze zwischen dem unterhalb des Horizonts gelegenen 6. und dem oberhalb befindlichen 7., während der sichtbare Teil des Meridians das nach Westen gelegene 9. und das nach Osten gelegene 10. Haus trennt. Das 12. Haus endigt am Ostteil des Horizonts. Gewöhnlich werden Teile von mindestens 2 Tierkreiszeichen in ein Kugelzweieck zu liegen kommen. Doch gilt nur das Zeichen als in dem Hause befindlich, das von dem betreffenden Grenzkreis geschnitten wird. Dieser Punkt heißt der Anfang des Hauses (initium, principium, cuspis). So ist das Zeichen des 1. Hauses „das *tālī*“, der Grad des Tierkreises, der mit dem Osthorizont zusammenfällt. S. w. u.

Verschiedene Astrolabien enthalten eine besondere Scheibe für die Häuser mit den stereographischen Projektionen der Grenzkreise. In diesem Fall ist die Bestimmung der Anfänge der Häuser sehr einfach. Man orientiert auf der Scheibe die Spinne so, daß das *Tālī* auf den Osthorizont fällt, und bestimmt die Schnittpunkte des Tierkreises mit den einzelnen Grenzkreisen. Sie sind die gesuchten Anfänge. Beim Fehlen dieser Scheibe, die übrigens nur für eine einzige geographische Breite gilt, eignet sich die in Nr. 31 angegebene Methode, die bei den Arabern sehr verbreitet war. Sie wird von *Māschāllāh*⁶⁾, *Bīrānī*¹⁷⁾, *Abū'l Šalt*²⁰⁾, (Suter³⁾ Nr. 272) und anderen angegeben und soll von Ptolemaeus (Suter²⁰⁾, 96) stammen. Nach dieser Methode sind, wie auch Nallino¹⁸⁾ I, 248 erwähnt, die die Häuser abteilenden Kreise Deklinationskreise. Der eine von ihnen ist der Meridian. Ein anderer geht durch den Schnittpunkt der Ekliptik mit dem Horizont. Er schneidet also die Ekliptik in dem gerade „aufgehenden Grad“. Sein zweiter Schnittpunkt ist der gerade „untergehende Grad“, der um 180° von dem aufgehenden absteht, da sich Ekliptik und der Deklinationskreis als Großkreise in einem Durchmesser schneiden. Der zwischen Osthorizont und unterem Meridian gelegene Nachtbogen des aufgehenden Grades wird in 3 gleiche Teile geteilt. Ein solcher Teil zählt also so viele Äquatorgrade, als zwei (zeitliche) Nachtstunden umfassen. Der durch einen Teilpunkt gehende Deklinationskreis schneidet die Ekliptik ebenfalls in zwei um 180° voneinander abstehenden Punkten. Infolgedessen sind zwei einander diametral gegenüber liegende Häuser gleich groß, also das 1. und 7., das 2. und 8., das 3. und 9. Um die noch fehlenden Häuser zu

erhalten, teilt man den zwischen Osthorizont und oberem Meridian gelegenen halben Tagbogen des aufgehenden Grades in 3 gleiche Teile, von denen einer die Länge zweier Tagstunden dieses Grades hat. Die durch die Teilpunkte gehenden Deklinationskreise schneiden die Ekliptik ebenfalls in zwei um 180° voneinander entfernten Punkten. Daher ist wiederum das 12. Haus gleich groß wie das 6., das 11. wie das 5., das 10. wie das 4. Während die die Häuser abteilenden Kreise der 1. Methode, die Grenzkreise, für einunddenselben Ort ihre Lage beibehalten, ändern die der 2. Methode fortwährend ihre Lage. Natürlich erhält man nach beiden Methoden nicht die gleichen Häuser. Delambre²⁵⁾ weist S. 502 darauf hin, daß der sichtbare Ekliptikbogen zwischen Westhorizont und Meridian im Verhältnis der Nachtstunden, der sich anschließende unsichtbare Ekliptikbogen im Verhältnis der Tagstunden geteilt ist.

Das von *Churārizmī* in Nr. 31 angegebene Verfahren beruht auf der Einteilung durch solche Deklinationskreise. Denn wenn man den Gegengrad des aufgehenden Grades vom Westhorizont auf die 2. Stundenlinie legt, so bewegt sich der aufgehende Grad auf seinem Tagbogen vom Osthorizont aus um einen Betrag, der gleich zwei Tagstunden von ihm ist. Der Deklinationskreis, der durch den Punkt geht, der vom Anfang des Tagbogens um den genannten Betrag absteht, und der das 10. Haus vom 11. trennt, kommt bei dieser Bewegung in der Projektion auf die obere Meridianlinie zu fallen, die ja auch die Projektion eines Deklinationskreises ist. Bewegt sich der aufgehende Grad vom Osthorizont zur 10. Stundenlinie, so beschreibt er auf seinem Nachtbogen einen Bogen, der gleich der Länge zweier Nachtstunden ist. Der um eben diesen Betrag vom Anfang des Tagbogens abstehende Deklinationskreis, der das 2. vom 3. Haus trennt, fällt bei dieser Drehung auf die untere Meridianlinie.

Meist findet man die Angabe, daß man auf die beschriebene Weise den Anfang der Häuser findet. Doch nach den astronomischen Werken Alfons X.²⁷⁾ (T. II., p. 59 u. ff.) erhält man die Mitte der Häuser. Die gleiche Ansicht findet sich in dem Zusatz „Nützliche Bemerkung über das Abteilen der Häuser aus der Tabelle des *Ulūg Beg*“ in der Schrift des *Sulaimān*²⁸⁾ *al Rūdānī* „Über das Astrolab“. Nach dem Kommentar zum „Abriß über die Bestimmung des Kalenders“ von *Našīr al Dīn al Tūsī*²¹⁾ umfaßt bei dieser Bestimmung ein Haus den Raum zwischen dem 5. Grad, der dem „Anfang“ vorangeht, und dem 5., der dem folgenden vorangeht. Die 4 Schnittpunkte der Ekliptik mit Horizont und Meridian heißen Angeln, Pflöcke (*autād*, anguli, paxilli, centra), also das 1., 4., 7., 10. Haus. Wenn der Anfang des 10. Hauses in das 10. Tierkreiszeichen fällt, das von dem „aufgehenden“ gezählt ist, so heißen die Pflöcke zueinander senkrecht; geneigt dagegen, wenn er in das 11. und zunehmend, wenn er in das 9. Zeichen fällt. Nach *Bīrānī*²²⁾ wird das 10. Haus immer nach dem 10. Zeichen genannt. Vergl. hierzu auch B. Dorn²³⁾ (S. 139, 149).

Die von *Bāttānī* angegebene Bestimmung (Nallino¹⁸⁾ I, 249) der Anfänge der Häuser liefert die gleichen Ergebnisse wie die mechanische Methode in Nr. 31. Denn die Bestimmung des 10. Hauses deckt sich mit der Ermittlung der Rektas-

zension des Zeichens auf der Mitte des Himmels. Dazu zählt bzw. subtrahiert man mechanisch durch Drehung der Spinne um den 2 Tag- bzw. Nacht-Stunden entsprechenden Äquatorbogen und erhält jetzt wie beim 10. Haus die Rektaszension des 11. bzw. 9. Hauses. Bemerkenswert ist, daß *Chwârizmî* in seinen astronomischen Tafeln (Suter²⁶) S. 29, 96—98) sich des gleichen Prinzips wie in Nr. 31 bedient. Man könnte daraus schließen, daß dieser Abschnitt von ihm stammt.

Im folgenden sind die Namen der 12 Häuser nach dem *Mafâtîh al 'Ulûm*²⁴) und in [] die davon abweichenden nach *Chwârizmî* aufgezählt. *Naşîr al Dîn al Tûsî*²¹) führt noch mehrere Namen für die Häuser auf. Davon sei nur erwähnt, daß das 1. Haus auch Haus des Lebens, der Seele, des Beginns eines jeden Dinges, das 10. auch Haus der Arbeit, das 11. auch Haus der Hoffnung, der Freundschaft, des Glücks heißt.

1. *tâli'* (das Aufgehende); 2 *mâl* (Vermögen); 3. *ichwân* (Brüder); 4. *âbâ* (Väter); 5. *walad* (Kind); 6. *marad* (Krankheit); 7. *nisâ'* (Frauen) [das Siebente]; 8. *maut* (Tod), [das Achte]; 9. *safar* (Reise); 10. *sultân* (Sultan); 11. *aşdiqa* (Freunde), [*rajà'* (Hoffnung)]; 12. *u'dâ'* (Feinde). Vergl. auch Dieterici³³) S. 66, wo alle Häuser gleich groß angenommen werden.

32) Die Orte der Strahlenwerfung spielen in der Astrologie eine bedeutende Rolle. Man findet sie, indem man die Stellen der Ekliptik aufsucht, die von dem Wandelstern um einen bestimmten Bogen, gemessen auf einem durch die betreffende Stelle der Ekliptik und den Wandelstern gehenden größten Kugelkreise, abstehen. Dieser Bogen beträgt beim Sextilschein 60° , beim Quadratschein 90° , beim Trigonalschein 120° und bei der Opposition 180° . Aus einem rechtwinkligen sphärischen Dreieck, dessen Hypotenuse dieser Bogen und dessen eine Kathete die Breite des Wandelsternes ist, berechnet *Battânî*¹⁸) (I, 307) die auf der Ekliptik liegende 2. Kathete. Dadurch erhält er die Stelle der Ekliptik, die der obigen Forderung streng genügt. Viele Astrologen vernachlässigen die Breite des Wandelsternes und finden z. B. den Sextilschein, indem sie von dem Endpunkt der astronomischen Länge des Wandelsternes („Ort der Länge“) um 60° vor- oder zurückgehen. Der so erhaltene Punkt ist dann der Punkt der Ekliptik, der mit dem Wandelstern im rechten oder linken Sextilschein steht. Zu dem gleichen Resultat kommt der griechische Astrolog Dorotheus, nur zählt er den Sextilschein nicht auf der Ekliptik, sondern auf dem Äquator. (S. Nallino¹⁸) I, 309) Nach *Mäschällâh*⁸) (p. 1323) findet man den Sextilschein mit dem Astrolab auf folgendem Weg. Man legt den Grad [der Länge] des Sternes auf die Linie der Mitte des Himmels und liest die Stellung c des Zeigers auf dem Limbus ab. Nach Aufgabe 8 ist dieses der Weg, um die Rektaszensionen des Sternes zu finden. Man dreht dann den Zeiger um 60° weiter. Der Schnittpunkt der Linie der Mitte des Himmels mit der Ekliptik bei dieser Stellung der Spinne sei a° . Dieses Resultat kann man auch auffassen als Rektaszension des Sternes $+ 60^\circ$. *Mäschällâh* nennt den so gefundenen Punkt den Ort der ersten Strahlenwerfung, während er den nach Nr. 32 bestimmten (b°) den Ort der zweiten Strahlenwerfung nennt. Die Punkte a und b unterscheiden sich insofern, als man im 1. Fall den Bogen der

Ekliptik mißt, der mit einem Äquatorbogen z. B. von 60° in der sphaera recta aufgeht, im 2. Fall den Ekliptikbogen, der mit dem gleich großen Äquatorbogen in der sphaera obliqua, für den Beobachtungsort, aufgeht, gezählt vom Ort der Länge. Den wahren Ort (w) des Sextilscheins findet *Mäschällâh* in folgender Weise: Man multipliziert $(a - b)$ mit der Differenz der Rektaszension (d) des Grades des Wandelsternes und der (c) des Grades der Ekliptik, der zur Zeit der Messung kulminiert. Mit dem Astrolab erhält man die Werte, wenn man zuerst den Grad der Kulmination auf die Linie der Mitte des Himmels legt und die Stellung c' des Zeigers auf dem Limbus abliest, dann die Spinne dreht, bis der Grad des Wandelsternes auf die gleiche Linie fällt, und die Stellung d' des Zeigers abliest ($c' - d' = c - d$). $(a - b)(c - d) : t/2$ nennt *Mäschällâh* den Ausgleich = A der Strahlenwerfung, wobei A der Tagbogen des Wandelsternes ist. Wenn der Wandelstern zwischen dem 10. und 1., bzw. 4. und 7. Haus (siehe Nr. 31) sich befindet, gibt $a^\circ - A^\circ$ den Wert w, und wenn er zwischen 10. und 7., bzw. 1. und 4. steht, ist $w = a^\circ + A^\circ$. *Mäschällâh* wendet bei seiner Berechnung die Methode an, die dem Ptolemaeus zugeschrieben wird. Vergl. Nallino¹⁸) I, 311. Wie Nallino zeigt, ist die Bestimmung des Ortes der zweiten Strahlenwerfung allein, wie in Nr. 32, anwendbar, wenn der Stern sich im Horizont selbst befindet, und die erste allein, wenn er gerade kulminiert. Eigentlich muß die Projektion des Wandelsternes auf den Horizont gelegt werden, da aber diese auf der Spinne meist nicht genau verzeichnet werden kann (siehe a. w. u.), muß bei Berücksichtigung der Breite des Gestirnes, wie auch Nallino erwähnt, der Grad seines Durchganges gewählt werden, wo es sich um gerade Aszensionen handelt, und der Grad seines Aufganges, wo es sich um örtliche Aszensionen handelt. Nallino erwähnt, daß *Chwârizmî* nach *Ibn Hibintâ* nur den ersten Strahlenwurf berechnete, während nach der vorliegenden Schrift er nur den zweiten wählte. Doch scheint er in seinen Astronomischen Tafeln (Suter²⁶), 30—31, 98 u. ff.) sich gerade der örtlichen Aszensionen bei der Berechnung des Strahlenwurfs bedient zu haben.

33) Die „Umwandlung (Umdrehung) der Jahre der Geburt“ („*revolutio annorum nativitatum*“) tritt ein, wenn die Sonne den gleichen Punkt in der Ekliptik wieder erreicht, in dem sie sich im Augenblick der Geburt befunden hat. Unter Umwandlung des Jahres der Geburt versteht man also ein tropisches Jahr. *Chwârizmî* folgt dem indischen Buche *Brahmasiddhânta*, da er nicht zwischen einem siderischen und einem tropischen Jahr unterscheidet. Er rechnet dieses tropische-siderische Jahr zu $365^d 6^h 12^m 9^s$. Dieses Jahr übertrifft also das ägyptische oder persische Jahr zu 365^d um $6^h 12^m 9^s$ oder, in Äquatorgrade umgerechnet, um $93^\circ 2' 15''$. Daraus folgt, daß die Himmelssphäre nach Ablauf eines persischen Jahres sich noch um $93^\circ 2' 15''$ drehen muß, bis die Sonne in dem gleichen Punkt der Ekliptik steht wie beim Beginn dieses Jahres. In Nr. 33 der Handschrift sind $93^\circ 2'$, später 93° , und in Nr. 36 $93^\circ 15'$ für diesen Unterschied angegeben. Offensichtlich liegen hier Ungenauigkeiten des arabischen Abschreibers vor, es handelt sich wohl immer um $93^\circ 2' 15''$. Unter *Tâli'* der Geburt versteht man den Punkt des Tierkreises, der zur Zeit der Geburt gerade aufgeht. Nach

365 Tagen wird, da die Himmelssphäre in einem Tag sich um 360° dreht, der gleiche Punkt der Ekliptik im Osthorizont liegen wie vor dem 365. Tag; während der $6^h 12^m 9^s$, um die das tropische Jahr länger als 365 Tage ist, dreht sich die Himmelssphäre noch um $93^\circ 2'15''$. Sind seit dem Augenblick der Geburt n tropische Jahre verstrichen, so muß sich die Sphäre um $n \times 93^\circ 2'15''$ noch weiter drehen, wobei natürlich jede ganze Umdrehung von 360° auf die Konstellation des Himmels ohne Einfluß ist. Daraus erklären sich die Angaben in Nr. 33 und 36. Der Punkt der Ekliptik, der am Ende des n ten tropischen Jahres aufgeht, ist das *Täli'* der Geburt des n ten Jahres. Wie man diesen Punkt mittels des Astrolabs findet, ist aus Nr. 33 ohne weiteres ersichtlich.

Unter „Viertel“ ist der Zwischenraum verstanden, der zwischen 2 auf einanderfolgenden „Angeln“ sich befindet. Die 2 oberhalb und die 2 unterhalb des Horizonts befindlichen Räume sind einander gleich. Was unter dem *Täli'* des 1. Viertels gemeint ist, ist nicht klar, ebenso wenig was die Zahlen 49° , bzw. $49^{\circ 2/3}$, $173^\circ 50'$ und $171^\circ 15'$ bedeuten. Warum ist von dem *Täli'* der anderen Viertel nicht die Rede? Herrn Prof. C. A. Nallino in Rom, der mir über diesen Abschnitt in liebenswürdigster Weise wichtige Aufschlüsse erteilt hat, sei auch an dieser Stelle bestens gedankt. Daß die Zahl $93^\circ 2'$ [$15''$] die gleiche ist, die *Chwārizmī* in seinen astronomischen Tafeln gibt [Vergl. H. Suter²⁶], 102/103] zeugt dafür, daß wenigstens das Problem Nr. 33 noch von *Chwārizmī* herrührt.

Neben der *revolutio annorum nativitatum* sprechen die Astrologen auch noch von der *revolutio annorum mundi*. (Nallino¹⁸), I. 303). Nach Stöffler¹⁰), f. 61a versteht man darunter die Zeit, die die Sonne braucht, bis sie wieder in den Anfang des Widders nach Ablauf von n Kalenderjahren, gerechnet von dem ersten Eintritt, zurückkehrt. Der aufgehende Grad der Ekliptik in diesem Augenblick heißt *gradus rev. annorum mundi* für das betreffende Jahr.

35) Vergl. E. Wiedemann und J. Frank, *Der Islam* 1922.

36) Über die Gebetszeiten des *zuhr* und *'aṣr* vergleiche die diesbezügliche Arbeit von E. Wiedemann und J. Frank (*Der Islam* 1922.). Es wäre denkbar, daß hier der Beginn des *zuhr*-Gebetes festgelegt werden soll, der ja nicht mit der Kulmination der Sonne zusammenfallen darf. Doch würde er sehr spät fallen, in den Wintermonaten noch später, als er in dem Werke Alfons X. festgelegt ist. Hier soll der Beginn zwischen der 1. und 2. Tagesstunde nach Mittag liegen. Im Folgenden sind die Höhen der Sonne z. Z. des *zuhr* für die Fälle, daß die Sonne im Anfang der verschiedenen Tierkreiszeichen steht, zusammengestellt und zwar 1. nach der Definition in den Werken Alfons X., 2. nach der Definition in vorliegender Schrift. Geogr. Breite $\varphi = 30^\circ$. Diese Breite kommt für Länder der Muslime vornehmlich in Betracht.

1. $31^\circ 55'$; $34^\circ 22'$; $42^\circ 34'$; $50^\circ 24'$; $59^\circ 43'$; $67^\circ 09'$; $70^\circ 04'$.

2. $29^\circ 25'$; $32^\circ 44'$; $41^\circ 28'$; $53^\circ 00'$; $64^\circ 32'$; $73^\circ 16'$; $76^\circ 35'$.

Die Bestimmung des *'aṣr* nach dem Text gibt Werte, die ziemlich gut übereinstimmen mit denen, die sich für den Fall berechnen, daß der Schatten (s) eines vertikalen Gegenstandes seinen Schatten (s_0) zu Mittag um die Länge (l)

des Gegenstandes an Größe übertrifft, d. h. wenn $s = s_0 + l$ ist. In folgender Tabelle sind die Werte wiederum für $\varphi = 30^\circ$ nebeneinander gestellt für die ausgezeichneten Stellungen der Sonne im Tierkreis.

Sonnenhöhe zur Zeit des *'aṣr*-Beginns:

nach Text: $23^\circ 34'$; $24^\circ 54'$; $28^\circ 23'$; $33^\circ 00'$; $37^\circ 41'$; $41^\circ 04'$; $42^\circ 26'$.

nach Definition $s = s_0 + l$: $23^\circ 00'$; $24^\circ 25'$; $28^\circ 32'$; $32^\circ 22'$; $36^\circ 52'$; $40^\circ 29'$; $41^\circ 57'$.

Die Bestimmung der Sonnenhöhe zur Zeit des Beginns des *'aṣr*-Gebetes mittels der Schattenlänge eines Stabes dürfte wohl die verbreitetste gewesen sein, da sie wegen ihrer einfachen Methode auch der des Rechnens unkundige Muhammedaner ausführen konnte.

37) Da die Azimutalkreise in gleicher Weise wie die *Muq.* auf die Scheibe projiziert sind, ist die angegebene Bestimmung des Azimuts klar. Die Araber zählten das Azimut vom Ost- und vom Westpunkt aus. Auf der Scheibe sind die betreffenden Ordnungszahlen von den Schnittpunkten der Projektion des Horizonts am Erdäquator und der des Horizonts vom Beobachtungsort gegen die Linie der Mitte des Himmels bzw. gegen die zum Pflock der Erde zu gezählt. Der Schnittpunkt der letzteren Linie mit der Horizontlinie stellt den Nordpunkt dar, während die Linie der Mitte des Himmels nach dem Südpunkt läuft. (Siehe Fig. 3).

Die Bestimmung der Mittagslinie ist nicht weiter ausgeführt, doch sei sie der Vollständigkeit wegen hier besprochen. Sie kann bei bekanntem Azimut mit Hilfe der auf dem Rücken des Astrolabs befindlichen Höhentheilung gefunden werden. Man stellt die Alhidade auf den Grad der Höhentheilung ein, der dem Azimut seinem Zahlenwert nach entspricht. Das Azimut kann man nach Nr. 37 ermitteln. Dann dreht man das Astrolab, wobei seine Fläche parallel der Ebene des Horizonts liegt, so lange, bis der Schatten der Sonne zugewandten Absehe genau die Alhidade bedeckt, d. h. bis die Alhidade genau nach der Sonne hinweist. Der Durchmesser auf der Rückfläche des Astrolabs, der durch die Aufhängung geht, zeigt dann nach dem Südpunkt, wenn das Azimut vor Mittag gemessen ist. Wird das Azimut nach der Kulmination ermittelt, so stellt man die Alhidade auf der 2. Höhentheilung ein, die sich im oberen rechten Quadranten befindet (Fig. 1). Steht aber die Sonne nördlich vom Ost- bzw. Westpunkt, so stellt man die Alhidade auf der 2. bzw. auf der 1. Höhentheilung ein. Der durch die Aufhängung gehende Durchmesser zeigt aber dann nach Norden. Diese Methode zur Auffindung der Mittagslinie gibt schon *Māschāllāh*⁸) an (Aufg. Nr. 22) und ausführlicher *Abu 'l Ṣalt*²⁰) (Kap. 55). Letzterer behandelt diese Aufgabe auch für eine Bestimmung bei Nacht mittels eines Fixsternes, der durch die Absehen der Alhidade anvisiert wird. Mit Beibehaltung dieser Richtung wird das Astrolab auf den Horizont gelegt, und durch Ausstecken anvisierter Pflocke oder durch Anvisieren geeigneter Gegenstände werden die 4 Himmelsrichtungen festgelegt.

Weil die Azimutallinien, die sich an die Schnittpunkte des Horizonts am Beobachtungsort mit dem Horizont am Erdäquator anschließen, die Ordnungszahl 6

tragen, stellen die auf das Astrolab gezeichneten Azimutallinien Azimutalkreise dar, die auf der Himmelsphäre je 6° voneinander abstehen. *Chwārizmī* hat also ein „Sechstel-Astrolab“ (siehe Nr. 41) im Auge. In der Fig. 3 tritt an die Stelle der Zahl 6 die Zahl 0.

Die Ermittlung der *zuhr*-Zeit mittels des Azimuts 14° könnte sich höchstens nur auf die Zeit des Endes von diesem Gebete und somit auf die des Anfangs des 'asr-Gebetes beziehen. Dabei müßte man annehmen, daß das südliche Azimut gemeint ist; denn ein so großes nördliches hat die Sonne nur an einem kleinen Teil des Jahres. Aber auch in diesem Fall hat die Bestimmung keine allgemeine Bedeutung. In den meist in Betracht kommenden Orten ($\varphi = 30^\circ$) ist schon die Westweite der Sonne im Anfange der Fische und des Skorpions ungefähr gleich dem obigen Azimut, während die Sonne in diesem Azimutalkreis noch eine ziemliche Höhe haben müßte. Für eine südlichere Lage der Sonne wird dieses Azimut gar nicht mehr erreicht.

Die in Nr. 37 gegebene Bestimmung des 'asr soll sein Ende festsetzen. Wir haben gesehen, daß die so gefundenen Werte mit denen übereinstimmen, die den Anfang festlegen.

38) Wenn Sonne und Mond um 180° voneinander abstehen, so geht der Mond gerade auf, wann die Sonne untergeht. In diesem Fall ist die Zeit des Mondaufgangs ohne weiteres gegeben, da die zeitlichen Nachtstunden vom Sonnenuntergang gezählt werden.

Ist die Entfernung zwischen den beiden Gestirnen kleiner als 180° , so muß sich der Himmel seit Sonnenaufgang um einen bestimmten Winkel drehen, bis der Mond im Osthorizont erscheint. Teilt man diesen auf dem Äquator zu messenden Winkel δ durch die in Graden ausgedrückte Dauer einer Tagesstunde an dem gerade in Betracht kommenden Kalendertag, so erhält man die Stunden, die seit Sonnenaufgang bis zum Erscheinen des Mondes am Horizont verstrichen sind. Winkel δ ist also der Abstand, von dem in Nr. 38 die Rede ist. Man erhält ihn mittels des Astrolabs, indem man erst den Sonnengrad auf die Horizontlinie legt, die Stellung des Zeigers auf dem Limbus abliest und die Spinne dreht, bis die Projektion des Mondes oder, bei Vernachlässigung seiner Breite, der Ort seiner Länge bzw. der Grad seines Aufgangs auf die Horizontlinie fällt. Die Zahl der zwischen den 2 Stellungen des Zeigers liegenden Grade gibt den obigen Abstand.

Stehen Sonne und Mond im Raume voneinander um mehr als 180° ab, so geht der Mond nach Sonnenuntergang auf, und der durch die Aszensionen gegebene Abstand ist größer als der Tagbogen der Sonne. Zieht man diesen vom Abstand ab, so erhält man den Winkel, um den der Himmel sich seit Sonnenuntergang noch drehen muß, bis der Mond aufgeht. Teilt man diesen Winkel durch die in Graden ausgedrückte Dauer der Nachtstunde des betreffenden Kalendertags, so erhält man die Zahl der Nachtstunden, die seit Sonnenuntergang bis zum Mondaufgang verstrichen sind. Wenn der im Bogenmaß gemessene Winkel δ kleiner als der halbe Tagbogen ist, bzw. wenn sich die Sonne bis zum Mondaufgang nur

wenig vom Horizont entfernt hat, so soll man wohl der Kürze wegen den Mondaufgang mit dem der Sonne in Verbindung bringen, indem man sagt, der Mond geht kurz nach Sonnenaufgang auf, oder genauer, indem man diese Zeit in Stunden ausdrückt. In ähnlicher Weise bezieht man den Mondaufgang auf die Kulmination, Untergang der Sonne u. s. w.

Im 2. Abschnitt von Nr. 38 handelt es sich darum, zu ermitteln, wie lange nach Eintritt der Nacht der Mond noch leuchtet. Wenn der Mond a zeitliche Stunden nach Sonnenuntergang aufgeht, so kann er nur so lange während der Nacht leuchten, als diese eben dauert, d. h. $12 - a$ Stunden. Geht er aber nach Sonnenaufgang auf, so hat sich vom Sonnenaufgang bis dahin die Sonne um den Winkel δ , dem Abstand, vom Horizont entfernt. Solange der Mond sichtbar bleibt, d. h. bis er untergeht, dreht sich der Himmel um einen Winkel, der dem jeweiligen Tagbogen t des Mondes gleich ist. Vom Sonnenaufgang bis zum Monduntergang hat sich also der Himmel um $(\delta + t)^\circ$ gedreht. Während dieser Umdrehung war es T° lang, = Tagbogen der Sonne, heller Tag, sodaß der Rest $(\delta + t - T)^\circ$ der Umdrehung auf die Nacht entfällt. Teilt man diesen Rest durch die Dauer der Nachtstunden an jenem Tag, so erhält man die Stunden, die der Mond nach Eintritt der Dunkelheit noch leuchtet.

Die Bestimmung ist natürlich ungenau, weil nicht berücksichtigt wird, daß der Mond seinen täglichen Umlauf nicht in 24 Stunden macht.

Dem etwas knappen Text wurde so gut wie möglich in der angegebenen Weise zu entsprechen gesucht.

39) Bei dieser Aufgabe wird die Breite des Mondes allerdings nur angenähert berücksichtigt. Denn man kann den Betrag der Breite des Mondes nicht von der Höhe abziehen bzw. zu ihr addieren, da erstere auf einem Vertikalkreis zur Ekliptik, letztere auf einem solchen zum Horizont gemessen werden. Dies Verfahren ist nur richtig, wenn der Solstitialkolor mit dem Meridian zusammenfällt. Der Verfasser will wohl auf diesem Wege die Höhe des „Ortes der Länge“ vom Monde finden, da die Projektion des Mondes auf der Spinne nicht vorhanden ist. Wegen der geringen Breite des Mondes [nach *Chwārizmī* (Suter²⁰) S. 134] im Maximalwert $\pm 30'$ bedeutet dieses Verfahren keinen zu großen Fehler. Einen Weg, wie man die Projektion eines Wandelsternes auf der Spinne anbringen kann, findet man bei Alfons X.²²) T. II, 212. Man mißt die Kulminationshöhe des Wandelsternes. Einen aus Wachs passend gefertigten „Splitter“, der ähnlich wie die der Fixsterne geformt sein kann, bringt man auf der Spinne so an, daß die Spitze des Splitters genau auf die der Kulminationshöhe entsprechende Muqantara fällt. Wo in jedem Fall die Schnittpunkte der Mondbahn mit der Ekliptik (Kopf und Schwanz) liegen, muß man aus astronomischen Tafeln entnehmen. Der Kopf ist der aufsteigende (nördliche), der Schwanz der absteigende (südliche) Knoten.

40) Die Lösung dieser Aufgabe ist mit der Bestimmung des Breitenunterschieds zweier Orte vermengt. Um diesen zu erhalten, bestimmt man, wie in Nr. 34 auseinandergesetzt ist, die Kulminationshöhe der Sonne an demselben Tag an den beiden Orten. Offenbar schwebte dem Verfasser des Textes die richtige

Lösung vor, und er übersah wohl anzugeben, daß die Höhenmessung (für die Ortszeitbestimmung) zu dem gleichen Zeitpunkt erfolgen muß, der, wie den Arabern bekannt war (E. Wiedemann, Das Weltall 20, 154. 1920.) durch den Beginn bzw. das Ende einer Mond- oder Sonnenfinsternis oder durch eine Sternschnuppe gegeben sein kann. In diesem Fall läßt sich dann bekanntlich der Längenunterschied in der angegebenen Weise bestimmen

Auffallend ist, daß Severus Sebokt⁷⁾ (p. 105) bei der Besprechung des gleichen Problems ebenfalls nicht angibt, daß die Höhenbestimmung in einunddemselben Zeitpunkt an den beiden Orten auszuführen ist. Die Vermengung mit der Breitenbestimmung findet sich hier nicht. Die Länge ist von der westlichsten Küste Afrikas gezählt. Vergl. u. a. E. Wiedemann, Beitr. XXIX. Sitzgsber. d. phys.-med. Soz. in Erlangen 42, 125. 1912.

Dieses Problem wurde schon frühzeitig in die Reihe der mit dem Astrolab zu lösenden Aufgaben aufgenommen. Es findet sich unter den 20 Aufgaben für das Astrolab in der Schrift *Ja'qūbi's* „Über das Scheibenwerk, d. h. Astrolabium“, Wenn Klamroth⁵⁾ Recht hat, daß die Schrift sich mit der des jüngeren Theon von Alexandria „Über das kleine Astrolab“ deckt, so dürfen wir annehmen, daß schon im 4. Jahrhundert n. Chr. dieses Problem auch mit dem Astrolab gelöst wurde.

41) Vergl. E. Wiedemann, Beiträge XVIII, 133.

42) Zum Ort des linken Sextilscheins gelangt man, wenn man vom Grad des Wandelsternes auf der Ekliptik vorgeht, d. h. vom Steinbock über Widder zum Krebs. Daher muß man in diesem Fall die Spinne vom Aufgang zum Untergang der Gestirne, d. h. im Uhrzeigersinn drehen. Beim rechten Sextilschein liegen die Verhältnisse umgekehrt (s. auch Nr. 32).

43) Diese Aufgabe steht mit dem Astrolab in keinem engeren Zusammenhang. Sie findet sich schon bei Theon⁵⁾ (S. a. Nr. 40 Anm.). Auch Severus Sebokt⁷⁾ (S. 114) führt sie bei der Anwendung des Astrolabs auf. In richtiger Weise gibt dieser an, daß die mittlere Zone sich 23° 51' nach Norden und ebensoviel nach Süden erstreckt. Diese Zone umfaßt also 47° 42'. Auch er schreibt diese Einteilung Ptolemaeus zu. Dem Verfasser des Textes schwebten wohl die Grade der ganzen Zone vor, und so schrieb er für die halbe Ausdehnung nicht 23° 51', sondern 47° 51'.

An Nr. 43 schließen sich ohne äußere Trennung einige kurze Abschnitte an. Der erste behandelt die Herstellung eines Quadranten, mit dem man den Sinus, die Neigungen und die verflossenen Tagesstunden finden kann, der nächste gibt die Beschreibung der Anwendung dieses Quadranten nach seiner Herstellung.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. med et Dr. phil. h. c. G. Schirmer in Chicago herzlichst dafür zu danken, daß er die Druckkosten dieser Arbeit in bereitwilligster Weise übernommen hat.

Literaturübersicht.

- 1) J. Würschmidt, Mittl. z. Gesch. d. Med. u. Naturw. 18, 183. 1919.
- 2) A. Krziz, Das Weltall 5, 121—130; 141—152. 1905.
- 3) H. Suter, Die Mathematiker und Astronomen der Araber u. s. w. Abh. z. Gesch. d. math. Wiss. 45, X. Heft. 1900.
- 4) Cl. Ptolemaei opera quae exstant omnia V. III. opera astronomica minora ed. J. L. Heiberg. Leipzig 1907.
- 5) Theon, s. M. Klamroth, Zeitschr. d. Deutschen-Morgl. Ges. 42, 1—44. 1888.
- 6) Joh. Philoponos, s. H. Hase, Rhein. Museum f. Philol. 1839.
- 7) Severus Sebokt, s. M. F. Nau, Le traité sur astrolabe plan de Sévère Sabokt. Paris 1899.
- 8) *Māschāllāh*, s. Gr. Reisch, Margarita philosophica etc. Basel 1583.
- 9) L. Cheikho, *Machriq*. 15, 29 u. ff. 1912.
- 10) Joh. Stöffler, *Elucidatio fabricae ususque astrolabii*. Oppenheim 1513, Oppenheim 1524, Paris 1553. Paris 1564, Köln 1594; letztere Ausgabe mit einer Erläuterung v. Jak. Koebellius.
- 11) M. Fr. Ritter, *Astrolabium oder nützlicher Bericht von dem Astrolab*. Nürnberg ca. 1620.
- 12) Joh. Copp, „Wie man dits hochberumpt astronomischer oder geometrischer Kunst-Instrument Astrolabium brauchen soll u. s. w.“ Bamberg 1525. Siehe S. J. Baumgarten, *Nachrichten* 5, 41. Halle 1752—58.
- 13) E. Weller, *Repertorium typographicum* Nr. 3366. Nördlingen 1864.
- 14) Werner, s. J. Würschmidt. *J. Vernerii de Meteoroscopiis*, Abh. z. Gesch. d. math. Wissenschaften XXIV. 1913.
- 15) *Birānī. Kitāb al isti'āb* etc., (Werk der gründlichen Behandlung aller möglichen Methoden für die Konstruktion des Astrolabiums), Leyden Nr. 1066.
- 16) L. Hain, *Repertorium Bibliographicum* Nr. 1898. Stuttgart u. Paris 1826.
- 17) *Birānī, Risāla fi'l ašturlāb*, (Abhandlung über das Astrolab). Ahlwardt-Katalog Nr. 5798.
- 18) C. A. Nallino, *al Battānī, sive Albatēnii opus astronomicum*. Mailand 1903, 1907.
- 19) E. Wiedemann, Beiträge XVIII. Sitzgsber. d. phys. med. Soz. in Erlangen 41, 26 ff. 1909.
- 20) *Abw'l Šalt, fi 'amal al ašturlāb* (Über die Anwendung des Astrolabs). Ahlwardt-Katalog Nr. 5798.
- 21) *Našīr al Dīn al Tūsī*, Kommentar zum „Abriß über die Bestimmung der Kalender“ (mu'arifāt al taqāwīn) des Našīr ff. 133^a. Ahlwardt-Katalog Nr. 5679.
- 22) *Birānī*, *al qānūn al mas'ūdi*, Mas'udischer Kanon p. 299^a. Ahlwardt-Kat. Nr. 5667.
- 23) B. Dorn, *Drei astronomische Instrumente* Mém. del' Acad. Imp. des Sciences. 9, Nr. 1. St. Petersburg 1865.
- 24) *Mafātīh al 'Ulūm*, E. Wiedemann, Beiträge XLVII. Sitzgsber. d. phys. med. Soz. in Erlangen. 47, 214 u. ff. 1915.
- 25) M. Delambre, *Histoire de l'astronomie du Moyen age*, 45 u. ff. Paris 1819.

- 26) H. Suter, Die astronomischen Tafeln des *Muḥ. b. Mūsā al Chwārizmī*. D. K. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter. 7. Række. Historik. og Filosofisk Afd. III. 1. 1914.
- 27) Libros del saber de astronomia del Rey D. Alfonso X. de Castilla, cop. p. D. Man. Ricoy Sinobas. Madrid 1863—1867.
- 28) *Muḥ. b. Muḥ. b. Sulaimān al Marjibī al Rūdānī*, „Das Astrolab“. fl. 16^b. Gothaer Katalog Nr. 1415.
- 29) August Krziz, Arch. f. Math. u. Phys. 45, 289 u. ff. 1866.
- 30) E. Wiedemann, Das Weltall 20, 25. 1919.
- 31) E. Wiedemann u. J. Frank, Beiträge LXII. Sitzgsber. d. phys.-med. Sez. in Erlangen 52/53, 122 u. ff. 1921.
- 32) G. W. Panzer, Annales Typographicii etc. Nürnberg 1800.
- 33) Fr. Dieterici, Die Propädeutik der Araber. Berlin 1865.