

Über die früheste Form des Astrolabs

von E. Zinner

Inhalt: Nachweis einer unbekanntenen Arbeit des Ptolemaeus über das Astrolab. Der silberne Tisch Karls des Großen war ein Astrolab. Das Schattenquadrat und die Stundenkurven der Rückseite waren den Anabern bekannt. Die maurischen Astrolabe des 11. Jahrhunderts zeigen den Jahreskreis des julianischen Kalenders, was als christlicher Einfluß zu deuten ist, ebenso wie die Stundenteilung der Alhidade.

Zu den rätselhaften Geräten gehört das Astrolab. Mit seinen vielen Linien, Scheiben und beweglichem Spinnennetz gibt es dem Beschauer immer neue Rätsel auf. Seit dem Altertum bekannt, verbreitete es sich über den großen Teil der Erde und wurde zwischen Indien und England und zwischen Spanien und Deutschland bis zum 18. Jahrhundert häufig hergestellt.

Wie schon der übersetzte Namen „Sterngreifer“ besagt, dient es zur Veranschaulichung der Himmelsvorgänge. Dazu sind die Himmelskreise auf 2 handliche Messingscheiben projiziert, deren eine sich über der anderen drehen läßt und dadurch den täglichen Umlauf des Himmels darstellt. Allerdings hieß es nicht von Anfang an Astrolab (lat. *astrolabium*, Griech. *astrolabon*); vielmehr gab Ptolemaeus diesen Namen auch seinem Beobachtungsgerät mit verschiedenen Ringen, das wir *Armillen* nennen wollen. Das Astrolab selbst hieß *organon* oder *horoscopium instrumentum*; *horoscopum* hieß es in den auf antike Vorlagen zurückgehenden Schriften über die Feldmessung <Bubnov S. 318, 320>. Anscheinend Ptolemaeus und Theon von Alexandria nannten es „kleines Astrolab“, worauf es in dem Kreise des Ammonios um 500 n. Chr. nur noch Astrolab genannt wurde. Als die arabischen Schriften im 10. Jahrhundert ins Lateinische übersetzt wurden, hieß das Gerät *astrolapsus*, auch *walzagora* und *plana sphaera Ptolomaei*.

Das Astrolab zeigt in seiner einfachsten Form auf der Vorderseite (Abb. 1) das Kurvennetz des Äquatorkreises, der Wendekreise, des Horizontkreises und der Almukantarate, der Kreise gleicher Höhe, geschnitten von den Kreisen gleichen Azimutes. Die Kurven sind stereographische Projektionen der Himmelskreise vom Südpol des Himmels auf die zum Äquator parallele Tangentialebene am Nordpol des Himmels. Darüber bewegt sich eine ausgeschnittene Scheibe (*aranea* = Spinnennetz oder *rete* = Netz genannt) mit dem Tierkreis und verschiedenen Spitzen heller Sterne. Die Rückseite (Abb. 2) zeigt innerhalb der Randteilung den Tier- und Jahreskreis und darin das Schattenquadrat und die Stundenkurven. Darüber ist drehbar die Alhidade, d. h. ein durchgehender Zeiger mit zugespitzten Enden und mit 2 senkrechten Plättchen davor, die 1 oder 2 Löcher zum Beobachten der Sonne oder der Sterne haben, sogenannte *Absehen*.

Wie das Astrolab sich dazu entwickelte, läßt sich nicht genau angeben. Die Angaben der Vitruv, Ptolemaeus und anderer besagen wenig. Erst mit Philoponos, um 500 n. Chr., gewinnen wir festen Boden unter den Füßen. Offenbar ist der

wichtigste Teil des Astrolabs, nämlich die Projektion der Himmelskreise auf eine ebene Scheibe, den ebenen Sonnenuhren nachgeahmt. Wie Vitruv angibt, hat Aristarch von Samos außer einer Hohlsonnenuhr auch eine Scheibe erfunden, indem Eudoxus oder Apollonius das Arachne genannte Gerät zugeschrieben wird. Da weder über die Discus genannte Scheibe noch über die Arachne Näheres bekannt ist, so läßt sich mit diesen Angaben wenig anfangen. Dagegen können wir aus der Angabe des um 400 n. Chr. lebenden Synesius, daß Hipparch über die Projektion der Himmelskreise eine nicht recht verständliche Arbeit schrieb und nur 16 Sterne in seinem Gerät angab, schließen, daß das Astrolab zur Zeit Hipparchs, also um 130 v. Chr., bereits die Projektion von Himmelskreisen und außerdem eine darüber bewegliche Scheibe mit 16 Sternen enthalten habe. Die wichtige Einrichtung, den täglichen Himmelslauf durch die Bewegung des Sternhimmels über den ruhenden Himmelskreisen darzustellen, muß um die Zeit Vitruvs allgemein bekannt gewesen sein; denn er setzt die Winteruhr als bekannt voraus, eine Wasseruhr, die täglich eine durchbrochene Scheibe mit den Stundenlinien und mit den Wendekreisen und den zwischen ihnen liegenden Kreisen, die dem monatlichen Sonnenstand entsprechen, vor einer festen Scheibe mit dem Sternhimmel sich drehen läßt.

Die stereographische Projektion der Himmelskreise auf die Tangentialebene am Nordpol des Himmels beschreibt Ptolemaeus um 130 n. Chr. in seiner Arbeit „Planisphaerium“, wobei er auf die Ebene den Äquator mit seinen Parallelkreisen, den Tierkreis mit seinen Parallelkreisen, den Meridiankreis und den Horizont für Rhodos mit 36° Polhöhe entwirft und dabei sagt: „Die jetzige Reihe enthält die Parallelkreise zum Tierkreis, insoweit sie die Orte der Fixsterne bestimmen; deshalb soll sie das enthalten, was in dem Horoskopinstrument die Spinne (aranea) genannt wird.“ Demgemäß zeigte zu seiner Zeit die durchbrochene Scheibe des Astrolabs (Horoskopinstrumentes) außer dem Tierkreis noch die Parallelkreise, soweit sie nötig zum Tragen der hellen Sterne waren. Erst später ließ man diese Parallelkreise weg und begnügte sich mit Spitzen zur Darstellung der Sterne. Ptolemaeus selbst stellte zur Wahl, ob man zum Eintragen der Sterne die Parallelkreise des Äquators oder des Tierkreises verwenden will. Als Schiefe benützte er den Winkel von $23^\circ 51'$.

Offenbar hat Ptolemaeus sich eingehend mit dem Astrolab beschäftigt; denn wir besitzen weitere Nachrichten, aus denen wir schließen müssen, daß er eine Abhandlung darüber veröffentlicht hatte. Wie Philoponos berichtete, ließ Ptolemaeus die Stundenlinien oberhalb der Horizontlinie weg und führte den Nadir, den Gegenpunkt der Sonne, zur Bestimmung der Tagesstunde ein. Dieser Nadir spielte seitdem eine große Rolle bis zum 15. Jahrhundert. Ferner nannte Sabokt <F. Nau> den Ptolemaeus als Hersteller von Tafeln, um das Astrolab zu berichtigen. Offenbar handelte es sich um Tafeln des Sonnenlaufes, deren Zahlen zur Bestimmung der Stunde dienten. Bedeutsam ist die Nachricht des arabischen Geschichtsschreibers al-Ya'qūbī um 900 n. Chr., daß Ptolemaeus eine Schrift „Εἰς τοῦ μικροῦ ἀστρολάβου ἥπιόμνημα“ veröffentlicht habe, worin die Almukantarat, die Randteilung und die Alhidade erwähnt werden.

Am wichtigsten ist eine Stelle in einer Schrift über das Astrolab <Leid. Scal 38 Zi 913c Bl. 41v>, worin wörtlich die Vorschrift des Ptolemaeus über den Entwurf der Kurven für das 1. Klima mit 16° Polhöhe und für eine Schiefe von 24° mitgeteilt wird. Diese bisher unbeachtete Stelle findet sich nicht in seinen erhaltenen Schriften. Demgemäß gab es eine Arbeit über die Herstellung des Astrolabs, worin

aber auch die Verwendung des Nadirs für die Zeitmessung gelehrt wird. Aus diesen Regeln über die Verwendung des Astrolabs dürfte die Arbeit „Horologium regis Ptolomaei“ hervorgegangen sein, die, wie noch später zu erörtern ist, durch ihre altertümlichen Fachwörter und durch die Übernahme arabischer Fremdwörter sich als eine frühe Übersetzung erweist, die wohl in Spanien im 10. Jahrhundert erfolgte. Die Bezeichnung des Ptolemaeus als König (rex) braucht uns dabei nicht zu stören, da dieser damals häufig für ein Mitglied der ägyptischen Königsfamilie der Ptolemäer gehalten wurde, und ebensowenig das Wort horologium, da es damals nicht nur Wasser- oder Sonnenuhr, sondern jedes Gerät zur Zeitmessung bezeichnete. Allerdings sind die Gebrauchsanweisungen des Horologium regis Ptolomaei nicht mehr ursprünglich, sondern angepaßt den Fortschritten des 10. Jahrhunderts: römische Monate werden benützt und das Vorhandensein des Tier- und Jahreskreises auf der Rückseite wird vorausgesetzt.

Das Astrolab des Ptolemaeus zeigte wohl schon auf der Vorderseite die Hauptkreise, nämlich den Äquator und die Wendekreise sowie den Horizont und die Almukantarate, ferner unterhalb des Horizontes die Stundenlinien und darüber beweglich die durchbrochene Scheibe mit dem Tierkreis und seinen Parallelkreisen, soweit sie für die Sterne benötigt wurden. Auf der Rückseite war nur die Randteilung mit der Alhidade zu sehen. In dieser Form diente das Astrolab den alexandrinischen Astronomen um 500 n. Chr. Ammonios schrieb darüber eine nicht mehr erhaltene Abhandlung. Dagegen hat sich die Gebrauchsanweisung seines Schülers Joannes Philoponos erhalten. Er kennt verschiedene Astrolabe, die als eingradige, zweigradige oder dreigradige bezeichnet werden, je nachdem die Almukantarate der Vorderseite um $1,2$ oder 3° von einander abstehen. Schon Ptolemaeus hatte in seiner Abhandlung „Planisphaerium“ von zweigradigen, dreigradigen und sechsgradigen Projektionen gesprochen, von denen die sechsgradigen besonders bei kleinem Ausmaß vorzuziehen seien.

Philoponos beginnt seine Gebrauchsanweisung von 15 Abschnitten mit der Beschreibung des Gerätes und zwar mit der Rückseite, die außer den beiden sich kreuzenden Durchmessern der Mittagslinie und der Ostwestlinie, entsprechend Meridiankreis und Horizont, nur die eingradige Randteilung in den beiden unteren Vierteln und die Alhidade mit je 1 Lochabsehe an den Enden zeigt. Die Vorderseite zeigt den Wulst, einen erhabenen Rand, mit Teilung in 360° und innerhalb des Wulstes Einlegscheiben, welche die Projektionen des Äquators und der Wendekreise, die sich kreuzenden Durchmesser des Meridiankreises und des Horizontkreises sowie die Projektionen des Horizontes mit seinen Almukantaraten für die verschiedenen Klimate und Stundenkurven zeigen. Über den Einlegscheiben bewegt sich die durchbrochene Scheibe, genannt Spinnennetz, mit dem Tierkreis und den Spitzen von 17 und mehr Sternen. Manche Astrolabe, besonders die eingradigen, zeigen auch auf der Rückseite das Kurvennetz für ein Klima, d. h. für eine Breitenzone. Die eingradigen Astrolabe haben meistens keinen Wulst. Über die Herstellung des Astrolabes und besonders über das Aussehen des die Platten verbindenden Stiftes wird nichts gesagt.

Elf Abschnitte verwendet Philoponos für die Verwendung. Das Astrolab dient hauptsächlich der Bestimmung der Stunde tags und nachts, daneben auch der Bestimmung des Ortes der Sonne und der Planeten, der Dauer des Aufganges der Zeichen und der ungleichlangen Stunden, der Lage der 4 Himmelsrichtungen, aber nicht der Feldmessung und der Sterndeutung. Die Sonnenhöhe wird mit der Alhidade auf der Rückseite gemessen und dann auf der Scheibe des entsprechen-

den Klimas das Almukantarat mit Tinte bezeichnet, worauf das Netz so gedreht wird, bis der Sonnenort im Tierkreis dieses Almukantarats trifft. Dann ergibt das Nadir der Sonne die ungleichlange Tagesstunde. Nachts wird die Höhe eines hellen Sternes auf der Rückseite gemessen und das Netz soweit gedreht, daß die Spitze des entsprechenden Sterns das mit Tinte bezeichnete Almukantarat berührt; dann ergibt der Sonnenort die Nachtstunde. Der Sonnenort wird Tafeln, wohl einem Jahrbuch, entnommen. Er läßt sich auch mit dem Astrolab bestimmen, wenn die Mittagshöhe der Sonne an einem Tage bekannt ist und man weiß, in welcher Jahreszeit man sich befindet; dann ergibt sich der Sonnenort aus dem Schnitt des Almukantarats mit dem Tierkreis. Über die Unsicherheit dieses Verfahrens in der Nähe der Sonnenwenden ist sich Philoponos nicht im unklaren. Jedoch meint er, daß es genüge, die Messung der Sonnenhöhe nach 1 oder 2 Tagen zu wiederholen, um die Zunahme oder Abnahme der Mittagshöhe festzustellen. Ebenso genüge es zur Mittagszeit ein wenig zu warten und die Messung zu wiederholen, um zu wissen, ob die Sonnenhöhe zu- oder abnehme und ob die Sonne ihren höchsten Stand erreicht habe. Der Gebrauch einer Mittagslinie wird nicht erwähnt.

Wir hatten uns mit der Arbeit des Philoponos so eingehend beschäftigt, weil sie die einzige uns erhaltene griechische Arbeit über das Astrolab ist und deutlich seine Eigenart erkennen läßt, obwohl über die Herstellung nichts gesagt wird. Auf Philoponos folgte der syrische Bischof Severus Sabokt, der um 660 n. Chr. eine syrische Abhandlung über das Astrolab schrieb, worin er wie Philoponos zuerst eine Beschreibung und dann die Verwendung in mindestens 25 Abschnitten gibt. Sein Astrolab besitzt 3 oder 4 Scheiben und darüber das Netz und einen Zeiger; die Rückseite enthält die Alhidade und die zugehörige Randteilung. Als Schiefe gilt 24° . Hinsichtlich der Verwendung geht Sabokt über Philoponos hinaus, indem er das Astrolab und besonders den Zeiger auf seine Tauglichkeit prüfen läßt, auch die Sterndeutung durch die Feststellung des Abstandes des Widders vom Horoskopos und des Aufganges des Lebenszeichens berücksichtigt. Bedeutsam ist die Verwendung des Astrolabes für die astronomische Ortsbestimmung. Den Breitenunterschied zweier Orte, ihren Längenunterschied und ihren Mittagsunterschied zu finden, wird gelehrt.

Das Astrolab Karls des Großen.

Karl hinterließ unter anderem 4 wertvolle Platten: eine viereckige Platte mit dem Plan Konstantinopels, die nach Rom kommen soll, eine runde Platte mit dem Plan Roms, die nach Ravenna kommen soll, eine goldene Platte ohne besondere Angabe und eine silberne Platte, welche die andern durch ihre schöne Arbeit und ihr Gewicht weit übertrifft, aus 3 Scheiben besteht und eine Beschreibung der ganzen Welt in genauer und feiner Zeichnung enthält, wie Einhard berichtete. Die Deutung dieses Gerätes bereitet große Schwierigkeiten, solange man sich an Wattenbergs deutsche Übersetzung <Abel> hält, die von Tischen statt Platten und von Kreisen statt Scheiben spricht. Dagegen lassen die weiteren Nachrichten die Bedeutung der schönen Platte erkennen. Gemäß Thegan verteilte Karls Sohn Ludwig alle Gegenstände seines Vaters und behielt für sich nur die silberne Platte, die dreiteilige, als ob 3 Scheiben mit einander verbunden seien, und kaufte sie aus dem Erbe durch einen Betrag los, den er zu Ehren seines Vaters gab. Sein Sohn Lothar nahm später auf seiner Flucht die silberne Scheibe (discus) von wundervoller Größe und Schönheit mit, auf welcher die ganze Welt und die Sternbilder erhaben dargestellt waren. Diese Bemerkung läßt deutlich ersehen, daß es ein astronomisches Gerät war, daß es sich also bei der „Beschreibung der ganzen

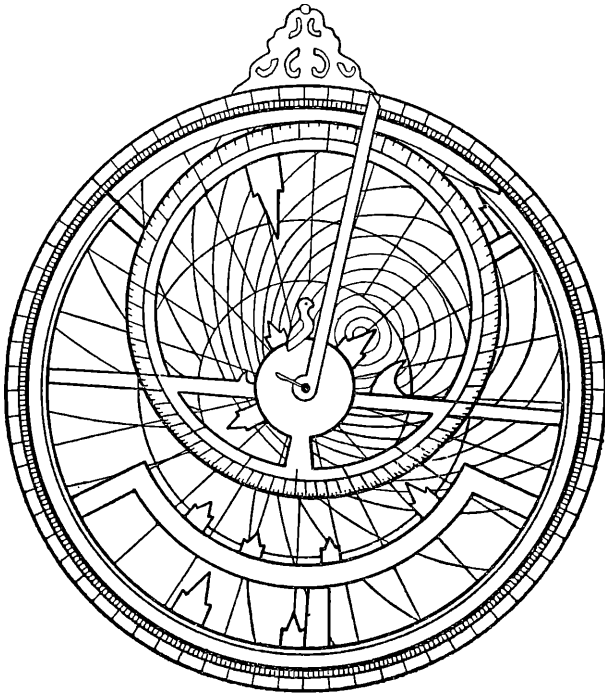


Abb. 1: Vorderseite
eines Astrolabs

Vereinfachte Zeichnung des
Astrolabs des Sergius von
1062 gemäß Dalton

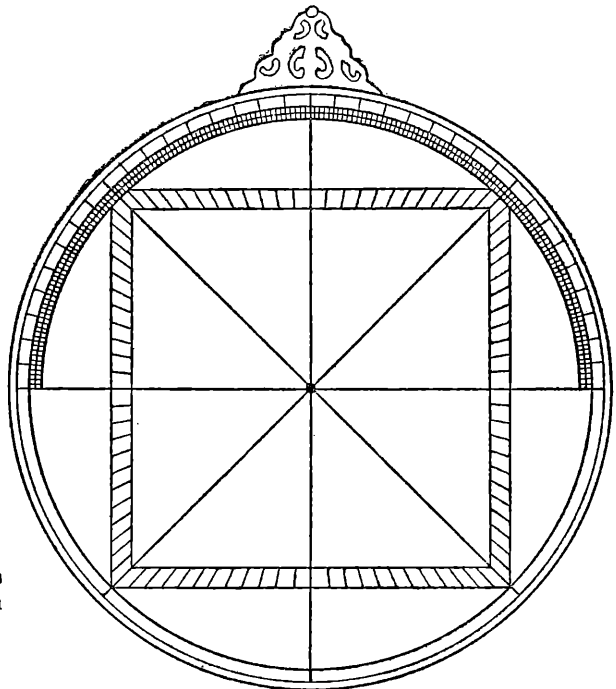


Abb. 2: Rückseite
eines Astrolabs

Vereinfachte Zeichnung des
Astrolabs des Sergius von
1062 gemäß Dalton

Welt“ nicht um die Erde, sondern um das Weltall handelte, kurz gesagt, daß es ein Astrolab war. Es handelte sich offenbar um ein besonders schönes und großes Astrolab aus Silber mit einem Netz der Sternbilder. Woher hatte Karl der Große dies erhalten? Das christliche Mitteleuropa kommt offenbar nicht in Betracht, eher das arabische Reich. Gemäß Suters Verzeichnis war der erste Araber, der Astrolabe herstellte, Ibrāhīm b. Habīb b. Soleimān . . . el-Fezāri, der 777 starb und höchstwahrscheinlich beim Bau Bagdads beschäftigt war. Er könnte das Astrolab hergestellt haben, das später als Geschenk wie auch die Wasseruhr nach Deutschland kam. Die Erwähnung der Platte mit dem Plan Konstantinopels legt aber die Annahme nahe, daß das Astrolab dort hergestellt worden ist; denn diese Stadt war noch bis zum 14. Jahrhundert Sitz der Gelehrsamkeit und im Jahre 1062 verfertigte dort Sergius ein Astrolab <Dalton>. Wie dem auch sei, das Astrolab dürfte damals zu den großen Seltenheiten im christlichen Europa gehört haben und damit erklärt sich seine Beliebtheit bei Karl und seinen Nachkommen.

Zu der Zeit, als das morgenländische Astrolab von Karl und seinen Nachkommen hoch gehalten wurde, schrieb der in Bagdad beschäftigte Messahallah (Masa-allah, † um 815 n. Chr.) eine Schrift über die Herstellung und Verwendung des Astrolabs, die später in die lateinische Sprache übersetzt und seit dem 13. Jahrhundert sehr verbreitet und ausgelegt wurde. Allerdings scheint die Übersetzung sofort verschiedene Erweiterungen erfahren zu haben, wie bereits die Handschriften des 13. Jahrhunderts beweisen. So enthält die von Gunther abgedruckte Arbeit statt des ursprünglichen Sternverzeichnisses ein in Paris 1246 hergestelltes Verzeichnis und ein anderes, das anscheinend für 1300 gilt. Andere Handschriften enthalten arabische Sternverzeichnisse, die für die Jahre 977, 1181 und wohl 1126 gelten. Wie das Verzeichnis aussah, das Messahallah benützte, wissen wir nicht. Außerdem ist seine Abhandlung offenbar durch die Abschnitte 17 bis 22 bereichert worden, die ursprünglich nicht vorhanden gewesen sein können, da sie früher Gesagtes wiederholen. Auch der Abschnitt 2 über die Herstellung des Tier- und Jahreskreises muß eine jüngere Zutat sein; denn die dort erwähnte Gleichsetzung der Winterwende mit dem 15. Dezember entspricht dem Sonnenlauf im 11. oder 12., aber nicht im 9. Jahrhundert. Überdies ist es sehr unwahrscheinlich, daß Messahalabs Astrolab bereits den Tier- und Jahreskreis zeigte, weil diese wichtige Neuerung erst bei den maurischen Astrolaben von 1029 an auftritt, aber bei den gleichzeitigen arabischen und persischen Astrolaben fehlt und von al-Chwārizmī und 'Alī ibn 'Isā nicht erwähnt wird. Offensichtlich handelt es sich um eine Neuerung unter christlichem Einfluß, worüber noch zu reden ist. Ebensowenig erwähnen al-Chwārizmī und 'Alī ibn 'Isā die Stundenlinien auf der Rückseite des Astrolabs und die Stundenteilung der Alhidade. Es dürfte sich auch hier um spätere Zutaten handeln.

Weil die Arbeit Messahalabs offensichtlich Änderungen von christlicher Seite erfahren hat, ist es ratsam sich an die Gebrauchsanweisungen des 'Alī ibn 'Isā um 830 n. Chr. zu halten, wenn man sich über den Zustand des arabischen Astrolabs vor der Jahrtausendwende unterrichten will. Seine Gebrauchsanweisung, die nur in der arabischen Sprache überliefert wurde <'Ali>, erinnert an die früheren, indem die Beschreibung des Astrolabs vorangeht. Ihr ist zu entnehmen, daß die Rückseite am Rande die Gradteilung und darüber die Alhidade mit je 2 Lochabsehen zeigte, während die Vorderseite aus dem Wulst mit der 360°-Teilung und den darin befindlichen Einlegscheiben und dem Netz bestand. Der Wulst ist mit 4 Nägeln und mit Silber oder Werkblei auf der Scheibe befestigt. Auf jeder Ein-

legscheibe sind die Projektionen des Äquators und der Wendekreise mit den Stundenlinien und die Projektionen des Horizontes mit seinen Parallelkreisen, deren Abstände 1, 2, 3 oder 6° betragen, zu sehen. Über den Scheiben bewegt sich das Netz mit dem Tierkreis und den Spitzen der Sterne. Am Tierkreis, dort wo der Steinbock beginnt, befindet sich eine Nase, um die Stellung des Netzes zum Randkreis festzulegen.

Aus der gemessenen Sonnenhöhe wird die ungleichlange Stunde mit den Almkantaraten und dem Nadir in bekannter Weise gefunden. Zur Ermittlung der gleichlangen Stunden werden die Nase des Netzes und die Randteilung benützt; je 15° entsprechen einer Stunde. Auch die Bestimmung der Nachtstunde aus der gemessenen Sternhöhe, des Sonnenortes aus der Mittagshöhe, des Tag- und Nachtbogens bringt nichts Neues. Bedeutsam ist, daß die Polhöhe aus der Beobachtung desselben Sternes in seiner größten und kleinsten Höhe, also in seiner oberen und unteren Kulmination, bestimmt wird, was übrigens auch bei Messahalah vorkommt. Wichtig ist die Benützung des Astrolabs für die Sterndeutung. Der Bestimmung der Häuser und des Aufganges der Tierkreiszeichen sind mehrere Abschnitte gewidmet.

Von dem bekannten Gelehrten Muh. ibn Mūsā el-Chōwarezmī (al-Chwārizmī), der in Bagdad arbeitete und um 840 starb, gibt es nur eine kurze Beschreibung des Astrolabs <'Alī 9 S. 253—254> und die Gebrauchsanweisung <Frank>, aus der hervorgeht, daß sich das Astrolab nicht geändert hatte.

Bemerkenswert ist ein Astrolab des Museums zu Palermo <Caldo Fig. 1 + 2>, das Hamed b. Ali im Jahre 954 oder 959 herstellte: die Einlegscheiben, Spinnennetz und Alhidade fehlen. In der Matrix sind die Kurven der 12 Horizonte von 21 bis 47° Polhöhe zu sehen. Die Rückseite zeigt einen Quadranten mit den parallelen Graden gemäß dem Sinus des Winkels, einen Quadranten mit den gewöhnlichen Kurven der 12 ungleichlangen Stunden und mit dem Schattenquadrat und einen Quadranten mit anderen Stundenkurven, geschnitten von den konzentrischen Kreisbögen der Drittel der Zeichen.

Mit Maslama ibn Ahmed el-Magrītī, Abū'l-Qasīm, der im Jahre 1007 starb, beginnen die Arbeiten der maurischen Gelehrten, in diesem Fall der in Spanien lebenden, da Maslama meistens in Cordoba lebte. Seine Arbeit über die Beschreibung und Verwendung des Astrolabs wurde wohl von Hermann Dalmata im 12. Jahrhundert ins Lateinische übersetzt <Zi 208—210>. Offenbar wurde sie nach Maslamas Tod erweitert, wie die Gleichsetzung der arabischen Jahre 413 bis 456 mit den christlichen Jahren beweist, daß diese Gleichsetzung um 1023 stattfand. Diese Feststellung ist deshalb wichtig, weil die Beschreibung des Astrolabs den Tier- und Jahreskreis der Rückseite erwähnt.

Mit Maslama betreten wir den Boden Spaniens wo das Astrolab eine wichtige Verbesserung erfuhr. Sie bestand darin, daß der Sonnenort zur Bestimmung der Stunde nicht mehr einem Jahrbuch oder einer Tabelle, sondern der Rückseite des Astrolabs entnommen wurde. Dazu wurde innerhalb der Randteilung der Tierkreis mit seinen Zeichen und Graden eingezeichnet und weiter nach innen der Jahreskreis mit seinen Monaten und Tagen, wobei Dezember unten und Juni oben beim Aufhängering zu liegen kam. Eigentlich sollte der Jahreskreis exzentrisch nach oben verschoben im Tierkreis liegen; eine entsprechende Anweisung gibt es in Messahallahs Arbeit. Meistens wurde dies nicht beachtet. Dann grenzen die beiden Kreise aneinander. Durch die darüber kreisende Alhidade wurde der Sonnenort entnommen. Diese Einrichtung findet sich nicht auf den frühesten Astro-

laben des arabischen Reiches, sondern zuerst bei den in Spanien hergestellten maurischen Astrolaben und zwar bei dem jetzt in der Berliner Staatsbibliothek aufbewahrten arabischen Astrolab, das in Toledo im Jahre 1029 hergestellt worden ist <Wöpke>, ebenso bei dem in der Krakauer Sternwarte aufbewahrten Astrolab von 1054, bei dem von Ibrahim ibn Said 1067 in Toledo angefertigten Astrolab, bei dem in Kassel aufbewahrten Astrolab, das Ibrahim ibn Assoli in Valencia 1086 herstellte, bei dem in Granada angefertigten Astrolab des Technischen Museums in Wien und bei dem in Sevilla hergestellten Astrolab der Sammlung Harari. Bei diesen Astrolaben, die wir den maurischen zurechnen können, ist der Tier- und Jahreskreis zu sehen, aber nicht bei den z. T. jüngeren persischen und arabischen.

An und für sich muß die Gleichsetzung des Tierkreises mit dem Jahreskreis bei den Arabern befremden, da sie nur die Rechnung mit Mondmonaten und demgemäß mit Jahren von 354 bzw. 355 Tagen kannten, sodaß eine Beziehung zwischen ihren Monaten und dem Sonnenlauf im Tierkreis nicht bestand. Da ihre Zeitrechnung wenig brauchbar war, wurde in Ägypten der alte ägyptische Kalender mit 12 Monaten zu 30 Tagen und mit 5 Ergänzungstagen am Jahresende benützt, weshalb dort eine Zeitlang das Mondjahr und das Sonnenjahr neben einander in Gebrauch waren. Jedoch kommt dies für die Einführung des Tier- und Jahreskreises auf den Astrolaben nicht in Betracht, da schon das älteste Astrolab die ins Arabische übersetzten Namen des julianischen Jahres, also Januar usw., aber nicht die altägyptischen Monatsnamen zeigt. Demgemäß muß diese Übernahme des christlichen Sonnenjahres in Spanien erfolgt sein, wo die Astrolabe hergestellt wurden. Daß hier schon im 10. Jahrhundert die Wissenschaften gepflegt wurden, ist bekannt <Vyver>. Gerbert, der spätere Papst Sylvester II., erhielt in der Spanischen Mark seine mathematische Ausbildung. Dort gab es Gelehrte wie Bonifilius und Lupitus von Barcelona, an die er sich im Jahre 984 um Auskunft wandte. Um diese Zeit wurden dort die arabischen Ziffern bekannt. Auch arabische Handschriften fanden Beachtung und wurden übersetzt; maurische Astrolabe dürften schon bald darauf zu den Christen gekommen sein; sonst wäre es nicht zu erklären, daß solche Astrolabe sich in 2 lateinischen Handschriften des frühen 11. Jahrhunderts, in der Pariser Bibl. Nat. lat. 7412 <Abb. in Vyver> und in der Berner Handschrift 196 mit ihren arabischen Schriftzeichen abgebildet finden und daß die gleichalte Leidener Handschrift Scal 38 auf Bl. 46v neben dem lateinisch geschriebenen arabischen Wort „alaoar“ am Rande die entsprechenden arabischen Schriftzeichen enthält. Diese wissenschaftlichen Beziehungen zwischen den christlichen und islamitischen Bewohnern Spaniens werden bewirkt haben, daß maurische Gelehrte wie Maslama die christlichen Monate übernahmen und auf ihren Astrolaben den Tier- und Jahreskreis einführten. Die Anregung dazu kam nicht von den Mauren, sondern von den Christen. Die erwähnten Astrolabe von 1054 und 1086, die in Granada und Sevilla entstanden zeigen außer der arabischen Beschriftung des Tier- und Jahreskreises auch die übliche lateinische, woraus hervorgeht, daß sie auch von christlichen Gelehrten benützt worden sind.

In Spanien war nur die herrschende Schicht islamisch, aber der Hauptteil der Bevölkerung christlich, weshalb die Kenntnis des julianischen Kalenders wohl allgemein verbreitet war. Vielleicht ist die im Jahre 976 vom Kalifen el Aziz für Ägypten eingeführte Rechnung mit dem Sonnenjahr <Ginzl I S. 265> eine Rückwirkung von Spanien. Dieses Sonnenjahr mit den ägyptischen Monaten hielt sich nur bis 1107 n. Chr.

Wann wurde das Astrolab den Christen bekannt? Genaueres läßt sich nicht angeben. Vermutlich wurde das Astrolab eingeführt und dazu Gebrauchsanweisungen auf Grund vorhandener Schriften verfaßt. Aus einem Briefe Radulfs von Lüttich an Regimbold von Köln vom Jahre 1025 wissen wir, daß er damals ein Astrolab nach einem Muster hergestellt hatte. Hermann der Lahme († 1054) auf der Insel Reichenau lieferte eine Anweisung zur Herstellung, die später sehr geschätzt und viel abgeschrieben wurde. Er erwähnte darin mehrere entstellte und schwer verständliche Arbeiten und wies am Schluß auf eine vorhandene Gebrauchsanweisung hin. Solche vor ihm entstandene Arbeiten lassen sich noch nachweisen, zuerst die Gerbert zugeschriebene Gebrauchsanweisung „de utilitatibus astrolabii“ und noch andere Vorläufer, die sich durch merkwürdige Fachwörter, nämlich *casa* statt *signum*, *ordo* oder *pars* statt *gradus*, *carnarius* statt *aries*, *bos* statt *taurus*, *astrolapsus* statt *astrolabium* von den späteren Schriften unterscheiden, wo die später üblichen Fachwörter verwendet werden. Da bereits Radulf das Wort *astrolabium* kennt, so dürften die Arbeiten, worin *astrolapsus* vorkommt, vor 1025 entstanden sein. Zu einem noch früheren Zeitpunkt wird man kommen, wenn man für die Umwandlung der Fachwörter einen längeren Zeitraum ansetzt. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die frühesten Arbeiten, die sich durch zahlreiche arabische Fremdwörter als Übersetzungen aus dem Arabischen kennzeichnen, noch im 10. Jahrhundert entstanden und somit kommen wir schon in die Zeit des Lupitus von Barcelona, der im Jahre 984 von Gerbert um seine Übersetzung einer Schrift über die Sterndeutung gebeten wurde. Da zwei der ältesten lateinischen Schriften über das Astrolab auf die Polhöhe von 42° Bezug nehmen, nämlich des 6. Klimas, wozu Barcelona gehört, so ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Schriften im Freundeskreis des Lupitus entstanden sind. Um die gleiche Zeit verfaßte Maslama seine Schrift über das Astrolab in Cordoba. Könnte diese Schrift als Vorlage für die frühesten lateinischen Schriften gedient haben? Sicherlich, wie der Vergleich lehrt!

Bevor wir zur frühesten christlichen Beschäftigung mit dem Astrolab — abgesehen von Karl dem Großen und seinen Nachkommen — übergehen, müssen wir einer merkwürdigen Einteilung der Alhidade gedenken: Ausgehend von einem Plättchen mit Lochabsehen zeigt die Oberseite die Striche der 12 ungleichlangen Stunden. Das Plättchen wirft, wenn die Alhidade zur Sonne gerichtet ist, einen Schatten, aus dessen Lage zu den Strichen die Stunde abgelesen wird. Diese Einrichtung, die offenbar in einer Beziehung zu den frühen senkrechten Sonnenuhren und zu Hermanns Säulchensonnenuhr steht, ist zuerst auf dem maurischen Astrolab von 1029 zu sehen. Also auch hier tritt diese Neuerung gleichzeitig im arabischen und christlichen Bereich auf. Dagegen wird sie von al-Chwārizmī und in den Gebrauchsanweisungen der 'Alī ibn Isā und Maslama nicht erwähnt. Die Teilung der Alhidade kommt aber in der Arbeit Messahalāhs und in einer Arbeit über die Herstellung des Astrolabs <Zi 2266—2267d> vor, die wohl fälschlich dem Joh. ben David (Joh. Hispalensis) zugeschrieben wird, aber eine Vereinfachung der Herstellung Messahalāhs unter Verwendung von Hermanns Sternverzeichnis ist. In diesen beiden Arbeiten wurden 2 Verfahren der Alhidadenteilung angegeben, die aber weniger genau als die Teilung bei der angelsächsischen und Bamberger Sonnenuhr und bei Hermanns Säulchensonnenuhr ist. Offenbar handelt es sich hier um eine Übernahme des Grundgedankens der christlichen senkrechten Sonnenuhr, die aber gar nicht nötig war, da das Astrolab mit seinen Stundenkurven auf der Vorderseite besser die Tagesstunde zu bestimmen gestattet als mit der

Alhidade, besonders wenn Messahalahs Vorschrift, daß die Alhidade immer zur Sonne gerichtet werden muß, befolgt wurde. Haben wir es in der Übernahme der christlichen Monate schon mit einer Anpassung der maurischen Gelehrten an das Christentum zu tun, so zeigt die Teilung der Alhidade eine nicht erwartete Abhängigkeit der maurischen Gelehrten von christlicher Wissenschaft.

Offensichtlich liegt bei der Säulchensonnenuhr und bei der hängenden Reise-sonnenuhr das gleiche Prinzip zu Grunde: der Schattenwurf eines waagrechten Schattenstabes auf das senkrechte Zifferblatt liefert die Stunde. Das gleiche Verfahren liegt auch bei der Stundenteilung der Alhidade vor; ob es sich nun um die Teilung der ganzen Oberfläche zwischen den beiden Plättchen wie beim Astrolab von 1029 oder um die Teilung der Oberfläche vom Plättchen bis zum Mittelstift wie bei Messahalah handelt, immer ist dabei vorausgesetzt, daß der Mittagsschatten der längste ist. Wir wollen dabei von Wöpkes falscher Deutung absehen, der von gleichlangen Stunden spricht, wovon in den alten Erklärungen nie die Rede ist. Über die Herstellung der Stundenteilung berichten nur der Schluß des Horologium regis Ptolomei, der dem 21. Abschnitt der angeblichen Gebrauchsanweisung Gerberts <Bubnov S. 147> entspricht, und der 5. Abschnitt in Messahalahs Herstellung des Astrolabs <Gunther S. 200>. Der 21. Abschnitt wurde gemäß seinen Fachwörtern im 11. Jahrhundert verfaßt und der 5. Abschnitt dürfte erst im 12. oder 13. Jahrhundert in Messahalahs Arbeit gekommen sein. Im 21. Abschnitt wird nur von der Einteilung in 6 Teile gesprochen. Bei Messahalah wird die Schattenlänge berechnet, wenn die Sonne die Höhe von 15° , 30° usw. entsprechend den Stunden I, II usw. erreicht hat. Und über die Benützung der Alhidade heißt es bei Messahalah <Gunther S. 220>, daß die Alhidade auf die Mittagshöhe der Sonne am betreffenden Tage einzustellen sei, worauf das Astrolab so auf die Sonne eingestellt wird, daß der Schatten jeder Kante des oberen Plättchens auf die Alhidade falle und auf der Teilung die Stunde angebe. Offensichtlich ist diese Angabe falsch. Der Angabe des Horologium ist noch weniger zu entnehmen. Allerdings soll auch dort der Sonnenort des betreffenden Tages beachtet werden.

Demgemäß geben uns die überlieferten Arbeiten keine genauen Angaben über die Verwendung der Stundenteilung auf der Alhidade. Das erste Vorkommen geschah im Jahre 1029. Vorher wurde aller Wahrscheinlichkeit nach die angelsächsische Sonnenuhr geschaffen, welche die gleichen Merkmale, wenn auch vereinfacht zeigt, und um die gleiche Zeit entwarf Hermann seine Arbeit über die Säulchensonnenuhr.

Die Teilung der Alhidade des Astrolabs von 1029 ist lehrreich genug, um daraus verschiedene Schlüsse zu ziehen. Die folgende Übersicht bietet in der obersten Zeile die ungleichlangen Stunden I bis VI, dann die Abstände der Stundenstriche von der schattenwerfenden Kante, deren Höhe zu 19,5 angenommen ist, gemäß Wöpke, dann die berechneten Abstände gemäß der Bamberger Formel und zu unterst die daraus berechneten Sonnenhöhen.

Übersicht.

Stunden	I	II	III	IV	V	VI
Abstände	5,3	11,3	19,5	33,1	69,3	93,8
Rechnung	15,6	31,2	46,8	62,4	78,6	93,8
Sonnenhöhe	15,2	30,1	45,0	59,5	70,5	78,5

Wie die Zahlen in den Zeilen „Abstände“ und „Rechnung“ beweisen, entspricht die Einteilung der Alhidade keineswegs der Einteilung der Bamberger Sonnenuhr,

wonach die größte Schattenlänge, also zur Mittagszeit, in 6 gleiche Teile geteilt wird. Andererseits entsprechen die Sonnenhöhen bis zur IV. Stunde völlig und für die V. Stunde ungefähr der Vorschrift Messahalahs, die eine stündliche Zunahme der Sonnenhöhe um 15° voraussetzt. Für die Sonnenhöhe der VI. Stunde, also für die Mittagszeit, ergibt sich $78,5^{\circ}$. Wenn die Annahme zulässig ist, daß dabei die Zeit um die Nachtgleichen zu Grunde gelegt wurde, so folgt als Polhöhe $11,5^{\circ}$, was für den Herstellungsort Toledo nicht paßt. Selbst, wenn man die Sommerwende in Betracht zieht, so käme als Polhöhe 35° und nicht 40° , Toledos Polhöhe, heraus.

Wenn wir die ältesten christlichen Schriften über das Astrolab ins Auge fassen, so müssen wir feststellen, daß es schwer ist, ihren Umfang festzustellen, da sie oft unvollständig überliefert sind; häufig sind an einer Stelle nur einige Abschnitte zu finden, während andere fehlen oder an ganz anderen Stellen sich wiederfinden. Dazu kommt, daß die große Aufmerksamkeit, die man diesem Gerät widmete, dazu führte, daß manche Abschnitte erweitert oder neu erfunden und eingeschoben wurden. Dies äußert sich auch in den vielen Randbemerkungen, besonders in den Abschriften, die in deutschen Klöstern entstanden. Ähnliches ereignete sich im 15. Jahrhundert bei den Sonnenuhren, deren früheste Anweisungen einer fortgesetzten Änderung unterworfen wurden. Wenn auch alle diese Änderungen Zeichen der regen geistigen Tätigkeit sind, so erschweren sie doch sehr die Feststellung des Werdeganges. Deshalb bedeutet es eine große Hilfe, daß der Wandel der Fachwörter uns eine Handhabe zur richtigen Einreihung der Arbeiten gibt.

Zu den ältesten Arbeiten gehören die „Sententiae astrolabii“ <Zi 921a—921c>, auf die zuerst Vyver aufmerksam gemacht hatte. Allerdings läßt der Gebrauch des Wortes „Astrolabium“ ersehen, daß der Titel jünger sein muß; denn in der Arbeit ist nur von „Astrolapsus“ die Rede. Die Arbeit selbst besteht aus mehreren nicht gleichzeitig entstandenen Teilen: zuerst die Einleitung „Prologus“, dann die „Sententiae astrolabii“ genannte Beschreibung und zuletzt die Gebrauchsanweisung, genannt „Horologium regis Ptolomei“. Offensichtlich sind Prologus und Sententiae jünger, da sie selbst in der ältesten Abschrift, in Leid. Scal 38, die jüngeren Fachwörter gradus und aries statt ordo und carnarius aufweisen. Wie schon früher erwähnt, zeichnet sich das „Horologium regis Ptolomei“ durch altertümliche Fachwörter aus. Dabei zeigen sich in den Abschriften Übergänge von älteren zu jüngeren Fachwörtern. So kommt in Leid Scal 38 <Zi 921a> nur das Wort signum vor, während es in Clm 14689 <Zi 921c> und Zür Car C 172 <Zi 921b> mit casa abwechselt; in Bern 196 <Zi 921> kommt auch nur signum vor. Ähnlich steht es mit dem Fachwort „bos“, das allein in Leid Scal 38 benützt wird, während die anderen Handschriften daneben auch „taurus“ bringen. Auch in der Stundenbezeichnung zeigt sich das allmähliche Durchdringen der jüngeren Fachwörter. Die ungleichlange Stunde heißt in Clm 14689 und Zür Car C 172 „hora torta“, aber in Bern 196 „hora artificialis“, woraus später „hora naturalis“ und „hora inequalis“ wurde. Die gleichlange Stunde heißt in Clm 14689, Zür Car C 172 und Bern 196 noch „hora recta“, später aber „hora equinoctialis“.

Die 3 unter dem Namen „Sententiae astrolabii“ zusammengefaßten Arbeiten wurden aus dem Arabischen übersetzt, wie schon die vielen arabischen Fremdwörter beweisen. Der älteste Bestandteil ist das „horologium regis Ptolomei“, dem eine Gebrauchsanweisung des Ptolemaeus zu Grunde liegen dürfte. Sie wurde später durch Zutaten vermehrt und ins Lateinische übersetzt. Dann wurde sie wieder umgewandelt durch Beispiele, die sich auf die christliche Zeitrechnung und

auf einen Ort mit 42° Polhöhe beziehen, und durch Zutaten vermehrt, die im Inhaltsverzeichnis nicht erwähnt werden. Das Inhaltsverzeichnis betrifft nur den größten Teil der Abschnitte. Die letzten Abschnitte, die später als XIX 1—8 und XXI in die angebliche Gebrauchsanweisung Gerberts übernommen wurden, zeichnen sich durch die Fachwörter „signum“ und „gradus“ als jünger aus.

Die Gerbert zugeschriebene Gebrauchsanweisung <Bubnov S. 109—147> beruht offensichtlich auf den *Sententiae astrolabii*. Manche Abschnitte sind wörtlich übernommen; andere sind durch Beispiele und die Tafel des Sonnenlaufes bereichert, was darauf hindeutet, daß damals noch nicht alle Astrolabe mit dem Tier- und Jahreskreis versehen waren, sodaß eine solche Tafel noch notwendig war. Die neue Zeit zeigt sich in den neuen Fachwörtern „aries, taurus, hora inaequalis, hora equalis“ an; immer noch herrscht das Wort „astrolapsus“ vor. Diese Gebrauchsanweisung, die wie Hermanns Abhandlung große Verbreitung fand, behandelt die Zeitbestimmung aus der Messung der Höhe von Sonne und Sternen und die Bestimmung der Tag- und Nachtlänge, der Dämmerung, des Auf- und Unterganges der Zeichen, der Vor- und Nachmittagszeit. Im Abschnitt über die Sternbilder ist auffällig die Unkenntnis der Sterne. So wird behauptet, daß die Sterne des Walfisches selten oder nie in unserm Klima gesehen werden, ebenso Rigel und Alhabor. Da sich aus dem Beispiel 42° als Polhöhe errechnen läßt, so überraschen diese Behauptungen. Ohne Zusammenhang mit der Gebrauchsanweisung steht der Abschnitt über die Klima gemäß Ptolemaeus. Den Schluß bildet ein schon in der Vorlage vorkommender Abschnitt XXI über die Bestimmung der Tagesstunde aus dem Schattenfall auf der Alhidade, der mit dem Hinweis an den Leser zur Herstellung von Sonnenuhren schließt.

Aus der Zeit vor der Jahrtausendwende stammt wohl eine kurze Anleitung <Zi 1157, 1157a> zur Projektion der Almukantarate für 42° Polhöhe. Die altertümlichen Fachwörter „casa, astrolapsus, carnarius“ deuten auf ihre frühe Entstehung hin. Nur durch die Gleichsetzung von gradus mit pars unterscheidet sie sich vom „Horologium regis Ptolomei“, das sich auch auf einen Ort von 42° Polhöhe bezieht, so daß es sehr wahrscheinlich ist, daß diese Abhandlungen von Lupitus von Barcelona oder seinen Freunden herrühren. Diese Anleitung wurde zusammen mit 3 weiteren Abschnitten als angebliche Arbeit Bedas veröffentlicht <Patrologia latina 90 S. 955—960>. Mit Beda haben sie offenbar nichts zu tun. Die angehängten Abschnitte betreffen die Projektion der Himmelskreise, der Almukantarate und des Tierkreises und gelten für 49° Polhöhe als „unser Klima“.

Die Abhandlung (Zi 4212—4214), beginnend mit „Ad intimas philosophiae disciplinas“ dürfte auch aus dieser Zeit stammen und bildet die Einleitung zu einer Schrift über das Astrolab.

Literatur

- O. Abel. Kaiser Karls Leben von Einhard. 2. Aufl. von W. Wattenberg.
'Alī ibn 'Isā. Das Astrolab und sein Gebrauch, übersetzt von C. Schoy (Isis 9, 1927, S. 239-254).
N. Bubnov. Gerberti postea Silvestri II papae Opera Mathematica. Berlin 1899.
Lor. Caldo. Astrolabi del Museo Nazionale di Palermo (Pubbl. dell'Osservatorio astronomico di Palermo. Mem. 65) Palermo 1936.
O. M. Dalton. The Byzantine Astrolabe at Brescia (Proceedings of the British Academy, London 1926).
J. Frank. Die Verwendung des Astrolabs nach al Chwārtzmī (Abhandl. z. Geschichte d. Naturwissenschaften u. d. Medizin III) Erlangen 1922.

- F. K. Ginzel. Handbuch d. mathematischen und technischen Chronologie. Leipzig 1906-14.
- R. T. Gunther. Chaucer and Messahalla on the Astrolabe. Now printed in full for the first time with the original illustration. Oxford 1929.
- Philopon sur l'astrolabe. Traduction. (P. Tannery. Mémoires scientifiques IX, Paris 1929, S. 339-367).
- Das Planisphaerium des Claudius Ptolemaeus. Übersetzung von J. Drecker (Isis 9, 1927, S. 255-278).
- F. Nau. Le Traité sur l'astrolabe de Sévère Sabokt écrit au VII. s. d'après des sources grecques (Journal asiatique Ser. 9, T. 13, 1899, S. 56-101, 238-303. Ser. 10, T. 16, 1910, S. 210-228).
- Heinrich Suter. Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke (Abhandl. z. Geschichte d. mathemat. Wissenschaften X, Leipzig 1900, mit Nachtrag im Heft XIV, Leipzig 1902).
- Synesii Cyrenensis episcopi opera. Paris 1631. Darin auf S. 309—312 über sein Gerät, das nicht ein Astrolab, sondern ein Sternkegel war.
- A. van de Vyver. Les Premières Traductions latines (Xe—XI^e siècles) de Traités arabes sur l'astrolabe (1. Congrès International de Géographie Historique, T. II., Mémoires, Bruxelles S. 266—290).
- F. Woepke. Über ein in der Königlichen Bibliothek zu Berlin befindlichen arabisches Astrolabium (Aus den Abhandl. d. K. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin 1858) Berlin 1858.
- Zi = E. Zinner. Verzeichnis der astronomischen Handschriften des deutschen Kulturgebietes. München 1925.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1947

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Zinner Ernst

Artikel/Article: [Über die früheste Form des Astrolabs 9-21](#)