

## ASTROLABE

### EINE KLEINE GESCHICHTE

Der Name "Astrolabium" kommt vom griechischen Wort "Astro" und bedeutet "Stern" und "Labio", "das, was sucht". Es könnte also als "Sternensucher" übersetzt werden. Dennoch hat dieses komplexe Instrument viele andere Anwendungen.

Die erste Manifestation des Astrolabiums war ein einfaches vertikales Graphometer, dessen einziger Zweck darin bestand, Höhen (der Sonne oder der Sterne zur Berechnung von Zeit und Position) zu messen. Später wurde es eine Repräsentation der Himmelskugel, die kompliziertere Fragen beantworten sollte, und begann seine triumphale Karriere, als seine Oberfläche durch die Annahme einer planaren oder planisphärischen Form leicht die Antworten auf Probleme liefern konnte, die das Aufsteigen oder Setzen von Körpern und anderen betreffen Probleme im Zusammenhang mit dem Horizont an einem bestimmten Ort.

Es wurde komplexer durch die Aufnahme von mehr oder weniger überlagerten Berechnungstabellen, deren Anzahl nur durch die Notwendigkeit begrenzt war, übermäßige Verwirrung auf den Platten des Astrolabiums zu vermeiden. Kurz gesagt, der Apparat enthielt in dem begrenzten Raum seiner Platten die Geheimnisse der Astronomie, der Himmelsmechanik, der chronologischen Ephemeriden und der Trigonometrie, einschließlich, nach Bedarf Kurven, die sich auf die Cabala und die Astrologie beziehen und schließlich eine Berechnungsmaschine und ein echtes Vademecum darstellen, in dem der Astronom und der Seefahrer die Informationen fanden, die heute von nautischen Ephemeriden, logarithmischen Tabellen und dem Sextanten geliefert werden. Die ersten Nachrichten über die Entwicklung des Astrolabiums betreffen das Untersuchungszentrum in Alexandria. Der Astronom Hipparchus (150 v. Chr.) Entwarf das erste planisphärische Astrolabium unter Verwendung der Theorie der stereografischen Projektion.

Claudius Ptolemaios entwickelte 140 n. Chr. In seinem Buch Almagest ein Instrument namens Astrolabon-Organon, das in Bezug auf die Ekliptikkoordinaten einem sphärischen Armillar- oder Sternensucher sehr ähnlich ist. Andere wichtige Texte über das Astrolabium wurden von John (530 n. Chr.) Von der Alexandria School und von Severus (650 n. Chr.) Verfasst. Die Arbeit des arabischen Gelehrten Masha-Alla Albatagnius (850 v. Chr.) Ist herausragend für den Einfluss, den sie in den folgenden Jahrhunderten auf europäische Wissenschaftler hatte.

Mit der Rückeroberung von Toledo durch die katholischen Monarchen war der Weg frei für neue Wissenschaft in Europa. Im 13. Jahrhundert gründete Alfons X. Der Weise von Kastilien die Toledo School of Translators, in der zahlreiche islamische Werke übersetzt wurden und die Grundlage für die Erstellung neuer astronomischer Tabellen bildeten.

In Europa wurde das Astrolabium bis zum Ende des 17. Jahrhunderts zum unverzichtbaren Werkzeug für Astronomen, Astrologen und Vermesser, als es durch präzisere Instrumente ersetzt wurde. In der arabischen Welt wurde die Verwendung bis ins 19. Jahrhundert fortgesetzt.

### UNIVERSAL ASTROLABES

Das 16. Jahrhundert war eine Übergangsphase in der Entwicklung des wissenschaftlichen und mathematischen Wissens und insbesondere in der Astronomie. Das Astrolabium erreichte den Höhepunkt seiner Popularität und als seine Verwendung weit verbreitet wurde, war es Gegenstand vieler Kritik und viele Änderungen wurden eingeführt, um seine Probleme zu lösen. Eine Reihe von Umständen verschmolzen in dieser Zeit und verwandelten die Produktion wissenschaftlicher Instrumente von einem eher dunklen Handel in eine wahre Industrie. Diese Faktoren fielen wiederum in einer einzigen Stadt zusammen. Die Vorteile der Druckmaschine, die Entwicklung der Mathematik und Trigonometrie und das wachsende Interesse an der Astrologie waren in den Niederlanden vorhanden. In der Stadt Louvain befand sich außerdem eine renommierte Universität mit prominenten Dozenten und Forschern. Es hatte leichten Zugang zu reichlich vorhandenen Rohstoffen - Metallen - und war ein Zentrum für qualifizierte Gold- und Schmiede.

In dieser privilegierten Umgebung entstanden zwei verschiedene Schulen in der universellen Astrolabienherstellung, beide unter dem fundamentalen Einfluss von Gemma Frisius (1508-1555). Gemma war direkt verantwortlich für die Verbreitung des universellen stereografischen Astrolabiums, das als „Astrolabum Catholicum“ bekannt ist - wörtlich „das universelle Astrolabium“. Er war auch Lehrer von Juan de Rojas y Sarmiento, einem spanischen Mathematiker, der eine andere Art von universellem Astrolabium auf der Grundlage der orthografischen Projektion dokumentierte, das als „Rojas-Astrolabium“ bekannt wurde. Traditionelle Astrolabien erforderten unterschiedliche Platten für jeden Breitengrad, was sie kostspielig und umständlich machte. Obwohl das Instrument flexibel war, war es nicht geeignet, bestimmte Probleme zu lösen.

Gemmas Astrolabium Catholicum hatte zwei Gesichter: eines davon entsprach einem gemeinsamen Astrolabium, und das zweite konnte in jedem Breitengrad verwendet werden, indem ein Magnetkompass auf den Thron gesetzt wurde. Wissenschaftler sind sich einig, dass das Astrolabium Catholicum nicht wirklich von Gemma erfunden wurde und dass der gelehrte Kosmograf „vergessen“ hat zu erwähnen, dass es fünf Jahrhunderte zuvor konzipiert wurde (das „Zaphea“). Unabhängig von seiner Vaterschaft inspirierte es Instrumente, die die Entwicklung der Astrolabienherstellung nachhaltig beeinflussten.

#### **Fig. 1 to Fig. 6**

Die von Gemma entworfenen Instrumente wurden in der Werkstatt seines Neffen Gualterus Arsenius hergestellt, der wertvolle Beiträge dazu leistete, wie seine revolutionären kalligraphischen Gravuren und ein raffiniertes ästhetisches Design. Später übernahmen die Instrumentenbauer den eleganten und künstlerischen Louvain-Stil, den Arsenius in England, Spanien, Italien und Deutschland kreierte.

Wie James Morrison in *The Astrolabe* (2007) hervorhebt, ist es interessant zu bestätigen, dass die Faktoren oder Kräfte, die in Louvain zusammenkamen und das Astrolabium auf seinen Höhepunkt der Entwicklung und Popularität brachten, sich auch verschworen haben, um seiner Herrschaft ein Ende zu setzen. Die Nachfrage nach genaueren und spezialisierteren Instrumenten wuchs zusammen mit einem echten Interesse an Astronomie, der Instrumentenbau wurde zu einer Industrie und das Astrolabium wurde schließlich als romantisch veraltete Erfindung zurückgelassen.

#### **ROJAS 'ASTROLABE**

Das Astrolabe der Rojas wurde nach Juan de Rojas y Sarmiento benannt. Rojas erfand jedoch weder diese Art von Instrument noch war er der erste, der eine orthographische Projektion verwendete, und er erkannte dies im Gegensatz zu seinem Lehrer bereitwillig an. Er veröffentlichte eine schöne und viel gelesene Abhandlung über das Instrument, und das so entwickelte Astrolabium erhielt seinen Namen aufgrund der Popularität seines wertvollen Buches.

Über das Leben des brillanten Astronomen und Mathematikers Juan de Rojas ist wenig bekannt. Er wurde 1520-1525 in Palencia, Spanien, in einer alten und angesehenen Adelsfamilie geboren und starb in Thrakien. Charles V und Phillip II regierten zu seinen Lebzeiten und waren seine Gönner. Nach Abschluss seines Studiums in Spanien reiste er nach Flandern, wahrscheinlich nach Kaiser Karl V. In Louvain perfektionierte er seine

mathematische und astronomische Ausbildung bei Gemma Frisius, die später seine Freundin wurde. In seiner Abhandlung „*Commentariorum in Astrolabium, Quod Planisphaerium Vocant, Libri Sex*“ (Paris, 1550), die Kaiser Charles gewidmet war, präsentierte Rojas der Öffentlichkeit die orthografische oder zylindrische Projektion des Globus. Die Abhandlung, die ihm enorme Anerkennung einbrachte, enthielt dreiundsechzig exquisite Diagramme, die den Aufbau und die Verwendung des im Text beschriebenen Astrolabiums veranschaulichten. Es enthielt unter anderem Material zur Herstellung von Sonnenuhren, Schattentabellen und angewandter Geometrie sowie seine Notizen zu Gemmas Werken.

Die Projektion von Rojas wurde erfolgreich in einer neuen Art von Astrolabium angewendet, das bemerkenswerte Vorteile gegenüber seinen Vorgängern bot, da es in jedem Breitengrad verwendet werden konnte. Dennoch war er, wie so oft in Zeiten intensiver Aktivität und wissenschaftlicher Innovation und Entwicklung, nicht der erste, der dieses Ziel anstrebte oder die orthographische Projektion anwendete, wie es Hans Dorn in Wien und sein eigener Lehrer in seinen Modellen getan hatten.

„Mit diesem Instrument (bekannt als das Astrolabium der Rojas) kann man einmal die Höhe der Sonne, der Planeten und der Sterne bestimmen, Zeit und Breite bestimmen, Höhen anhand ihres Schattens messen, Entfernungen und astrologische Implikationen berechnen, unter anderem“ nach Jerónimo Muñoz, einem Schüler von Oronce Finé und Gemma Frisius.

Rojas 'Astrolabium war noch nie so berüchtigt wie das gewöhnliche Astrolabium oder Gemmas universelles Astrolabium, und es sind heute nur noch dreißig Geräte bekannt. Laut Morrison ist es sehr wahrscheinlich, dass es andere gab, die aus Holz oder auf Papier gezeichnet waren und folglich nicht überlebten. Ein ernsthafter Astrolabienwissenschaftler hat dieses Instrument jedoch untersucht.

#### **BESCHREIBUNG**

Das Astrolabium von Rojas ersetzte das flache Astrolabium nicht, sondern ergänzte es. Ab 1561 fertigte Arsenius in Louvain zahlreiche Astrolabien an, auf denen die Rückseite des Astrolabe Catholicum auf einem flachen Astrolabium abgebildet war. Jahre später, 1598, folgte ein anderer berühmter Astrolabienhersteller, Michel Coignet, seinem Beispiel in Anvers. In Rojas 'Astrolabium wurde die stereografische Projektion - die Projektion der Kugel auf der Ebene - nicht mehr vom Punkt  $\gamma$  aus gemacht, sondern von einem Punkt im Unendlichen. Diese Methode

wurde als orthographische Projektion bekannt. Die projizierte Ebene war identisch mit der auf der Zaphea (der Farbe der Sonnenwende).

Unserer Meinung nach bedeutete das Hinzufügen von Rojas 'Projektion zum flachen Astrolabium, alle für Zaphea typischen Versuche und Irrtümer loszuwerden und eine einfachere und schnellere Lösung für Probleme anzubieten.

Der Hauptvorteil von Rojas 'Astrolabium war sein universeller Charakter. Historisch gesehen war es aus verschiedenen Gründen nie so beliebt wie das flache oder planisphärische Astrolabium: Letzteres wurde später entwickelt und die flache Ebene ermöglichte eine viel intuitivere Verwendung, für die keine Berechnungen erforderlich waren. Trotz seiner Mühsamkeit bot das Instrument von Rojas einfachere Lösungen für bestimmte Probleme und Bedürfnisse.

Das Gerät war etwas einfacher herzustellen als das planisphärische Astrolabium, da die Ekliptik ebenso wie die Parallelen auf eine gerade Linie reduziert wurde. Die stündlichen Meridiane wurden durch Auslassungspunkte dargestellt (das Zeichnen war während des Zeitraums mit ernsthaften Schwierigkeiten verbunden und wurde durch Umfangsabschnitte ersetzt). Auf der Sonne basierende Lösungen wiesen einen geringen Fehler auf, da die Schatten gegen Mittag abnehmen und einer geringeren Deklination entsprechen.

Da Rojas 'Astrolabium eine orthographische Projektion des Kugelkreises von einem Punkt im Unendlichen auf die flache Farbe der Sonnenwende ist, werden Parallelen durch den Sinus der Deklination bestimmt und Meridiane sind Ellipsen, deren kleine Halbachse eine Funktion des Sinus der Stunde ist Winkel.

Diese äußerst praktischen Hinweise sind als Leitfaden für die Verwendung von Rojas 'Astrolabium gedacht. Für die Lösung klassischer Probleme gelten die Ergebnisse für alle Personen, die zwischen 70 ° Nord und 70 ° Süd positioniert sind.

#### **VORDERSEITE**

Auf der Platte sehen wir Meridiane, die durch Ellipsen in 5 ° -Intervallen dargestellt werden, die zeitlich 20 Minuten (die feinen Linien) und die Stunden alle 15 ° (dicke Linien) entsprechen. Für die nördliche Hemisphäre erhöhen sich die Stunden von links nach rechts, wobei sich 12 Stunden rechts am Außenumfang befinden. Sie sind mit arabischen Ziffern nummeriert. Sie stellen auch den rechten Aufstieg der Sonne und der Sterne dar, der den Winkelabstand vom Punkt  $\gamma$  ausdrückt, an dem die Ekliptik den Äquator schneidet, und der der Ursprung der Winkelabstände ist, die durch römische Ziffern

dargestellt werden. Die Zahlen nehmen im direkten Sinne zu (gegen den Uhrzeigersinn). Parallelen entstehen im Äquator (äquinoktial) und werden alle 5 ° geteilt, wobei die Beschriftungen alle 10 ° bis 70 ° Nord im oberen Teil und -70 ° im unteren Teil (feine Linien) liegen. In der Tierkreiszone (zeigt die scheinbare Flugbahn der Sonne entlang des Tierkreises) sind die Eingänge des Zeichens mit einer dicken Linie markiert. Die Deklinationen der Sonne für die entsprechenden Daten sind nicht gekennzeichnet. Um die Zeichnung zu vereinfachen, lauten sie wie folgt:

Days Signs Declination <sup>TM</sup> 21/3-23/9 Aries-Libra  
0° 20/4-22/8 Taurus-Virgo 11.46° 21/5-22/7  
Gemini-Leo 20.15°

21/6 Cancer 23.44° 22/10-19/2 Scorpius-Pisces  
-11.46° 22/11- 20/1 Sagittarius-Aquarius -  
20.15°

22/12 Capricorn -23.44°

Ecliptic Longitude | 0°-30°

0°-30°

0°-30°

0°-30°

0°-30°

0°-30°

0°-30°

R.A 0°-180° 27.9°-152.06° 57.9°-122.15° 90°  
207.9°-332.06° 237. 9°-302.15° 270°

Die Achse senkrecht zur Äquinocciallinie im himmlischen Nord-Süd-Pol weist die Deklinationen auf, die 10 ° -20 ° ekliptischer Länge entsprechen, was 10 Tagen Unterschied entspricht. Entlang der Ekliptik ist jedes Sternzeichen durch 10 ° -Labels (0 ° -10 ° -20 ° -30 °) mit den entsprechenden Deklinationen unterteilt (Abb. 1).

Die Regulierung ist entlang des Sinus mit 10 ° -Labels von 20 ° -160 ° und von 200 ° bis -340 ° unterteilt. An jedem Ende fehlen 20 °, die unbeschriftet gelassen wurden, um die Zeichnung klarer zu machen. Auch weil mit diesem Projektionssystem die stündliche Ellipse so dicht wird, dass sie sich Mittag oder Mitternacht nähert, dass jeder Versuch der Präzision nutzlos ist. In der Mitte der Bezugslinie der Regula befindet sich ein kleiner Kreis, dessen Mittelpunkt so zusammengesetzt werden muss, dass er mit dem Zentrum des 12-Stunden-Umfangs zusammenfällt, wo die Ekliptik- und die Äquinocciallinie zusammenlaufen. Es verfügt über einen Schlitz, entlang dessen der Cursor senkrecht bewegt werden kann (Abb. 2).

Der Cursor hat eine Kante, die in die bewegliche Stelle des Reglers passt, und ist gemäß dem Sinus von  $0^\circ$  -  $75^\circ$  in  $5^\circ$  -Intervallen abgestuft. Es sind nur  $10^\circ$  -Intervalle nummeriert (Abb. 3). Das Instrument enthält zwei Peripheriebereiche. Der äußere Waldläufer ist in zwei Skalen unterteilt, die es dem Betrachter ermöglichen, die Regula (die als beweglicher Horizont fungiert) in dem Breitengrad zu platzieren, in dem er sich befindet. Für die Breiten der nördlichen Hemisphäre rechts und für die südlichen Breiten links. Der innere Bereich umfasst eine Reihe von Skalen von  $0^\circ$  bis  $90^\circ$  mit Intervallen von  $1^\circ$ , mit deren Hilfe die Sonnenhöhe bestimmt werden kann (Abb. 2).

### RÜCKSEITE

Auf der Rückseite des Instruments von Rojas befindet sich wie bei allen universellen Astrolabien ein planisphärisches klassisches Astrolabium. Es besteht aus vier verschiedenen Teilen: dem Limbus, dem Tympanon oder der Platte, dem Rete oder Netz und der Alidade.

Am Limbus (äußerer Rand) finden wir die Stunden in römischen Zahlen und eine Skala von 0 bis 90 Grad, die wiederum den inneren Kreis in vier Quadranten unterteilt.

Die Platte (Almucantars) ist die gravierte Platte, die lokale Koordinaten für Höhe  $h$  und Azimut  $Az$  am Einsatzort darstellt. Dieser Ort entspricht dem Breitengrad =  $40,4^\circ$  (Abb. 4).

Das Rete oder Netz ist eine Sternenkarte, die die Himmelskoordinaten von Sternen und Planeten angibt, die durch spitze Spitzen oder Haken in ihrer Position im Himmel dargestellt werden (rechter Aufstieg  $RA$  und Deklination  $\delta$ ). Da sich die Erde von West nach Ost dreht, zirkulieren die Sterne im Uhrzeigersinn von Ost nach West. Diese scheinbare Bewegung wird durch das Astrolabium reproduziert, das die Sonne, die Sterne und andere Himmelsobjekte vom Horizont aus verdrängt. Auf der Außenseite des Rete befinden sich ein Kalender und die richtigen Aufstiege ( $RA$ ). Die Ekliptik mit den Tierkreiszeichen befindet sich im Körper des Rete (Abb. 5).

Die Alidade verfügt über Flügel, mit denen der Benutzer Höhenmessungen durchführen kann, und eine Skala von  $10^\circ$  bis  $70^\circ$ , mit der die Deklination der Sterne berechnet werden kann (Abb. 6).

### VERWENDUNG VON ROJAS 'ASTROLABE

Um das Astrolabium verwenden zu können, ist es wichtig, die Deklination der Sonne oder eines anderen Sterns zu dem Zeitpunkt zu kennen, an dem die Bestimmungen vorgenommen werden sollen. Die Kenntnis dieses Parameters ist ebenso wichtig wie die Kenntnis des Sonnenstandorts auf der Ekliptik in einem flachen Astrolabium. Bitte denken Sie daran: Schauen Sie niemals durch die

Flügel in die Sonne, da dies Augenschäden verursachen kann.

In den folgenden Beispielen nehmen wir einen bestimmten Ort und ein bestimmtes Datum an - jedoch angesichts der Universalität des Instruments. Es kann in jedem Breitengrad und an jedem Datum eingesetzt werden. Wir werden die folgenden Symbole verwenden:  $\phi$  = Einsatzbreite;  $\delta$  = Deklination der Sonne oder des Sterns;  $\psi$  = Hilfswinkel;  $\lambda$  = ekliptische oder terrestrische Länge;  $\alpha$  = rechter Aufstieg (R.A.);  $\beta$  = ekliptischer Breitengrad;  $h$  = Sonnenhöhe;  $t$  = stündlicher Winkel (Stunde);  $A$  = ( $180 - Az$ ) Azimut aus dem Norden;  $Az$  = Azimut aus dem Süden; E.T. = Zeitgleichung;  $\epsilon$  = die Schrägstellung der Ekliptik ( $23,44^\circ$ ).

1) Unser Einsatzspielraum  $\phi$  = Madrid  $40,4^\circ$  N,  $\lambda$  =  $3,68$  W (14 m 45 s) und unser Datum der 30. April. Auf der Ekliptik überschreitet die Deklination mit  $\delta = 14^\circ 48' = 14,8^\circ$  das Datum am 30./4. Und 12./8. Wir haben die Höhe der Sonne am Nachmittag dieses Tages unter Verwendung der Flügel der Alidade berechnet und die Schätzung ist  $43^\circ$ . Unsere erste Aufgabe ist es, die Zeit in diesem Moment festzulegen.

Verschieben Sie die Bezugskante der Regula auf das  $40,5^\circ$  -Label im unteren rechten Quadranten. Einmal in diesem Breitengrad festgelegt, entspricht die Position der Regula der des Madrider Horizonts. Schieben Sie anschließend den Cursor, bis die Beschriftung 43 die Linie mit einer Neigung von  $14,8^\circ$  erreicht. Die Kreuzung entspricht einem Punkt, der sich über 15:00 Uhr befindet. oder 15:00 Stunden. Dies ist die lokale Sonnenzeit.

2) Jetzt wollen wir die Zeit des heutigen Morgens und des Sonnenuntergangs kennen. Wir müssen zuerst die Regulierung auf  $40,5^\circ$  auf der unteren rechten Skala bringen. Wenn wir der Parallele mit der Deklination  $\delta = 14,8^\circ$  folgen, werden wir sehen, dass sie die Regulierung an einem Punkt schneidet, der der stündlichen Ellipse entspricht, die 5:05 Uhr und 18:55 Uhr entspricht.

3) Wir möchten wissen, an welchem Punkt des Horizonts die Sonnenaufgänge liegen und wie lang der Tag ist (Sonnenstunden). Ohne die Regulierung zu verschieben, werden wir erfahren, dass der Punkt, der 5h 05 entspricht, auf seine Bezugskante im Abschnitt mit  $A = 69^\circ$  von Norden oder  $Az = 111^\circ$  von Süden fällt. Die Länge dieses Tages beträgt  $6h 55m \times 2 = 13h 50m$ .

4) Um einen orthomeridischen Sonnenquadranten zu platzieren, möchten wir wissen, zu welcher Zeit, am 30. April, die Sonne über der ersten Vertikalen (von Ost nach West) liegt. Wenn Sie die Regula über das  $40,5^\circ$  -Label setzen, müssen Sie den Cursor über die  $90^\circ$  -Teilung der Regula setzen. Der Schnittpunkt zwischen der freien Kante des Cursors und der Parallele mit Deklination  $14,8$

bestimmt einen Punkt, der mit der stündlichen Ellipse um 16:45 Uhr übereinstimmt.

5) Wir sind daran interessiert, die Höhe der Sonne zu lernen, wenn sie über die erste Vertikale geht. Im vorherigen Beispiel entspricht der Punkt, der die Zeit ausdrückt, an der Kante des Cursors der Teilung  $22,5^\circ$ .

6) Wir möchten wissen, wann es vollständig dunkel sein wird (astronomische Dämmerung), dh wann sich die Sonne unter dem Horizont versteckt und die Höhe genau  $18^\circ$  beträgt und wie lange sie dauern wird. Sobald wir die Regula in die übliche Position gebracht haben, drehen wir sie um und platzieren den Cursor über  $40,5^\circ$  in der Breitengradskala, so dass die  $18^\circ$ -Schritt unter die Regula fällt, und schieben sie, bis das  $18^\circ$ -Label die Linie mit Deklination trifft  $14,8^\circ$ . Wir werden beobachten, dass es die Auslassungspunkte entsprechend 20.40 Uhr schneidet.

7) Wir werden gebeten, die maximale Höhe der Sonne am 30. April in Madrid anzugeben. Schieben Sie den Cursor mit der Regula in Position bis zu dem Punkt, an dem parallel zur Deklination  $14^\circ 48'$  die 12-Stunden-Ellipse (rechts) schneidet, die jetzt in einen Umfang umgewandelt wird. Am Rand des Cursors entspricht dieser Punkt  $64,8^\circ$ .

8) Nehmen wir an, wir haben im Gegenteil die Schaufel auf der Rückseite der Alidade verwendet, um die Höhe der Sonne an ihrem Höhepunkt über dem Meridian ( $64^\circ$ ) zu bestimmen, und wir kennen auch das Datum, den 30. April. Wir wollen wissen, auf welchem Breitengrad diese Maßnahme ergriffen wurde. Dies war die Methode, mit der Navigatoren im Zeitalter der Entdeckung Breitengrade festlegten. In diesem Beispiel platzieren wir die Regulierung nicht über einem bestimmten Breitengrad, da wir sie ignorieren. Stattdessen bewegen wir den Cursor über die Regula, bis das  $65^\circ$ -Label den Punkt berührt, an dem sich 12 Uhr mittags parallel zur Deklination  $14^\circ 48'$  meets trifft. Diese Position entspricht automatisch der  $40,5^\circ$ -Teilung im unteren rechten Quadranten.

9) Wir wollen nach Alta in Norwegen bei  $\phi = 70^\circ$  N fahren, um das Phänomen des nicht existierenden Sonnenaufgangs und der Dämmerung zu sehen, wenn die Sonne 24 Stunden über dem Horizont und über der Stadt bleibt. An welchen Daten sollten wir ein Hotelzimmer buchen, um diesen Anblick genießen zu können?

Wenn wir die Regula auf  $70^\circ$  Breitengrad bringen (jetzt Altas Horizont), werden wir feststellen, dass die Parallelen zwischen  $20^\circ$  und  $15^\circ$  ( $22/5$ ) und ( $22/7$ ) über dem Bezugsrand der Regula liegen. Daher ist jedes Datum zwischen diesen beiden für die Reservierung geeignet.

10) Wann tritt Sirius am 10. September an einem Ort mit einer Breite von  $= 41,4^\circ$  über dem

östlichen Horizont auf? Für dieses Datum beträgt die Sirius-Deklination  $\delta = -17^\circ$ , der rechte Aufstieg R.A beträgt  $\alpha = 6^h 44^m$  und der rechte Aufstieg der Sonne beträgt  $\alpha = 11^h 30^m$ . Sobald wir wissen, dass die Sirius-Deklination  $\delta = -17^\circ$  beträgt, ist es einfach, den stündlichen Winkel zu bestimmen: Platzieren Sie die Regula über  $41,5^\circ$  auf der Breitengradskala und folgen Sie dann parallel  $-17^\circ$  mit Ihren Augen, bis sie die Bezugskante der Regula berührt. Dieser Treffpunkt fällt auf  $7^h 04^m$  auf die stündliche Ellipse. Der Unterschied zwischen der R.A. und Sirius R.A. drückt die Verzögerung der Sonne in Bezug auf Sirius aus. Diese Differenz, die  $4^h 46^m$  beträgt und zum stündlichen Winkel des Sterns addiert wird ( $12 - 7^h 03^m = 4^h 57^m$ ), ergibt einen stündlichen Gesamtwinkel von  $9^h 43^m$ . Sirius wird daher um  $12 - 9^h 43^m = 2^h 17^m$  steigen.

11) Angenommen, am 12. Dezember sehen wir Vega ( $\alpha$  Lirae) im Westen bei  $\phi = 41,41$  N. Vegas Deklination ist  $\delta = 39^\circ$  und seine R.A. =  $18^h 36^m$ ; die R.A. an diesem Tag ist  $17^h 30^m$ . Was ist die lokale Sonnenzeit? Wir gehen wie zuvor vor, um den stündlichen Winkel von Lira zu ermitteln: Platzieren Sie die Regula über  $41,5^\circ$  und folgen Sie parallel  $39^\circ$ , bis sie die Bezugskante der Regula erreicht. Dieser Treffpunkt entspricht dem 21.00 Uhr. Auslassungspunkte (stündlicher Winkel); Wenn wir die Verzögerung dieses Vegas in Bezug auf die Sonne addieren - den Unterschied zwischen ihren RAs -, haben wir  $18^h 36^m - 17^h 16^m = 1^h 20^m$ , was zu Vegas stündlichem Winkel ( $9^h$ ) addiert, was eine endgültige Zahl von  $10^h$  (lokal) ergibt Sonnenzeit)  $22.20$  Uhr oder  $22^h 20^m$  Sonnenzeit.

12) Nun wollen wir das Datum finden, an dem wir die Zeit  $t = 60^\circ$  ( $8:00$  Uhr) und die Sonnenhöhe zu diesem Zeitpunkt  $h = (30^\circ)$  in Madrid bestimmt haben. Platzieren Sie die Regulierung über  $40,5^\circ$  auf der Breitengradskala und bewegen Sie den Cursor, bis das  $30^\circ$ -Label die stündliche Ellipse berührt, die  $8:00$  Uhr oder  $16:00$  Uhr entspricht. Der Treffpunkt fällt mit der Parallele zur Deklination  $11,46^\circ$  zusammen, was den Daten  $22/8$  und  $22/4$  entspricht. Obwohl die mathematische Lösung nicht eindeutig ist, existiert diese Mehrdeutigkeit offensichtlich in der Realität nicht.

13) Nun zum entgegengesetzten Problem: Angenommen, die Deklination  $\delta = (20,15^\circ)$  entspricht  $22/5$  und  $22/7$  und die Sonnenzeit  $t = 10:00$  Uhr oder  $14:00$  Uhr, dh einem ( $30^\circ$ ) Stundenwinkel. Wie hoch ist die Sonne in diesem Moment, vorausgesetzt wir befinden uns in Madrids Breitengrad? Platzieren Sie die Regula über dem  $40,5^\circ$ -Label und schieben Sie den Cursor entlang der Regula, bis die Kante des Cursors den Punkt berührt, an dem parallel zur

Deklination  $20,15^\circ$  auf die stündliche Ellipse von 104 bis 14 Stunden trifft. Am Rand des Cursors zeigt dieser Punkt  $57,5^\circ$  an.

14) Ausgehend von demselben Breitengrad (Madrid) ermitteln wir den Azimut der Sonne  $A = 58,51^\circ$  von Norden oder  $Az = 11,5^\circ$  von Süden, das Datum der Sommersonnenwende 21/6 und dessen Deklination  $\delta = 23,44^\circ$ . Wir wollen wissen, wie spät es ist. Wir platzieren die Regula über  $40,5^\circ$  und bewegen den Cursor, bis die freie Kante die  $58,5^\circ$ -Teilung der Regula anzeigt. Dieser Treffpunkt entspricht 16:30 Uhr oder 19:30 Uhr.

Wir sollten beachten, dass die Sonne genau in diesem Moment aufgeht (wir werden die atmosphärische Brechung nicht berücksichtigen).

15) Wir sind am 30. April in Madrid,  $\phi = 40,4^\circ$ ,  $\lambda = 3,68^\circ$ , und Sirius spielt im Westen, während es vollständig dunkel ist. Wir kennen die R.A. ist 2h 30m, Sirius 'R.A. beträgt 6h45m und sein  $\delta = -17^\circ$ . Wir möchten die offizielle Zeit dieser Veranstaltung erfahren und wissen, dass E.T. (Zeitgleichung) ist -2m44s und dies ist auch der Azimut für die Einstellung von Sirius. Wir platzieren die Bezugskante der Regulierung gegen  $40,5^\circ$  auf der inneren Umfangsskala und folgen parallel  $-17^\circ$  bis zu dem Punkt, der 17:00 Uhr entspricht. (der stündliche Winkel des Sterns). Wir addieren zu diesem Winkel den Unterschied zwischen der R.A. und Sirius 'R.A. um die solare Ortszeit zu finden:  $6h 45m - 2h 30m - 4h 15m + 5h = 9h 15m$ . Um die offizielle Zeit zu bestimmen, die wir auf unserer Uhr lesen, müssen wir eine Reihe von Korrekturen vornehmen: Zuerst addieren wir 2 Stunden, 1 Stunde entsprechend der Zeitzone für Mitteleuropa und 1 Stunde für die Sommerzeit (vom letzten Sonntag im März bis zum letzter Sonntag im Oktober), + 14m 45s, gegebener Längengrad ist  $3,68^\circ$  W, - 2m 44s (Zeitgleichung) =  $2h 12m 01s + 9h 15m = 23:27$  Uhr oder 23 h 27 m. Die Sirius-Deklination  $\delta = -17^\circ$  trifft bei  $112^\circ$  Azimut SW auf die Kante der Regulierung.

16)

Wir sind in Madrid und an einem unbestimmten Tag werden wir eine doppelte Beobachtung der Sonne mit Azimut aus dem Süden  $Az = 102^\circ$  SW und  $A = 180 - 102^\circ = 78^\circ$ , dh am Nachmittag beträgt die Sonnenhöhe  $h = 9^\circ$ . Wir müssen die Zeit und das Datum der Beobachtung finden. Wir platzieren die Regulierung über  $40,5^\circ$  und verschieben den Cursor auf  $180 - 102 = 78^\circ$ ; Bei der  $9^\circ$ -Teilung berührt die freie Kante der Regula die Linie 6h - 18h. Da die Beobachtung am Abend gemacht wurde, verwenden wir 18h: Der Punkt, an dem die freie Kante des Cursors auf 18h trifft, zeigt die Deklinationslinie von  $14,48^\circ$  an, die dem 30. April und dem 12. August entspricht.

17) Die sibirische Stadt Shepetkovo, Russland, befindet sich im Arctik Polar Circle,  $\phi = 66^\circ 33' 36''$ .

Wird es einen Tag der zirkumpolaren Sonne geben, dh einen Tag ohne Morgengrauen oder Sonnenuntergang?

Wir platzieren die Regula auf dem Breitengrad  $66,56^\circ$  und folgen mit unseren Augen der Parallele für den 21. Juni, wenn  $\delta = 23,44^\circ$ . Theoretisch geht die Sonne nicht so unter, wie sie es zur Sommersonnenwende tun würde, dh sie ist auf Deklination fixiert (dies kann während zwei oder drei Tagen auftreten).

18) Wir wollen wissen, ob es in Sankt Petersburg weiße Nächte geben wird, Breitengrad  $\phi = 60^\circ$  (die Sommersonnenwende, in der sich die Abenddämmerung mit der Dämmerung der Morgendämmerung und der Sonnenhöhe überschneidet, beträgt  $-6^\circ$ , Civil Twilight, in der es gibt ist genug Klarheit, um eine Zeitung ohne künstlichen Blitz zu lesen). Platzieren Sie die Regulierung wie immer über  $60^\circ$  im unteren rechten Quadranten. Drehen Sie den Cursor um und finden Sie heraus, wo er die Delikatesse  $23,44^\circ$  berührt. Sonnenaufgang in Saing Petersburg an diesem Tag: Mit der Alidade auf  $60^\circ$  zeigt die Bezugslinie der Deklination  $23,44^\circ$  Punkt P an, was 2h 45m entspricht. Der Sonnenuntergang ist zwischen 21 und 15 Uhr festgelegt.

Sonnenstunden:  $9h 15m \times 2 = 18h 30m$ . Weiße Nacht:  $2h 45m \times 2 = 5h 30m$ .

19) Änderung der Koordinaten: Eine der interessantesten und praktischsten Eigenschaften des Astrolabiums besteht darin, dass wir von äquatorialen zu ekliptischen Koordinaten und umgekehrt wechseln können, was uns die Berechnungen erspart. Angenommen, wir haben die Äquatorialkoordinaten von Capella ( $\alpha$  Aurigae): R.A.  $\alpha = 5h 15m = 78,75^\circ$  und  $\delta = 46^\circ$  N. Um seine Ekliptikkordinaten herauszufinden, platzieren wir die Regula über der Ekliptik: Parallel zur Deklination schneidet  $46^\circ$  mit der R.A. von  $5h 15m$ , der im oberen Teil des rechten Quadranten erscheint (nummeriert mit römischen Ziffern). Der Schnittpunkt zeigt einen bestimmten Punkt P auf dem Cursor an. Als nächstes platzieren wir die Regula über der Äquinoktiallinie: Punkt P liegt nun ungefähr bei  $\lambda = 80^\circ$  und  $\beta = 21^\circ$ . Im umgekehrten Fall (von Ekliptik zu Äquatorial) gibt es nichts Einfacheres, als die Regula über die Äquinoktiallinie zu legen, diese Werte festzulegen und dann die Regula über die Ekliptik zu legen, wobei der Vorgang rückwärts verfolgt wird.

**(Mit freundlicher Genehmigung von  
FRÖLICH & KAUFMANN Verlag und  
Versand GmbH)**