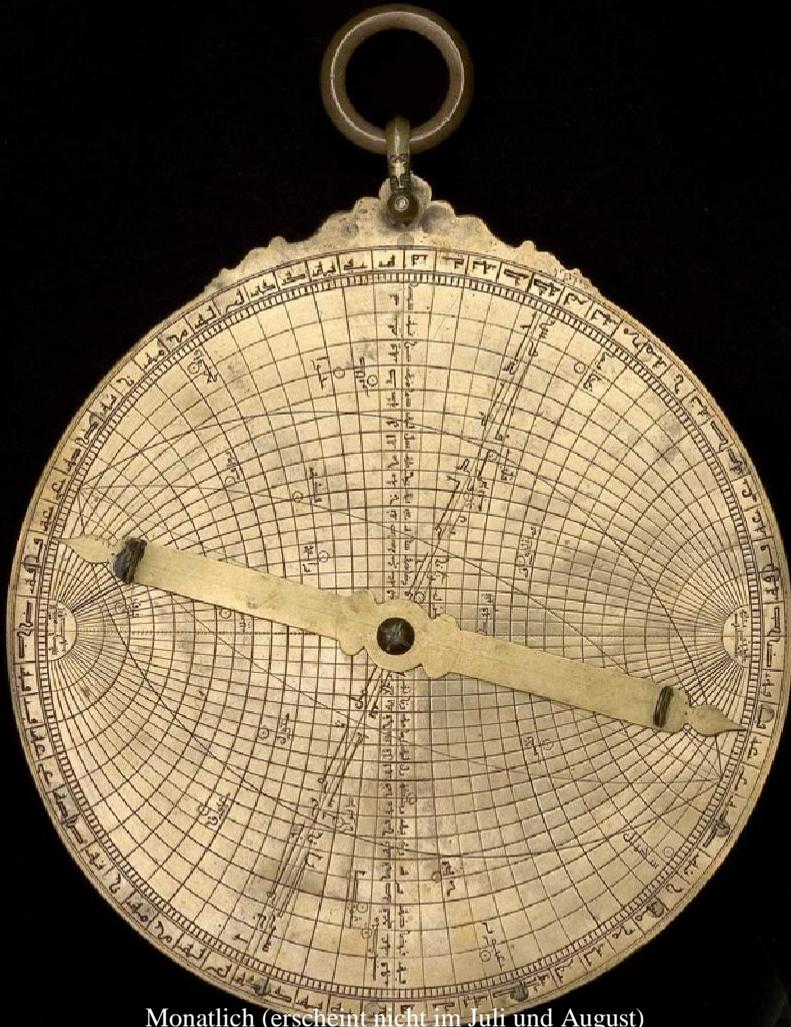


Le Ciel

Astronomische Gesellschaft Lüttich

März 2012

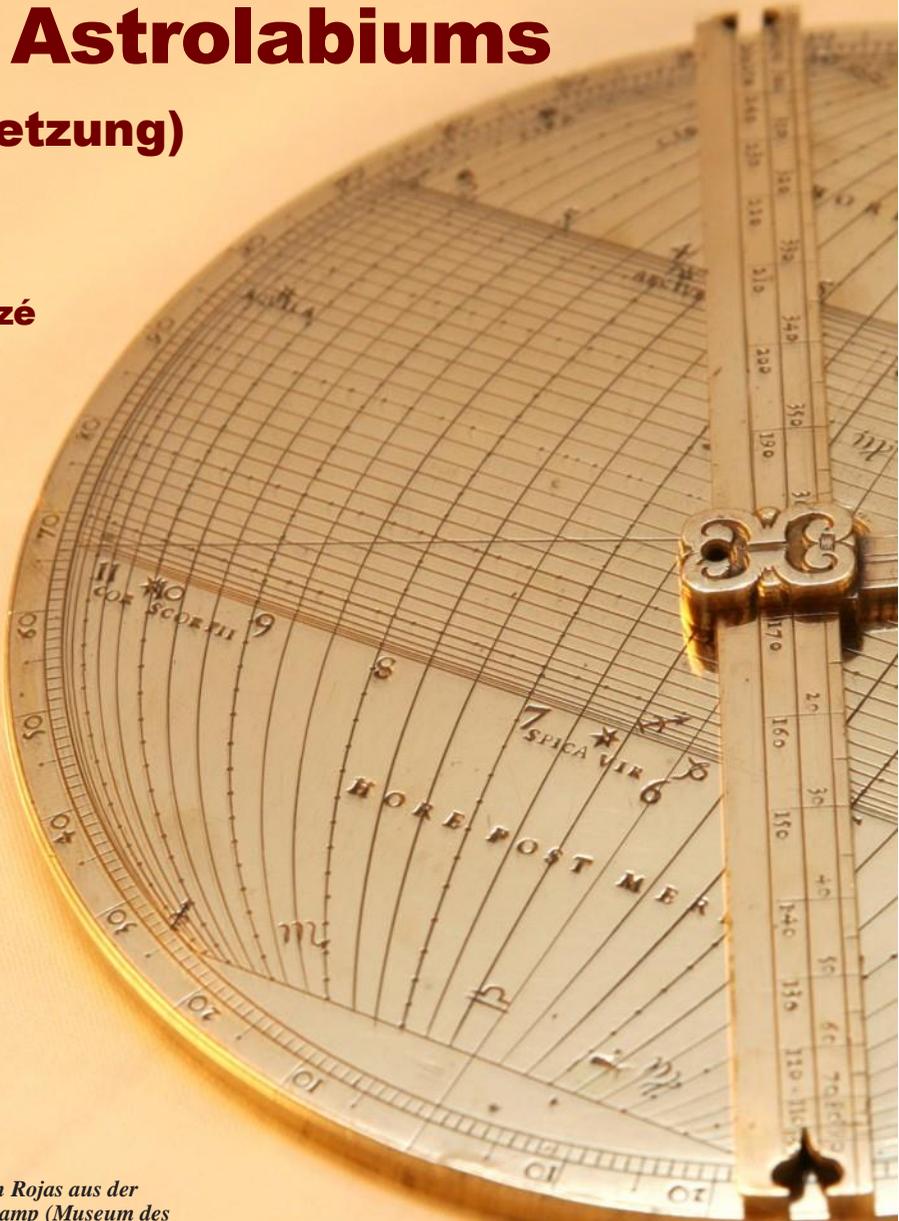


Monatlich (erscheint nicht im Juli und August)

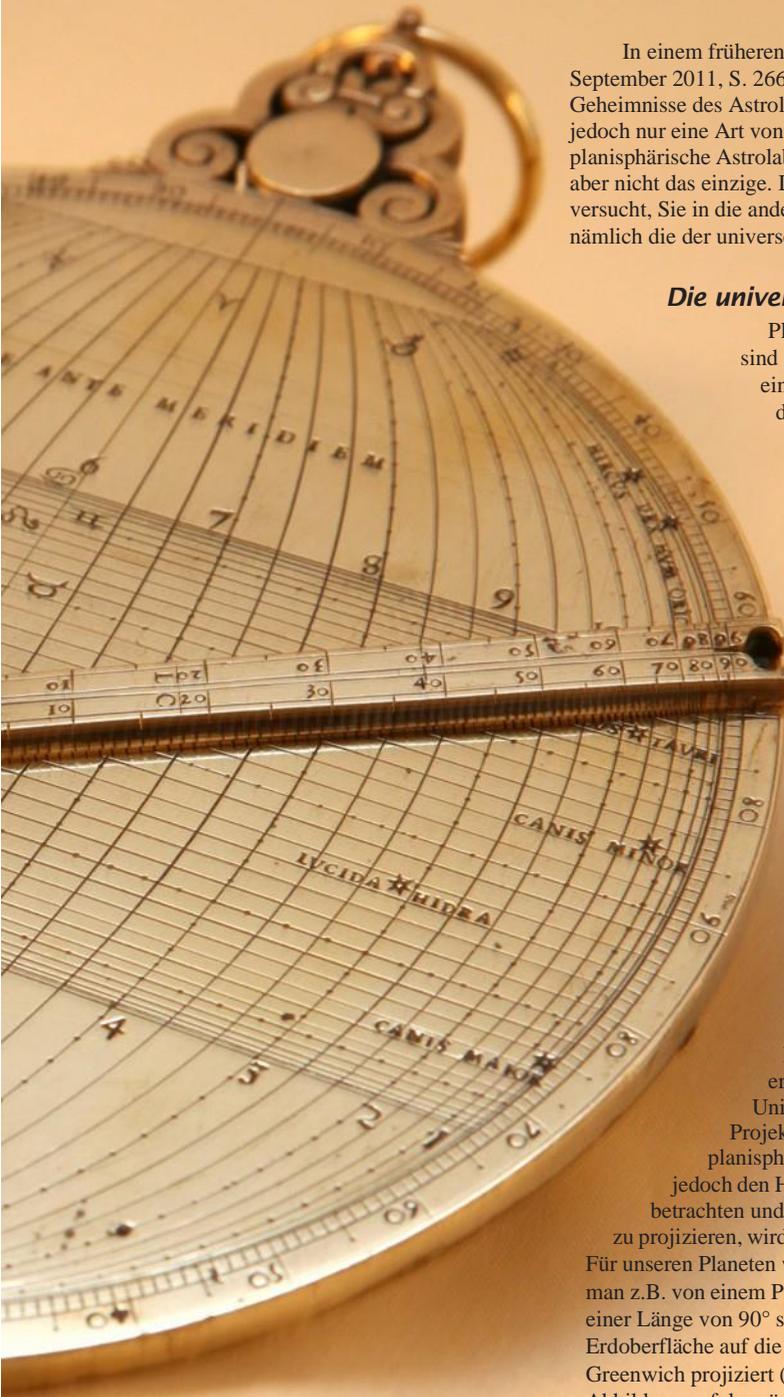
Verantwortlicher Herausgeber: Jean Manfroid, avenue de Coïnte, 5 4000 Lüttich Zulassungsnummer P701237

Die Geheimnisse des Astrolabiums (Fortsetzung)

Yaël Nazé



*Astrolabium von Rojas aus der
Sammlung Elskamp (Museum des
wallonischen Lebens) (© M. HouetULg)*



In einem früheren Artikel (Le Ciel, September 2011, S. 266) wurden einige kleine Geheimnisse des Astrolabiums gelüftet. Es wurde jedoch nur eine Art von Astrolabium erwähnt: das planisphärische Astrolabium. Es ist das gängigste, aber nicht das einzige. Dieser neue Artikel versucht, Sie in die andere Kategorie einzuführen, nämlich die der universellen Astrolabien...

Die universellen Astrolabien

Planisphärische Astrolabien sind sehr gut, aber sie haben einen (großen) Nachteil. Für den Reisenden (der auch der Hauptnutzer dieser Art von Geräten ist) ist es nicht sehr praktisch, eine ganze Reihe verschiedener Einlagescheiben (Tympanon) mitzunehmen und das richtige anhand seiner Position auszuwählen und regelmäßig neu zu berechnen.

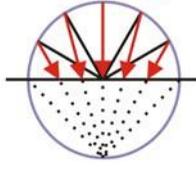
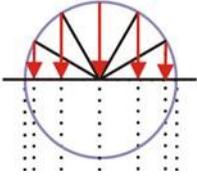
Das Universalastrolabium löst dieses Problem. Wie der Name schon sagt, kann es überall eingesetzt werden.. und das mit nur einer Einlagescheibe! Um dies zu erreichen, verwendet das Universalastrolabium eine Projektion des Himmels, wie sein planisphärischer Cousin. Anstatt jedoch den Himmel vom Südpol aus zu betrachten und auf die Äquatorialebene zu projizieren, wird "von der Seite" geschaut. Für unseren Planeten würde dies bedeuten, dass man z.B. von einem Punkt auf dem Äquator mit einer Länge von 90° schaut und die Erdoberfläche auf die Ebene des Meridians von Greenwich projiziert (siehe Beispiele in der Abbildung auf der nächsten Seite).



Orthografisch



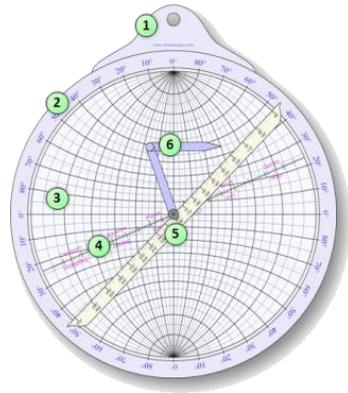
Stereografisch



Wie kann man eine Kugel, ein 3D-Objekt, auf einer Ebene, einem 2D-Objekt, darstellen? Sie können z.B. die stereographische (rechts) und orthographische (links) Projektion verwenden. Hier sind zwei Beispiele für die Erde. Im ersten Fall befindet sich der Beobachter auf einem Äquatorialpunkt von 70° Ost, mit Projektion auf die Ebene, die die Meridiane von 160° Ost und 20° West umfasst. Im zweiten Fall ist die Projektionsebene die gleiche, aber der Beobachter befindet sich unendlich weit entfernt. Der Hauptunterschied liegt also in der Position des Beobachters (unten), was zu einer anderen Geometrie der Projektion von Breiten- und Längengraden führt - man beachte die Verengung am Rand oder in der Mitte, je nach Fall (© 2008 C.A. Furuti).

Diese Lösung wurde Mitte des 11. Jhdt. von einem andalusischen Juden aus Toledo namens Ibn-al-Zaqqallu (oder Arzaquiel, 1028-1087) entdeckt. Dieses Universalastrolabium wird daher logischerweise "sapha arzechalis" genannt. Es wurde fünf Jahrhunderte später unter¹ von einem berühmten Astrolabisten aus Löwen, Gemma Frisius (1508-1555), wiederentdeckt. Das Gerät wurde von Arsenius, einem Cousin von Frisius, hergestellt und als "katholisches Astrolabium" vermarktet.

Zur gleichen Zeit schlug der Spanier Juan de Rojas (17. Jh.), ein Freund und Schüler von Frisius, eine alternative Lösung vor: das Rojas-

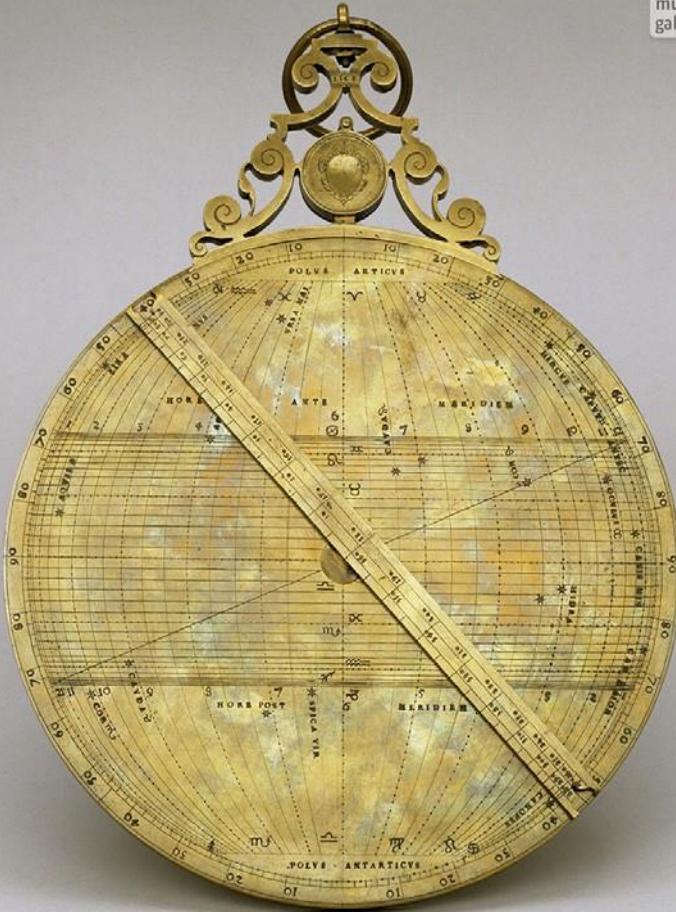


Wie bei einem planisphärischen Astrolabium wird das Universalastrolabium am Thron gehalten (1). Der Limbus, der Rand der Matrix, ist in Grad eingeteilt (2), die Einlegescheibe (3) hat vertikale und horizontale Linien und eine Linie, die in Monate oder Tierkreiszeichen eingeteilt ist (4), zeigt die Position der Ekliptik im äquatorialen Koordinatensystem an. Der bewegliche Marker besteht aus einer graduierten Regula (5) und einem Brachiolus (6), mit dem die Position eines Sterns markiert werden kann. (© www.shadowspro.com)



Sapha, die Mitte des 16. Jahrhunderts in England gebaut wurde (© Museo Galileo). Siehe auch das Foto auf der Titelseite.

¹ Da es keinen sicheren Beweis für eine direkte Übertragung gibt, wird angenommen, dass die beiden Entdeckungen unabhängig voneinander sind.



einem Punkt auf dem Äquator der Himmelskugel, wie bei der Sapha, sondern in unendlicher Entfernung. Der Vorteil ist, dass die Höhen- oder Deklinationslinien nun parallele Geraden sind.

Beide Lösungen haben jedoch ein kleines Problem. Schauen Sie sich das jeweilige Tympanon an (siehe nebenstehende Abbildungen): Während die Markierungslinien anfangs durch identische Winkelintervalle getrennt sind, nähern sich ihre Projektionen im Zentrum des Rojas-Astrolabiums ab. Fazit: Egal, wie Sie sich entscheiden, es wird immer eine Ecke des Himmels geben, in der Sie weniger genau sind. Ein Jahrhundert später löste der Franzose Philippe de la Hire (1640-1718) dieses Problem, indem er den Beobachter in einer endlichen Entfernung zwischen dem Südpol und dem Unendlichen platzierte. Bei ihm sind

Astrolabium von Rojas, gebaut im 16. Jahrhunderte in Italien (© Museo Galileo)

Astrolabium. Diese Lösung verwendet eine orthographische statt einer stereographischen Projektion (die der planisphärischen Astrolabien, die im vorherigen Artikel erklärt wurde und auf dieser Seite abgebildet ist). Der Beobachter befindet sich nicht mehr am Südpol, wie beim klassischen Astrolabium, oder an

alle Projektionen gleich weit entfernt.

Wie auch immer Sie sich entscheiden, eine graduierte Einlagescheibe reicht nicht aus. Zum Arbeiten benötigen Sie einen beweglichen Marker, genau wie beim "klassischen" Astrolabium! Beim Universalastrolabium besteht dieser Marker aus zwei Teilen: einer Regula, einem geraden Stück, das die Breite des Astrolabiums abdeckt und sich nur um das Zentrum drehen kann, und einem Brachiolus, einem kleinen Gelenkarm (beim Sapha) oder

einem Lineal, das auf der Regula gleitet (beim Rojas-Astrolabium). Mit dem Brachiolus können Sie jeden beliebigen Punkt auf der Einlegescheibe markieren.

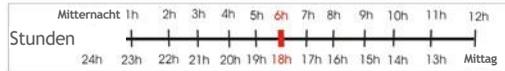
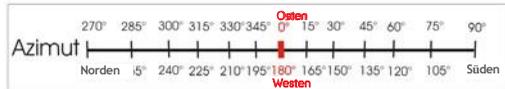
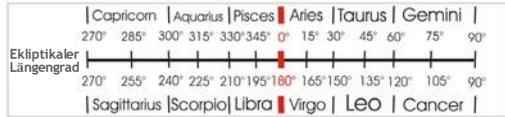
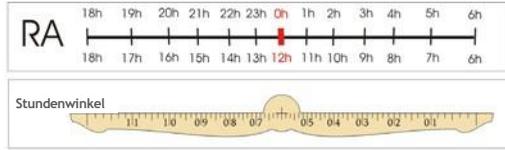
Wie funktioniert das?

Die Pläne eines Universalastro-labiums sind schwieriger zu finden als die eines planisphärischen Astrolabiums. Es gibt zwei kostenlose Möglichkeiten: Verwenden Sie die ShadowsPro-Software, um eine Saphea zu erhalten, oder <http://www.planetarium-provence.com>, wo der Abschnitt "Geschichte der Astronomie" die Pläne der Saphea und des Rojas-Astrolabiums bereitstellt (siehe auch eine interaktive Version unter <http://www.autodidacts.f2s.com/astro/index.html>). Wie beim vorherigen Artikel wäre es sinnvoll, einen solchen zu erstellen, um die Fortsetzung zu lesen und die verschiedenen Funktionen des Geräts besser zu verstehen.

Das erste, was man über Universal-astrolabien verstehen muss, ist ihre Vielseitigkeit. Die sich kreuzenden Linien können verschiedene Dinge darstellen:

1. ein äquatoriales Koordinatensystem- die horizontalen Bögen sind dann in Deklination (die auf dem Rand notierten Grade) und die vertikalen Bögen in Rektaszension (RA, Stunden oder Grade, die entlang der Regula gemessen werden) eingeteilt. In diesem Fall betrachten wir die Himmelskugel vom Frühlingspunkt aus (dem Schnittpunkt von Ekliptik und Äquator) und projizieren den Himmel auf die Ebene, die die Positionen der Sonne auf der Ekliptik zu den Sonnenwenden enthält. Die horizontale Linie in der Mitte stellt dann den Himmelsäquator dar und die Punkte, an denen alle vertikalen Bögen zusammenlaufen, den nördlichen (oben) und südlichen (unten) Himmelpol.

2. ein ekliptikales Koordinatensystem- die horizontalen Bögen sind dann in ekliptikaler Breite (auf der Regula) und die vertikalen Bögen in ekliptikaler Länge eingeteilt. In diesem Fall sind der Beobachtungspunkt und die Projektions-ebene identisch mit dem vorherigen Fall, aber die horizontale Linie in der Mitte stellt nun die Ekliptik dar und die Konvergenzpunkte den nördlichen und südlichen Ekliptikpol.



Die verschiedenen Abstufungen der Regula für eine Saphea, je nach Wahl der Markierung. Der Stundenwinkel entspricht dem Winkel in Stunden zwischen dem Nord-Süd-Meridian und dem gewählten Himmelskörper entlang des Äquators. Die Stunden entsprechen der mittleren Sonnenzeit. – Die Sonne steht um 12:00 Uhr im Süden, um 6:00 Uhr im Osten und um 18:00 Uhr im Westen.

3. ein lokales Koordinatensystem - die horizontalen Bögen werden dann in der Höhe über dem Horizont und die vertikalen Bögen im Azimut eingeteilt. In diesem Fall betrachten wir die lokale Himmelskugel von einem Punkt aus, der genau im Osten auf dem Horizont liegt, und projizieren den Himmel auf die Nord-Süd-Meridianebene. Die horizontale Linie in der Mitte stellt den Horizont dar und die beiden Konvergenzpunkte den Zenit und seinen Gegenpol, den Nadir.

Ein weiterer wichtiger Teil des Puzzles ist es, sich daran zu erinnern, dass man beide Seiten des Himmels gleichzeitig sieht... Mit anderen Worten, man sieht die Vorder- und die Rückseite der Himmelskugel, so dass die Graduierungen immer zwei Bedeutungen haben! Der Benutzer muss wissen, ob er vom Morgen oder vom Nachmittag spricht, vom November (Zeichen Skorpion) oder vom Februar (Zeichen Wassermann), von 3 Stunden oder von 9 Stunden Rektaszension... Kurz gesagt, das Leben ist nicht einfach...

Lassen Sie uns nun sehen, wie Sie dieses universelle Astrolabium verwenden können.

a) Umrechnung von Koordinaten

Die Änderung von Koordinaten ist der Hauptverwendungszweck dieser universellen Astrolabien.

Stellen Sie sich zum Beispiel vor, dass Sie die äquatorialen Koordinaten eines Gestirns wissen wollen, dessen ekliptikale Koordinaten bekannt sind. Nehmen Sie zunächst an, dass das Koordinatensystem des Astrolabiums ekliptikal ist. Nachdem Sie die Regula horizontal eingestellt haben, zeigen Sie auf das Gestirn, indem Sie den Brachiolus auf seine (bekannt) ekliptikalen Koordinaten stellen. Ohne die Regula-Brachiolus-Konfiguration zu ändern, bringen Sie die Regula auf die schräge Linie², die durch die Bögen $-23,5^\circ$ links und $+23,5^\circ$ rechts verläuft - was einer Drehung um $23,5^\circ$ gegen den Uhrzeigersinn entspricht. Das Koordinatensystem ist nun äquatorial und Sie lesen einfach die Koordinatenwerte in diesem neuen System an den Bögen ab, die der neuen Position entsprechen: der horizontale Bogen gibt die Deklination an, der vertikale Bogen die Rektaszension!

Wollen Sie die umgekehrte Operation durchführen? Die Drehung um $23,5^\circ$ erfolgt jedoch im Uhrzeigersinn ($-23,5^\circ$ nach rechts und

$+23,5^\circ$ nach links).

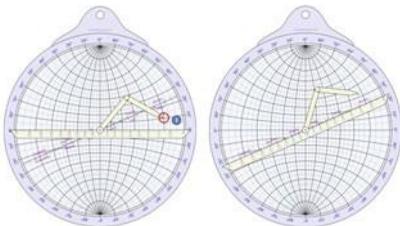
Ein Spezialfall dieser Übung ist es, die äquatorialen Koordinaten der Sonne für ein bestimmtes Datum zu finden. In diesem Fall ist kein Brachiolus erforderlich: Die Sonne befindet sich auf der Regula, da ihre ekliptikale Breite per Definition Null ist. Am 20. Mai steht die Sonne z.B. auf 30° im Zeichen Stier. Suchen Sie diese Koordinate auf der Regula, drehen Sie die Regula um $23,5^\circ$ gegen den Uhrzeigersinn und lesen Sie dann die Koordinaten ab, die mit dieser Position verbunden sind: ungefähr 20° für die Deklination und 4h für die Rektaszension...

b) Bestimmung der Zeiten von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang³

Um diese Übung durchführen zu können, müssen Sie verstehen, wie der Weg eines Sterns auf dem Tympanon des Universalastrolabiums aussieht. Wenn die horizontale Mittellinie den Äquator darstellt, dann bildet der Horizont mit dieser Linie einen Winkel, der gleich der Kolatitude ist (d.h. 90° minus der Breite des Ortes). Die Wege vom Aufgang bis zum Mittag und vom Mittag bis zum Untergang folgen den horizontalen Bögen für eine gegebene Deklination vom Horizont bis zum rechten Rand und zurück (siehe Abbildung auf der nächsten Seite).

Um die Zeit des Sonnenaufgangs für ein bestimmtes Datum zu erfahren, müssen Sie zuerst herausfinden, wo sich die Sonne an diesem Tag in der Regula befindet. Zum Beispiel steht die Sonne am 20. Mai in 30° Stier (0° Zwillinge, oder der Schnittpunkt zwischen den Zeichen Stier und Zwillinge). Dann müssen Sie die Deklination der Sonne an diesem Tag finden (20° , siehe oben). Dann positionieren Sie den Horizont in der Äquatorialmarkierung, indem Sie die Regula in Uhrzeigerichtung um einen Winkel drehen, der der Kolatitude entspricht. Dies ist die Zeit des Sonnenaufgangs an diesem Tag - 4 Uhr für die Sonne, die am 20. Mai von Lüttich aus beobachtet wurde.

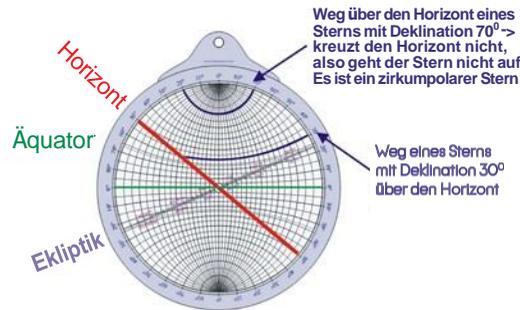
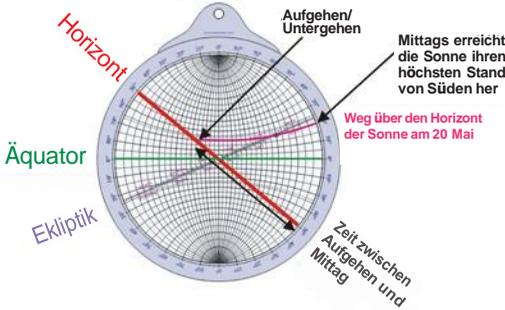
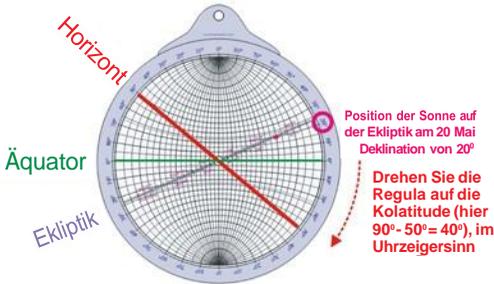
² Sie ist die Projektion der Ekliptik in einem äquatorialen Koordinatensystem.



Um die äquatorialen Koordinaten zu finden, zeigen Sie auf das Gestirn, drehen dann Regula und Brachiolus um $23,5^\circ$ gegen den Uhrzeigersinn und lesen schließlich die Koordinaten des neuen Ortes ab, auf den der Brachiolus zeigt.

³ Wie bei der Übung in Abb. 10A im vorherigen Artikel (Le Ciel, Sept. 2011, S. 273, siehe auch Anmerkung auf S. 272) ist die Zeit, die hier und in den Übungen (d) und (e) behandelt wird, die wahre Sonnenzeit, da die Sonne eingreift. Die Zeit, die anhand der Sterne mit dem planisphärischen Astrolabium bestimmt wird (siehe Abb. 10C auf S. 273 des vorherigen Artikels), entspricht jedoch der lokalen bürgerlichen Zeit.

Finden Sie die maximale Höhe eines Himmelskörpers an einem bestimmten Ort (hier für Lüttich, Breitengrad 50°).



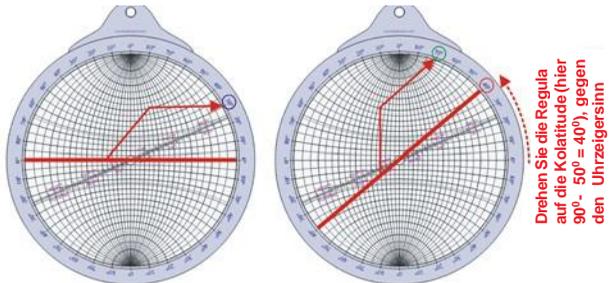
Der Vorgang ist natürlich für einen Stern mit bekannter Deklination identisch!

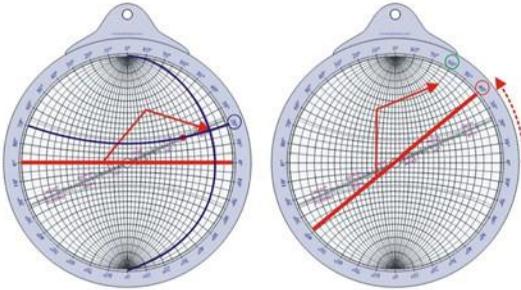
Mit dieser Übung können Sie auch die Tageslänge ermitteln. Die Dauer von Aufgehen bis Mittag ist identisch mit der Dauer von Mittag bis Schlafengehen. Wenn Sie die Zeit des Sonnenaufgangs kennen (siehe vorheriger Abschnitt), müssen Sie nur die Differenz "12 Uhr minus Zeit des Sonnenaufgangs" berechnen und mit zwei multiplizieren. Noch einfacher ist es, den Sonnenaufgang mit einem Lineal mit einer Stundenwinkel-Skala zu markieren - die Zeit zwischen Sonnenaufgang und Mittag lässt sich dann direkt ablesen! Für ein anderes Gestirn als die Sonne ist der Vorgang identisch, Sie müssen nur den Brachiolus auf die richtige Position richten...

c) Bestimmung der maximalen Höhe über dem Horizont eines Gestirns.

Um dies zu tun, müssen Sie die Deklination des betreffenden Himmelskörpers kennen. Betrachten Sie zunächst ein äquatoriales Koordinatensystem und positionieren Sie den Brachiolus auf den bekannten Wert der Deklination am rechten Rand - denn Gestirne kulminieren immer, wenn sie den Süden passieren, und der rechte Rand stellt den Südmeridian im lokalen Koordinatensystem dar. Drehen Sie dann die Brachiolus-Regula-Einheit um einen Winkel, der der Kolatitude entspricht, in Uhrzeigerichtung, um in die lokalen Koordinaten zu wechseln. Der Brachiolus zeigt dann die maximale Höhe an, die das Gestirn erreicht hat.

Aufzeichnung von Auf- und Untergängen sowie des Verlaufs der Gestirne für Lüttich (lat.=50°) in einem universellen Astrolabium.





Finden Sie die Höhe der Sonne am 20. Mai (Deklination = 20°) um 12:40 Uhr, wenn Sie sich in Lüttich befinden (lat.=50°).

d) Die Höhe der Sonne zu einem bestimmten Zeitpunkt finden

Um dies zu tun, müssen Sie die Deklination der Sonne für das gewählte Datum kennen (siehe Beispiel oben). In diesem äquatorialen Koordinatensystem positionieren Sie den Brachiolus am Schnittpunkt zwischen dem horizontalen Bogen, der dieser Deklination entspricht, und dem vertikalen Bogen, der die gewählte Uhrzeit anzeigt (verwenden Sie dazu die Stundenmarkierung auf der Regula). Wechseln Sie dann zu den lokalen Koordinaten, indem Sie die Brachiolus-Regula-Einheit um einen Winkel drehen, der der Kolatitute in Uhrzeigerichtung entspricht. Der horizontale Bogen, der durch die vom Brachiolus angezeigte Position verläuft, zeigt die Höhe der Sonne zum gewählten Zeitpunkt an.

Das umgekehrte Verfahren, die Uhrzeit anhand der Sonnenhöhe zu bestimmen, ist natürlich interessanter. Die Höhe der Sonne kann leicht mit der Alidade der Astrolabien gemessen werden, aber ohne eine genaue Uhr ist es schwierig, die Uhrzeit zu bestimmen. Das einzige Problem ist, dass man diese Operation nicht direkt auf den universellen Astrolabien durchführen kann. Die einzige Lösung besteht darin, die Uhrzeit zu schätzen und die Höhe für diese Annäherung mit der oben beschriebenen Methode zu finden. Wenn die Höhe nicht stimmt, müssen Sie eine andere Uhrzeit wählen und den Vorgang wiederholen. Durch Versuch und Irrtum gelangt man so zur Bestimmung der Uhrzeit. Das universelle Astrolabium unterscheidet jedoch nicht

Drehen Sie die Regula auf die Kolatitute (hier 90° - 50° = 40°), gegen den Uhrzeigersinn

zwischen 10 Uhr vormittags und 14 Uhr nachmittags, zwei symmetrische Positionen in Bezug auf den Mittag: Sie müssen also zusätzlich feststellen, ob der Mittag schon vorbei ist oder nicht (dazu müssen Sie Ihren Magen benutzen...).

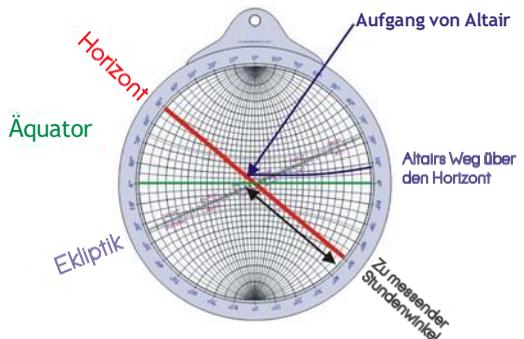
e) Bestimmung der Nachtzeit anhand der Höhe eines Sterns

Dazu müssen Sie die äquatorialen Koordinaten (Rektaszension und Deklination) des betreffenden Sterns sowie die Rektaszension der Sonne für das gewählte Datum kennen (siehe Beispiel oben).

Der Beginn dieses Vorgangs ist ähnlich wie oben für die Sonne beschrieben. Wählen Sie eine Uhrzeit, bestimmen Sie die Höhe des Sterns für diese Stunde und wiederholen Sie, bis die gefundene Höhe mit der Realität übereinstimmt. Wenn Sie die richtige Uhrzeit gefunden haben, messen Sie einfach die Position des Sterns mit Hilfe der Stundenwinkelmarkierung auf dem Regula. Beachten Sie, dass, wenn die Höhe Null ist (der Stern geht auf oder unter), die Operation vereinfacht wird (siehe Abbildung unten).

Es ist jedoch zu beachten, dass sich die Sterne und die Sonne von der Erde aus gesehen nicht mit der gleichen Geschwindigkeit drehen: 23 Stunden und 56 Minuten für den einen, 24 Stunden für den anderen. Daher muss der gemessene Stundenwinkel korrigiert werden. Die

Bestimmen Sie die Uhrzeit, zu der Altair (RA=20h, Deklination = 9°) am 20. Mai (solarer RA = 4h) über dem Lütticher Horizont (lat.=50°) aufgeht. Der Stundenwinkel beträgt -7 h, was zu einer Stunde von 12+ (-7) + (20-4)= 21 h führt.





Korrektur entspricht der Differenz der Rektaszensionen: die wahre Zeit ist also $12 \text{ h} + \text{gemessener Stundenwinkel} + (\text{RA Stern} - \text{RA Sonne})$. Beachten Sie, dass 12 Stunden hinzugefügt werden müssen, da der Stundenwinkel am Mittag Null ist. Wie bei der Sonne gibt es auch hier eine Unklarheit: Sie müssen wissen, ob der Stern den Südmeridian passiert hat oder nicht (der Stundenwinkel ist in diesem Fall positiv oder negativ).

Eine schöne Idee, aber...

Die Universalastrolabien wurden aus verschiedenen Gründen nur selten verwendet. Zunächst einmal ist die Sicht auf den Himmel ungewöhnlich - man sieht ihn "von der Seite", nicht von oben oder unten, wie man es von Sternkarten gewohnt ist. Zum anderen ist es, wie Sie vielleicht schon bemerkt haben, nicht einfach, mit diesem Werkzeug zu jonglieren. Die Kurven

Eine Lösung, die beides kombiniert: links orthographisch und rechts stereographisch. Es ist im Museum für Wissenschaftsgeschichte in Florenz und im Galileo-Museum zu sehen (© Galileo-Museum).

können bis zu drei verschiedenen Bedeutungen haben, was eine komplexe intellektuelle Gymnastik erfordert... Die Funktionsweise des planisphärischen Astrolabiums ist viel intuitiver und erfordert nur wenig Übung, um den Umgang mit ihm zu erlernen. Darüber hinaus liefert das planisphärische Astrolabium bei gleicher Objektgröße und Gravurqualität genauere Ergebnisse.

Die Bestimmung der Uhrzeit ist nicht ganz einfach. Wie bereits erwähnt, muss man wiederholen, was nie sehr praktisch ist! Und schließlich kamen diese universellen Astrolabien erst recht spät auf den Markt - insbesondere das von La Hire, von dem nur sehr wenige Exemplare

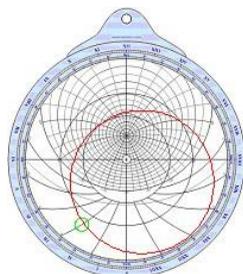
hergestellt wurden. Zu dieser Zeit (17. Jh.) kamen Astrolabien tatsächlich langsam aus der Mode: Der Himmel wurde nun mit Fernrohren beobachtet und die Qualität der Uhren hatte sich so sehr verbessert, dass man nicht mehr ständig den Himmel benutzen musste, um die Zeit mit guter Genauigkeit zu bestimmen.

Trotz ihres Einfallsreichtums erreichten die Universalastrolabien nie den Erfolg ihrer Verwandten...

Einige Details zum ersten Teil

Was die Geschichte betrifft, so können wir dem, was im ersten Teil dieser Serie gesagt wurde, einige Informationen hinzufügen. Es ist bekannt, dass die stereographische Projektion schon vor mindestens zweitausend Jahren bekannt war - Ptolemäus selbst erwähnt sie. Die älteste bekannte Abhandlung über das Astrolabium wurde von Theon von Alexandria um 375 verfasst und hatte einen gewissen Einfluss auf die arabisch-muslimische Welt, aber es gibt heute kein Exemplar mehr. Die älteste erhaltene Abhandlung ist die von Johannes Philopon (390-470), der elf Probleme auflistet, die mit einem Astrolabium gelöst werden können. Sein Gerät enthält jedoch nur die Almicantrats (die Höhenlinien über dem Horizont). Es sind die arabischen Muslime, die im 9. Jhd. die anderen Linien hinzufügten: Azimut, Schattenquadrat und Sinusquadrant wurden von dem Mathematiker Al-Khwarizmi (dessen Name zu "Algorithmus" verzerrt wurde) entwickelt, und seine Kollegen fügten zur gleichen Zeit den Tierkreis Kalender und die Dämmerungslinie hinzu. Erst mit all diesen Verfeinerungen wurde das Astrolabium zu dem wunderbaren Rechner, den wir heute kennen.

In Bezug auf die Verwendung sind zwei Anmerkungen zu machen. Zunächst zur Messung der Rektaszension: Wenn Sie den betreffenden Stern im Süden ("Mittag") platzieren, ist die Uhrzeit, die dem Frühlingspunkt entspricht, die Rektaszension... mit einer Genauigkeit von 12 Stunden: Wenn Sie 16 Uhr lesen, ist die Rektaszension in Wirklichkeit 4 Uhr, und wenn Sie 5 Uhr lesen, ist die Rektaszension in Wirklichkeit 17 Uhr. Um diese Unannehmlichkeiten zu vermeiden, können Sie den Stern stattdessen auf dem nördlichen Meridian ("Mitternacht") platzieren.



In dieser Abbildung ist die Ekliptik rot dargestellt. Die Linien der ungleichen Stunden sind die Kurven unter dem Horizont. Nachdem der beobachtete Himmel auf dem Astrolabium reproduziert wurde, müssen Sie nur noch sehen, welche Stundenkurve die Sonne schneidet (Lösung in grün).

Andererseits haben einige Astrolabien ungleiche Stundenlinien auf der Vorderseite des Astrolabiums. Dies sind Kurven, die unter dem Horizont erscheinen. Mit diesen Linien kann die ungleiche Nachtzeit bestimmt werden, so wie die Rückseite des Astrolabiums die ungleiche Tageszeit anzeigt (siehe Details im ersten Artikel). Um dies zu tun,

1. drehen Sie die Rete, bis Sie die beobachtete Situation sehen können (Vega im Süden, Sirius 10° über dem Horizont usw.)
2. suchen Sie dann die Position der Sonne auf der Ekliptik, die dem aktuellen Datum entspricht
3. finden Sie heraus, welche Kurve der ungleichen Stunde dieser Sonnenposition am nächsten liegt
4. diese Linien können sogar dazu verwendet werden, die ungleiche Tageszeit zu finden - dazu muss man zuerst die Rete positionieren und dann schauen, welcher Kurve der ungleichen Zeit die gegenüberliegende Seite der Sonne entspricht (d.h. die Position auf der Ekliptik, die sechs Monate nach dem aktuellen Datum liegt).

Wenn Sie eine Sammlung schöner Astrolabien sehen möchten, besuchen Sie <http://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/> im Oxford History of science Museum und <http://catalogue.mu-seogalileo.it/indepth/Astrolabe.html> im Galileo-Museum in Florenz.