

Die Erde, der Himmel und das Meer

Als wir zwischen 2006 und 2008 zwei Armillasphären von höchster Klasse in Deutschland bauen sollten, weckte die Erinnerung an den Mechanismus von Antikythera die Idee, einen für diese außergewöhnlichen Instrumente, ein geeignetes Vokabular zu kreieren, da diese einen Eigennamen wahrlich verdienten. So war die gefährliche Südspitze der Insel, das Kap Apolytares, die Basis des Erdapolyter, dessen Armillen einen Erdglobus um zirkeln, sowie des Himmelsapolyter, der einen Himmelsglobus beinhaltet. Aber schon damals dachten wir an einen Meeresapolyter, der dem Seemann geographische Breite und Länge des Schiffes anzeigen würde. Dieses Instrument existiert bisher nur virtuell und auch an der Theorie die sich auf dem Mond bezieht wird noch gearbeitet. Dieser Artikel wird trotzdem einen Überblick skizzieren. Ein Patent wurde angemeldet.

Das Messen der geographischen Länge stellt, seit der Mensch die Küstenschifffahrt zu Erschließung direkter Seewege aufgegeben hat die größte Schwierigkeit in der Seefahrt dar.

Wenn eine Sonnenuhr des Typs „Äquinoktialring¹“ ausreicht, um den Ortmeridian mit einer guten Präzision zu bestimmen, also Nordrichtung und Breite, so verhält es sich anders mit der Länge. Vorausgesetzt, es ist wolkenfrei, ist die Nordrichtung nachtsüber leicht zu finden, indem der Nordstern beobachtet wird (Nordhalbkugel). Dieser Stern ist zwar nicht genau auf dem Nordpol positioniert, aber die Abweichung von heute ca. 47', ist gering genug, um bei der Kapsuche nicht ins Gewicht zu fallen, besonders wenn ein Nokturlab vorhanden ist.

Außerdem, zeigt, wenn der Horizont sichtbar ist, die Höhe des Polarsterns zeigt direkt und ausreichend präzise die geographische Breite an. Damit stellt diese kein Problem dar.

Das Messen der Länge dagegen ist eine ganz andere Geschichte weil, während die Breite, aufgrund der Rundheit der Erde ein natürliches Phänomen ist, erscheint die Länge künstlich.

Und doch ist das Messen der Länge mit astronomischen Mitteln möglich. Es sind verschiedene Methoden bekannt die angewandt werden können. Die bekanntesten stehen in Zusammenhang mit dem Mond und mit den Satelliten von Jupiter. Die Methode der Mondabstände wurde perfekt entwickelt und viele Jahrzehnte benutzt (s. Bibliographie), um die WOZ (Wahre OrtsZeit) zu finden. Die Mondfinsternisse wurden auch im Altertum benutzt.

Die einzige wirklich benutzbare astronomische Methode schien das Messen des Zeitunterschieds zwischen dem lokalen Meridian und einem Bezugsmeridian, z.B. dem von Greenwich zu sein. Es sollten mehrere Jahrhunderte verstreichen, bis John Harrison in der Mitte des 18. Jh. (1773) in der Lage war, einen Marinenchronometer zu konstruieren, der zuverlässig und präzise genug war, um auf See die erreichte geographische Länge zu finden. Dieser Chronometer ist ein Wunder der Technik und Findigkeit, und es gilt diesem mit großem Respekt zu begegnen. Es muss lediglich mit Hilfe des Chronometers die Zeit des Bezugsmeridians festgehalten und die Wahre Ortszeit berechnet werden. Da die Erde gegenüber der Sonne im Durchschnitt eine Umdrehung in 24 Stunden macht, entspricht ein Grad vier Zeitminuten. Ein Dreisatz ergibt den Längenunterschied, und das Problem ist gelöst. Es ist notwendig, die WOZ mit einer auf See benutzbaren Sonnenuhr oder mit einer astronomischen Methode zu messen, und die Zeitgleichung d.h. das Datum, zu berücksichtigen. Dafür sind die jährlichen nautischen Bücher notwendig.

Die Länge die hier definiert wird, ist ein künstliches Phänomen. Das lässt sich nicht bestreiten, zumal jeder Meridian als Bezug dienen könnte. Sie erstrecken sich alle von einem Pol zum anderen und messen alle 180°. Es ist ausgeschlossen, zu sagen, dass die Erde sich ab einem bestimmten Meridian zu drehen anfängt, wohingegen der Äquator, der die Breite bestimmt, natürlich ist. Dennoch, wenn der Meridian 0° auch ein willkürliches, von Menschen bestimmtes Phänomen ist, so ist der Längenunterschied doch in der Tat natürlich. Und das beweist der Apolyter.

¹ Es ist sonderbar zu merken, dass dieses schöne Instrument – das non plus ultra in der Gnomonik der tragbaren Sonnenuhren – anscheinend kaum von Seeleuten benutzt wurde. Es scheint, dass die Nutzenschwierigkeit am Schiff wegen der nicht gesicherten Senkrechten zu groß wurde.

Die Basisidee ist einfach: Es ist möglich, mit einer speziellen Sonnenuhr tagsüber die Ekliptik zu zeigen. Tatsächlich befindet sich, per definitionem, die Sonne immer auf der Ekliptik, weil diese die Ebene ist, auf welcher die Erde sich um die Sonne dreht. Die ekliptische Breite der Sonne ist zwar nicht immer gleich null, aber sie variiert sehr wenig, ca. 1'', ein für uns absolut bedeutungsloser Winkel. Es ist also möglich, diese Ebene ohne jeden Referenzpunkt im Himmel zu finden, anhand der einzigen Sonne. Zwei widersprüchliche Stellungen können sich ergeben, aber es reicht, das Datum zu kennen, um die Zweideutigkeit zu lösen.

Man muss jetzt wissen, dass die siderische Zeit, SZ, gleich die Rektaszension plus den Stundenwinkel von jedwedem Himmelsobjekt, z.B. der Sonne, ist. Aber dieses Objekt kann auch fiktiv sein, wie z.B. der Frühlingspunkt, wo die Ekliptik den Himmelsäquator von Süd nach Nord durchquert. Daraus folgt also:

$$SZ = RA + SW$$

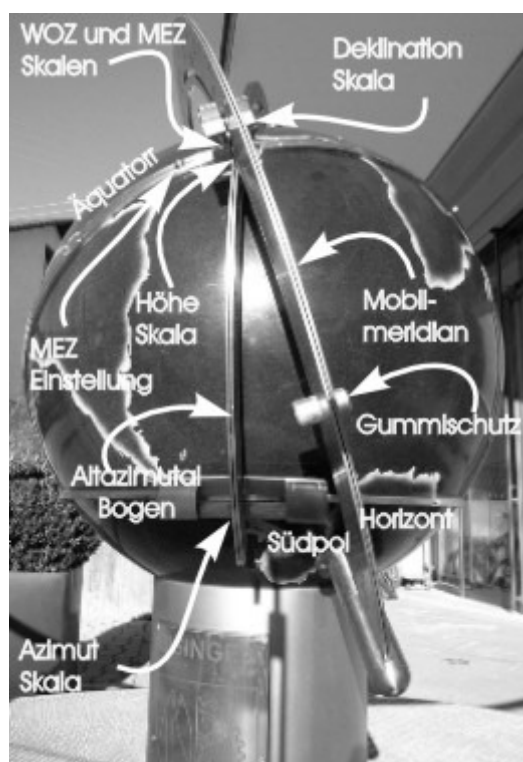
Mit SZ = Siderische Zeit
 RA = Rektaszension
 SW = Stundenwinkel

Per definitionem ist die Rektaszension des Frühlingspunktes, auf dem Himmelsäquator gemessen, gleich null. Es bleibt dann für den Frühlingspunkt $SZ = SW$.

Diese sehr einfache Formel ermöglicht alles Folgende, da damit die Stellung der Ekliptik für egal welche Uhrzeit vorhergesagt werden kann. Die SZ zu berechnen ist nicht sehr schwierig und längst gelöst. Es reicht völlig, ein bereits vorhandenes Informatikprogramm mit allen notwendigen Daten zu besorgen. Diese Ausführungen haben das Bauen einem astronomischen Objekt ermöglicht, das die Ekliptik und die geographische Länge zeigt. Es ist ein geozentrisches Tischplanetarium, in welchem die Ekliptik sich um eine Achse drehen kann, deren Winkel zur Erdachse $23,44^\circ$ beträgt.

I. Der Erdapolyter

Der Erdapolyter besitzt in seiner Mitte einen großen Erdglobus, der das Herz des Objektes ist, daher der Name. Ein klassischer Mobilmeridian erlaubt – dank der Stundenkoordinaten, Stundenwinkel SW und Deklination delta – die WOZ und die MEZ mit Präzision zu messen, sowie verschiedene andere Informationen. Aber ein beweglicher Azimutalbogen vervielfacht die Möglichkeiten, insbesondere die geographischen, und zeigt, dass die lokalen Koordinaten – Höhe h und Azimut Az – nicht weniger präzise als die Stundenkoordinaten sind. Der Erdapolyter könnte die ekliptischen Koordinaten – Breite und Länge – zeigen, sowie die Äquatoriale – Rektaszension RA und Deklination delta – weil der Himmelsäquator, auf welchem die RA gemessen wird, auf den beiden großen Kreisen, die für die Ekliptik notwendig sind, angebracht werden könnte. Das Dokument zeigt den ersten Erdapolyter in Bisingen (BW). Er hat weder Ekliptik noch Himmelsäquator, aber einen Azimutalbogen. Die Granitkugel misst 80 cm im Durchmesser.



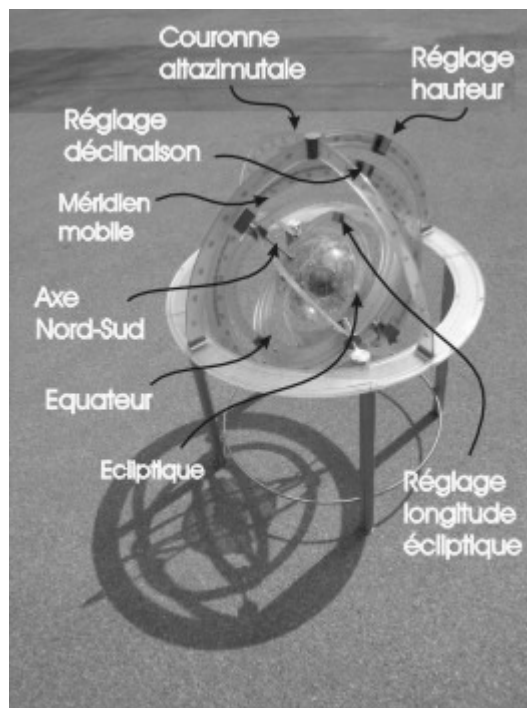
Erdapolyter in Bisingen, Granit & Edelstahl.

II. Der Himmelspolyter

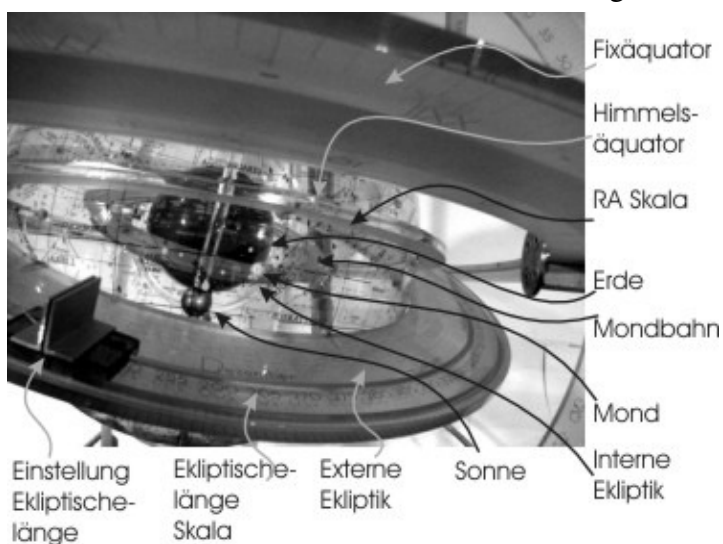
Der Himmelspolyter besitzt in seinem Zentrum eine kleine Erde, die sich frei um ihre Nord-Süd Achse drehen lässt. Sie befindet sich im Zentrum des Himmels, der sich ebenfalls drehen lässt. Das Ganze lässt sich für die Breite mit einfachem Kippen einstellen. Auf der Erde und auf dem Himmel sind Deklinationslinien eingraviert, von $-23,5^\circ$ bis $+23,5^\circ$. Das erlaubt, nach ein paar Versuchen, gleichzeitig die Breite des Ortes und die Nordrichtung zu finden. Die Positionierung des Gerätes geht über den Rahmen dieses Artikels hinaus, aber der Himmelspolyter ist eine hoch entwickelte Armillarsphäre, ein komplettes Astrolabium, in drei Dimensionen. Es wird ziemlich schnell leicht, ihn zu benutzen.

Die Länge zu finden ist schwieriger, aber möglich, bis auf die Präzision des Ablesens. Zwei Messungen müssen gleichzeitig stattfinden, die WOZ und die Wahre Lokale Siderische Zeit (WLSZ). Wir werden sehen, dass die SZ vorteilhaft durch die ekliptische Länge, sogar durch die Rektaszension ersetzt sein kann. Die Basisidee ist einfach: Für eine bestimmte WOZ ist es leicht, die SZ in Greenwich zu berechnen. Für die gleiche WOZ auf einem anderen Meridian ist die SZ anders, weil die Erde den Bezugspunkt auf ihrer Bahn um die Sonne noch nicht erreicht oder schon überquert haben wird. Der Unterschied ist aber gering, nur ca. 0,7 s pro Längengrad. Aber das bleibt für eine große Sonnenuhr, mit der Qualität eines Theodoliten erreichbar. In der Tat, ein Kreis mit einem Diameter von ca. 115 cm gibt 1 cm pro Grad, also 4 Minuten. Das gibt 1 mm = 24 s. Mit einer Lupe und einem 1/20 Nonius ist die Zeitsekunde denkbar, was zu einer Präzision von 1° bis 2° in der Berechnung der Länge führen wird, mit einem Durchschnitt von mehreren Messungen.

Um die Länge des Ortes zu bestimmen, ist es zunächst notwendig, die WOZ zu kennen, was, sobald das Instrument richtig positioniert ist, mit einem Mobilmeridian leicht geht. Wenn dieser Meridian einen Schatten auf sich selbst wirft, muss das gleiche mit der Ekliptik gemacht werden. Der Mobilmeridian gibt dann die WOZ mit einer ausgezeichneten Präzision, ca. 1s. Aber er gibt auch auf dem Himmelsäquator – der sich mit der Ekliptik dreht – den Wert der Wahre Lokalen Rektaszension (WLRA), die mit der für Greenwich für die gleiche WOZ² schon berechneten RA zu verglei-



Der erste Himmelspolyter in Brittheim.



Einige Details des Himmelspolyter von Brittheim.

² Der Frühlingspunkt wird direkt die Wahre Lokale Siderische Zeit zurückgeben. Es ist möglich mit einer Interpolation zwischen zwei Werte, diese WLSZ mit der vorher für Greenwich berechneten SZ zu vergleichen, um mit einer von der Zeitgleichung abhängigen Korrektur die Länge des Ortes zu bekommen.

chen ist. Das Problem ist in dem schon erwähnten informatischen Programm gelöst (Excel Modell, Name Lunisol).

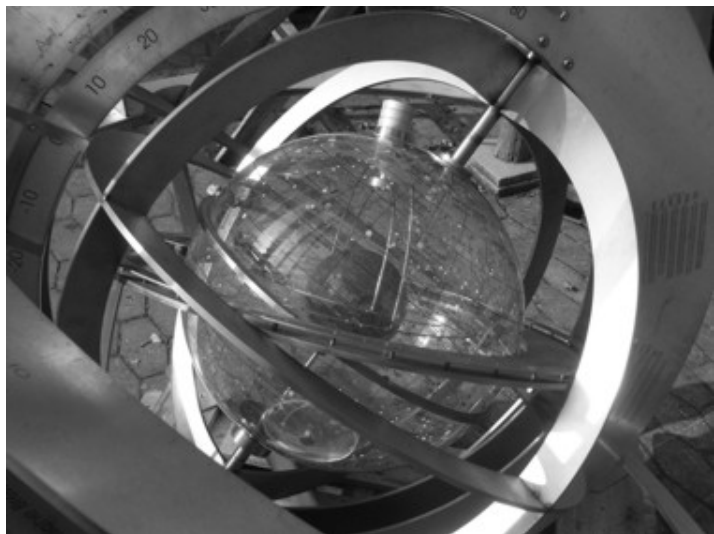
Prinzipiell sollte während des Messens gar kein elektronisches Mittel benutzt werden. Es ist übrigens nicht nur eine einfache Idee, da es wegen einer kompletten Panne der Bordelektronik auf Schiffen viele Probleme und sogar große Unfälle geben kann. Man braucht also rudimentäre Berechnungsmittel, wie nautische Bücher, Rechenstäbe und Geduld!

Kurz gefasst:

- 1) Auf das Instrument die Breite einstellen, und es auf den Lokalmeridian platzieren;
- 2) Die WOZ dank des Mobilmeridians ablesen;
- 3) Die Ekliptik am Himmel finden und die WLRA auf dem Himmelsäquator oder Ekliptische Länge auf der Ekliptik und/oder die WLSZ beim Frühlingspunkt ablesen;
- 4) Die Länge des Ortes berechnen, durch den Vergleich mit den mitgenommenen Tabellen.
Das ist theoretisch durchaus möglich. Die Praxis Durchführung bleibt aber eine delikate Frage.

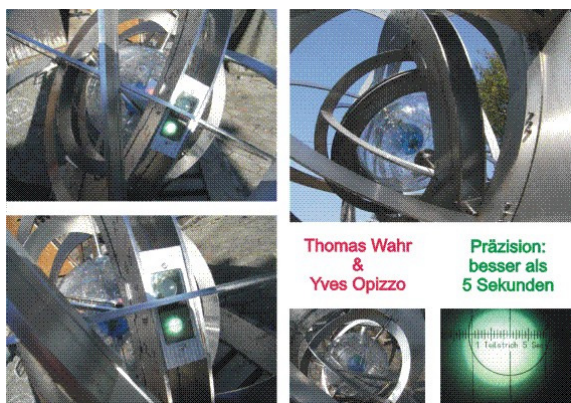
Die Schwierigkeit, die Ekliptik gut auf die Sonne einzustellen – ein wesentlicher Punkt – ist mit einer doppelten Scheibe, mit einer Abweichung von 1/2 mm gelöst. Es ist so wirklich leicht, das Objekt zu drehen, bis ein feiner Lichtstrahl die doppelten Scheiben und die Ringe dazwischen trifft. Die gleiche Idee gilt für den Mobilmeridian.

Himmelspolyter vor dem Landratsamt in Balingen (Baden-Württemberg). Eine Linse ist da installiert worden, um eine verblüffende Präzision zu bekommen. Die Sekunde ist erreicht, und das Gerät kann benutzt werden, um eine Funkuhr zu kontrollieren.



Der Himmelspolyter von Balingen, bei einer Messe in Haigerloch.

Die Struktur ist ganz aus Edelstahl, was eine gute Stabilität erlaubt. Alles ist mit Laserstrahl eingraviert worden.



Eine Linse und eine besondere Optik ergeben zwei verschiedene Bilder der Sonne, grün & rot.

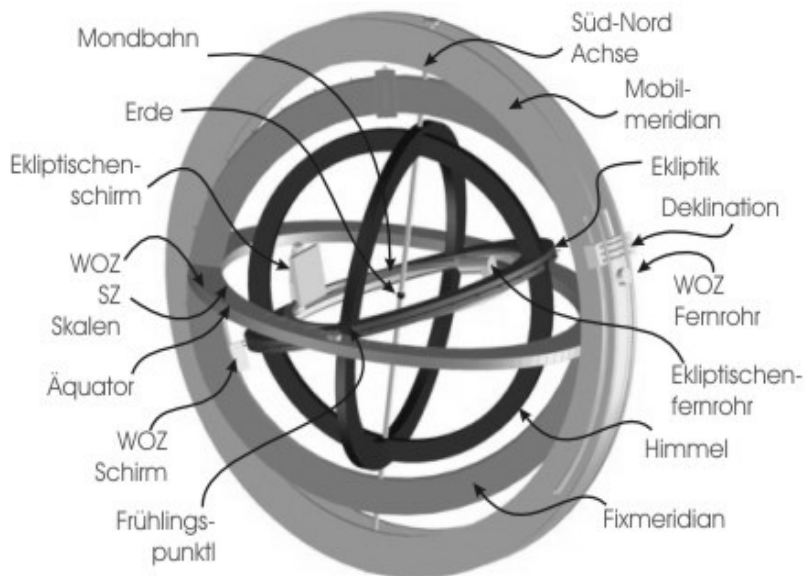


Das grüne Bild gibt die Stellung der Sonne auf dem Äquator & das rote auf der Ekliptik.

III. Der Meeresapolyter

Einen Himmelsapolyter auf einem Schiff zu benutzen erscheint absolut unvernünftig, wegen der Größe des Instrumentes und der Schwierigkeiten, es zu bedienen. Die Meeresversion wird kleiner, ca. 50 cm.

Es bleibt im Meeresapolyter nur die Ekliptik, die sich zusammen mit einem Mobilmeridian um eine Nord-Süd Achse drehen lässt. Dieser Meridian ist außerhalb und die Ekliptik innerhalb des Äquators zu finden. Das erlaubt das perfekte Einstellen von 4 wesentlichen Variablen: SW, delta, SZ und ekliptische Länge (EL) des Gestirns (Sonne oder Mond). Es ist besser, hier von SW als von WOZ zu reden, weil der Mond bessere Ergebnisse geben sollte, wenn die



Das Prinzip des Meeresapolyter

schwierige Theorie entwickelt sein wird. Die Breite wird auch so gut wie möglich eingestellt werden. Die EL könnte mit einem einzigen Fernrohr unnötig werden.

Mit dem Meeresapolyter ist eine ganz andere Methode zu benutzen, um keine doppelte Manipulation in sehr kurzer Zeit machen zu müssen. Statt zu suchen, welchen SW das Gestirn gerade hat, wird gewartet, bis ein besonderer SW erreicht wird. Das ändert alles an der erreichten Präzision. Alle beweglichen Teile sind mit einem 1/20 Nonius, einer Lupe und einer Blockierschraube ausgestattet. Im Nautikbuch wird vielleicht 15 Minuten davor die WOZ (SW) gewählt, z.B. X, d.h. SW = -30° . Die Tatsache, dass auf ein besonderes Ereignis am Himmel gewartet wird, erlaubt ein viel schnelleres und sichereres Ablesen.

Das Instrument ist also für Greenwich eingestellt. Die Deklination des Gestirns wird mit einem 10 fach vergrößernden Fernrohr auf dem Mobilmeridian eingestellt. Es ist möglich, einen speziellen Solarfilter zu benutzen, der dank perfekten Prismen vier Sonnenbilder gibt, die sich kreuzen. Das Ergebnis ist eine ausgezeichnete Präzision beim Visieren des Sonnenzentrums. Dieses Bild projiziert sich auf einen zur Fernrohrachse senkrechten Schirm. Es wird relativ einfach, den Augenblick zu notieren, wo das Zentrum des Gestirns eine senkrechte Linie auf dem Schirm durchquert. Um eine gute Nordrichtung zu gewährleisten (die Breite ist bekannt), sind zwei waagerechte Linien unten und oben auf dem Schirm angebracht. Das Bild soll sich zwischen diesen beiden Linien befinden (bis auf die Variation der Deklination).

Auf dieselbe Weise wird ein „ekliptisches“ Fernrohr perfekt eingestellt, dank der bekannten ekliptischen Länge des Gestirns. Beide Fernrohre sind per definitionem parallel zueinander, da beide das Zentrum der Sonne visieren. Es ist also möglich, auf das zweite zu verzichten, was das Objekt vereinfacht. Zwei halbe Schirme werden in diesem Fall notwendig, einer für die WOZ, der andere für die EL.

Nehmen wir jetzt an, dass das Schiff sich auf dem Meridian 0° befindet. Dann trifft alles genau richtig zusammen, das WOZ-Bild ist genau im Zentrum seines Schirmes, genau wie das ekliptische Bild. Aber wenn sich das Schiff im Golf von Bengalen befindet, dann wird, sobald die WOZ erreicht ist, die Ekliptik des Instrumentes nicht parallel zur natürlichen Ek-

liptik, wo sich die Sonne befindet, da sie für Greenwich eingestellt worden ist. Es wird eine Abweichung auf dem ekliptischen Schirm geben. Warum? Weil die Ekliptik sich z.B. zu weit links, während das Fernrohr (der Schirm, wenn es nur ein Fernrohr gibt) sich zu weit rechts befindet, und zwar mit genau dem gleichen Wert, was erklärt, dass das Fernrohr trotzdem das Zentrum der Sonne visiert. Dieser Punkt ist schwierig, es ist wichtig, ihn gut zu beherrschen. Ist das Schiff östlich von Greenwich, wird die Ekliptik auf dem Instrument zu weit links, da sie nicht zum Äquator parallel ist, denn, wenn es X WOZ im Golf von Bengalen ist, dann ist es ca. II WOZ in Greenwich und die Erde hat natürlicherweise noch nicht die Stellung um die Sonne erreicht, die sie in 8 Stunden erreichen wird. Deswegen ist die EL des Gestirns zu weit rechts auf dem Instrument, was den Fehler kompensiert und erklärt, dass das Sonnenzentrum trotzdem visiert wird. Aber dafür ist der Schirm in einer künstlichen falschen Neigung und eine Abweichung ist bemerkbar.

Wenn die WOZ erreicht wird, wird diese Abweichung sofort notiert, die die Länge diesmal tatsächlich einfach mit einer Interpolation zwischen zwei Werten in der EL Tabelle geben wird.

IV. Der Himmelsapolyter sowie der Meeresapolyter als Sextant

Ein Himmelsapolyter erlaubt das Messen der Sonnen- bzw.- Mondhöhe, sogar eines Sternes mit einer Präzision von ca. 30'' oder weniger, wenn das Instrument schön waagrecht steht. Der altazimutale Bogen reicht dafür. Mit zwei Höhenmessungen mit einem Abstand von ca. einer Stunde wird es leicht, die geographischen Breite und Länge des Ortes zu berechnen. Es ist dafür notwendig, eine Uhr oder einen Chronometer zur Verfügung zu haben. Aber wenn noch dazu der Himmelsapolyter korrekt im Meridian des Ortes steht und wenn er gut in der Breite eingestellt ist, dann ist es möglich die Uhr zu vernachlässigen, da die WOZ mit einer sehr guten Präzision, in der Größenordnung von 1 Sekunde, zurückgegeben wird. Es ist zwar nicht ohne Interesse, aber nur am Land, auf einer Insel zum Beispiel.

Was passiert am Bord? Es ist eine Tatsache, dass der Meeresapolyter wie ein Sextant gebraucht sein kann. Es reicht, das Instrument für die geographische Breite 90° (Nordpol) einzustellen, um den Äquator waagrecht zu bekommen. Wenn diese Einstellung überall behalten wird, dann wird der Mobilmeridian ein altazimutaler Bogen und das Deklinationsfernrohr wird ein Höhefernrohr. Es wird also möglich die Höhe der Sonne oder eines anderen Gestirnes zu messen, quasi genau wie mit einem guten Sextant. Die Präzision des Messens wird auch da die 30'' erreichen. Es muss notiert werden, dass in diesem Fall die externe Uhr oder der Chronometer notwendig bleibt. Es reicht aber, einen Horizont und einen altazimutalen Bogen wie beim Himmelsapolyter zu addieren, um den Chronometer vergessen zu können, da es leicht ist, den Meeresapolyter wie eine sehr präzise Sonnenuhr zu benutzen, um die WOZ während das Messen der Höhe zu gewinnen. Das Instrument wird deswegen sozusagen dreifach:

- wenn ein Chronometer oder eine banale Uhr zur Verfügung steht, wird der Meeresapolyter ein sehr guter Sextant ;
- im anderen Fall wird es möglich, den Punkt mit zwei Möglichkeiten zu machen, wenn das Gerät auf die geographische Breite des Ortes eingestellt ist:
 - mit der Methode hier schon erwähnt, wo die WOSZ und die andere Variablen bekannt sind, völlig neue Methode;
 - mit dem Messen der WOZ dank dem Mobilmeridian und die Höhe mit einem zusätzlichen Zubehör;
- notieren wir noch, dass wenn ein Chronometer zur Verfügung steht, dann wird die Länge sehr einfach zurückgegeben, mit dem Vergleich von der WOZ die vom Meeresapolyter gegeben wird und der Zeit des Bezugsmeridians. Es reicht, die Zeitgleichung, die zur Verfügung schon in den Tabellen steht, zu berücksichtigen.

V. Kleine Schlussfolgerung

Heutzutage ist ein GPS auf einem Schiff offensichtlich notwendig (und Pflicht). Aber das präsentierte System hat im Vergleich zu allen anderen aber einen großen Vorteil, da es von jeder Form von Elektronik oder Mechanik die eine Panne haben können, unabhängig ist. Es wird nicht notwendig sein, die Zeit eines Bezugsmeridians zu kennen. In der Tat wird diese Zeit in Form von Tabellen für Greenwich für viele WOZ, vielleicht alle 15 Minuten (Ephemeriden, Jahrbuch von ca. 300 Seiten) auf dem Schiff oder von einer Karawane in die Wüste mitgenommen. Es ist die einzige Voraussetzung, die übrigens mit den anderen Systemen auch existiert. Die Sonne (oder der Mond) muss präsent sein, aber das gilt auch für jede andere Idee, da die WOZ bekannt sein muss.

Es ist so gut wie ausgeschlossen, dass der Meeresapolyter wirklich einmal benutzt wird. Aber dieses „ultimative“ astronomische Objekt könnte in seiner Himmelsvariante sehr nützlich für alle Sternwarten werden, sowie für viele Planetarien und auch für alle Schulen, wo Astronomie unterrichtet wird. Das gilt auf der ganzen Welt. Das Instrument ist wirklich universal, überall zu benutzen, ohne Einschränkungen. Zwei Partnerstädte könnten z.B. mit einem solchen Objekt, im Rahmen eines Kurses oder eines Festes, Schüler und Erwachsene den Längenunterschied zwischen beiden Städte berechnen lassen. Und tatsächlich würde die Sonne (oder der Mond), die Antwort geben.

Der Erdapolyter erlaubt das Feststellen von mehr als 50 Variablen oder verschiedenen Informationen. Die Himmelsvariante geht noch weiter und geht über 70 hinaus mit den Sternbildern, den Sterne, der Ekliptik und auch dem Mond und den Planeten.



Der Meeresapolyter links in einer natürlichen Version und rechts eingestellt wie ein Sextant. Die Hauptunterschiede notieren: Waagerechte Äquator und ekliptisches Fernrohr, Deklinationfernrohr als Höhefernrohr und Nord-Sud Achse wie Nadir-Zenit.

Es ist auch möglich, die Ekliptik ganz zu vergessen, weil das Messen der lokalen Sonnen-deklination reicht, um den Längengrad zu bestimmen. Die ekliptische Länge, die Rektaszension und die Deklination sind durch eine einfache trigonometrische Formel verbunden. Eine kennen heißt, die andere auch zu kennen. Deswegen reicht der Mobilmeridian des Apolyter, vorausgesetzt, die erreichte Präzision wird sehr gut, Zeit Sekunde genau für die WOZ und ca. 10“ für die Deklination. Es ist mit dem Apolyter von Balingen erreicht worden.

Möglichkeiten (insgesamt mehr als 50) des Erdapolyter, und möglicherweise nicht alle:

- A) Erdglobus im allgemeinen
- B) Mobilmeridian (Stundenkoordinaten)
- C) Altazimutal Bogen (Lokale Koordinaten)
- D) Allgemeine Informationen mit der Sonne oder mit dem Mond

Die Himmelsversion hat noch viele andere astronomische Möglichkeiten:

- 1) Ekliptische Ebene tagsüber und Wahre Lokale Siderische Zeit
- 2) Ekliptische Länge der Sonne und ekliptische Länge und Breite des Mondes.
- 3) Geographische Länge und Breite des Ortes.
- 4) Sternbilder (die 88) und Auf- und Untergang von vielen mit bloßem Auge sichtbaren Sternen.
- 5) Knotenlinie des Mondes (Handmechanismus) und Stellung des Mondes auf seiner Bahn.

Der Meeresapolyter erlaubt weniger Dinge, aber mit einer guten Präzision:

- 1) Lokalmeridian und WOZ, wie mit einem Luxus Äquinoktialring.
- 2) Geographische Länge und Breite des Ortes. Die Mondversion wird auch nachtsüber funktionieren.

Kurze Bibliographie:

- Olivier Chappuis, « A la Mer comme au ciel », Presses de l'Université de Paris-Sorbonne, ISBN 2-84050-157-0
- Philippe Bourbon, « La Navigation astronomique », Institut océanographique, ISBN 2-903581-24-X
- Jean-José Ségéric, « Histoire du point astronomique en mer », marines éditions, ISBN 2-915379-41-6
- Divers auteurs, « Le Secret des longitudes », Observatoire-Planétarium de La Hague, ISBN 2-903039-35-6
- Dava Sobel, « Longitude », Points Sciences, ISBN 2-02033858-0
- Jean Meeus, « Astronomical algorithms », Willmann-Bell, Inc., ISBN 0-943396-35-2