

## GUNTER'S QUADRANT

Dieses Instrument ist eine Reproduktion, die auf zwei Gunter-Quadranten basiert, die Mitte des 19. Jahrhunderts hergestellt wurden. Die Originalstücke unbekannter englischer Autoren befinden sich im Greenwich National Maritime Museum außerhalb von London.

Auf der Vorderseite zeigt das Instrument einen lokalen Höhenquadranten, der mit einem Pinulasystem zur Ermittlung der Sonnenhöhe ausgestattet ist, und ein Lot mit einer Gleitperle. Es enthält eine Reihe von Skalen, von denen einige auf der stereografischen Projektion basieren, mit denen wir die Zeit herausfinden und eine Reihe von Berechnungen in Bezug auf den Sonnenstand lösen können.

Auf der Rückseite gibt es ein nächtliches, wie es von alten Seeleuten verwendet wird, um die hellsten zirkumpolaren Sterne zu platzieren und ihre nächtlichen Beobachtungen zu unterstützen.

### EDMUND GUNTER (1581 - 1626)

Der in England geborene Gunter nahm in seiner Jugend Aufträge entgegen und wurde ein renommierter Mathematiker. Von 1619 bis zu seinem Lebensende unterrichtete er Astronomie am Londoner Gresham College. Er schrieb zahlreiche Bände, erfand mehrere geometrische Instrumente und war vermutlich der erste, der die jährliche Variation der magnetischen Deklination beobachtete. Er prägte die Begriffe "Cosinus" und "Kotangens" für eckige Ergänzungen.

Der sogenannte "Gunter-Quadrant" wird erstmals 1623 beschrieben. Er enthält eine stereografische Projektion von Stundenkreisen auf der Ebene des Äquinoktials, aber nicht alle darin vorhandenen Kurven sind ein Ergebnis dieser Projektion.

Das Instrument wurde für einen bestimmten Breitengrad konzipiert, wie dies bei den Platten eines planisphärischen Astrolabiums der Fall ist. Hauptsächlich war es einfach zu bedienen und ermöglichte es dem Benutzer, temporäre und äquinoktiale Zeiten, die Höhe der Sonne und ihren Azimut zu berechnen und die Position einiger relevanter Sterne zu bestimmen. Es war mit einem stündlichen Kreis mit Sehenswürdigkeiten zur Höhenberechnung ausgestattet und enthielt auch eine Skala für Schatten.

Laut Morrison (The Astrolabe, 2007) war der Quadrant kein gefaltetes Astrolabium, obwohl er teilweise auf der stereografischen Projektion basiert und viele seiner Funktionen Astrolabisten bekannt sein könnten, insbesondere denen, die den Quadrans Novus verwenden. Mit dem Gerät können wir die Zeit jedoch viel einfacher berechnen als mit dem Novus.

Zwischen 1623 und 1624 veröffentlichte Gunter eine Sammlung seiner mathematischen Abhandlungen unter dem Titel Die Beschreibung und Verwendung des sektorübergreifenden Stabes und anderer Instrumente für solche, die sich mit mathematischer Praxis befassen.

Das Buch wurde später vom französischen Mathematiker Nicholas Bion übersetzt, der den Quadranten in seiner Konstruktion und Hauptverwendung mathematischer Instrumente beschrieb. Im achtzehnten Jahrhundert veröffentlichte Edmund Stone The Construction and Principal Uses of Mathematical Instruments, und William Leybourn veröffentlichte The Description and Use of a Portable Instrument, das unter dem Namen Gunter's Quadrant bekannt ist.

Es ist möglich, dass Gunter selbst nie einen Quadranten „gemacht“ hat und dieser von professionellen Instrumentenbauern hergestellt wurde. Es wurde sehr beliebt, da es sowohl für Topographen als auch für Piloten nützlich ist. Es sind viele Exemplare erhalten, darunter einige aus Zinn, Holz und anderen Materialien. Einige sind streng und andere reich verziert, und jeder bietet dem Benutzer eine bestimmte Reihe von Funktionen.

### BESCHREIBUNG

Unser Instrument ist ein Höhenquadrant, der mit einem Pinulasystem ausgestattet ist, mit dem wir die Höhe der Sonne, ein Lot und eine Gleitperle bestimmen können. Es ist ein lokaler Quadrant in dem Sinne, dass er für einen bestimmten Breitengrad entwickelt wurde. Es enthält eine Reihe von Skalen, mit denen der Benutzer die Zeit herausfinden und viele Berechnungen in Bezug auf den Sonnenstand lösen kann.

Die Zeichnungen in unserer Reproduktion entsprechen dem Londoner Breitengrad 51,50. Wir haben das Datum des Frühlingsäquinoktiums auf den 20. März aktualisiert, da England 1624, als das Original hergestellt wurde, immer noch den Julianischen Kalender verwendete, in dem das Äquinoktium am 10. März stattfand. Der Gregorianische Kalender wurde 1582 von vielen europäischen Ländern übernommen, aber die Engländer taten dies erst 1752, als sie diese 10-Tage-Lücke korrigierten und den 20. März als Frühlingsäquinoktium verabschiedeten.

Auf dem Instrument der Äquator, die Polarkreise, der Horizont und die Ekliptik auf der stereografischen Projektion. In der Zwischenzeit sind die Stundenkurven und die Azimutkurven keine Bögen, die mit drei Punkten gezeichnet werden können - sie wurden „angepasst“ oder künstlich berechnet, damit sie ihre gewünschte Funktion erfüllen können.

Aus diesem Grund argumentiert Morrison, dass der Gunter-Quadrant kein so reines Instrument wie das Astrolabium ist. Seiner Meinung nach ist es jedoch in der Tat ein sehr cleveres Instrument, da es die klassische Projektion mit damals recht fortgeschrittenen Berechnungen kombiniert. Obwohl es nicht die geometrische Anziehungskraft älterer Instrumente besitzt, ist es viel einfacher zu verwenden und erfordert fast keine astronomischen Kenntnisse.

Die Hauptfunktion des Quadranten besteht darin, die Deklination der Sonne an einem bestimmten Datum zu bestimmen und die Zeit auf der Grundlage der Sonnenhöhe zu bestimmen. Nach Gunters Beispiel haben wir die Azimute aufgenommen, insbesondere den 90o-Azimuth, der auftritt, wenn die Sonne die erste vertikale Ebene überquert, dh diejenige, die der Ost-West-Linie entspricht. Da dieser Azimuth nur beim Übergang vom Frühlingsäquinoktium zum Herbstäquinoktium auftritt, können wir ihn als Sonnenkompass verwenden. Als Gnomonisten können wir es auch verwenden, um die Sonnenstunden in den nach Norden ausgerichteten vertikalen Quadranten herauszufinden. Die in der Abbildung blau hervorgehobenen Azimute sind im Frühjahr und Sommer zu verwenden, die mit gestrichelten Linien hervorgehobenen Herbst und Winter.

Wir haben die ursprünglich gezeichneten fünf Sterne entfernt, um die Zeit zu bestimmen nachts. (Die Berechnung wäre angesichts der reduzierten Anzahl oder der reduzierten Sterne nicht sehr genau.) Gunter selbst beabsichtigte, ein Nocturlabe - viel effizienter als ein Nocturnal - in das Instrument einzubauen.

Die Elemente im Quadranten sind wie folgt (siehe Abbildung 1):

Limbus. Die Limbus-Skala ist in Grad unterteilt und repräsentiert die Grad der Höhe und den Grad des rechten Aufstiegs, die wie üblich in Zeit umgerechnet werden.

Das Lot. Die Lotlinie ist an einem Ende am oberen linken Scheitelpunkt des Quadranten befestigt. Das andere Ende trägt Gewicht, sodass der Faden in einer geraden Linie über das Gerät hängt. Wir können eine kleine Perle entlang des Fadens schieben und sie an einer bestimmten Position als Index oder Marker fixieren.

Pinules. Die Pinula befinden sich im oberen Teil des Quadranten. Die linke Seite trägt eine Öffnung, durch die ein Sonnenstrahl einfallen kann. Letztere ragt auf das Kreuz der Pinula rechts.

Terminskala. Die über dem Limbus befindliche Dattelskala ist in zwei Hälften unterteilt, die jeweils vom 1. Januar bis 21. Juni und vom 1. Juli bis 22. Dezember laufen. Jede Hälfte ist in Monate mit

Intervallen von 5 Tagen unterteilt. Wenn wir den Lotfaden über ein bestimmtes Datum legen, wird auf der Höhenskala die maximale Höhe der Sonne an diesem Datum angezeigt.

Solare Deklinationsskala. Diese Skala befindet sich auf der linken Seite des Quadranten entlang einer Vertikalen zwischen Äquator und Tropen und reicht von 0o bis +/- 23,44o mit Intervallen von einem Grad. Die Abschlüsse sind entweder positiv oder negativ, je nachdem, ob wir uns im Frühling-Sommer (positiv) oder im Herbst-Winter (negativ) befinden.

Äquatorialkreis. Der Mittelpunkt des Äquatorialkreises entspricht dem Scheitelpunkt des Quadranten, und ein Radius verläuft auf der Deklinationsskala zum Cero-Wert. Die Sonne befindet sich in den Zeichen Widder und Waage. Die Stunden sind auf der Skala von VI bis XII von links nach rechts und die Azimute von 0 bis 90 angegeben.

Tropen. Die Tropenkreise entstehen am Scheitelpunkt des Quadranten und erreichen die äußere Grenze der Deklinationsskala. Sie repräsentieren den Tropic of Cancer, wenn die Deklination ihren positiven Höhepunkt erreicht, und den Tropic of Capricorn, wenn sie ihren negativen Höhepunkt erreicht. Dies ist der Hauptparameter, der die Größe des Quadranten bestimmt.

Ekliptik. In unserem Instrument wird die Ekliptik durch eine Kurve dargestellt, die am Schnittpunkt zwischen der Äquatorlinie und der solaren Deklinationsskala beginnt. Es endet tangential zur Tropenlinie auf der rechten Seite. Die Tierkreiszeichen sind entlang der Kurve dargestellt: im oberen Teil diejenigen, die Frühling und Sommer entsprechen, und im unteren Teil diejenigen, die Herbst und Winter gehören. Die Skala hat 5-Grad-Intervalle.

Stundenlinien. Die stündlichen Linien sind Bögen zwischen dem Äquator und den Tropen. Die blaue Linie, die rechts von XII bis zum 21. Juni verläuft, wird als Sommermeridian bezeichnet. Die gestrichelte Linie, die links von XII bis zum 22. Dezember verläuft, wird als Wintermeridian bezeichnet.

Azimutlinien. Die Azimutlinien befinden sich auf der rechten Seite des Quadranten. Die im Frühling und Sommer beschäftigten sind blau und die im Herbst und Winter gestrichelten Linien.

Schräge Horizontlinie. Dieser Bogen verläuft zwischen der Äquatorlinie und der Linie der Tropen. Es hat 2,5 Grad Intervalle.

Schattenquadrat. Es befindet sich am oberen Scheitelpunkt des Quadranten und wird für topografische Anwendungen verwendet.

Eine ähnliche Nacht wie oben ist in einigen Modellen des Gunter-Quadranten zu finden. Wir

haben es aktualisiert, damit es wie alte Piloten verwendet werden kann, dh um die Position der hellsten zirkumpolaren Sterne zu speichern und die Nachtzeit mit einiger Präzision zu berechnen. Um den Breitengrad ihres Standorts zu berechnen, verwendeten sie ein nautisches Astrolabium oder andere Instrumente. In der Nacht waren sie jedoch darauf angewiesen, die Sterne zu beobachten, um die Zeit mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. So entdeckten sie, dass sich die Sterne in den zirkumpolaren Konstellationen der nördlichen Hemisphäre einmal am Tag wie der Zeiger einer riesigen 24-Stunden-Himmelsuhr um den Polarstern drehen. Durch einen konstanten Abstand getrennt, drehten sich Sterne, die fest zu sein schienen, tatsächlich um eine Himmelsachse, die auf den Polarstern zeigte. Ein Mann, der letzteres ansah, würde sehen, wie sich die Sterne von links nach rechts oder von Ost nach West bewegten, vorausgesetzt, dies war die Richtung dieser Rotation.

Das nächtliche - ein handliches, kleines Instrument - half ihnen bei ihrer nächtlichen Beobachtung. Es ist auch der direkte Vorfahr des Nocturlabe, eines viel weiter entwickelten Instruments.

Der englische Hersteller des ursprünglichen Quadranten hat die Sternbilder Cepheus und Draco in sein Design aufgenommen, und wir haben sie beibehalten, obwohl sie nicht zirkumpolar sind, sie nicht in das Mittelmeerbecken gehören und ihre Sterne nicht besonders bemerkenswert sind.

Damit ein Stern als zirkumpolar betrachtet werden kann, darf er weder Sonnenaufgang noch Sonnenuntergang haben, dh seine  $\delta$ -Deklination (der Winkelabstand vom Himmelsäquator) muss größer als  $90^\circ - \phi$  (Kolatitude) sein. Alle Sterne in unserem Instrument, die für einen Breitengrad von  $51,5^\circ$  ausgelegt sind, erfüllen diese Bedingung. Wie wir erklärt haben, stammt das Original aus dem englischen 18. Jahrhundert und folgt dem julianischen Kalender, was in Bezug auf den gregorianischen Kalender eine Runde von 10 Tagen impliziert. Die entsprechenden Korrekturen in unserem Modell entsprechen dieser Runde und der geringen Variation der richtigen Aufstiege der Sterne im Laufe der Jahrhunderte, die seit der Herstellung des Originals vergangen sind.

Derzeit belegen die folgenden drei von uns ausgewählten Sterne an den jeweils angegebenen Daten denselben Stundenkreis wie die Sonne (siehe Abbildung 2):

Kochab ( $\beta$  Ursae Minoris) mit  $\delta = 74^\circ$  N am 7. November. Dubhe ( $\alpha$  Ursae Majoris) mit  $\delta = 62^\circ$  N am 7. September. Shedir ( $\alpha$  Casiopea) mit Deklination  $\delta = 56^\circ$  N am 31. März.

Die Positionen zwischen denen im Entwurf (Abb. 3) können leicht ermittelt werden. Angesichts der fraglichen Sterne gleiten 4 tägliche Minuten in

Bezug auf die Sonne. Folglich gewinnen sie alle 15 Tage 1 Stunde an der Sonne und jeden Monat 2 Stunden, was  $30^\circ$  in Bezug auf die Position entspricht.

Zum Beispiel wird Shedir am 30. April  $30^\circ$  von seiner vorherigen Position am 31. März,  $60^\circ$  von der am 31. Mai,  $90^\circ$  vom 30. Juni entfernt sein und so weiter, bis die 12 Positionen abgeschlossen sind es nimmt das ganze Jahr über ein.

Alte Piloten verwendeten diese Daten, um die Nachtzeit zu bestimmen. Indem sie einen bestimmten Stern lokalisierten, konnten sie erkennen, dass es XII PM oder Mitternacht war, als die Sonne auf dem unteren Meridian stand und es XII Sonnenstunden in den Antipoden waren. Wenn sie beispielsweise am 30. Juni in Richtung des Polarsterns schauten und Shedir in einem imaginären Radius im rechten Winkel zum Meridian fanden, wussten sie, dass es Mitternacht war. Wenn Shedir einige Zeit später  $30^\circ$  über seinen früheren Positionen lag, schätzten sie, dass es 2 Uhr morgens war.

Menschen, die im Landesinneren lebten, kannten auch die Himmelsuhr der zirkumpolaren Sterne. Der Zeiger in dieser riesigen Uhr war die Ursa-Minor-Konstellation, die sich um den Polarstern mit seinen drei äußersten Sternen, Kochab, Pherkad und Anwar, drehte. Diese Gruppe von Sternen war als Horn bekannt, und Pherkad war insbesondere als Horological bekannt.

Um die Drehrichtung zu veranschaulichen, stellten sie sich einen Mann vor, der mit ausgebreiteten Armen in Richtung Norden stand. Der Polarstern würde sich in der Mitte seines Körpers befinden, und das Horological könnte sich über seinem Kopf, seiner Schulter, seinem Arm, seinem Fuß usw. befinden. In den Büchern aus dieser Zeit wurde die Position des Horologicals um Mitternacht als das angenommene Anhaltspunkt. Sobald letzteres bekannt war, wurde die Zeit auf der Grundlage des Winkels festgelegt, den der Stern in Bezug auf diesen Punkt darstellte.

### **GUNTER'S QUADRANT UND SEINE VERWENDUNG**

Der Quadrant ist wirklich ein bemerkenswertes Instrument, mit dem wir die Zeit einfach und präzise herausfinden können. Es liefert auch interessante astronomische Daten, die elegante Lösungen für Probleme der sphärischen Trigonometrie bieten.

Perlenanpassungen: Bevor wir den Quadranten verwenden, legen wir den Lotfaden über unser Beobachtungsdatum und schieben die Perle, bis sie die entsprechende Meridianlinie berührt. Wenn unser Datum in den Frühling oder Sommer gehört, beziehen wir uns auf die XII Stunden auf dem Sommermeridian (in blau, von oben nach unten und von links nach rechts gezeichnet). Im Herbst -

Winter sind es die XII Stunden auf dem Wintermeridian (gestrichelte Linie, von oben nach unten und von rechts nach links gezeichnet).

1a) Um die maximale Höhe an einem bestimmten Datum herauszufinden.

Legen Sie den Lotfaden über das Datum in der Kalenderskala und lesen Sie die maximale Höhe der Sonne am Mittag auf der Gradskala über dem Limbus ab. Beispielsweise wird am 27. April die Höhe auf der Limbus-Skala 52,5 ° betragen.

1b) Finden Sie ein Datum mit einer maximalen Höhe heraus.

Dehnen Sie den Lotfaden über die Limbus-Skala und platzieren Sie ihn über dem angegebenen Maß. Der Thread schneidet die Kalenderskala zum entsprechenden Datum. Wenn wir beispielsweise eine maximale Höhe von 52,5° erhalten, entspricht dies dem 27. April und dem 15. August.

2) Finden Sie die solare Deklination am 27. April heraus.

Legen Sie den Faden über das Datum auf der Kalenderskala. Schieben Sie die Perle nach dem Fixieren, bis sie die XII-Stunden-Linie auf dem oberen Meridian berührt (in der Abbildung blau). Verschieben Sie den Faden in Richtung der Deklinationsskala links. Die Perle berührt die Skala bei 14° (13,92°) (1).

1. Die Zahlen in Klammern in einigen Fragen geben das Ergebnis trigonometrischer Formeln an, die aus dem Positionsdreieck abgeleitet wurden.

3a) Finden Sie am 27. April die Position der Sonne auf dem Tierkreis heraus

Legen Sie den Faden über das Datum im Kalender. Schieben Sie die Perle, bis sie die XII-Stunden-Linie berührt (wie im vorherigen Beispiel). Drehen Sie sich nach links, bis der Faden die Ekliptik berührt. Es wird dies um 7 Uhr tun, Stier.

3b) Legen Sie anhand der Position der Sonne auf dem Tierkreis das Datum fest.

Drehen Sie den Faden mit der Perle von dem Punkt, den er in der Ekliptik einnimmt, bis er die XII-Stundenlinie berührt. Dehnen Sie in dieser Position den Faden: Er schneidet am 27. April die Kalenderskala.

4) Finden Sie den richtigen Aufstieg der Sonne an einem bestimmten Datum heraus.

Legen Sie den Faden über die Länge der Sonne auf den Tierkreis, der im vorherigen Beispiel (7, Stier) gefunden wurde, und lesen Sie den richtigen Aufstieg auf der Höhenskala des Limbus. In unserem Beispiel vom 27. April wird das Ergebnis 35 o sein.

Erklärung: Wir beginnen mit dem Zählen der richtigen Aufstiege ab dem Frühlingspunkt  $\gamma$ , wobei der rechte Aufstieg = 0o ist. Wenn es also die 7. Position, Stier, erreicht, ist es 35 o. Rechte Aufstiege werden in Stunden ausgedrückt, die

dann durch die 15 o geteilt werden müssen, die einer Stunde entsprechen. Dabei ist  $35 / 15 = 2,33h = 2h20m$  (2h16m46s).

5) Stellen Sie die Zeit fest

Schieben Sie die Perle auf die Deklination des Tages (wie in Beispiel Nummer 2). Richten Sie indirekt auf die Sonne, so dass ein Sonnenstrahl in die erste Pinule eintritt und auf das Kreuz der zweiten Pinule projiziert. In dieser Position schneidet der Lotfaden die Höhenskala und die Perle zeigt die entsprechende Zeit an. Da wir wissen, dass am Nachmittag des 27. April die solare Deklination 14° beträgt, platzieren wir den Faden über 14° und zielen indirekt auf die Sonne. Der Lotfaden schneidet die Höhenskala bei 29°, wobei die Perle 4 Uhr nachmittags oder 16 Zivilstunden (4h02m26s) anzeigt.

6) Finden Sie den augenblicklichen Azimut der Sonne heraus, wenn sie am 27. April 29° hoch ist. Wenn wir indirekt auf die Sonne zielen, schneidet das Lot die Skala bei 29°, wobei die Perle eine Deklination von 14° anzeigt (wie zuvor). Kurz gesagt, es ist IV Uhr.

7) Finden Sie die Sonnenauf- und -untergangszeiten heraus

Um diese Zeiten herauszufinden, verwenden wir den Horizontbogen. Wir legen den Lotfaden über die Deklinationsskala und schieben die Perle, bis sie einen Punkt auf dem Bogen berührt. Sobald die Perle auf die Deklination des Tages gesetzt ist, zeichnen wir mit dem Faden einen Bogen, bis die Perle den Horizont berührt. Der Faden zeigt ein Maß in Grad auf dem Höhen-Limbus an. Wir werden diese Grade in Stunden umrechnen. In unserem Beispiel vom 27. April beträgt die Deklination 14°. Wir verschieben den Lotfaden auf die Deklinationsskala und platzieren die Perle bei 14°. Dann verfolgen wir einen Bogen mit der Perle, bis er den Horizontbogen berührt: Das entsprechende Maß ist 22,5°, und der Lotfaden zeigt 18,5° auf der Höhenskala an. Diese Grade, multipliziert mit 4 Minuten pro Grad, ergeben ein Ergebnis von  $74 m = 1 h 14 m = 4 h 46 m$  (4 h 46 m 55 s). Der auf der Höhenskala abgelesene Winkel wurde von Gunter AscensionDifference genannt. Da der Sonnenuntergang nach 18 Uhr stattfindet, müssen wir den Aufstiegsunterschied zu 18 Stunden Zivilzeit addieren:  $19h 14m$  (19h13m04s)

8) Finden Sie die Amplitude des Sonnenaufgangs und des Sonnenuntergangs heraus.

Wir gehen wie im vorherigen Beispiel vor: Legen Sie den Faden über die Deklinationsskala und schieben Sie die Perle, bis sie 14° berührt. Wir verfolgen dann einen Bogen mit der Perle, bis der Faden den Horizont bei der 22,5°-Teilung schneidet: Dies zeigt den Azimut der Sonne sowohl bei Sonnenaufgang als auch bei Sonnenuntergang an.

Diese 22,50, bekannt als ortive Amplitude, zeigen an, dass die Sonne am Horizont 22,50 nördlich der Ost-West-Linie aufgeht, oder mit anderen Worten, mit einem Azimut von  $90^\circ + 22,5 = 112,5^\circ$  von Süden nach Osten (112°52'07").

Bei Sonnenuntergang zeigen dieselben 22,50 (Sonnenuntergangsamplitude) an, dass die Sonne nördlich der Ost-West-Linie untergeht, mit einem Azimut von  $90^\circ + 22,5 = 112,5^\circ$  von Süden nach Westen.

9) Ermitteln Sie die Sonnenhöhe an jedem Tag des Jahres.

Wir passen die Perle an und nehmen den Faden, bis er über der unserer Anfrage entsprechenden Stundenlinie liegt. Auf dem Limbus zeigt der Faden unsere Sonnenhöhe an. Beispiel: Wie hoch ist die Sonne am 27. April um 3:15 Uhr nachmittags (3h15m)? Nach dem beschriebenen Verfahren werden wir feststellen, dass es 38° (38°01'12") ist.

10) Finden Sie die Depression der Sonne zu jeder Nachtzeit heraus.

Wir passen die Perle am Sommermeridian an und ziehen den Faden über die gestrichelten Winterstundenlinien. Wir platzieren die Perle zu der fraglichen Stunde, aber unter Verwendung der Morgenzeit (AM). Auf der Limbus-Skala zeigt der Faden eine negative Höhe an.

Beispiel: Wir möchten die Depression der Sonne (Höhe unter dem Horizont) um IX Sonnenstunden (PM) oder 21 Zivilstunden am 27. April herausfinden. Gemäß den Anweisungen wird die Perle über IX Stunden auf den Winterstundenlinien (AM) (-13° 45'12") platziert. Der Faden zeigt auf der Höhenskala auf -14°.

11) Geben Sie anhand des Datums, dh des Sonnenstandorts auf der Ekliptik, die Zeiten für Sonnenuntergang und Sonnenaufgang sowie deren Dauer an.

Astronomen glauben, dass die Nacht kommt, sobald die Sterne sichtbar sind und es keine Spur von Licht gibt, wo die Sonne untergeht. Dies geschieht, wenn sich die Sonne unter dem Horizont befindet, mit einer negativen Höhe von  $h = -18^\circ$ .

Angenommen, wir möchten die Zeiten für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang am 25. Februar bestimmen. Wir platzieren den Lotfaden über dem 25. Februar (Winter) und passen ihn an den gestrichelten Wintermeridian an. Auf der Deklinationsskala sollte die Perle  $\delta = -9^\circ$  anzeigen. Sobald die Perle angebracht ist, zeichnen wir mit dem Faden einen Bogen, der uns auf der Höhenskala auf 18° bringt. Wir müssen die Ergebnisse der Perle auf den entgegengesetzten Stundenlinien, dh auf dem Sommermeridian, untersuchen.

Die Perle befindet sich morgens um 4h45m (astronomischer Sonnenaufgang, 4h50m21s) und nachmittags um 7h15m (7h10m30s, astronomischer Sonnenuntergang).

Wenn wir den Verfahren aus Frage 7) folgen, werden wir herausfinden, dass sich die Nacht um 6h45m einstellt und die Morgendämmerung um 4h50m stattfindet. Die Morgendämmerung dauert daher  $6h45m - 4h50m = 1h55m$ . Auf der anderen Seite werden wir feststellen, dass der Sonnenuntergang um 5h15m stattfindet. Daher dauert die Dämmerung von Sonnenuntergang (5h15m PM) bis zum Einsetzen der Dunkelheit, dh  $7h10mPM - 5h15mPM = 1h55m$ .

12) Finden Sie den Breitengrad an einem bestimmten Ort heraus.

Angenommen, wir möchten den Breitengrad an einem bestimmten Ort an einem bestimmten Tag ermitteln. Wir legen zuerst die maximale Höhe der Sonne fest, wenn sie den Meridian überquert, indem wir den Faden über das Datum legen. Wenn der fragliche Tag der 25. Februar ist, beträgt diese Höhe 29,50. Wir legen dann die Deklination für diesen Tag fest, die, wie wir gesehen haben,  $\delta = -9^\circ$  sein wird. Wir addieren diese beiden Werte algebraisch und erhalten eine Kolatitude von 38,50, was, subtrahiert von  $90^\circ$ , einen Breitengrad von 51,50 ergibt.

Wenn wir die maximale Höhe der Sonne über dem Meridian von  $90^\circ$  abziehen, erhalten wir 29,50 und einen Zenit von 60,50. Von letzterem müssen wir unsere  $9^\circ$  nach der Methode der alten Piloten abziehen. Unser resultierender Breitengrad wird 51,50 betragen.

Wenn wir uns an einem Ort befinden und dessen Breitengrad bestimmen möchten, liefert uns der Quadrant zwei relevante Zahlen: den Meridian oder die maximale Höhe der Sonne und ihre Deklination zum fraglichen Datum. Wenn unsere maximale Höhe  $49,5^\circ$  beträgt und es der 20. März ist - die Deklination der Sonne, also  $0^\circ$  -, beträgt der Breitengrad unseres Beobachtungspunkts  $90^\circ - 40,5^\circ + 0^\circ = 49,5^\circ$ .

13) Finden Sie die Dauer von Tag und Nacht heraus. Wir stellen die Perle auf den 25. Februar ein und zeichnen mit dem Faden einen Bogen, bis die Perle den Horizontkreis berührt. Auf der Höhenskala werden 11,50 angezeigt. Der Halbtagesbogen beträgt  $90 - 11,50 = 78,50$ , geteilt durch  $15^\circ = 5h14m$ . Dies, multipliziert mit 2, gibt uns das volle Maß des Tagesbogens = 10h28m. Der Nachtbogen dauert 13h32.

14a) Finden Sie die Höhe anhand des Azimuts der Sonne heraus.

Stellen Sie die Perle ein und platzieren Sie den Faden so, dass er über  $90^\circ$  auf der Azimutlinie liegt. Auf der Limbus-Skala zeigt der Faden das Höhenkomplement an.

Beispiel: Am Nachmittag des 21. Juni wird die Perle über die Deklination 23,44° gelegt. Wir verschieben den Faden, bis die Perle 90° berührt, was unser bekannter Azimut ist. Auf der Höhenskala zeigt der Faden 60° an, was das Höhenkomplement darstellt. Daher beträgt unsere Höhe  $90^\circ - 60^\circ (59^\circ 27') = 30^\circ (30^\circ 33')$ . Wenn wir uns die Position der Perle ansehen (30° auf der Limbushöhenskala), können wir auch die Zeit bestimmen. es zeigt 16h40m (16m 39m18s) an. 14b) Finden Sie den Azimut der Sonne in Anbetracht ihrer Höhe heraus.

Hier ist die Frage umgekehrt. Angenommen, unsere angegebene Höhe beträgt 30°. Wir stellen die Perle ein und verschieben den Faden, bis er auf dem Limbus das Höhenkomplement von 60° anzeigt. Wenn wir dieses Komplement über die Höhenskala verschieben, zeigt die Perle den Azimut 90° an.

15) Wie man sich orientiert, wenn die Sonne die erste Vertikale überquert.

Angenommen, wir sind in London (51,5°N) und wollen herausfinden, wo der Osten ist. Es ist der Nachmittag des 11. Mai, und wir haben unseren Quadranten, eine an die Londoner Zeit angepasste Uhr und ein Lot.

Wir platzieren den Lotfaden über dem Kalender, sodass er den 11. Mai und die Perle im Schnittpunkt zwischen dem Faden und dem Sommermeridian anzeigt. Als nächstes verschieben wir den Faden auf unsere Deklinationsskala, wo wir feststellen, dass  $\delta = 18^\circ$  Deklination ist. Wenn wir den Faden mit der Perle auf Azimut 90° verschieben, werden wir sehen, dass er die Höhenskala bei 67° schneidet, das Höhenkomplement, das dem Azout 90° dieses Tages entspricht.

Die tatsächliche Höhe beträgt also  $90^\circ - 67^\circ = 23^\circ$ . Auf der Höhenskala platzieren wir den Faden über 23°. Die Perle zeigt 17h PM oder 17 Sonnenstunden (5h0m05s) PM an.

Um die Sonnenzeit in die offizielle Zeit umzuwandeln, müssen wir die Zeitgleichung 3 m, die Längenkorrektur (in diesem Fall 0) und eine Stunde Sommerzeit hinzufügen. Das Ergebnis ist 17h57m, offizielle Zeit.

Wenn unsere Uhr diesmal anzeigt, nehmen wir das Lot heraus (ein an einer Schnur hängender Schlüsselring reicht aus): Die Richtung des Fadenschattens zeigt den Kardinalpunkt Ost an.

16) Wir wollen die Zeit am Nachmittag des 25. April herausfinden und wissen, dass der Azimut 99° beträgt.

Wir platzieren die Perle zwischen den Azimuten 90° und 100° über dem Azimut 99°. Auf der Höhenskala zeigt der Lotfaden 79° an, aber unsere tatsächliche Höhe ist die Ergänzung:  $90^\circ - 79^\circ = 11^\circ$ . Wenn wir einen Bogen nach links verfolgen, bis der Faden

11° auf der Höhenskala berührt, fällt die Perle (zuvor am entsprechenden Datum und bei Deklination 14° eingestellt) am Nachmittag (18 Uhr) auf VI.

#### LITERATURVERZEICHNIS

Morrison, James. Das Astrolabium. Ed. Janus. Rehobot Beach. USA. 2007

Königliche Museen von Greenwich. National Maritime Museum, Greenwich, London, Adams-Sammlung.

[[http://collections.rmg.co.uk/collections/ Objects / 43252.html](http://collections.rmg.co.uk/collections/Objects/43252.html)]

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