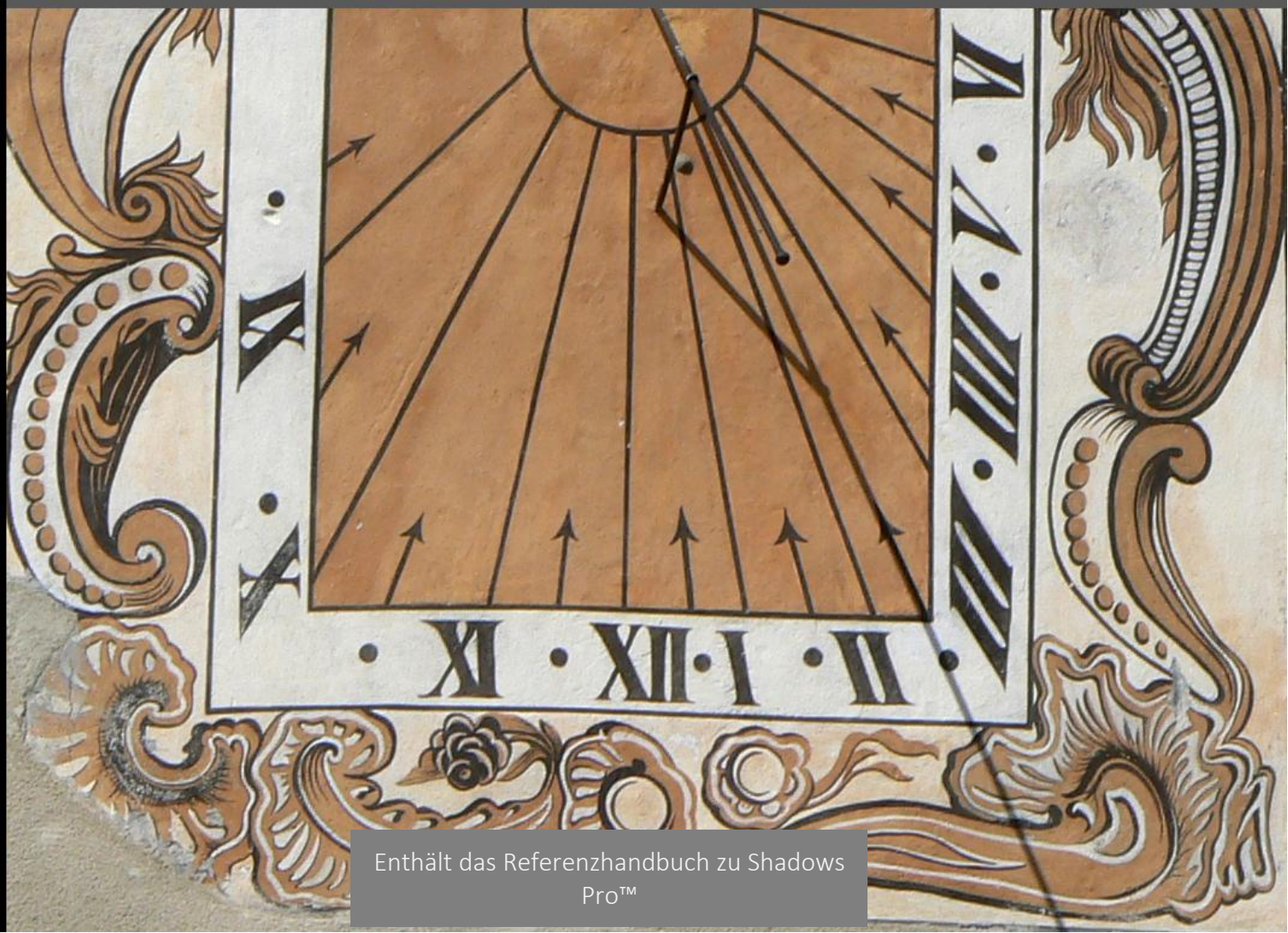


Sonnenuhren
&
Astrolabien

François Blateyron



Enthält das Referenzhandbuch zu Shadows Pro™

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

Dieses Buch enthält das Referenzhandbuch zu Shadows Pro.

Software Shadows: © Copyright 1997–2026 François Blateyron, www.shadowspro.com.

Benutzerhandbuch: © Copyright 2014–2026 François Blateyron.

Das komplette oder auszugsweise Reproduzieren und/oder Kopieren dieser Anleitung ist ohne schriftliche Genehmigung des Autors streng verboten.

Ausgabe Oktober 2026

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

Anmerkungen des Autors

Liebe Anwenderin, lieber Anwender von Shadows,

Die Shadows-Software ist das Ergebnis der Arbeit mehrerer Jahre und tausender Entwicklungsstunden mit dem Ziel, einen einfachen Weg zur Wissenschaft der Sonnenuhren und Astrolabien aufzuzeigen.

Ich habe 1996 mit der Entwicklung von Shadows begonnen und das Programm 1997 frei im Internet zugänglich gemacht, als das Internet gerade erst in die französischen Haushalte einzog. Zahlreiche Anwender haben mit ihren Beiträgen zur Weiterentwicklung beigetragen: durch neue Ideen und Funktionen, durch Tests neuer Entwicklungen und durch Übersetzungen der Benutzeroberfläche.

Nach zwanzig Jahren hat sich Shadows zur populärsten Software für den Entwurf von Sonnenuhren entwickelt. Zehntausende von Nutzern weltweit nutzen Shadows, aus einfacher Liebhaberei, als ernsthafter Amateur, oder als professioneller Sonnenuhrenkonstrukteur.

Auch in dieses Buch habe ich viele Stunden Arbeit investiert. Es geht weit über eine reine Softwarebeschreibung hinaus und dient als Nachschlagewerk zu Sonnenuhren, Astrolabien und weiteren astronomischen Instrumenten. Sowohl bei der Programmentwicklung als auch beim Schreiben dieses Handbuchs war es mir wichtig, die Anwendung der Begriffe und Gleichungen möglichst einfach und für viele Menschen zugänglich zu machen.

Wenn Sie Shadows gerade erst kennenlernen, werden Sie feststellen, dass bereits die kostenlose Version sehr umfangreich und leistungsfähig ist. Ich möchte Sie dennoch ermutigen, eine Lizenz für Shadows Pro™ zu erwerben, um alle Möglichkeiten des Programms zu nutzen und seine Weiterentwicklung zu unterstützen. Ich freue mich über die vielen ermutigenden Nachrichten von Anwendern aus aller Welt. Manche senden mir Fotos ihrer Arbeiten, die in der Anwendergalerie auf www.shadowspro.com zu sehen sind. Stellen auch Sie Ihre Werke vor!

Am besten unterstützen Sie diese Arbeit, indem Sie anderen von Shadows und der Website erzählen und das Programm weiterempfehlen.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung und viel Freude beim Lesen.

François Blateyron

Über diesen QR-Code können Sie Shadows herunterladen.

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

BUCH 1 – SONNENUHREN

Einführung

Eine Sonnenuhr misst die Zeit in Abhängigkeit des Sonnenstandes oder, genauer ausgedrückt, als Funktion des Stundenwinkels und, manchmal, der Höhe dieses Standes. Seit Tausenden Jahren bekannt, erlebte sie ihre Blütezeit und eine starke Verbreitung ab der Renaissance bis ins XIX. Jahrhundert. Durch die Entwicklung der mechanischen Uhren und das Entstehen länderübergreifender Eisenbahnverbindungen wurde sie für die praktische Zeitmessung bedeutungslos und nur noch dekorativ benutzt. In diesem Sinne erlebte sie etwa ab 1980 ein Comeback und wird wieder von einem großen Teil der Gesellschaft als Dekorationselement geschätzt. Sie stellt aber auch ein vorzügliches didaktisches Lehrmittel bei der Behandlung der Himmelsmechanik dar!



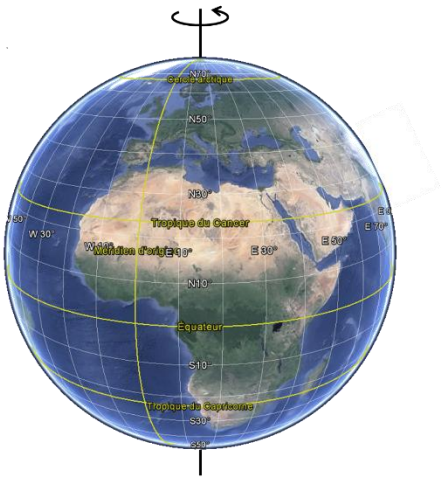
In allen Sprachen enthält der Begriff "sundial" bzw. "Sonnenuhr" bzw. jede andere Übersetzung sowohl eine Referenz zur Sonne (rot gekennzeichnet) als auch eine Referenz zur Zeitmessung - z.B. "Uhr"- (blau gekennzeichnet),.

Das Studium der Sonnenuhren streift eine große Anzahl wissenschaftlicher Disziplinen: die Geschichte der nationalen Kulturgüter, technische Aspekte der Kunstgeschichte (Fresken, Gravuren, Skulpturen, Bleiverglasungen), die Philosophie der Sinnsprüche, die schon erwähnte Himmelsmechanik, die Astronomie u.v.m.

Eine Sonnenuhr lässt sich auf nahezu jeder Fläche verwirklichen: auf einer Ebene, einem Zylinder, einer Kugel oder einer anderen Form, bei beliebiger Ausrichtung und an jedem Ort. Dieses Buch beschreibt einige der in Shadows verfügbaren Sonnenuhrtypen. Daneben gibt es zahlreiche weitere, teils ungewöhnliche Bauformen. Auch die Beschriftungen und Linien sind vielfältig. Sie können unter anderem die wahre Sonnenzeit, die Uhrzeit, Jahreszeit, Datum, Azimut, Höhe und Deklination der Sonne, Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, die Zeit an einem anderen Ort oder die Sternzeit anzeigen.

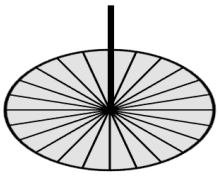
Dieses Handbuch liefert die Grundlagen für das Verständnis der Konstruktion einer Sonnenuhr für alle diejenigen, die ein Interesse an der Herstellung ihrer eigenen Sonnenuhr haben. Es finden sich hier Beispiele antiker und moderner Sonnenuhren. Vor allem aber können mit Hilfe des Shadows-Programms alle Berechnungen durchgeführt und die entsprechenden zeichnerischen Unterlagen im Maßstab 1:1 ausgedruckt werden. Auch Animationen im Planungsstadium, z.B. des Schattenwurfs, sind mit dem Programm darstellbar.

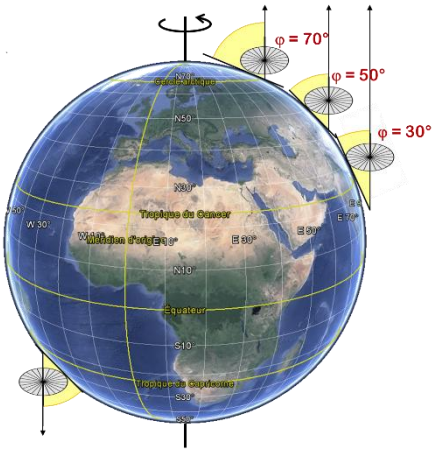
Wie funktioniert eine Sonnenuhr?



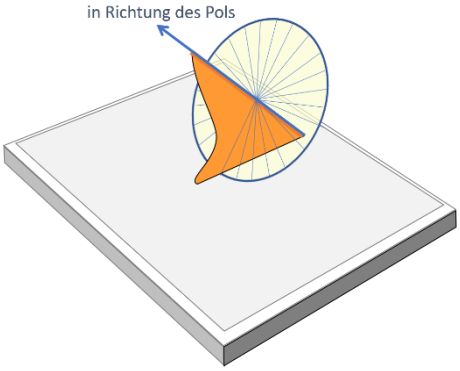
Die wahre Sonnenzeit wird durch den Stundenwinkel der Sonne bestimmt. Er beschreibt ihre Stellung um die Himmelsachse gegenüber dem Ortsmeridian. Eine volle Umdrehung von 360° entspricht 24 Sonnenstunden, also 15° pro Stunde. Umgekehrt entspricht ein Winkel von 1° vier Minuten Sonnenzeit.

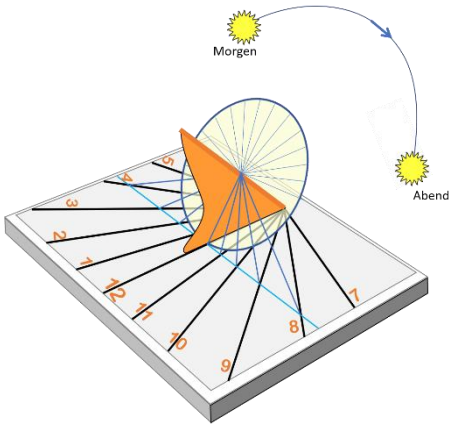
Wenn Sie eine runde Scheibe mit einer im Mittelpunkt angebrachten senkrechten Achse in 24 Sektoren a 15° teilen, und wenn Sie diese Konstruktion so ausrichten, dass die Achse parallel zur Erdachse ist, so erhalten Sie ein Instrument, das die Sonnenzeit messen kann. Es ist eine Äquatoriale Sonnenuhr.





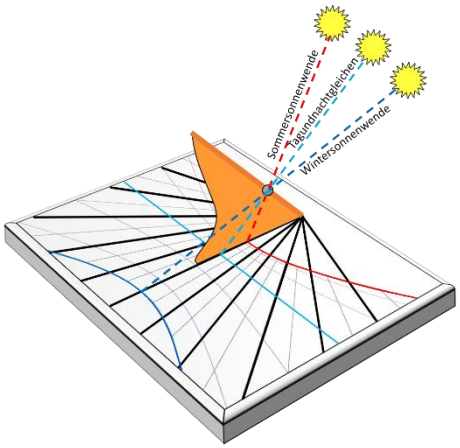
In Abhängigkeit vom Breitengrad wird die Achse mehr oder weniger gegen die Horizontale geneigt sein, aber die Achse wird in der nördlichen Hemisphäre immer auf den Nordpol zeigen (in der südlichen Hemisphäre entsprechend auf den Südpol).





Durch Weiterzeichnen der Sektorlinien auf die Horizontale (Platte etc.) erhalten Sie das Muster einer horizontalen Sonnenuhr. Der Sonnenaufgang im Osten wird am Vormittag einen Schatten (der Achse) auf die Westseite werfen, am Nachmittag entsprechend einen Schatten auf die Ostseite. Am Sonnenmittag (wenn die Sonne den lokalen Meridian passiert), verläuft der Schatten parallel zur Nord-Süd-Achse.

Wenn Sie die Sektoren auf eine vertikale Ebene ausdehnen, erhalten Sie eine vertikale Sonnenuhr. Entsprechend können Sie mit jeder Ebene, jeder Orientierung und Neigung verfahren (Zylinder, Kegel, Sphäre, …).



Im Sommer, wenn die Sonne am höchsten am Himmel steht, ist der Schatten am kürzesten; entsprechend ist er im Winter am längsten. An den Tag- und Nachtgleichen (Äquinoktien) sind die Schatten alle in der Äquatorebene und folgen einer geraden Linie auf der Sonnenuhr.

Zusammenfassung:

- Eine Sonnenuhr kann die Sonnenzeit durch Messen des Stundenwinkels der Sonne (in Abschnitten von 15°) anzeigen. Dies ergibt das Layout der Stundenlinien
- Anhand der Sonnendeklination kann eine Sonnenuhr auch die Jahreszeit zwischen den Sonnenwenden oder sogar das Datum anzeigen. Dazu dienen die Tages- beziehungsweise Deklinationslinien.

Zahlreiche weitere Anzeigen sind möglich, wie wir später sehen werden.

Eine Sonnenuhr planen

Bereitstellung notwendiger Vorabinformationen

Bevor Sie mit der Planung einer Sonnenuhr beginnen, sind einige Vorabinformationen nötig, die im Zuge der Realisierung gebraucht werden.

1. Der Aufstellungsort
2. Orientierung und/oder Neigung des Zifferblattes
3. Gewünschte Uhrenvariante

Nach der Berechnung können folgende Elemente konfiguriert werden:

- Dimension (Höhe/Breite) sowie Form (Rechteck, Kreis, …)
- Grafische Anzeigen (Sonnenzeit, Babylonische Zeit, …)
- Dekorationen, Sinnsprüche, Markierungen auf dem Zifferblatt

Der Aufstellungsort

Im Gegensatz zu den in Gartenbauläden als billige Massenware käuflichen, rein dekorativen und meist funktionsuntüchtigen Sonnenuhren, die ortsunabhängig aufgestellt werden, muss eine wissenschaftlich korrekte Sonnenuhr für einen geografisch präzis festgelegten Ort konzipiert werden. Dieser ist durch Längen- und Breitengrad sowie die entsprechende Zeitzone definiert.

Shadows enthält eine Datenbank mit mehr als 6.500 bereits eingerichteten Orten. Sie können eigene Orte ergänzen. Für eine Sonnenuhr, die wahre Sonnenzeit anzeigt, ist nur die geografische Breite erforderlich. Für die mittlere Zeit oder eine Längenkorrektur werden außerdem die geografische Länge und die Zeitzone benötigt. Weitere Ortsdateien mit insgesamt mehr als 300.000 kompatiblen Einträgen finden Sie unter www.shadowspro.com/fr/downloadlocations.html.

Eine Genauigkeit von einer Bogenminute genügt für die geografische Länge meist; dies entspricht ungefähr einem Kilometer in Ost-West-Richtung, abhängig von der Breite. Eine Bogensekunde entspricht einer Größenordnung von 20 Metern. Die Genauigkeit wird jedoch in der Regel durch die Ausführung begrenzt: durch das Übertragen der Zeichnung auf das endgültige Material, die Messung der Wandausrichtung oder die Befestigung des Schattenwerfers – und nicht durch die Berechnung oder Zeichnung am Computer.

Die Orientierung des Zifferblattes

Entgegen einer verbreiteten Vorstellung müssen Sonnenuhren keineswegs immer nach Süden ausgerichtet sein. Sie können nach Osten, Westen und sogar nach Norden weisen. Entscheidend ist, dass die Sonne den vorgesehenen Ort zumindest während eines Teils des Tages und des Jahres erreicht.

Die gnomonische Deklination ist der horizontale Winkel zwischen der vertikalen Ebene senkrecht zur Wand und der Meridianebene, also der vertikalen Ebene durch die Nord-Süd-Achse. Bei einer genau nach Süden gerichteten Wand

beträgt sie 0°. Eine Ostwand hat eine Deklination von 90° Ost beziehungsweise –90°, eine Westwand von 90° West beziehungsweise +90°.

Die gnomonische Neigung ist der Winkel zwischen der Zifferblattebene und der Horizontalen. Eine vertikale Sonnenuhr hat eine Neigung von 90°; bei einer polaren Sonnenuhr entspricht die Neigung dem Betrag der geografischen Breite.

Die geometrischen Abmessungen der Sonnenuhr

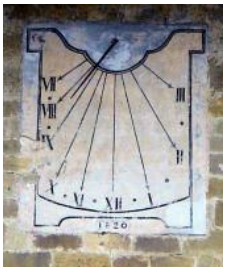
Planen Sie eine monumentale Sonnenuhr für einen Dorfplatz oder eine tragbare Sonnenuhr für ein Regal? Muss sie später hoch an einer Wand angebracht werden? Bedenken Sie die Folgen der gewählten Größe. Kleine Zifferblätter können Sie auf einem oder mehreren Papierbögen ausdrucken und auf das endgültige Material übertragen. Bei mehreren Metern Größe müssen die Linien anhand von Koordinaten und Winkeln konstruiert werden. Auch das Gewicht spielt eine Rolle – besonders dann, wenn Sie die Sonnenuhr auf einer Leiter vier Meter über dem Boden an einer Hausfassade befestigen möchten.

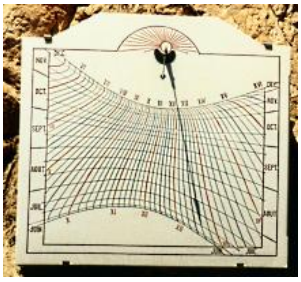
Die Sonnenuhr-Variante

Soll es eine klassische Sonnenuhr mit Polstab werden, eine Sonnenuhr mit senkrechtem Gnomon, eine analemmatische Sonnenuhr, eine Hirtensonnenuhr oder eine Armillarsphäre? Informieren Sie sich vorab über die Bauformen, um eine geeignete auszuwählen. Mit Shadows lassen sich die verschiedenen Möglichkeiten leicht simulieren, insbesondere mit der interaktiven 3D-Darstellung.

Zeichnung und Inschriften des Zifferblattes

Die Sonnenuhren, denen man während der Ferien begegnet, zeigen meistens nur die Wahre Ortszeit (Sonnenzeit des Ortes). Man kann aber Grafiken und Texte für weitere Informationen einfügen. Siehe Kapitel zu den Informationen auf der Sonnenuhr. All dies hat natürlich einen Einfluss auf die Lesbarkeit, den Charakter und die Ästhetik der Uhr, den es zu bedenken gilt.




Die Dekoration

Zur Dekoration gehören Form, Trägerfarbe, Gnomonform, Farbe der Stundenlinien und der Deklinationsbögen, Zifferblattrahmen, Buchstabentyp der Sinnsprüche, die Sinnsprüche selbst, dekorative Figuren und Landschaften, usw.







Im Zeitalter von Quarzuhren und Smartphones ist niemand mehr auf eine Sonnenuhr angewiesen, um die Uhrzeit abzulesen. Umso wichtiger ist die künstlerische Gestaltung, vor allem bei der Materialwahl und der Dekoration.

Einen Platz für Ihre Sonnenuhr wählen

Eine Sonnenuhr kann überall angebracht werden, wo die Sonne ihren Standort während eines Teils des Tages und des Jahres beleuchtet. Viele Menschen denken dabei nur an eine Südwand. Diese Beschränkung wäre jedoch schade: Gerade ungewöhnlich ausgerichtete Sonnenuhren sind oft besonders interessant, unabhängig von ihrer Gestaltung. Sie müssen auch nicht unbedingt vertikal sein.

Vor der endgültigen Festlegung des Installationsplatzes sollte man folgende Parameter beachten:

- tägliche Besonnungsdauer im Jahresverlauf
- Sichtbarkeit von der Straße oder vom Garten aus
- Umwelteinflüsse (starke Winde, Regenzone, mögliche Verdeckung durch Pflanzenbewuchs)
- Zugangsmöglichkeit für die Montage
- Vandalismus- und Diebstahlrisiken
- Risiko von Beschädigung, Graffiti oder Diebstahl
- Verletzungsgefahr durch den Schattenwerfer, besonders bei einem Metallstab oder einem spitzen Dreieck

Nachstehend einige mögliche Aufstellungsorte:

Im Garten

- Horizontal- oder Äquatorial-Sonnenuhren können gut auf einem maximal bis zu 1,20 m hohen Sockel aufgestellt werden, z.B. an der Kreuzung zweier Gartenpfade.
- Eine Meridian-Sonnenuhr auf einer Säule oder einem Baumstumpf, nach Süden ausgerichtet an einem Ort, der ganzjährig über Mittag von der Sonne erreicht wird, kann aufwertend wirken.
- Eine Armillarsphäre, eine Art Äquatorial-SU mit bogenförmigem Zifferblatt, macht sich gut als Skulptur in der Gartenmitte.
- Auf einer oder beiden Säulen eines Garteneingangstores kann eine Sonnenuhr dem Passanten die Zeit und das Interesse des Besitzers für die Wissenschaft der Gnomonik anzeigen.
- Auf einem steinernen oder betonierten Treppengeländer, beim Treppenaufgang, kann eine abweichende oder geneigte Sonnenuhr installiert werden, eine außergewöhnlich raffinierte, sehr seltene und schwierig zu berechnende Anlage (außer für Sie mit Shadows!) .

An der Hausfassade

- An einer genau nach Süden ausgerichteten Mauer eignet sich die Meridian-Sonnenuhr bzw. Mittagsweiser. Bei leichter Abweichung der Mauer kann man sich mit Unterlagen (Keilen) behelfen.
- Eine Ostmauer (genau ausgerichtet oder zwischen 80° und 100° abweichend) oder eine Westmauer eignet sich für eine schöne Ost- bzw. Westuhr, die allerdings nur morgens bzw. nachmittags besonnt wird. Das Zifferblatt sieht dementsprechend etwas leer aus, sodass es gut Platz bietet für eine üppige Dekoration und einen zu Sonnenauf- bzw. -untergang passenden Sinnspruch.
- Eine beliebig ausgerichtete Mauer ist noch besser, besonders wenn sie zwischen 20 und 70° östlich oder westlich abweichend ist. Die Linien des Zifferblattes sind schon an sich Dekoration.
- Eine ganz oder fast nach Norden ausgerichtete Mauer? Eine Nord-Sonnenuhr, die nur einige Momente am Tag und im Winter fast nicht besonnt ist, wäre für eine außergewöhnlich exzentrische Dekoration und eindringliche Sinnsprüche geeignet.
- Über der Haustür, sichtbar für alle Besucher, mit einem einladenden Sinnspruch, der die Gastfreundschaft der Bewohner hervorhebt.

Im Haus!

- Gegenüber einer Fensternische, unter einem Veluxfenster, am Ende eines Gangs gegenüber der durch eine Dachluke belichteten Ostseite…auch im Haus kann die Sonne eine Innen-Sonnenuhr beleuchten. Diese kann aus wertvollerem Material bestehen und empfindlicher sein als bei einer Außenuhr.
- An der Decke, durch einen Spiegel indirekt beleuchtet. Vorsicht, hier muss auf die Invertierung der Kurven geachtet werden. Die Originalität ist aber garantiert!

Auf dem Hausdach!

Warum nicht die Dachschräge ausnützen für eine große, weithin sichtbare (Sichtbarkeit >100 m) Sonnenuhr? Der Polstab kann extra gesetzt werden oder ein Kamin oder eine Antenne übernimmt dessen Aufgabe. Für Häuser mit Nord-Süd-Ausrichtung würde sich eine Polar-Sonnenuhr anbieten.

Sonstwo in der Umgebung...

- Auf der Wand einer Schule. Hier wäre die Gelegenheit gegeben für ein pädagogisches Projekt mit Schülern, Lehrern und Eltern. Grundkenntnisse zur Himmelsmechanik und Astronomie, zu Kalendern und dem Zeitbegriff könnten auf diese Weise erarbeitet werden. Praktika während der Realisation bis zur Installation… und die Einweihung durch den Bürgermeister mitsamt Gemeinderat und Schulleitung, mit Lehrerkollegium.
- Am Gemeindehaus, dem Vereinshaus, am Kirchturm, auf dem Dorfplatz … schlagen Sie dem Bürgermeister ein originelles Projekt vor, er wird sich vielleicht interessieren.
- Bei Ihren Nachbarn.

Wenn Sie in Ihrem Bekanntenkreis über Sonnenuhren sprechen, provozieren Sie sicherlich Fragen und vielleicht bei einigen den Wunsch, ein derartiges Instrument bei sich zu installieren.

Bestimmung der geografischen Ortskoordinaten

Die möglichst genaue Bestimmung der geografischen Koordinaten ist grundlegend für die Präzision der Sonnenuhr. Dies kann mit Hilfe der Interpolation auf genauen Landkarten (1:100 000 oder besser Katasterkarten 1:25000) geschehen oder heutzutage mit Hilfe eines Navigationsgerätes. Längengrad und Breitengrad sind zu bestimmen. Auf einer Karte werden beide mit Hilfe der Interpolation bestimmt.

Bemerkung: Damit die Interpolation brauchbar ist, darf der Abstand zwischen zwei Referenzpunkten nicht zu groß sein, damit in dieser Zone die kartesischen Koordinaten genügend genau gelten. Die Karten sind nämlich nach der LAMBERT'schen Projektion erstellt, deren Koordinaten nur für kleine Distanzen dem kartesischen System angenähert werden können.

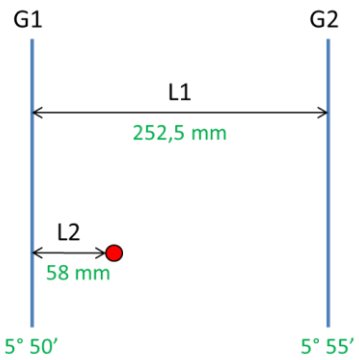
Natürlich können Sie die Position auch direkt mit Google Maps oder Google Earth ermitteln; siehe die folgenden Abschnitte.

Längengrad

Ziehen Sie vom gesuchten Ort eine senkrechte Linie bis zum Kartenrand. Lesen Sie die benachbarten Längengrade G1 links und G2 rechts ab. Messen Sie den Abstand L1 zwischen diesen beiden Teilstrichen und anschließend den Abstand L2 vom linken Teilstrich bis zur eingezeichneten Linie. Der Längengrad des Ortes ergibt sich durch Interpolation:

*LÄNGENGRAD = G1 + (G2 - G1) * L2 / L1*

Beispiel für das Dorf Villers-Buzon im Departement Doubs (Frankreich): (Karte IGN 1/25 000 Nr. 3323 West)



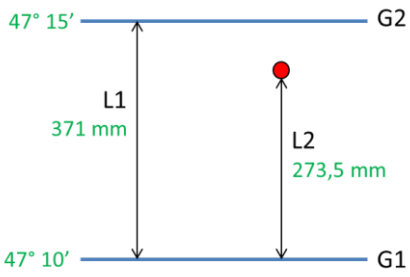

```
G1 = 5° 50'
G2 = 5° 55'
L1 = 252,5 mm
L2 = 58,0 mm
Longitude = 5° 50' + (5')*58,0/252,5
          = 5° 51' 09" Est
```

Eine Genauigkeit von einer Bogenminute reicht aus. Achten Sie darauf, die Teilung in Winkelgrad (Vollkreis 360°) und nicht die Teilung in Gon (Vollkreis 400 gon) zu verwenden, die auf französischen IGN-Karten im Maßstab 1:25 000 blau gedruckt ist.

Bestimmung des Breitengrades auf der Karte

Führen Sie die gleiche Prozedur durch wie vorher, nun aber mit den horizontalen Ortsgeraden. G1 liegt dabei unterhalb, G2 oberhalb der gezeichneten horizontalen Ortslinie. Die Berechnung erfolgt mit der gleichen Formel.

Für Villers-Buzon :




```
G1 = 47° 10'
G2 = 47° 15'
L1 = 371,0 mm
L2 = 273,5 mm
Latitude = 47° 10' + (5')*273,5/371,0
         = 47° 13' 41"
```

Eintragung der Ortskoordinaten in die Datenbank

Tragen Sie den Ort nach der Bestimmung seiner Koordinaten in die Ortsdatenbank ein. So können Sie ihn beim Entwurf weiterer Sonnenuhren wiederverwenden.

Um die Daten auch später benutzen zu können, werden sie in die Datenbank eingetragen. 

Menü Werkzeuge > Standortliste bearbeiten… Bei einem neuen Sonnenuhr-Design klicken Sie Neu…



Die Koordinaten können auf die Sekunde genau eingetragen werden.

Wichtig: Zeitzone korrekt angeben! In Westeuropa z.B. TU+1 (Ausnahme: Zeitzone für UK und Portugal = TU). Berücksichtigen Sie nicht die Sommerzeit.

Sie können, wenn nötig, Ihre Ortskoordinaten über Google Maps oder Google Earth suchen und sie direkt mit kopieren/einfügen in das entsprechende Feld von Shadows einfügen.

Für weitere Einzelheiten, siehe Rubrik Hinzufügen neuer Orte in die Datenbank am Ende dieses Dokuments.

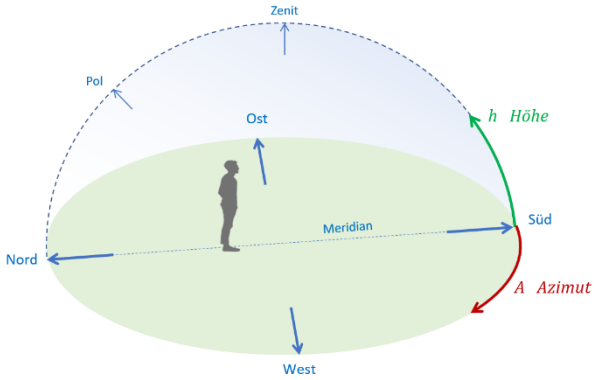
Sie können die Koordinaten auch in Dezimalgrad eingeben. Das Programm wandelt sie automatisch in Grad, Minuten und Sekunden um. Verwenden Sie dabei das für Ihr System eingestellte Dezimaltrennzeichen.

Koordinatensysteme

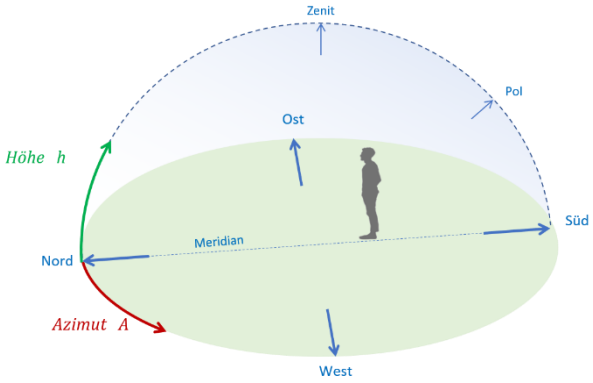
Horizontale Koordinaten

Horizontale Koordinaten sind die Koordinaten, die im täglichen Leben benutzt werden. Sie sind spezifisch für eine betrachtete Länge. Sie werden genutzt, um einen Himmelskörper von einer bestimmten Position aus am Himmel zu beschreiben. Zum Beispiel nutzen wir den Azimut (A) und die Höhe (h) der Sonne, um das Layout einer Sonnenuhr zu berechnen. Laut Konvention wird in Shadows der Azimut von Süden aus gemessen, zwischen -180° und +180°, positive Richtung West. Die Höhe wird gemessen zwischen -90° und +90°, positive über dem Horizont.

In den nördlichen Hemisphären geht die Sonne beim Blick nach Süden im Osten auf (auf unserer linken Seite) und im Westen unter (auf unserer rechten Seite). In der Südlichen Hemisphäre geht die Sonne beim Blick nach Norden im Osten auf (auf unserer rechten Seite) und im Westen unter (auf unserer linken Seite).



In der nördlichen Hemisphäre

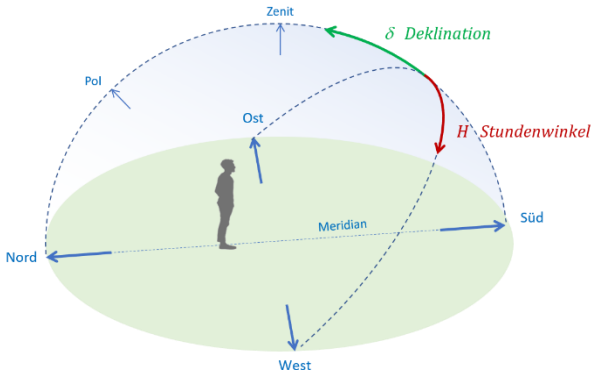


In der südlichen Hemisphäre

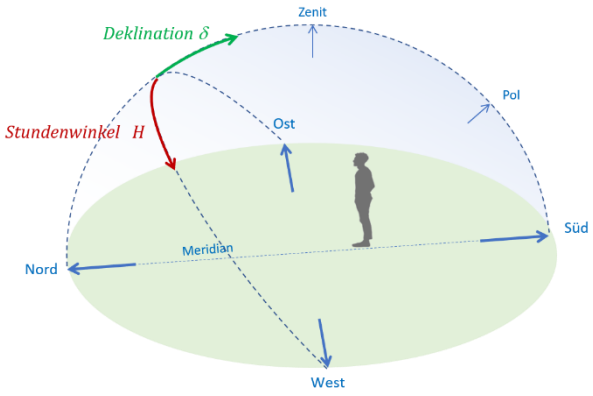
Stundenkoordinaten

Stundenkoordinaten basieren auf dem Himmelsäquator, eine Projektion des Erd-Äquators in den unendlichen Raum; zentriert auf die Polarachse. Der Stundenwinkel (mit H bezeichnet) wird üblicherweise in Stunden entlang des Äquators gemessen; von 0 (Meridian) bis 24 Stunden Richtung West; entsprechend dem Winkel von 15°, den wir für die Abbildung der Sonnenzeit benutzen (360°/24h).

Die Deklination (mit δ bezeichnet) wird beginnend am Äquator gemessen, zwischen -90° und +90°, positive Richtung Nordpol. Die Deklination der scheinbaren Sonne verläuft zwischen +/- 23°26', entsprechend der Neigung der Erdachse zur Ekliptik-Ebene.



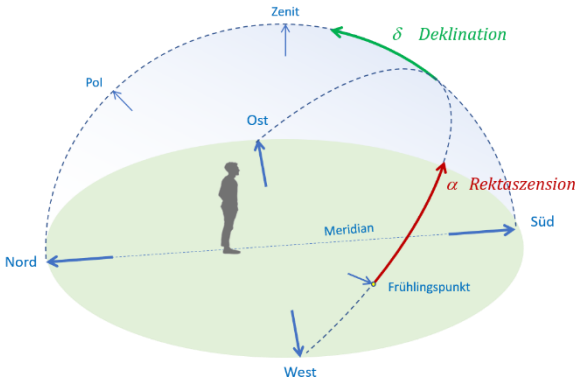
In der nördlichen Hemisphäre



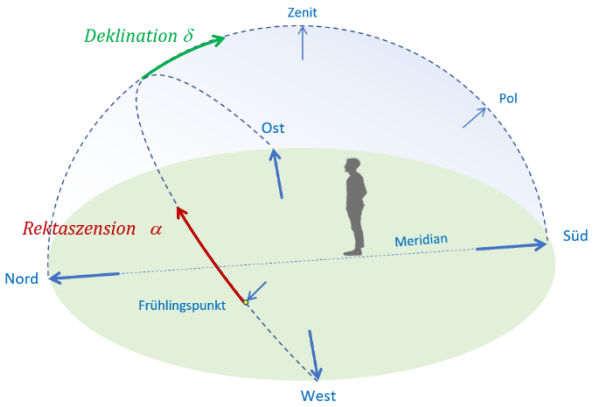
In der südlichen Hemisphäre

Äquatoriale Koordinaten

Äquatoriale Koordinaten ähneln den Stundenkoordinaten; die Deklination ist in beiden Systemen gleich definiert. Die Rektaszension α wird ebenfalls entlang des Himmelsäquators von 0 bis 24 h gemessen, jedoch von einem besonderen Bezugspunkt aus: dem Frühlingspunkt, der im nächsten Abschnitt erläutert wird. Seine Position ergibt sich aus der Sternzeit und der geografischen Länge des Beobachtungsortes.



In der nördlichen Hemisphäre



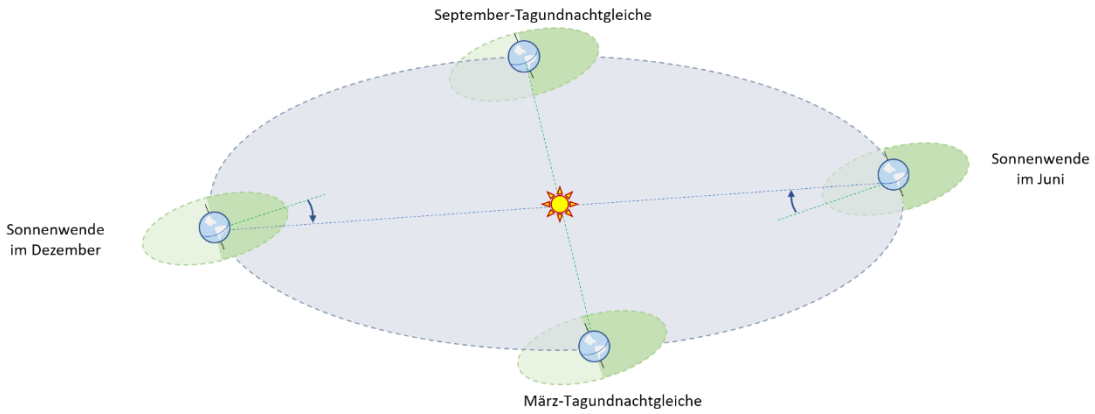
In der südlichen Hemisphäre

Ekliptikale Koordinaten

Die Ekliptik, unten blau dargestellt, und der Himmelsäquator in Grün schneiden sich in den beiden Äquinoktialpunkten. Der Frühlingspunkt γ entspricht der Sonnenposition beim Märzäquinoktium, wenn die Sonne den Himmelsäquator von Süden nach Norden überquert. Er ist der Ursprung der Rektaszension und der ekliptikalen Länge. Der gegenüberliegende Schnittpunkt entspricht dem Septemberäquinoktium.

Die Richtung des Frühlingspunkts verändert sich durch Präzession und Nutation langsam. Seine scheinbare tägliche Bewegung für einen Beobachter auf der Erde entsteht durch die Erdrotation.

Ekliptikale Koordinaten beschreiben die Position eines Gestirns relativ zur Ekliptik. Die ekliptikale Länge λ wird in deren Ebene von 0° bis 360° gemessen. Die ekliptikale Breite β gibt den Winkelabstand senkrecht zur Ekliptikebene an. Im hier verwendeten geozentrischen Bezugssystem ist die ekliptikale Breite der Sonne nahezu null. Bei Mond und Planeten kann sie positiv oder negativ sein.



Die Einteilung der ekliptikalen Länge in Abschnitte von je 30°, beginnend am Frühlingspunkt, ergibt die zwölf Tierkreiszeichen. Diese dürfen nicht mit den unterschiedlich großen Tierkreissternbildern verwechselt werden. Die Grenzen der Abschnitte entsprechen den Sonnendeklinationen, die für die Tierkreis-Deklinationslinien auf Sonnenuhren verwendet werden.

Bestimmung der Richtung des Ortsmeridians

Der Ortsmeridian liegt genau in geografischer Nord – Süd-Richtung und definiert die Ebene des Polstabes der meisten Sonnenuhren. Es ist also allgemein wichtig und interessant, diese Richtung exakt zu bestimmen, um eine Sonnenuhr korrekt auszurichten.

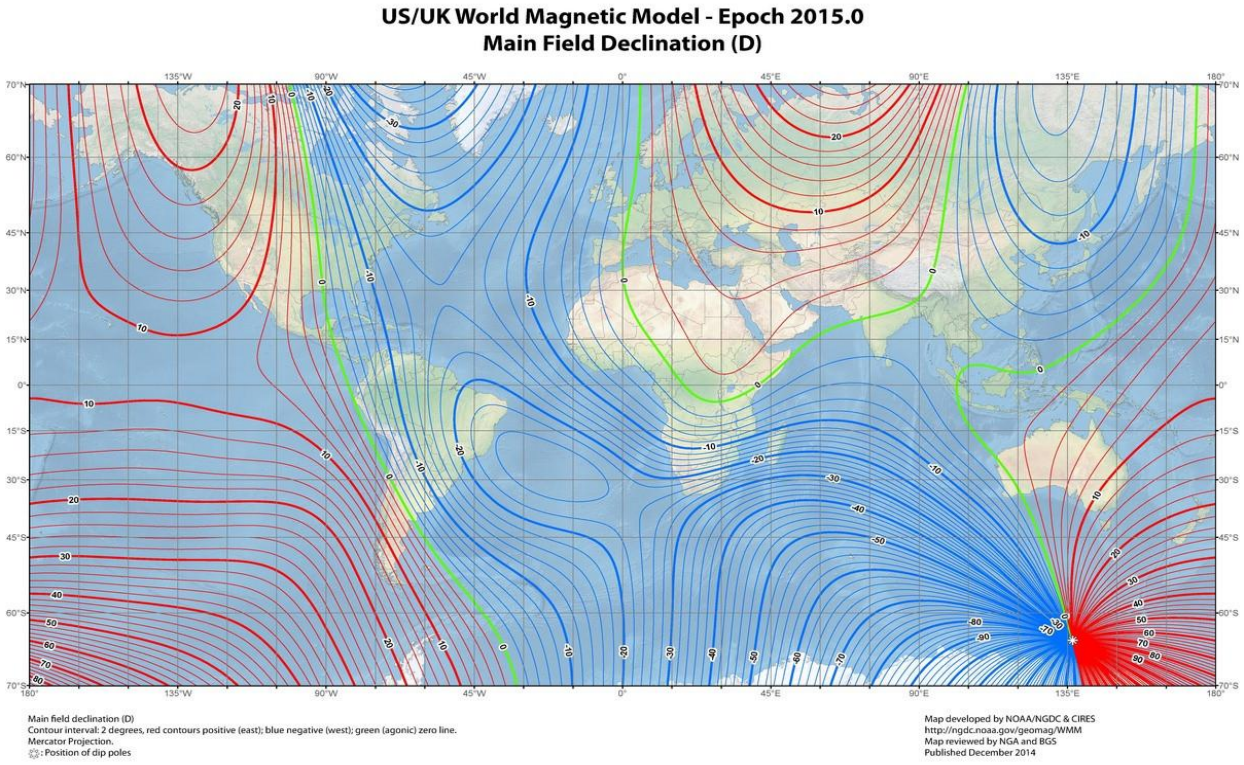
Einige Methoden werden hier besprochen. Es kann vorteilhaft sein, sie zu vergleichen, um das optimale Resultat zu erreichen.

Hinweis zum Azimut

Es gibt im Wesentlichen zwei Konventionen, den Azimut zu zählen. Geografen und Nautiker zählen den Azimut beginnend bei Nord: 0° bei Nord, 90° bei Ost, 180° bei Süd, 270° bei West. Andere, insbesondere Astronomen – und es ist die von Shadows übernommene Konvention – legen 0° im Süden fest, und ein Azimut von +/-180° auf jeder Seite des Meridians, negative Richtung Ost. Es ist eine willkürliche Konvention, aber an Messmethoden angepasst.

Bestimmung mit einem Kompass

Ein Kompass zeigt die Richtung zum magnetischen Norden an, die vom geografischen Norden abweicht. Diese Abweichung heißt magnetische Deklination; sie hängt vom Ort und vom Zeitpunkt ab. Verwenden Sie daher einen aktuellen Wert für Ihren Standort, wenn Sie eine Kompassmessung auf geografisch Nord beziehen.



Magnetische Deklination im Jahr 2020.

Quelle: http://www.magnetic-declination.com/what-is-magnetic-declination.php

Die folgende Karte zeigt die magnetische Deklination im Jahr 2020. Blaue Linien kennzeichnen westliche, rote Linien östliche Abweichungen. Für eine genaue Ausrichtung benötigen Sie den aktuellen Wert am jeweiligen Standort.

Die Messung sollte mit einem Präzisionskompass mit mindestens Halbgradanzeige, fern von metallischen Gegenständen (Dachrinnen, Umzäunungen, Fahrzeugen, stahlbewehrte Mauern usw.) vorgenommen werden. Es wird von dieser Methode als Hauptbestimmungsverfahren dringend abgeraten.

Bestimmung mit Hilfe des Meridiandurchgangs der Sonne

Für diese Messung ist ein stabil über einer ebenen horizontalen Fläche installiertes, angespitztes Senkblei notwendig. Anhand der Ephemeriden von Shadows kann der Meridiandurchgang der Sonne für den Ort und den Tag der Messung bestimmt werden. Im präzise bestimmten Durchgangsmoment (z.B. mit einem funkgesteuerten WECKER festgestellt!), fällt der Sonnenschatten mit dem Ortsmeridian zusammen. Eine Gerade ist durch zwei Punkte definiert. Darum genügt es, den Durchgangsaugenblick, z.B. beim Klingeln des Weckers, mit zwei Punkten, einer genau unter dem Lot, der Andere auf dem Schatten der Lotschnur, festzuhalten (mit eingeschlagenen Nägeln kann die Richtung dauerhaft markiert werden!). Nachteil dieser Methode: Es dürfen im Augenblick der Sonnenkulmination keine Wolken und kein Wind die Messung stören. Messungen an mehreren Tagen erhöhen die Genauigkeit des Resultats.

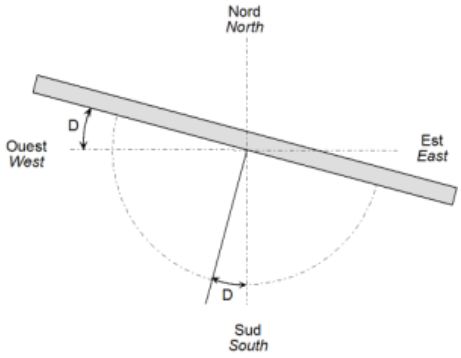
Bestimmung mit Mittelsenkrechten von Kreissehnen

Die Methode beruht auf der Symmetrie der Sonnenbögen zum Meridian. Diese Messung ist ähnlich der vorhergehenden. Benötigt werden wieder ein angespitztes stabiles Lot und ein ebener horizontaler Boden oder, noch besser, eine genau horizontal aufliegende Holztafel. Auf den Boden (oder die Platte) werden mehrere konzentrische Kreise mit Zentrum genau unter der Lotspitze aufgezeichnet. Ein auf der Lotschnur fixierter Referenz-Nodus z.B. Knoten, Perle o.ä. soll am Schatten eindeutig erkennbar sein. Die Kreisbögenradien sollen der Bodenhöhe des Nodus angepasst sein; z.B. zu einer Nodus-Bodenhöhe von 15 cm passen Radien von 10, 15, 20 und 25 cm.

Beginnen Sie am Vormittag und markieren Sie die Stellen, an denen der Schatten der Markierung jeden Kreis schneidet. Setzen Sie die Messungen am Nachmittag fort, sodass Punkte auf beiden Seiten des Meridians vorliegen. Alternativ markieren Sie den Schatten alle fünf Minuten und verbinden die Punkte zur Schattenhyperbel. Verbinden Sie jeweils die beiden Schnittpunkte mit demselben Kreis durch eine Gerade. Die Mittelpunkte dieser Strecken liegen auf dem Meridian; ihre Verbindung ergibt die Nord-Süd-Richtung.

Bestimmung der gnomonischen Deklination einer Mauer

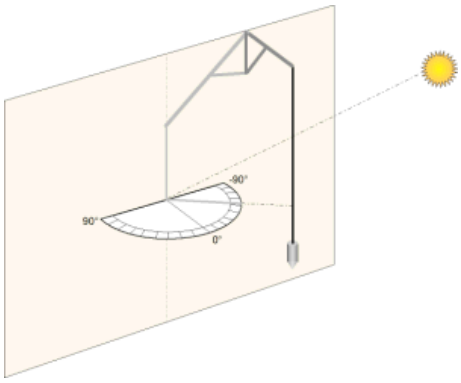
In den folgenden Beispielen wird der Sonnen-Azimut A gemessen vom Meridian (Südrichtung in der nördlichen Hemisphäre).



Als gnomonische Deklination D bezeichnet man den horizontalen Winkel zwischen Mauernormalen und dem Ortsmeridian. Es ist auch der Winkel zwischen Mauerebene und senkrechter Ost-West-Ebene. Sie wird positiv nach Westen und negativ nach Osten gemessen. Eine exakt nach Süden gerichtete Mauer hat eine gnomonische Deklination von 0° (auf der Südhalbkugel entsprechend für eine nach Norden ausgerichtete Mauer!). Für eine z.B. stark nach Nord-West deklinierte Mauer beträgt die Deklination 90° bis 180°, für eine solche nach Nord 180°.

Es ist auch möglich, in Ergänzung der unten angegebenen Methoden, den Winkel zwischen Mauerebene und Ortsmeridian zu messen und 90° abzuziehen.

Bestimmung mit Lot und Winkelmesser



Sie können einen geeigneten Winkelmesser herstellen, indem Sie den Azimutkreis ausdrucken über das Menü Werkzeuge in Shadows ausdrucken, ihn längs des Ost-West-Durchmessers in zwei Hälften schneiden und auf ein zum Halbkreis ausgeschnittenes Brettchen aufkleben.

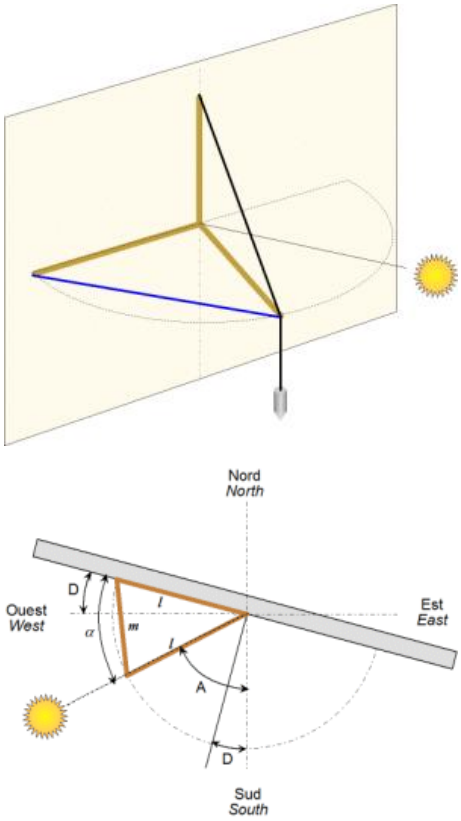
Diesen Winkelmesser exakt horizontal an der Mauer anlegen. Ein Senkblei so installieren, dass sein Schatten das Zentrum des Winkelmessers schneidet. Winkel ablesen und Zeitpunkt notieren. Vorsicht: Steht die Sonne direkt gegenüber der Mauer, ist der Winkel ungefähr 0°. Wenn Sie einen handelsüblichen Winkelmesser verwenden, der in der Mitte 90° hat, ziehen Sie 90° von Ihrer Beobachtung ab.

Bestimmung des Sonnenazimuts (A) zum Zeitpunkt der Messung

Die Wandabweichung (D) erhalten Sie, indem Sie den gemessenen Winkel (L) vom berechneten Sonnenazimut (A) abziehen:

```
D = A - L
```

Bestimmung anhand eines Dreibeins



Für diese Methode werden zwei gleich lange Holzleisten (l), beispielsweise von 80 cm Länge, wie die Schenkel eines Zirkels durch ein Scharnier verbunden. Eine weitere Leiste steht senkrecht dazu und trägt oben ein Lot. Stellen Sie die Vorrichtung zweckmäßigerweise auf einen waagerechten Tisch an der Wand.

Öffnen Sie das Scharnier so, dass ein Schenkel waagerecht an der Wand anliegt. Der dazu senkrechte Schenkel, an dem das Lot hängt, muss genau vertikal stehen. Richten Sie den letzten Schenkel zur Sonne aus, bis der Schatten des Lotfadens entlang dieses Schenkels und durch die Scharniermitte verläuft.

Messung der horizontalen Basis des gleichschenkligen Dreiecks (m)

Bestimmung des Sonnenazimuts (A) zum Zeitpunkt der Messung

Messung des Öffnungswinkels (α) des gleichschenkligen Dreiecks:

```
α = 2.arcsin ( m / 2l )
```

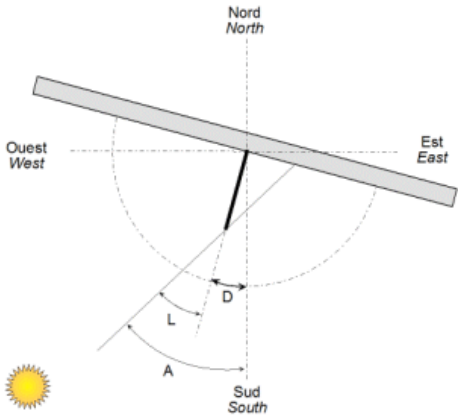
Bestimmung der gnomonischen Deklination (D)

```
D = α + A - 90°
```

Methode mit dem die Mauer streifenden Sonnenlicht

Diese Methode ist die einfachste. Man muss nur darauf warten, dass die Wand Streiflicht abbekommt. Die Lichtstrahlen verlaufen dann nahezu parallel zur Wand. Berechnen Sie mit Shadows für diesen Moment den Sonnenazimut A. Die Deklination der Mauer beträgt dann den Azimut plus oder minus 90°, je nachdem ob die Besonnung der Mauer gerade beginnt oder endet.

Methode mit Tangentennetzwerk nach Shadows



Mit den Zeichenwerkzeugen von Shadows können Sie ein Tangentennetz ausdrucken. Legen Sie es an die zu vermessende Wand und bringen Sie in seiner Mitte einen senkrecht zur Wand stehenden Gnomon an. Seine Länge muss mit dem beim Ausdruck verwendeten Wert übereinstimmen.

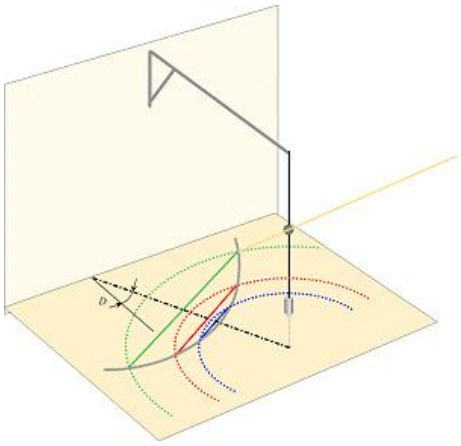
Der Gnomon wirft einen Schatten, dessen Ende eine Linie des Netzes erreicht. Die Gradangabe dieser Linie bezeichnet den Winkel zwischen Sonnenrichtung und Wandnormaler. Notieren Sie diesen Winkel und den genauen Messzeitpunkt.

Berechnen Sie mit Shadows das Sonnenazimut A zum notierten Zeitpunkt. Die gnomonische Deklination der Wand D erhalten Sie, indem Sie den am Tangentennetz gemessenen Winkel L vom berechneten Azimut A abziehen:

```
D = A - L
```

(Zur Verbesserung der Genauigkeit Messzeitpunkt so wählen, dass der Winkel Sonne – Mauer > 40° beträgt.)

Bestimmung mit Mittelsenkrechten von Kreissehnen



Diese Methode basiert auf der Tatsache dass die Sonnenhöhe auf beiden Seiten des Meridians symmetrisch ist. D.h. eine Stunde vor dem Mittag ist die Sonnenhöhe exakt die gleiche wie eine Stunde nach dem Mittag. Bei dieser Methode ist es nicht nötig, den Zeitpunkt des lokalen Mittags zu kennen.

Montieren Sie ein Lot über einem Blatt Papier, das sie auf einer horizontalen Oberfläche fixiert haben. Fixieren Sie zwischen der Hälfte und 2/3 der Höhe des Lotes ein Objekt (z.B. eine Perle). Markieren Sie den Schatten dieses Objekts am Papier an verschiedenen Punkten während des Vormittags. Zeichnen sie mehrere konzentrische Kreise mit dem Ursprung in der Lotlinie, welche die Markierungen der Schattenpunkte schneiden. Warten Sie, bis der Schatten die Kreise erneut schneidet und markieren Sie die entsprechenden Punkte. Dann ziehen Sie Linien zwischen den beiden Punkten der jeweiligen Kreise – diese Linien geben Ihnen die Ost-West-Richtung an. Dann bestimmen Sie die Mittelpunkte der Linien. Alle diese Mittelpunkte liegen auf der Meridianlinie, d.h. auf der Nord-Süd-Linie. Messen Sie nun die Richtung dieser Nord-Süd-Linie in Bezug zur Lotrechten der Mauer.

Praktische Realisation einer Sonnenuhr

Materialauswahl

Eine Sonnenuhr kann unmittelbar auf den Bewurf oder den Anstrich einer Mauer aufgezeichnet werden. Zu diesem Zweck benutzt man vorteilhaft den ausgedruckten Papierentwurf als Schablone. Charakteristische Punkte der Stundenlinien sowie der Tagesbögen werden gelocht und mit Farbe auf den Untergrund übertragen. Gerade Linien können durch nebeneinander geklebte Papierstreifen in Richtung und Strichstärke definiert werden. Klassische Maueranstriche sind allerdings nicht sehr wetterfest und bedingen periodisches Restaurieren.

Die schönsten gemalten Uhren sind mit der Freskentechnik (a fresco) hergestellt. Diese Technik setzt, trotz der heute erhältlichen modernen Materialien, eine hohe handwerkliche und künstlerische Geschicklichkeit voraus. Die vielen alten Fresken-Sonnenuhren haben ihre Schönheit über viele Jahrzehnte ohne Restauration erhalten.

Wird die Sonnenuhr komplett vorgefertigt, ist auf die Transport- und Montagemöglichkeit zu achten. Hier wäre ein leichtes Material von Vorteil.

Häufig benutzte praktische Materialien

- Holz: vorzugsweise das am Bau benutzte, wasserfeste Sperrholz. Auch das sehr dichte und schwere MDF, wie es für HF-Lautsprecherboxen und Möbel benutzt wird, wäre eine Alternative. Anfänger sollten ihre ersten Übungsuhren auf Holz aufbringen.
- Fliesen: Die Auswahl ist hier riesengroß, sowohl in den Abmessungen wie im Material und im Preis. Die Unterlage sollte aber einigermaßen eben sein. Mit bemalten Fliesen (es gibt spezielle Fliesenfarben, die im Brennofen gebrannt werden können), können wunderschöne Sonnenuhren realisiert werden. (z.B. Mosaikuhren)
- Marmor: hier ist auf das Gewicht zu achten! Die Zeichnung kann z.B. per Sandstrahlung aufgebracht werden, mit entsprechenden Schablonen. Das Material eignet sich auch für größere analemmatische Uhren auf ebener Erde (eine solche kann man in Aumetz bewundern).
- Glas: Hier wäre dickeres Sekurit-Rauchglas oder sandgestrahltes Sekurit angebracht. Zeichnungen können graviert, gestrahlt oder gemalt werden.
- Plexiglas: leichter als Glas, gut bearbeitbar. Könnte interessante Möglichkeiten bieten.
- Metall: Stahl, Kupfer oder Aluminium. Kann graviert, bemalt oder einbrennlackiert werden. Auch rostfreier Stahl ergibt interessante Möglichkeiten.

Es besteht auch die Möglichkeit, Kunstharz und Silikonformen zu verwenden, was die Möglichkeit einer Serienproduktion ergibt. Kunstharzguss kann bemalt und holz- oder metallähnlich patiniert werden.

Entwurf auf das Zifferblatt aufbringen

Das Programm erlaubt den Ausdruck des Entwurfs auf mehrere Blätter, die, zusammengeklebt, als Schablone dienen.

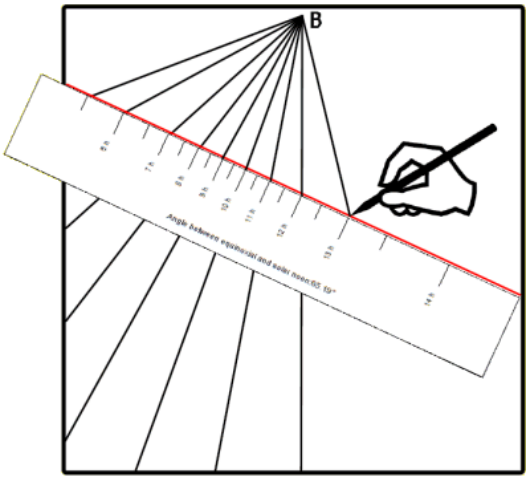
Für kleinere Zifferblätter (bis 60 cm Seitenlänge) kann man den Papierausdruck direkt auf das Zifferblatt legen und mit einem spitzen Werkzeug (Zirkelspitze, Reißnadel o.ä.) die Linien auf der Unterlage markieren. Die Linien können dann anschließend gezeichnet, graviert oder gemalt werden.

Für die Freskenbemalung kann man eine Schablone herstellen, indem man die Linien z.B. 1 mm breit ausschneidet und sie mit Stempel- oder Spraytechnik überträgt.

Für große Sonnenuhren wird geraten, die Koordinatentabellen zu benutzen und die Linien mit Lineal, Zirkel und Winkelmesser zu zeichnen.

Äquinoktiallineal benutzen

Das Äquinoktiallineal ermöglicht Stundenlinien auf einfache Weise zu zeichnen. Man findet es über das Menü Konfiguration > Messlineal Tag- und Nachtgleiche.

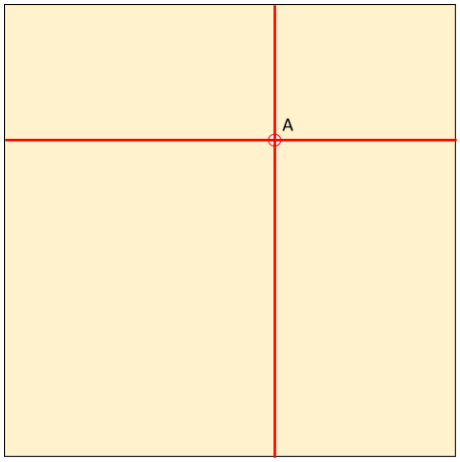


Sie müssen nur den Punkt B festlegen und danach die Äquinoktiallinie (rot in nebenstehender Abbildung) unter Benützung des angegebenen Winkels zwischen Äquinoktial- und Mittagslinie einzeichnen.

Die Stundeneinteilungen auf dem Lineal können mittels Excel in eine Tabelle exportiert werden, die die Distanzen zwischen Punkt O und den Stundenlinien auf der Äquinoktialen liefert. Punkt O ist als Schnittpunkt von Äquinoktial- und Mittagslinie definiert.

Bei manchen Zifferblättern ist diese Tabelle nicht anwendbar, weil entweder die Äquinoktiale nicht oder nur teilweise sichtbar oder der Punkt B zu weit vom Zifferblatt entfernt ist.

Vorgehensweise Schritt für Schritt

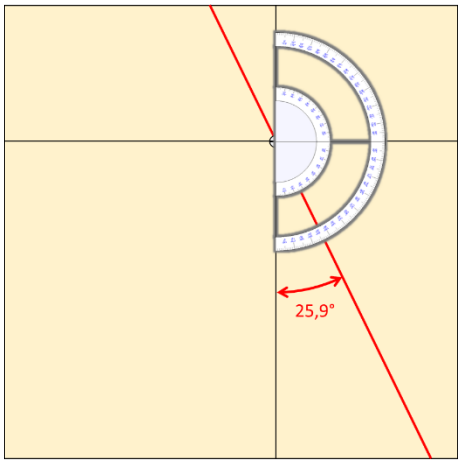


Wähle das Material für die Grundplatte, auf die die Sonnenuhr aufgebracht werden soll. (Fliesen, Holz, Stein, Metall, etc.)

In unserem Beispiel ist die Platte 150 x 150 cm groß. Die Sonnenuhr wird mit Shadows konstruiert, und zwar im Maßstab 1/10, d.h. 150 x 150 mm. Alle von Shadows angegebenen Maße müssen somit mit 10 multipliziert werden.

Schritt 1. Zeichne den Sonnenuhr-Ankerpunkt (Punkt A) irgendwo auf die Platte.

Step 2. Ausgehend von diesem Punkz zeichne eine vertikale und horizontale Linie.

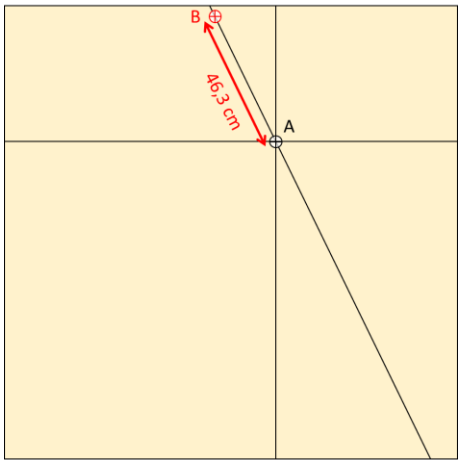


Im Falle einer deklinierenden Sonnenuhr zeichne die Grundlinie des Schattenwerfers:

Schritt 3. Zeichne den Winkel zur Grundlinie des Schattenwerfers - ersichtlich aus dem von Shadows bereitgestellten Datenblatt - mit der Hilfe eines Winkelmessers.

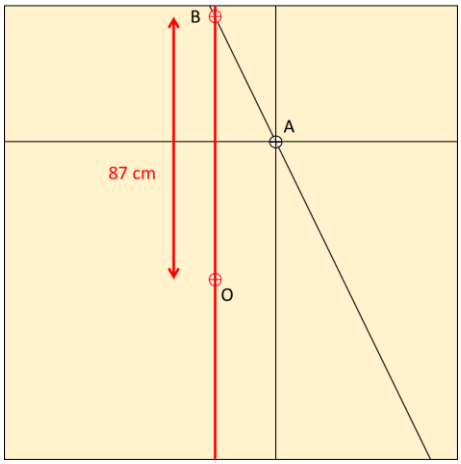
In unserem Beispiel ist er 25,9° (gemessen zur Vertikalen)

Im Falle einer nicht-deklinierenden Sonnenuhr ist die Grundlinie des Schattenwerfers vertikal. (Winkel 0°)



Schritt 4. Markiere den Punkt B durch Übertragen des Abstandes A-B (Länge der Schattenwerfer-Basis) auf die Schattenwerfer-Grundlinie.

Bei diesem Beispiel ist A-B = 46,3 cm

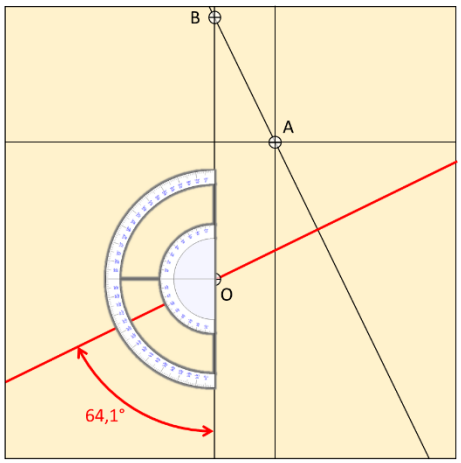


Schritt 5. Zeichen eine vertikale Linie vom Punkt B aus.

Schritt 6. Markiere den Punkt O durch Messen der Abstandes B-O, abzulesen auf dem Äquinoktial-Lineal.

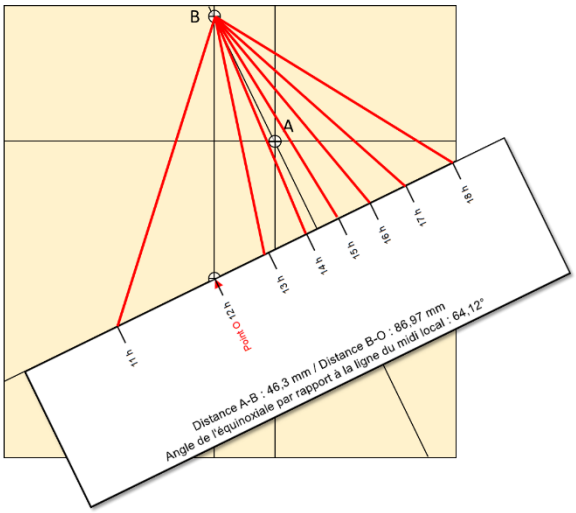
Der Punkt O korrespondiert mit dem Schnittpunkt der Äquinoktiallinie und der Sonnen-Mittagslinie..

Bei diesem Beispiel ist B-O = 87 cm



Schritt 7. Zeichne die Äquinoktiallinie von O aus mit Hilfe des Äquinoktialwinkels (abzulesen auf dem Lineal)

Bei diesem Beispiel ist er 64,1° (gemessen von der Vertikalen).

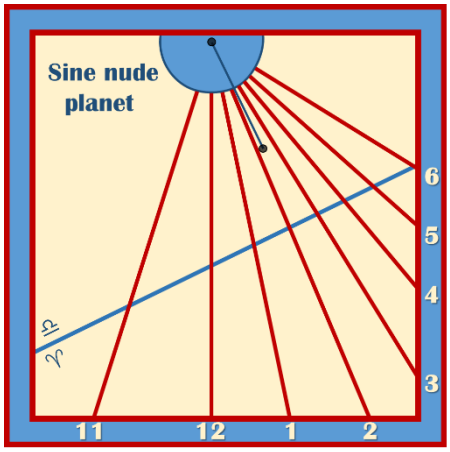


Schritt 8. Drucke das Äquinoktiallineal auf festes Papier und schneide es aus. Lege das Lineal so an die Äquinoktiallinie an, dass Punkt O auf der Vertikallinie durch B liegt.

Legen Sie das Lineal an die Äquinoktiallinie und bringen Sie die Markierung O mit dem Schnittpunkt der Mittagslinie zur Deckung.

Das Modell wurde im Maßstab 1:10 entworfen. Multiplizieren Sie seine Abmessungen mit 10, um bei unveränderter Einheit die endgültigen Abmessungen zu erhalten. Eine Länge von 46,3 mm in Shadows entspricht beispielsweise 463 mm oder 46,3 cm an der fertigen Sonnenuhr. Die Winkel bleiben unverändert.

Schritt 9. Zeichne die Stundenlinien durch Verbinden von Punkt B mit der jeweiligen Markierung auf dem Lineal.



Schritt 10. Verlängere die Stundenlinien bis zum Rand, dekoriere die Sonnenuhr und entferne die Hilfslinien.

Die Sonnenuhr ist fertig!

Entwurf großer Sonnenuhren

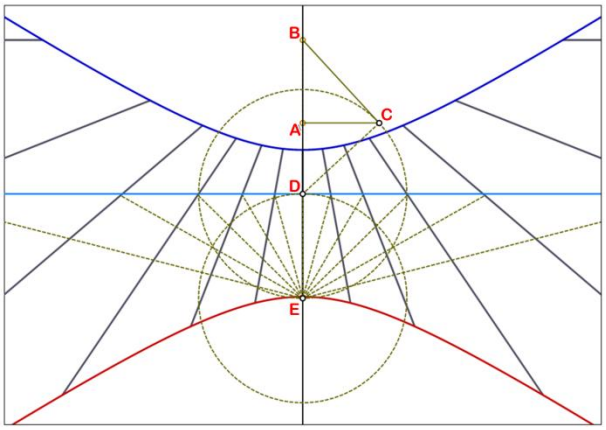
Mit Shadows ist der Entwurf von Sonnenuhren beliebiger Dimensionen möglich. Breite, Höhe des Zifferblatts sowie die Höhe des Polstabes oder Gnomons werden über den Dialog Abmessungen... eingebracht. Für solche Zifferblätter ist der Papierausdruck des Entwurfs kaum noch sinnvoll, es sei denn, man will hunderte Seiten zusammenfügen. Hier sollten die Koordinatentafeln benutzt werden. Nichtsdestoweniger kann es während der Entwicklung interessant sein, das Resultat am Bildschirm begutachten zu können. Allerdings können bei Abmessungen über 2-3m unerwünschte falsche Linien auftreten, da das Windowszeichenprogramm dann überfordert ist.

Hier bietet es sich an, mit einem Modell im kleineren Maßstab, z.B. 1:4 oder 1:10 zu arbeiten. Alle Maße können dann später mit dem entsprechenden Faktor multipliziert werden, um die reelle Größe zu erhalten.

So kann z.B. für eine horizontale Sonnenuhr von 10m x 4m und einer Gnomonhöhe von 1,50m ein Modell im Maßstab 1:10 erstellt werden, indem man in Shadows 1000mm x 400mm eingibt für das Zifferblatt und 150mm für die Gnomonhöhe. Anschließend werden alle x-y-Koordinaten und alle Dimensionen mit 10 multipliziert. Winkel bleiben unverändert!

Den Konstruktionsvorgang darstellen

Eine solche Skizze führt die grafische Konstruktionsmethode einer ebenen Sonnenuhr mit Polstab anschaulich vor Augen. Diese Methode wurde im Altertum angewandt vor der Ankunft der sog. Rechenknechte. Für die Anfertigung der Skizze genügen ein Winkel (= 90° minus der geografischen Breite des Ortes), ein graduiertes Lineal, ein Zirkel und ein Winkelmesser.



Das Konstruktionsprinzip: Ausgehend vom Zentrum des Zifferblatts (Punkt A) zeichnet man die Projektion des Polstabes (A-B) und die Senkrechte zur Polstabspitze (A-C) ein.

Die Senkrechte zu B-C in C ergibt Punkt D auf der verlängerten Projektion B-A. Punkt D liegt auf der Äquinoktiallinie. Um D einen Kreis mit Radius D-C schlagen, der auf der verlängerten Geraden B-A-D den Punkt E festlegt.

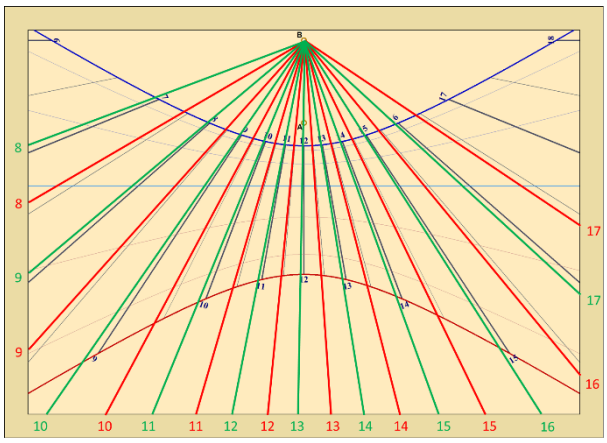
Um E herum Kreis mit R = E-D schlagen. Ab E-D Geradenbüschel mit Zentrum E in regelmäßigem Winkelabstand von 15° bis zur Äquinoktialen einzeichnen.

Die Verlängerung der so erhaltenen Markierungen auf der Äquinoktiallinie zum Konvergenzpunkt B ergeben die gewünschten Stundenlinien.

Für die Halbstundenlinien : Winkelabstand der Büschelstrahlen 15°/2 = 7,5° ; für Linien alle ¼ Stunden 15°/4 = 3,75° usw.

Die Linien der Sonnenuhr unmittelbar mit Hilfe der Sonne zeichen?

Eine Sonnenuhr lässt sich nicht ohne Weiteres dadurch entwerfen, dass man den Schattenwerfer montiert und zu jeder vollen Stunde seiner Armbanduhr den Schatten nachzeichnet. Für die üblichen Stundenlinien der wahren Sonnenzeit müssten Sie sich genau auf dem Bezugsmeridian befinden und an einem der vier Tage messen, an denen die Zeitgleichung null ist: etwa am 15. April, 13. Juni, 1. September oder 25. Dezember. Eine etwaige Sommerzeit muss ebenfalls berücksichtigt werden.



Im Beispiel für Paris wurden die roten Linien am 21. Oktober und die grünen am 21. Februar aufgezeichnet. Beide weichen deutlich voneinander und von den schwarzen Linien ab, die den korrekten Stundenlinien der wahren Sonnenzeit entsprechen.

Die beste Methode, eine Sonnenuhr mit Nutzung der Sonne zu entwerfen, ist, für den jeweiligen Tag die bürgerliche Stundenzeit zu berechnen, die mit einer Sonnenstundenline korrespondiert. Dann ergibt das Nachzeichnen des Schattenwerfer-Schattens an diesen berechneten bürgerlichen Zeitpunkten (abzulesen von seiner Uhr) die korrekte Position der Sonnenstundenlinien.

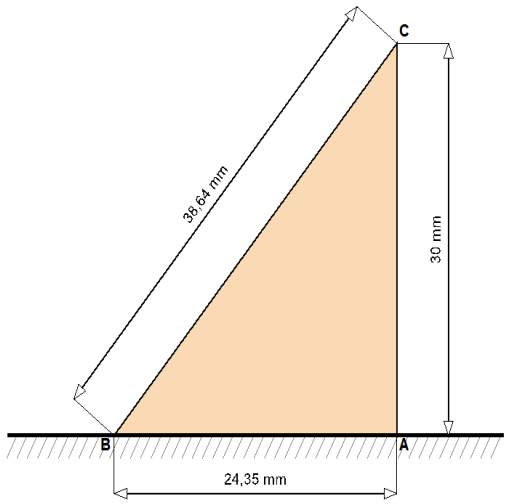
Die bürgerliche Zeit kann mit Hilfe der Ephemeridentafeln von Shadows berechnet werden, oder von Hand entsprechend der Vorgehensweise, die im Abschnitt Wie liest man die Zeit von einer Sonnenuhr? beschrieben ist.

Konstruktion des Schattenwerfers

Das Programm Shadows markiert die Position des Schattenwerfers zwischen den Punkten A und B auf dem Zifferblatt.

Der Punkt A entspricht der Fußposition eines Gnomons. Der Punkt B entspricht der Fußposition eines Polstabes, wenn er existiert. Wenn dieser Punkt ins Unendliche fällt oder weit entfernt von A ist, definiert man die Länge eines gekürzten Polstabes und der Punkt erhält die Bezeichnung B*.

Seitenansicht des Polstabes



Koordinaten der Punkte A und B des Gnomon:A (0, 0) B (0, -24,35 mm)
Achtung! Diese Zeichnung ist nicht maßstabsgetreu!

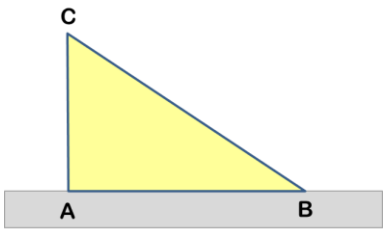
Diese Ansicht ist über das Menü Konfiguration > Schema des Gnomons erreichbar. Der nebenstehend gezeigte Schattenwerfer ist nicht maßstäblich gezeichnet, sondern als Schema, welches die Abmessungen zeigt. Zusätzlich zu den Längen der beiden Dreieckseiten (für den Fall eines dreieckigen Schattenwerfers) sind noch die Höhe des geraden Stabes und die Länge A-B sowie die Positionen der Punkte A und B im kartesischen Koordinatensystem angegeben.

Der Ankerpunkt eines geraden Gnomons ist in A, derjenige eines Polstabes ist in B. Punkt C ist die Spitze des Polstabes oder die Position einer Kugel oder einer Lochblende.

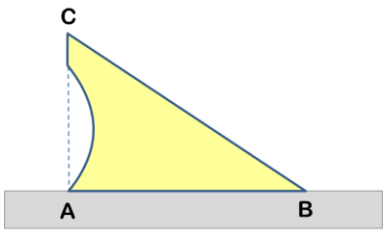
Es ist ebenfalls möglich, eine maßstabsgerechte Schablone mit dem aufgezeichneten Dreieck als Hilfe für die Anfertigung auszudrucken. Dies geschieht über Konfiguration > Darstellung des Gnomons (maßstabsgetreu).

Der Polstab kann entsprechend der gewünschten Form aus dünnem, aber festem Material ausgeschnitten, oder als einfacher oder dekorierter Stab realisiert werden.

Dreieckiger Schattenwerfer



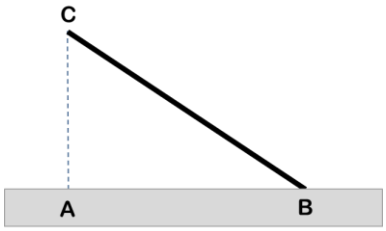
Am einfachsten ist die Gestaltung des Schattenwerfers als Dreieck, wie im Programm beschrieben. Er wird entlang der Stabprojektionslinie zwischen A und B platziert. Er wirft einen gut erkennbaren Schatten. Kein zu dickes Material nutzen oder die Strichstärke der Zifferblattzeichnung anpassen!



Das Dreieck kann bearbeitet oder dekoriert werden, wie man es bei alten Uhren sehen kann, aber die Positionen seiner Extremitäten sind funktionsrelevant und müssen unbedingt respektiert werden, besonders Punkt C, dessen Schatten die Tagesbögen anzeigt.

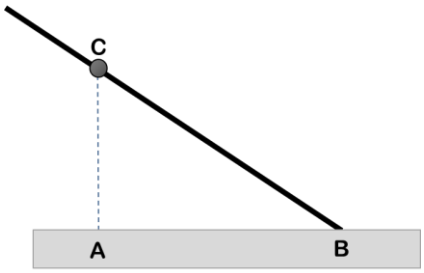
Segment B-C gibt nur die Richtung der Stundenlinie an.

Polstab



Ein einfacher Polstab muss in B verankert werden. Die notwendige Parallelität zur Rotationsachse der Erde bedingt eine Ausrichtung längs der Dreieckhypotenuse und demzufolge in Richtung geografischer Nordpol!

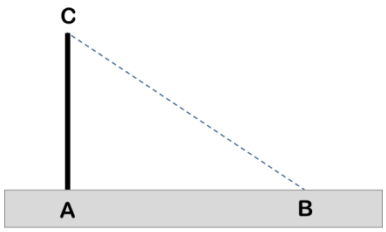
Manchmal muss der Schattenwerfer durch einen Ankerfuß oder passende seitliche Streben stabilisiert werden. Der Schattenverlauf deckt sich mit den Stundenlinien.



Überragt die Polstablänge den Punkt C, so kann er zwar die Stundenlinien, aber nicht die Tagesbögen oder andere Stundentypen anzeigen, es sei denn, er besitzt an der C-Stelle eine Markierung, z.B. einen Nodus (siehe nebenstehende Figur).

Gelegentlich sieht man lange Schattenwerfer mit einer Kugel am Punkt C. Deren Schatten ermöglicht das Ablesen der Deklinationslinien.

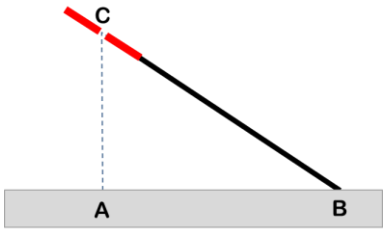
Der senkrechte Schattenwerfer (Gnomon)



Ist der Schattenwerfer als einfacher senkrechter Stab zum Zifferblatt ausgeführt, so wird er Gnomon genannt und ist in Punkt A zu verankern.

In diesem Fall ist nur die Stabspitze von Bedeutung. Diese Konfiguration ist nicht ideal für die Stundenablesung; sie kann aber nützlich sein für die siderischen oder die früheren temporalen Stunden.

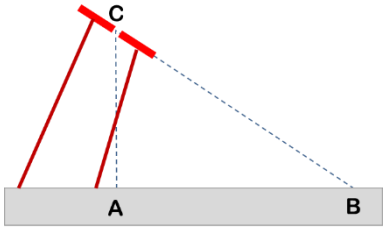
Lochblende



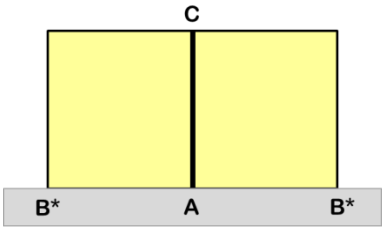
Der Schattenwerfer kann als Lochblende ausgeführt und am Ende eines Polstabes oder auf eigenen Fußstreben befestigt sein.

Das Loch muss sich im Punkt C befinden.

Die Befestigungspunkte der möglicherweise dekorativ gestalteten Stabilisierungskonstruktion sind frei wählbar. Letztere muss gegen Winddruck und Schneelast unempfindlich sein.



Verkürzter Schattenwerfer



Insbesondere bei Ost-, West- und polaren Sonnenuhren verläuft der Polstab parallel zur Zifferblattebene. Sein Befestigungspunkt B liegt dabei im Unendlichen.

Östlich, westlich und vor allem polar ausgerichtete Sonnenuhren mit rechteckigem Zifferblatt (Punkt B => ∞) haben einen verkürzten, zum Zifferblatt parallelen Schattenwerfer. Werden beide Seiten des Rechtecks benutzt, so sollte zweckmäßigerweise in C eine Markierung, z.B. in Form einer Kerbe, angebracht sein.

Die realistischen Gnomons

In der 3D-Ansicht kann Shadows verschiedene realistische Formen des Schattenwerfers darstellen. Der Schatten wird dabei aus dem tatsächlichen 3D-Modell berechnet. Alle vorgeschlagenen Formen liegen innerhalb des Dreiecks ABC. Sie können eigene Formen entwerfen, sofern die durch die Punkte A, B und C vorgegebene Geometrie eingehalten wird (siehe oben).



Realistische Gnomone werden auch beim Exportieren von Dateien zum Gravieren mit einem Laserschneider verwendet, wobei die Stilform verwendet wird. Hinweis: Wenn der Gnomon abgeschnitten ist, wird der realistische Gnomon durch einen dreieckigen Stil ersetzt.

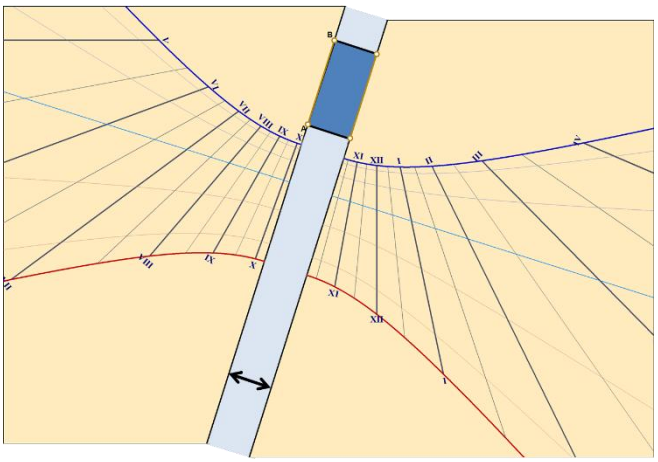
Einbeziehung der Dicke des Schattenwerfers

Im Falle eines dicken Schattenwerfers muss der Entwurf an die Tatsache angepasst werden, dass zwischen Vormittag und Nachmittag der Schatten von verschiedenen Kanten des Schattenwerfers geworfen wird. Am Vormittag ist es die Kante an der Westseite, die den Schatten auf die Westseite wirft; am Nachmittag wirft die Kante an der Ostseite den Schatten auf die Ostseite.

Shadows behandelt beim Entwurf nicht die Dicke des Schattenwerfers, aber es ist möglich, den Entwurf durch Zeichnung der Linie unter dem Schattenwerfer (Menu Zeichnung > Zeichne Linie unter dem Schattenwerfer) im Nachhinein zu ändern: Zerschneide den Entwurf entlang der Linie unter dem Schattenwerfer und separiere beide Teile gemäß der Dicke des Schattenwerfers.



Photo : NASS repository (St Louis)
www.sundials.org



Bau einer Sonnenuhr mit einem Laserschneider/-gravierer

Eine Exportfunktion für Lasergravur und Laserschnitt erleichtert den Bau ebener Sonnenuhren mit Polstab sowie analemmatischer Sonnenuhren. Für jedes Bauteil werden zwei Dateien erzeugt: eine für die Gravur und eine für den Schnitt. Sie werden im Verzeichnis Shadows Data\Engraving gespeichert.

Der Laserschnitt ist besonders präzise. Exportieren Sie die Zeichnung in ein geeignetes Vektorformat und stimmen Sie die Schnittdatei, das Material und dessen Stärke mit dem ausführenden Betrieb ab.

Die Exportfunktion für einen Laserschneider/-gravierer ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Wie liest man die Zeit von einer Sonnenuhr?

Die meisten Sonnenuhren zeigen die Wahre Ortszeit (WOZ) an.

Die wahre Sonnenzeit ergibt sich unmittelbar aus dem Stundenwinkel der Sonne, mit 15° pro Stunde. Wahrer Mittag ist der obere Meridiandurchgang der Sonne, wenn sie ihren höchsten Tagesstand erreicht. Je nach geografischer Breite und Jahreszeit steht sie dabei südlich oder nördlich des Beobachters. In den Tropen kann sie auch den Zenit durchlaufen.

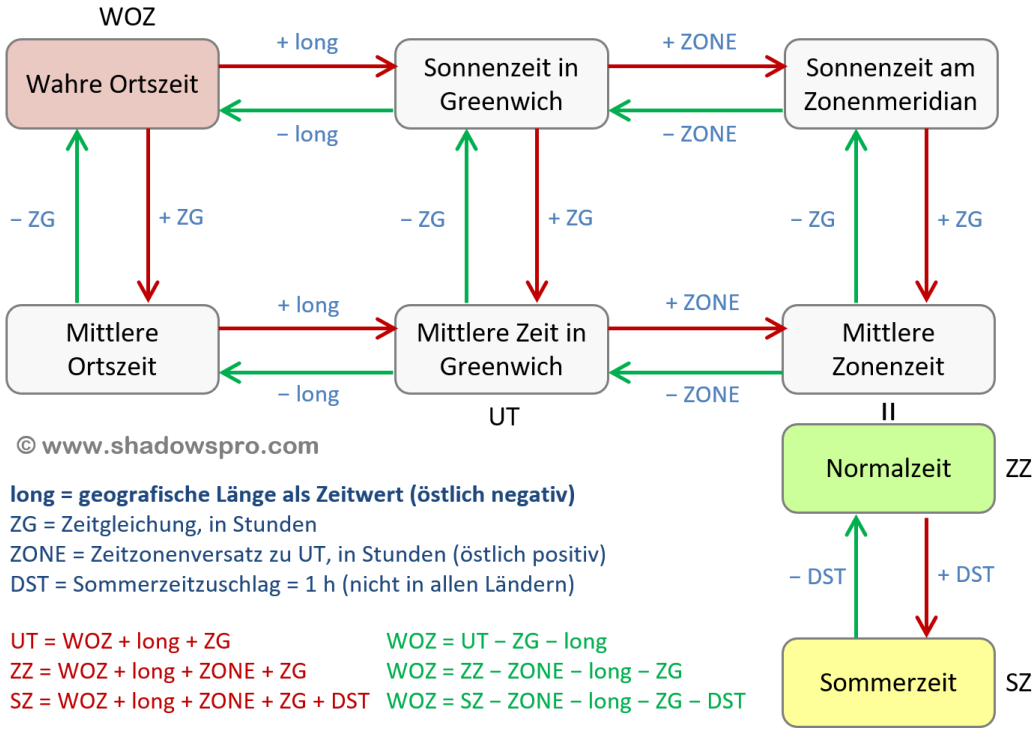
Die Sonnenzeit ist von der Position des Beobachters abhängig; sie variiert mit der geografischen Länge.

Auf einer Sonnenuhr korrespondiert die (Sonnen)Mittagslinie mit dem Höchststand der Sonne am Himmel und mit ihrem (lokalen) Meridiandurchgang. Sie ist somit immer innerhalb der Nord-Süd-Fläche und auf einer vertikalen Sonnenuhr immer senkrecht, unabhängig von ihrer Deklination.

Um die bürgerliche Zeit – die Zeit unserer Uhren – zu erhalten, müssen drei Anpassungen gemacht werden:

- die Längengradkorrektur
- die Einrechnung der Zeitgleichung
- gegebenfalls die Korrektur, bedingt durch die Umstellungen auf Sommerzeit

Die folgende Skizze erläutert die verschiedenen Wege zur Umwandlung der Sonnenzeit in die bürgerliche Zeit und umgekehrt.



Längengradkorrektur

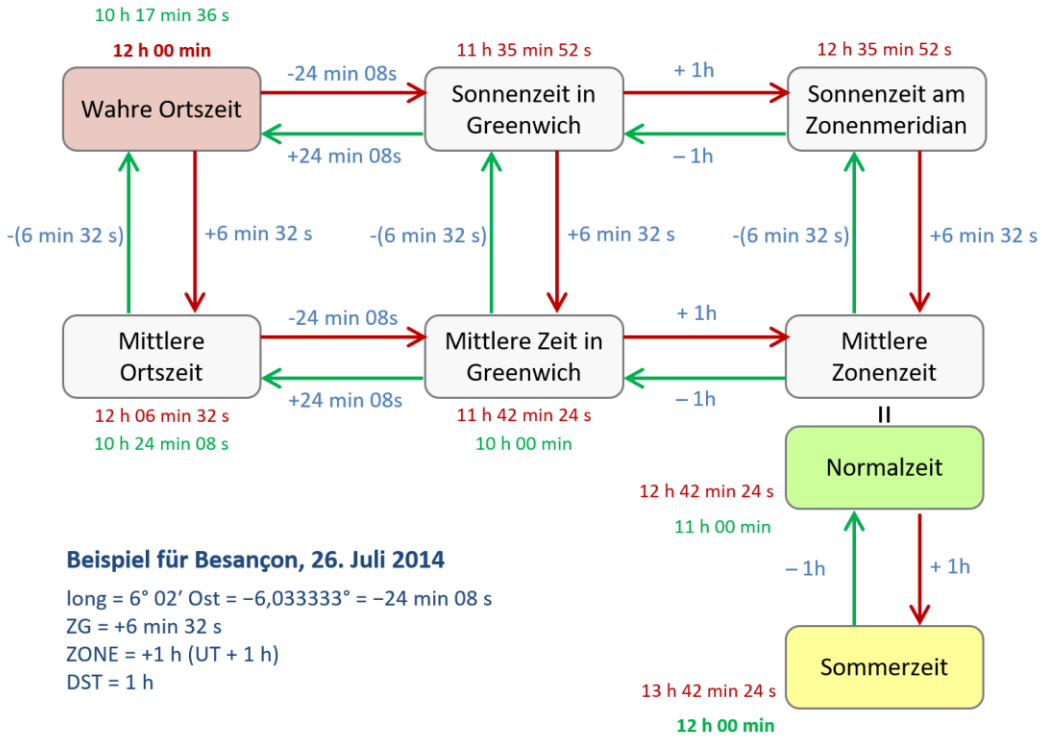
Europaweit gilt überwiegend die gleiche Zeitzone MEZ (Mitteleuropäische Zeit), außer dem Vereinigten Königreich, Irland und Portugal, in denen die WEZ (Westeuropäische Zeit) gilt, und außer einigen östlichen Ländern mit OEZ (Osteuropäische Zeit). Die Länder mit MEZ spannen einen weiten Bogen vom westlichen Ende von Spanien bis hin zur Ostgrenze von Polen, welcher einen Zeitraum von 2 Sonnenstunden abdeckt. In Orten östlich des MEZ-Meridians (15° Ost) verschiebt sich die Zeit in Richtung Morgen (Die Sonne geht früher auf und unter); in Orten westlich des MEZ-Meridians gilt das Gegenteil: Die Zeit verschiebt sich in Richtung Abend und die Sonne geht später auf und unter.

Für einen Ort in Mitteleuropa wird die Längenkorrektur gegenüber dem Bezugsmeridian der mitteleuropäischen Zeit berechnet, der bei 15° Ost liegt. An anderen Orten muss der Bezugsmeridian der jeweiligen Zeitzone bekannt sein.

Beispiel für Besançon

Für Besançon bei 6° 02′ Ost beträgt die Längenkorrektur: 15° − 6° 02′ = 8° 58′ gegenüber dem Bezugsmeridian, also (8 + 58/60) × 4 min = 35 min 52 s. Wenn die Sonne den Meridian von Besançon erreicht, liegt ihr Durchgang durch den mitteleuropäischen Bezugsmeridian bereits fast 36 Minuten zurück.

Für Besançon in Frankreich ergibt sich am 24. Juli 2014 die folgende vollständige Umrechnung:



Ausgehend von der örtlichen wahren Sonnenzeit, entsprechend dem roten Pfeil:

Wahre Sonnenzeit am Mittag	**12 h**	12 h	
Längenkorrektur (6° 02′ Ost)	-24 min 8s	11 h 35 min 52 s	*Gegenüber Greenwich*
	+ 1 h	12 h 35 min 52 s	*Gegenüber der Zeitzone*
Zeitgleichung	+6 min 32s	12 h 42 min 24 s	
Sommerzeit	+ 1 h	13 h 42 min 24 s	
Uhrzeit	**13 h 42 min 24 s**		

Wenn die Sonnenuhr in Besançon am 24. Juli 12 Uhr wahre Sonnenzeit anzeigt, ist es auf einer Armbanduhr tatsächlich 13 h 42 min 24 s mitteleuropäischer Sommerzeit.

Entgegengesetzt beginnen wir nun mit der bürgerlichen Zeit unserer Uhren (grüne Pfeile):

Uhrzeit am Mittag	**12 h**	12 h	
Sommerzeit	- 1 h	11 h	
Zeitgleichung	-6 min 32s	10 h 53 min 28 s	
Längenkorrektur (6° 02′ Ost)	+24 min 8 s	11 h 17 min 36 s	Gegenüber Greenwich
	- 1 h	10 h 17 min 36 s	Gegenüber der Zeitzone
Wahre Sonnenzeit um 12 Uhr Uhrzeit	**10 h 17 min 36 s**		

Diese Vorgehensweise kann ebenfalls genutzt werden, um die bürgerliche Zeit des Durchgangs des lokalen Meridians (Sonnenmittag) eines gegebenen Ortes zu bestimmen oder auch um die Sonnenzeit für eine beliebige bürgerliche Zeit zu berechnen.

Längen werden nach Osten negativ und nach Westen positiv gezählt. Die zur wahren Sonnenzeit zu addierende Längenkorrektur entspricht der Differenz ORT − REF, multipliziert mit vier Zeitminuten pro Längengrad. ORT bezeichnet die geografische Länge des Ortes, REF die Länge des Bezugsmeridians seiner Zeitzone.

Östlich des Bezugsmeridians ist die Korrektur somit negativ, westlich davon positiv. Bei der umgekehrten Umrechnung wird diese Korrektur abgezogen.

Beispiel für Warschau (Polen)

Für Warschau bei 21° 01′ Ost, ebenfalls in der mitteleuropäischen Zeitzone, ergibt sich:

−(21° + 1/60) (ORT) − (−15°) (REF) = −6,017° × 4 min = −24 min 4 s Längenkorrektur.

12 Uhr wahre Sonnenzeit in Warschau entsprechen daher 11 h 35 min 56 s am Bezugsmeridian der mitteleuropäischen Zeit.

Beispiel für Québec (Kanada)

Québec liegt bei 71° 12′ 29″ West in der Zeitzone EST (Eastern Standard Time), also UTC − 5 h, mit dem Bezugsmeridian 75° West. Daraus ergibt sich:

(71 + 12/60 + 29/3600) (ORT) − 75° (REF) = −3,79° × 4 min = −15 min 10 s Längenkorrektur.

12 Uhr wahre Sonnenzeit in Québec entsprechen daher 11 h 44 min 50 s EST.

Beispiel für Fort-de-France (Martinique)

Fort-de-France liegt bei 61° 04′ 25″ West in der Zeitzone AST (Atlantic Standard Time), also UTC − 4 h, mit dem Bezugsmeridian 60° West. Daraus ergibt sich:

(61 + 4/60 + 25/3600) (ORT) − 60° (REF) = 1,074° × 4 min = +4 min 18 s Längenkorrektur.

12 Uhr wahre Sonnenzeit in Fort-de-France entsprechen daher 12 h 4 min 18 s AST.

Beispiel für Saint-Denis (Réunion)

Saint-Denis liegt bei 55° 26′ 39″ Ost in der Zeitzone RET (Réunion Time), also UTC + 4 h, mit dem Bezugsmeridian 60° Ost. Daraus ergibt sich:

−(55° + 26/60 + 39/3600) (ORT) − (−60°) (REF) = 4,556° × 4 min = +18 min 13 s Längenkorrektur.

12 Uhr wahre Sonnenzeit in Saint-Denis entsprechen daher 12 h 18 min 13 s RET.

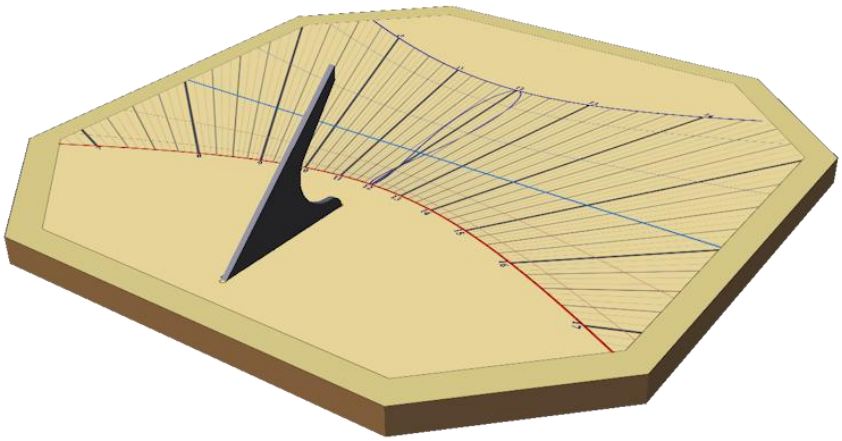
Die horizontale Sonnenuhr

Es handelt sich hier um die horizontale Sonnenuhr mit Polstab. Es gibt andere horizontale Sonnenuhr-Typen (wie z.B. die analemmatische Sonnenuhr).

Geometrie des Zifferblatts

Es ist parallel zur Ortshorizontalen (das ist nicht notwendigerweise parallel zum Boden!) d.h. senkrecht zum Lot!

Der Polstab setzt in Punkt B an, liegt in der Nord-Süd-Ebene und weist zum Himmelspol. Sein Winkel zur Zifferblattebene entspricht der geografischen Breite des Ortes; der Ergänzungswinkel zur Senkrechten beträgt 90° minus Breite. Am Pol steht der Polstab daher senkrecht, am Äquator liegt er in der Zifferblattebene.



Funktionsbeschränkung

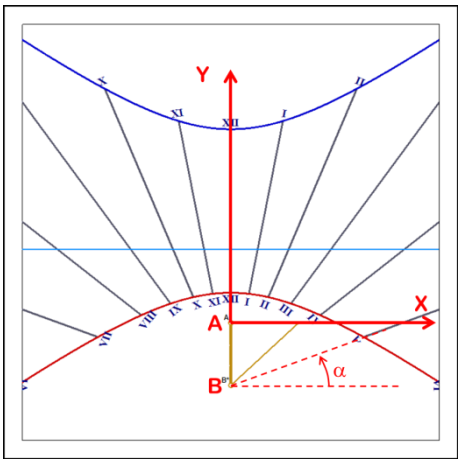
Die horizontale Sonnenuhr zeigt die Morgen- und Nachmittags-Stunden. Für Länder in hohen Breitengraden kann sie sogar 24 Stunden anzeigen, je nach Jahreszeit, da das Zifferblatt beleuchtet wird, wenn die Sonne über dem Horizont steht.

Die Sonne kulminiert zur Sommersonnenwende am höchsten (am 21. Juni auf der Nord- und um den 21. Dezember auf der Süd-Halbkugel). Dann erzeugt sie den kürzesten Schatten. Im Winter ist es umgekehrt – der längste Schatten tritt zur Wintersonnenwende auf.

An den Äquinoktialpunkten (Tag- und Nachtgleichen) beschreibt der Schatten der Polstabspitze eine Gerade in exakter Ost-West-Richtung.

Für Orte der Tropen kann die Sonnendeklination diejenige des Ortes überschreiten. In einem solchen Fall überschreitet die Sonne die Vertikale und erzeugt einen invertierten Schatten. Für diese Orte verlaufen die Deklinationslinien beidseitig des senkrechten Polstabes (Punkt A). Mittags, bei gleicher Deklination von Sonne und Ort, wirft der Polstab keinen Schatten!

Konstruktion

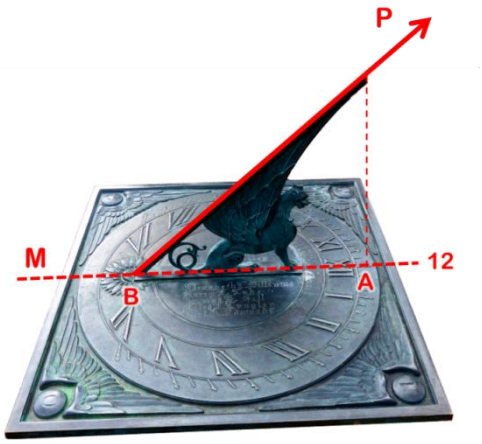


Die Koordinatentabellen enthalten die Endpunkte der Stundenlinien an den Sonnenwenden und die zugehörigen Winkel. Die Punkte der Deklinationslinien werden in kartesischen Koordinaten und Polarkoordinaten angegeben.

Die kartesischen Koordinaten werden in Millimetern relativ zum Punkt A des Schattenwerfers angegeben; die x-Achse weist nach rechts und die y-Achse nach oben.

Die Polarkoordinaten – Radius und Winkel – werden in Millimetern beziehungsweise Grad relativ zum Punkt B des Schattenwerfers angegeben. Die Winkelzählung erfolgt gegen den Uhrzeigersinn.

Installation



Horizontale Sonnenuhr am Lowell-Observatorium in Flagstaff, Arizona, USA. Foto: FB.

Man findet horizontale Sonnenuhren oft auf kleinen Säulen in Gärten und auf Plätzen, mit kreisförmigem oder polygonalem Zifferblatt.

Das Zifferblatt muss exakt horizontal, die Polstabprojektion auf dem Zifferblatt genau in Ortsmeridianrichtung und der Polstab zum geografischen Pol P ausgerichtet sein:

Punkt A muss also nördlicher als Punkt B liegen. Entgegen einer allgemeinen, aber irrigen Annahme zeigt der Polstab nicht auf die Sonne, sondern zum geografischen Nordpol auf der Nord- und zum geografischen Südpol auf der Südhalbkugel.

Achtung: Da horizontale Sonnenuhren oft für das Publikum bestimmt sind und angefasst werden können, ist eine Beschädigung leicht möglich. Der Polstab könnte auch eine Verletzungsgefahr darstellen.

Ausführungsbeispiele



Einfache horizontale Sonnenuhr für wahre Sonnenzeit in Oxford, Großbritannien. Foto: FB.



Große horizontale Bodensonnenuhr in Schmetterlingsform im Jardin de Reuilly, Paris, Frankreich. Foto: FB.

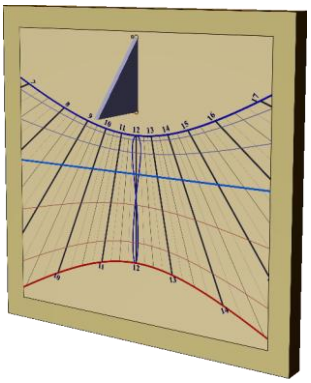
Vertikale meridionale Sonnenuhr

Geometrie des Zifferblatts

Sie verdankt ihren Namen der Mittagsausrichtung (Mittagssonnenuhr). Sie ist an einer, auf der Nordhalbkugel exakt nach Süden, auf der Südhalbkugel exakt nach Norden ausgerichteten Mauer angebracht.

Der Schattenwerfer weist nach unten. Sein Winkel zur vertikalen Zifferblattebene beträgt 90° minus dem Betrag der geografischen Breite.

Mittagslinie, Vertikale und Zifferblattprojektion des Polstabes fallen zusammen.

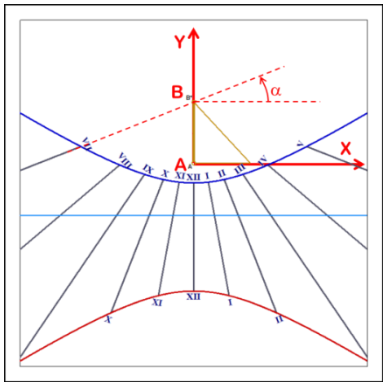


Funktionsbeschränkung

Das Zifferblatt wird beleuchtet, wenn die Sonne über dem Horizont und vor der Wand steht: auf deren Südseite auf der Nordhalbkugel beziehungsweise auf deren Nordseite auf der Südhalbkugel. In den Tropen kann die Sonne zu bestimmten Jahreszeiten auf der gegenüberliegenden Seite durch den Meridian gehen. Dann beleuchtet sie die Rückseite der Wand und die Sonnenuhr liegt im Schatten. Die Sonnenhöhe erreicht höchstens 90°, wenn die Sonne im Zenit steht.

Außerhalb der Tropen ist der Schatten der Schattenwerferspitze zur Sommersonnenwende am wahren Mittag am weitesten von seinem Fußpunkt an der Wand entfernt, weil die Sonne dann am höchsten steht. Zur Wintersonnenwende ist der Abstand am kleinsten.

Konstruktion



Die Koordinatentabellen geben die Endpunkte der Stundenlinienabschnitte an den Sonnenwenden sowie den Winkel jeder Stundenlinie an.

Die Punkte der Deklinationslinien werden kartesisch relativ zu A angegeben, mit x und y in Millimetern, sowie in Polarkoordinaten relativ zu B, mit Radius in Millimetern und Winkel in Grad. Der Winkel wird gegen den Uhrzeigersinn gemessen.

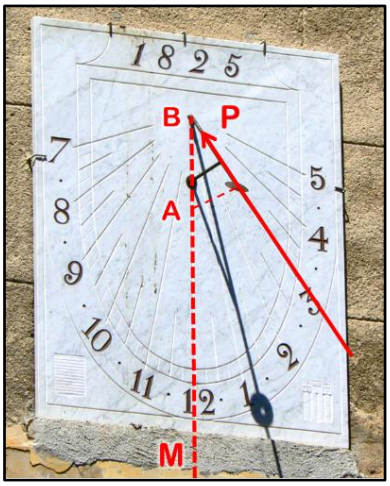
Installation

Man kann eine Mittags- und eine Horizontal-Sonnenuhr kombinieren, indem man sie im 90°-Winkel zusammen installiert. Der Polstab bedient dann beide.

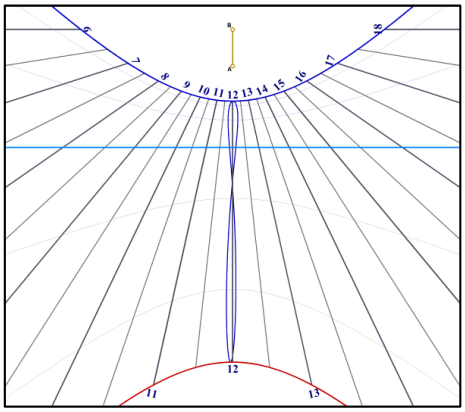
Oft wird die Mittags-Sonnenuhr mit einem Analemma kombiniert, um die Korrektur der Zeitgleichung vornehmen zu können.

Die Meridional-Sonnenuhr ist, wie alle vertikalen Sonnenuhren, am weitesten verbreitet auf Kirchtürmen, über den Eingängen administrativer und privater Gebäude. Sie ist oft gemalt und mit rechteckigem Rahmen versehen.

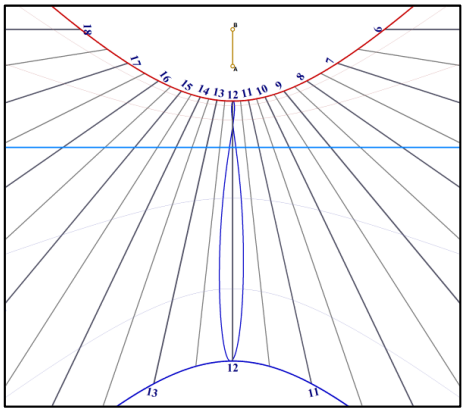
Das Zifferblatt muss an einer vertikalen, südlich gerichteten Mauer (nördlich für die Südhalbkugel) angebracht werden und der Schattenwerfer parallel zur Erdachse sein.



Vertikale Südsonnenuhr in Aix-en-Provence, Frankreich. Foto: FB.



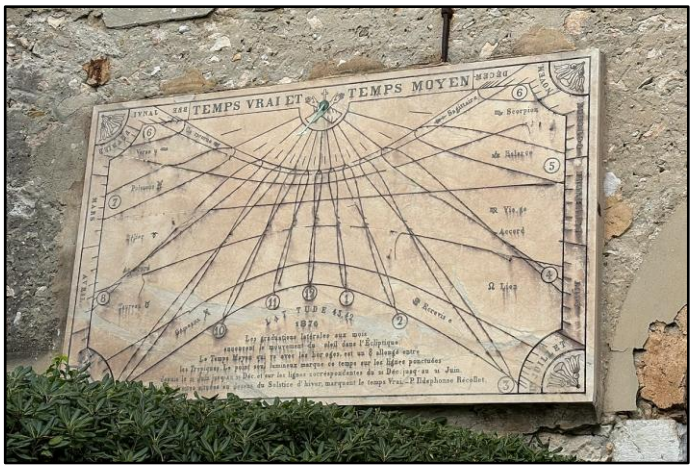
Vertikale Sonnenuhr für die Stadt Meknès, Marokko, auf dem Breitengrad 33° 53' Nord. Der Bogen des Juni-Solstitiums ist im unteren Teil (Sommer), der Dezember-Bogen im oberen Teil (Winter). Die Stunden wandern von links (Vormittag) nach rechts (Nachmittag). Die Sonnenuhr zeigt nach Süden.



Vertikale Sonnenuhr für Kapstadt, Südafrika, auf dem Breitengrad 33° 55' Süd. Der Bogen des Juni-Solstitiums ist im oberen Teil Winter), der Dezember-Bogen im unteren Teil (Sommer). Die Stunden wandern von rechts (Vormittag) nach links (Nachmittag). Die Sonnenuhr zeigt nach Norden.

Ausführungsbeispiele





Einfache Südsonnenuhr für wahre Sonnenzeit in Leicester, Großbritannien. Foto: FB.

Südsonnenuhr für mittlere Zeit am Kloster Cimiez in Nizza, Frankreich. Foto: FB.

Vertikale abweichende Sonnenuhr

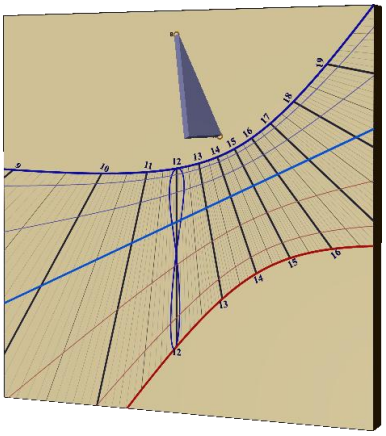
Geometrie des Zifferblatts

Die vertikale abweichende Sonnenuhr kann an einer vertikalen Wand beliebiger Ausrichtung angebracht werden.

Die gnomonische Deklination der Wand ist der Winkel zwischen ihrer Normalen und dem Meridian. Bei einem Azimut von 0° entsteht eine Südsonnenuhr, bei 90° Ost eine Ostsonnenuhr.

Bei einem Azimut von 180° entsteht eine Nordsonnenuhr, die zum Nordpol weist – auf der Südhalbkugel entsprechend zum Südpol.

Bei einer Wandabweichung zwischen 20° und 60° ergeben sich besonders interessante Linienbilder; rechts ist eine Abweichung von 30° West dargestellt.

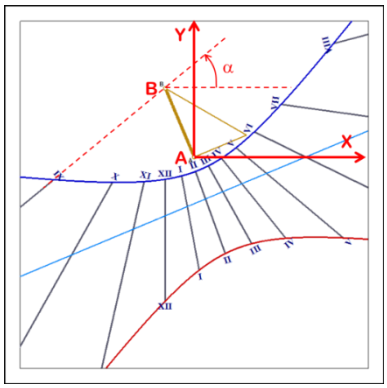


Funktionsbeschränkung

Die Zifferblattbeleuchtung bedingt einen Sonnenstand über dem Horizont mit der Einschränkung, dass die Sonne sich in dem, auf die gnomonische Deklination zentrierten Halbkreis, bewegt. (von d-90° bis d+90°; siehe Figur zur Tangentenmethode bei der Bestimmung der gnomonischen Deklination!).

Eine nach Norden ausgerichtete Sonnenuhr ist im Sommer nur am Morgen und am späten Nachmittag etwas besonnt; im Winter kann sie auch den ganzen Tag unbesonnt bleiben.

Konstruktion



Die Koordinatentabellen enthalten die Endpunkte der Stundenlinien an den Sonnenwenden und die zugehörigen Winkel. Die Punkte der Deklinationslinien werden in kartesischen Koordinaten und Polarkoordinaten angegeben.

Die kartesischen Koordinaten werden in Millimetern relativ zu Punkt A angegeben: x nach rechts, y nach oben. Die Polarkoordinaten beziehen sich auf Punkt B; die Winkel werden gegen den Uhrzeigersinn gezählt.

Für abweichende Zifferblätter, bei denen Punkt B sehr weit entfernt liegt, sind keine Polarkoordinaten angegeben.



Befindet sich der Polstab auf der Nordhemisphäre rechts der Sonnen-Mittagslinie, handelt es sich um eine nach Westen abweichende Sonnenuhr, also eine Nachmittags-Uhr. Befindet er sich links, dann ist es eine Morgenuhr, also nach Osten abweichend. Auf der Südhalbkugel ist es natürlich umgekehrt.

Links: abweichende Sonnenuhr an der Kirche St Cross in Oxford, Großbritannien. Foto: FB.

Ausführungsbeispiele



Nachmittagssonnenuhr in Pontarlier, Frankreich. Foto: FB.

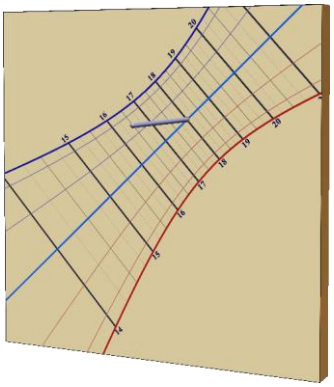


Leicht nach Osten abweichende Sonnenuhr in Córdoba, Spanien. Foto: FB.

Vertikale West-Sonnenuhr

Geometrie des Zifferblatts

Die Westsonnenuhr weist genau nach Westen. Ihr Polstab verläuft parallel zur Zifferblattebene und wird daher oft durch einen senkrechten Gnomon am Punkt A ersetzt. Punkt B liegt im Unendlichen. Die Stundenlinien laufen deshalb nicht in einem Punkt zusammen, sondern verlaufen parallel.

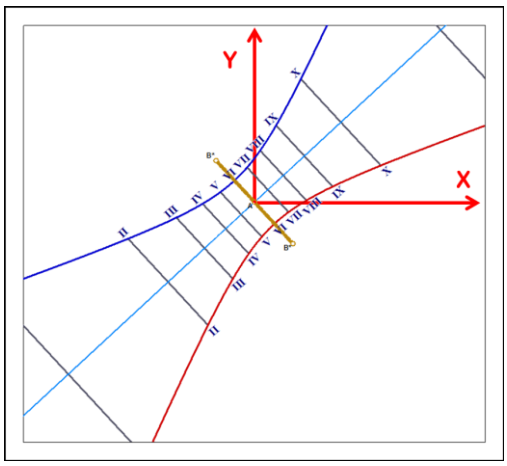


Funktionsbeschränkung

Das Zifferblatt wird ab Meridiandurchgang der Sonne bis zu deren Untergang belichtet. Der Schatten streift kurz nach dem Meridiandurchgang das Zifferblatt und ist demnach sehr lang; durch die Konstruktions- und Installations-Toleranzen bedingt, ist dann die Präzision im Allgemeinen schlecht.

Konstruktion

Man konstruiert im Allgemeinen den Schattenwerfer als schmales Rechteck mit einer Kerbe im Zentrum, um die Schattenposition auf den Deklinationslinien zu lokalisieren. Es ist auch möglich, einen in A verankerten, gekürzten Stab zu benutzen, wobei die Punkte B und C durch die Länge des Stabes festgelegt werden (siehe Dialog Abmessungen...).



Die Koordinatentabellen geben die Endpunkte der Stundenlinienabschnitte an den Sonnenwenden an.

Die kartesischen Koordinaten werden in Millimetern relativ zum Punkt A des Schattenwerfers angegeben; die x-Achse weist nach rechts und die y-Achse nach oben.

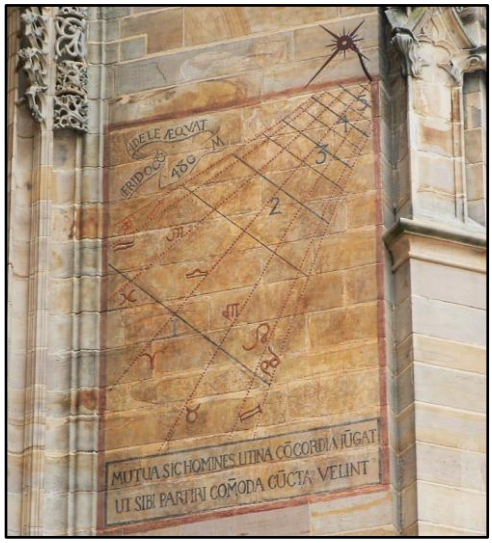
Die Polarkoordinaten werden in Millimetern und Grad relativ zu Punkt A angegeben. Die Winkel werden gegen den Uhrzeigersinn gezählt.

Installation

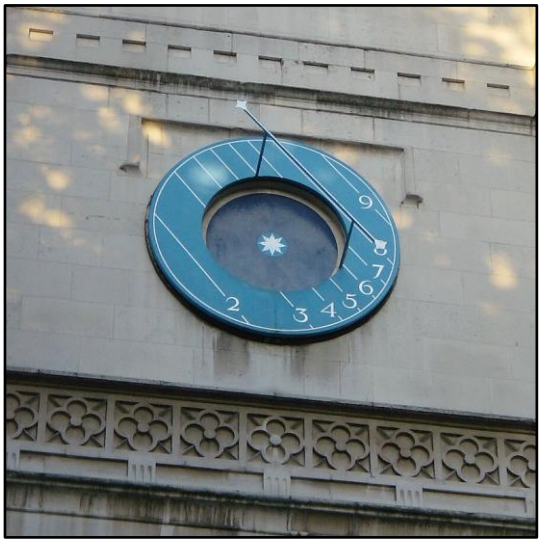
Diese Sonnenuhr muss an einer vertikalen, nach Westen zeigenden Mauer angebracht werden.

Da das Ende des Schattenwerfers sein wichtigster Teil ist, kann es als Lochblende oder aber stabförmig mit oder ohne einem Teil eines Polstabes konstruiert werden.

Ausführungsbeispiele



Aufgemalte Westsonnenuhr an der Kathedrale von Albi, Frankreich. Foto: FB.

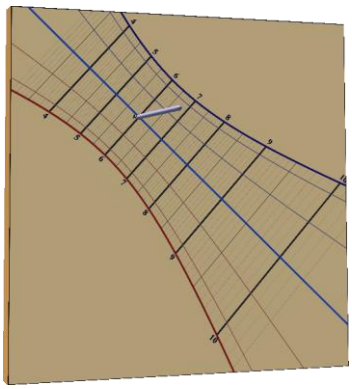


Westsonnenuhr am Turm der Kirche St Margaret in Westminster, London, Großbritannien. Foto: FB.

Vertikale Ost-Sonnenuhr

Geometrie des Zifferblatts

Hier zeigt das Zifferblatt exakt nach Osten. Der Schattenwerfer ist rechtwinkelig wobei das obere Ende Richtung Himmelspol ausgerichtet ist. Punkt B liegt im Unendlichen und die Stundenlinien sind parallel zueinander. Deshalb hat man allgemein einen aufrechten Schattenwerfer, der an seinem Ende als Polstab ausgebildet ist. Das Zifferblatt liegt in der Meridianebene.

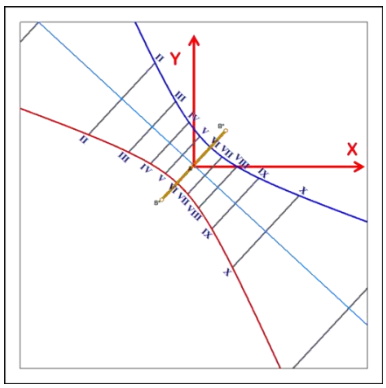


Funktionsbeschränkung

Das Zifferblatt der Ostsonnenuhr wird vom Sonnenaufgang bis zum Meridiandurchgang beleuchtet. Kurz vor dem Meridiandurchgang fällt der Schatten sehr flach ein, und seine Spitze wandert ins Unendliche. In diesem Bereich ist die Ablesegenauigkeit meist gering.

Konstruktion

Man konstruiert im Allgemeinen den Schattenwerfer als schmales Rechteck mit einer Kerbe im Zentrum, um die Schattenposition auf den Deklinationslinien zu lokalisieren. Es ist auch möglich, einen in A verankerten, gekürzten Stab zu benutzen, wobei die Punkte B und C durch die Länge des Stabes festgelegt werden (siehe Dialog Abmessungen...).



Die Tabellen geben die Endpunkte der Stundenlinien an den Sonnenwenden an. Die kartesischen Koordinaten beziehen sich auf Punkt A; x zeigt nach rechts, y nach oben.

Die Polarkoordinaten beziehen sich auf Punkt A. Die Winkel werden gegen den Uhrzeigersinn gezählt.

Installation

Die Sonnenuhr muss an einer vertikalen, genau nach Osten gerichteten Wand angebracht werden.

Da das Ende des Schattenwerfers sein wichtigster Teil ist, kann es als Lochblende oder aber stabförmig mit oder ohne einem Teil eines Polstabes konstruiert werden.

Ausführungsbeispiele



Ostsonnenuhr im Hof der Invalides, Paris – Foto FB.

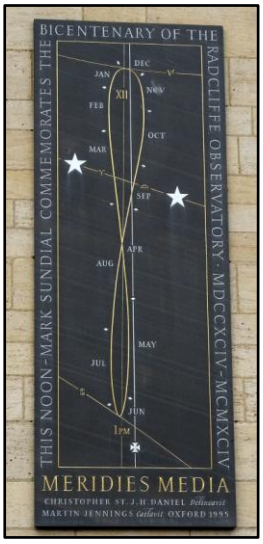


Aufgemalte Ostsonnenuhr in Prag, Tschechien. Foto: FB.

Mittags- oder Meridiansonnenuhren

Eine Meridiansonnenuhr ist eine meist horizontale oder vertikale Sonnenuhr, die nur die Zeit um den wahren Mittag anzeigt. Bekannt sind große horizontale Mittagslinien in Kirchen. Häufiger begegnet man jedoch vertikalen Mittagssonnenuhren mit einer Achterschleife um die wahre Mittagslinie.

Diese Art von Uhren ist dazu bestimmt, die Mittlere Zeit kurz vor und nach der Wahren Mittagsortszeit zu liefern. Aus diesem Grund ist die Zeichnung des Zifferblatts allgemein auf ein Zeitintervall von 30 bis 60 Minuten um die Mittagslinie herum beschränkt.



Oxford



Paris – Hotel Crillon



Dijon – Herzogenpalast



Montbéliard – Park Pré la rose

In Italien wurden horizontale Mittagslinien in Kirchen besonders bekannt, etwa in San Petronio in Bologna. Auch Frankreich besitzt einige Beispiele, darunter die berühmte Mittagslinie in Saint-Sulpice in Paris. Solche großen Anlagen ermöglichen genaue Messungen der geografischen Breite und der Sonnenwenden. Durch Beobachtungen über Jahrzehnte konnten Astronomen zudem die Präzession der Äquinoktien und ihre Auswirkungen auf den Kalender und das Osterdatum untersuchen.

Shadows erlaubt den Entwurf einer Meridiansonnenuhr, ausgehend von einer beliebigen ebenen Sonnenuhr (horizontal, polar, abweichend usw.). Um eine solche zu entwerfen, klicken Sie auf der Typenauswahlseite für ebene Sonnenuhren mit Polstab auf das Feld Meridian-Sonnenuhr (zwischen 11 und 13 Uhr). Man kann aber auch Die Stunden der Sonnenuhr begrenzen im Menü Zeichnung benutzen.

In diesem Fall wird die Zeichnung auf dem Zifferblatt auf das Intervall zwischen 11 h und 13 h begrenzt. Alle anderen, üblichen Optionen bleiben verfügbar. Empfohlene Optionen für eine Meridianuhr: Stundenlinien alle 5 Minuten, Analemma am Mittag, Tagbögen für Tierkreiszeichen und bestimmte feste Daten zeichnen.

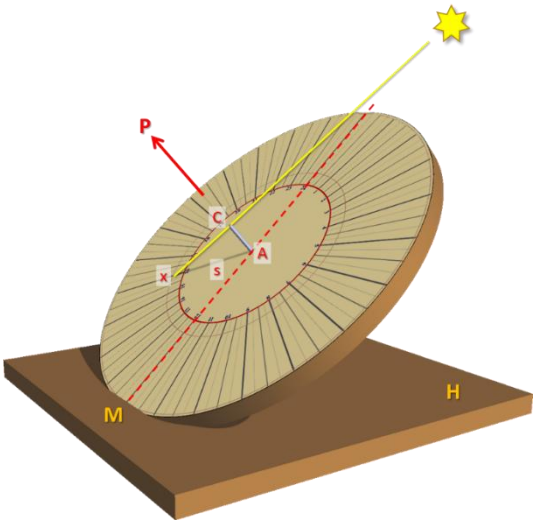
Äquatoriale Sonnenuhr

Bemerkung: Die nachfolgenden Erklärungen gelten für die Nordhalbkugel. Solche in Schrägschrift in Klammern gelten für die südliche Hemisphäre.

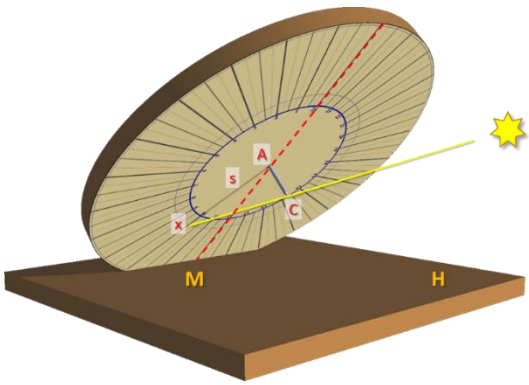
Diese Sonnenuhr ist ein Sonderfall unter den Sonnenuhren, für den das Zeichnen der Stundenlinien sehr einfach wird. Das Zifferblatt liegt in der Ebene des Himmelsäquators, der unendlichen Erweiterung der Ebene des Erdäquators. Diese Ebene bildet mit der Horizontale einen Winkel von 90°-θ (Kolatitude).

Da der Schattenwerfer senkrecht auf dem Zifferblatt steht, ist er automatisch in Richtung des Himmelsnordpols (*Himmelssüdpol*) gerichtet. Die Schatten verlaufen geradlinig. Sie bewegen sich gegenläufig zur Sonne, aber mit derselben Geschwindigkeit. Die Verteilung der Stundenlinien ist regelmäßig alle 15° (360° / 24 h). Die Deklinationslinien sind konzentrische Kreise. Es ist die einzige Sonnenuhr, die ohne Berechnung einfach herzustellen ist.

Das Zifferblatt ist doppelseitig beschriftet, da die Sonne bei ihrem fiktiven Lauf beide Seiten des Erdäquators erreicht. Die Oberseite wird zwischen Frühlings- und Herbst-Äquinoktium, die Unterseite zwischen Herbst- und Frühlingsäquinoktium beleuchtet. An den Punkten der Tag- und Nachtgleiche wird das Zifferblatt an der Kante belichtet und ist nicht zu gebrauchen.



Oberseite; der Schattenwerfer zeigt zum Pol.



Unterseite

Legende: P, Polrichtung; M, Meridianlinie; H, Horizontalebene; A, Fußpunkt des Polarstils; C, Endpunkt des Polarstils; s, Schatten des Stils am 21. Juli um 16 Uhr für die Oberseite und am 21. Januar um 10 Uhr für die Unterseite; x, Endpunkt des Schattens auf der Sonnenuhr.

Ausführungsbeispiele



Eine der drei äquatorialen Sonnenuhren aus weißem Marmor in der Verbotenen Stadt in Peking. Der Schattenwerfer durchdringt das Zifferblatt, sodass die Zeit je nach Jahreszeit auf beiden Seiten abgelesen werden kann. Foto: FB.



Äquatoriale Ringsonnenuhr in den St Katharine Docks nahe der London Bridge, London, Großbritannien. Foto: FB.

Polare Sonnenuhr

Geometrie des Zifferblatts

Das Zifferblatt der polaren Sonnenuhr liegt parallel zur Erdachse und weist zum Schnittpunkt des Himmelsäquators mit dem Ortsmeridian. Seine Neigung gegenüber der Horizontalen entspricht dem Betrag der geografischen Breite. Die Bauform ergänzt die äquatoriale Sonnenuhr.

Die Stundenlinien sind parallel und auf den Pol gerichtet.

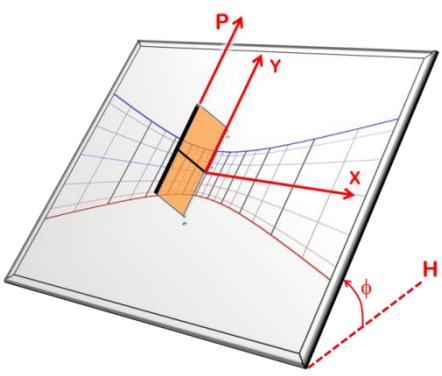
Der Schattenwerfer kann als einfacher Stab senkrecht im Punkt A verankert werden. Er kann aber auch als Rechteck ausgeführt sein und zwischen den beiden Punkten A und B* eingefügt werden. Er ist vom gleichen Typ wie diejenigen der Ost- oder West-Sonnenuhr.

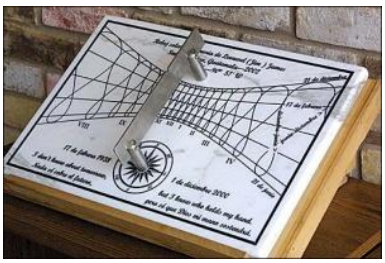
Funktionsbeschränkung

Eine nicht abweichende polare Sonnenuhr kann das ganze Jahr über zwischen 6 und 18 Uhr wahrer Sonnenzeit anzeigen, sofern die Sonne über dem Horizont steht. Um 6 und 18 Uhr verlaufen die Sonnenstrahlen parallel zur Zifferblattebene, und der Schatten liegt im Unendlichen. Die tatsächliche Ablesespanne ist daher durch die Abmessungen des Zifferblatts eingeschränkt.

Konstruktion

Die y-Achse ist parallel zur Polachse und zeigt in Polrichtung.



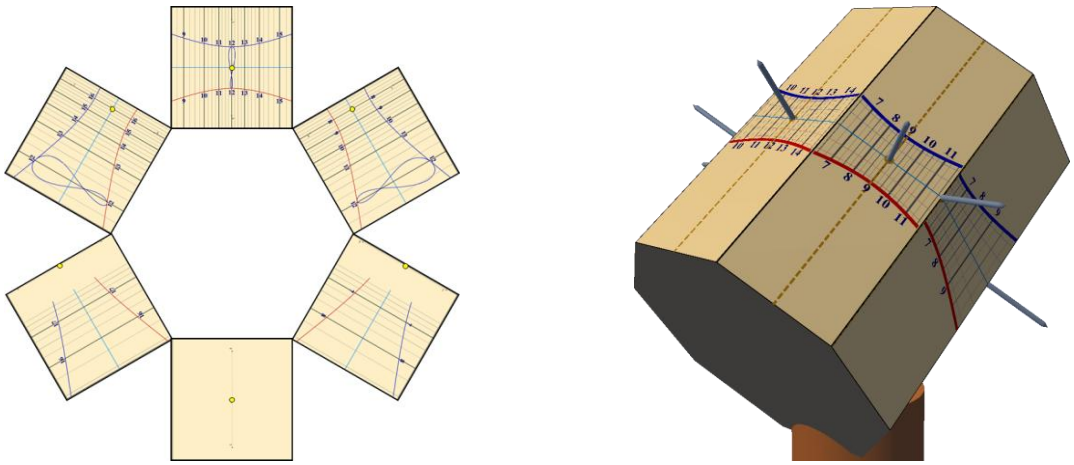


Polare Sonnenuhr mit Analemmata, gebaut von Dan O'Neal für die Stadt Santa Avelina in Guatemala

Abweichende polare Sonnenuhr

Diese Variante dreht das Zifferblatt in einem gegebenen Deklinationswinkel um die Polachse. Ist der Deklinationswinkel 90° westlich, so erhält man das Äquivalent einer West-Sonnenuhr.

Das Interesse an dieser Sonnenuhr besteht wegen der Möglichkeit, eine Vielfach-Sonnenuhr auf den Flächen eines polyedrischen Zylinders zu bauen, der parallel zur Polachse ausgerichtet ist. So erlaubt z.B. ein 8-eckiger Zylinder die Herstellung einer polaren, meridionalen Sonnenuhr, von zwei polaren Sonnenuhren von 45° Ost und West, von zwei polaren Sonnenuhren von 90° Ost und West sowie von zwei polaren Sonnenuhren von 135° Ost und West. Das letzte Zifferblatt von 180° wird nie belichtet.



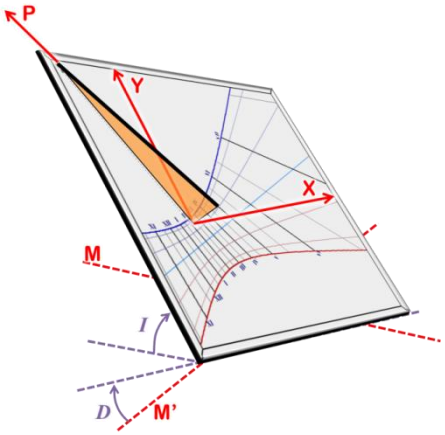
Oben links: eine mehrflächige polare Sonnenuhr für einen sechseckigen Zylinder. Die einzelnen Zifferblätter werden auf dessen Seitenflächen gefaltet. Ihre Deklinationen betragen 0°, ±60°, ±120° und 180°. Rechts: eine achteckige Ausführung mit Deklinationen von 0°, ±45°, ±90°, ±135° und 180°. Siehe auch die 3D-Darstellung mehrflächiger Sonnenuhren.

Geneigte abweichende Sonnenuhr

Sie ist auf einer nichtvertikalen, nicht nach Süden gerichteten Unterlage montiert. Sie ist eher selten, da solche Unterlagen in der Architektur nicht üblich sind. Man findet sie manchmal auf Schrägkanten von Gewölbepfeilern oder auf hergerichteten Felsen. Manche Neigungen können interessant für die Darstellung der Stundenlinien sein.

Man findet manchmal auch multiple Sonnenuhren mit schrägen Zifferblättern. Z.B. kann bei einem Polyeder (meistens zehnflächig) jede einzelne Fläche mit einer Sonnenuhr dekoriert sein, wobei die hier besprochene Uhr auf den nichthorizontalen und nichtvertikalen Flächen aufgebracht wird.

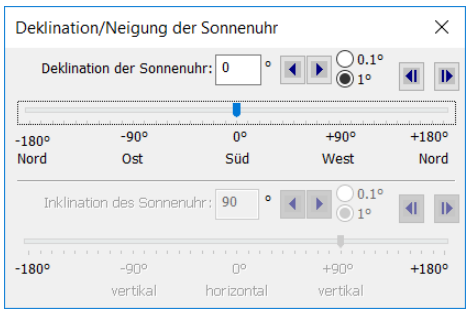
Hinweis: Äquatoriale und polare Sonnenuhren sind Beispiele für geneigte Sonnenuhren, auch wenn ihre Deklination 0° beträgt.



Die geneigte abweichende Sonnenuhr ist durch die gnomonische Inklination I mit Bezug zur Horizontalen und die gnomonische Deklination D mit Bezug zur Ost-West-Linie M' charakterisiert.

Änderung der Abweichung und/oder der Neigung

Im Menü Konfiguration > Ausrichtung / Neigung der Sonnenuhr ändern… ist es möglich, beide Parameter in Echtzeit zu ändern und die Auswirkung zu beobachten.



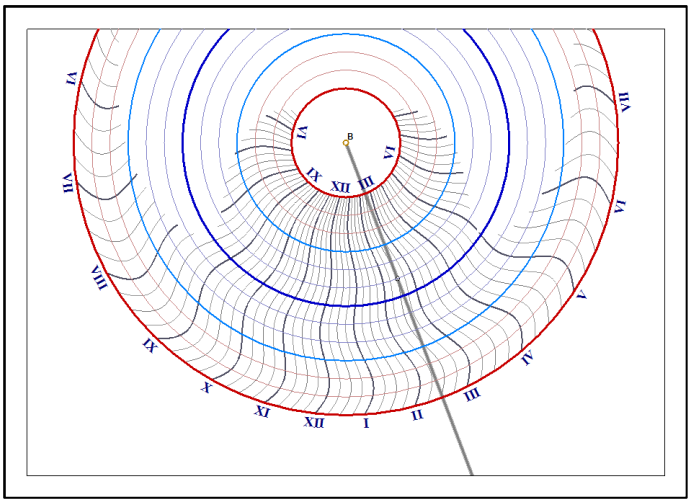
Bei einer vertikal deklinierenden Sonnenuhr kann die Deklination geändert werden, aber sie kann nicht in inklinierend/reklinierend überführt werden.

Eine allgemeine ebene Sonnenuhr kann in beiden Richtungen orientiert und inkliniert werden.

Sonnenuhren-Spinne

Sie ist konstruiert auf der Basis einer Sonnenuhr mit Polstab. Sie kann abweichend und geneigt sein. Der Name stammt von der Ähnlichkeit zwischen den gekrümmten Zifferblattzeichnungen und einem Spinnennetz.

Das Prinzip besteht darin, die Stundenlinien entsprechend der Zeitgleichung so einzuzeichnen, dass ein lineares Ablesen des Datums vom inneren zum äußeren Kreis möglich wird. Der Schattenwerfer ist hier zwangsläufig ein Polarstab genügender Länge, um das gesamte Zifferblatt überstreichen zu können.

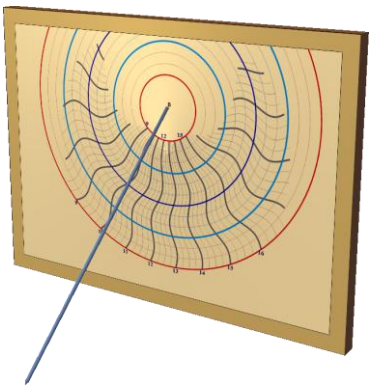


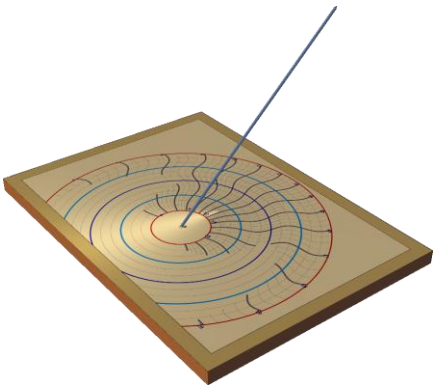
Diese Sonnenuhr zeigt unmittelbar die Uhrzeit an.

Die Stunde wird am Schnittpunkt des momentan gültigen Datumskreises mit dem Schatten mittels der zugehörigen Stundenlinie(n) abgelesen. Zwischenwerte werden durch Interpolation ermittelt.

Der kleinste Kreis entspricht der Sommersonnenwende. Der dunkelblaue Kreis in der Mitte entspricht der Wintersonnenwende. Der Bereich zwischen diesen beiden Kreisen steht somit für Sommer und Herbst. Der große äußere Kreis entspricht wieder der Sommersonnenwende; der zweite Bereich steht für Winter und Frühling.

Beginnend mit dem kleinsten inneren Kreis, der Sommersonnenwende entsprechend, geht man zum mittleren, dunkelblauen Kreis, der dem Wintersolstitium zugeordnet ist und weiter zum äußeren Kreis, der wieder dem Sommersolstitium entspricht.





Bemerkung: Es gibt einen anderen Typ einer Sonnenuhrspinne mit einem Gnomon, der sich von diesem unterscheidet, aber dieser Typ ist in Shadows nicht verfügbar.

Eine Markierungsscheibe kann die Ableseposition hervorheben: Der Schnittpunkt des Schattens mit dem zur Jahreszeit gehörenden Kreis liefert die Uhrzeit.

Für die Kreise stehen dieselben Beschriftungsoptionen wie für die Deklinationslinien zur Verfügung: Datum, Tierkreiszeichen oder Sonnendeklination.

Der Polstab ist wie bei einer klassischen Sonnenuhr geneigt, jedoch länger. Entscheidend ist nur die Richtung seines Schattens, nicht dessen Spitze.

Die Sonnenuhrspinne ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Analemmatische Sonnenuhren

Sie gehören einer Familie von Sonnenuhren mit beweglichem Schattenstab an. Dessen Position ist eine Funktion des Datums im Jahr. Sie bestehen aus einer großen Ellipse mit Stundeneinteilungen und einer Zentrallinie, auf der sich der Schattenstab übers Jahr bewegt.

Die meisten analemmatischen Sonnenuhren sind horizontal. Sie werden oft auf dem flachen Boden und meist sehr groß realisiert, damit eine Person die Rolle des Schattenwerfers übernehmen kann. Diese stellt sich mit nach oben gestrecktem Arm (damit der Schatten die Ellipse erreicht), an die vom Datum bestimmte Stelle.

Historisches

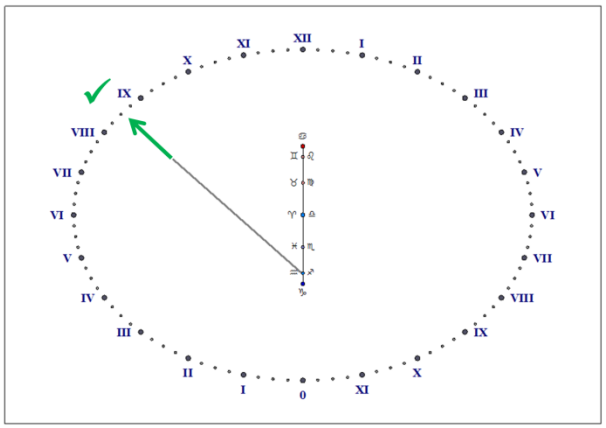
Als ältestes bekanntes Beispiel gilt die analemmatische Sonnenuhr von Brou aus dem Jahr 1513. Vaulezard beschrieb diesen Typ 1644. Joseph Jérôme Lefrançois de Lalande restaurierte die Uhr von Brou 1756 und verfasste eine kleine Abhandlung darüber. Später veröffentlichte Louis Jules Gruey eine verständlichere Darstellung. Vor dem 20. Jahrhundert entstanden nur wenige solcher Uhren, darunter in Dijon (1827), Besançon (1902), Montpellier (1927) und Avignon (1931).

Platzierung des Schattenstabes (Gnomon)

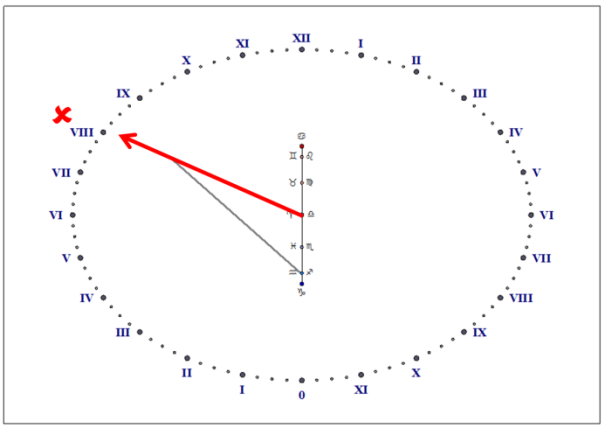
Dieser ist gerade und senkrecht zum Zifferblatt. Um die Zeit ablesen zu können, muss der Stab (die Person) auf der Zentrallinie stehen, die vom Datum bestimmt wird. Dazu muss die Zentrallinie z.B. mit einer Gleitmöglichkeit (Schiene oder Nut) für die Bewegung des Stabes oder aber mit Löcher zum Einstecken versehen sein. Es können aber auch Trittplatten für ein menschliches Gnomon angelegt werden.

Zeitablesung

Wenn der Schatten lang genug ist und die Ellipse schneidet, dann kann die Zeit direkt am Schnittpunkt abgelesen werden. Im Falle, dass der Schatten zu kurz ist, dann muss er bis zur Ellipse verlängert werden (siehe untenstehende Abbildungen).



Richtige Zeitbestimmung : Verlängerung des Schattens bis zur Ellipse



Falsch : Ablesung mit Zentralvektor über die Schattenspitze

Bemerkung: Auf der Datumslinie der Uhr von Brou befindet sich ein Analemma, auf dem der Benutzer den vertikalen Schattenstab aufstellen soll, um die Mittlere Zeit zu messen. Diese Methode führt nicht zum gewünschten Wert, da sie falsch ist. Deshalb schlägt Shadows nur die Wahre Ortszeit auf analemmatischen Uhren vor.

Ellipse

Je höher der Breitengrad, desto mehr nähert sich die Ellipse der Kreisform und damit verkürzt sich die Datumslinie. An den Polen wird die analemmatische zu einer äquatorialen Sonnenuhr. Am Äquator reduziert sich die Ellipse zu einer mit Stundeneinteilungen versehenen sehr langen Linie.

Analemmatische Zifferblätter sind in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Horizontale analemmatische Sonnenuhr

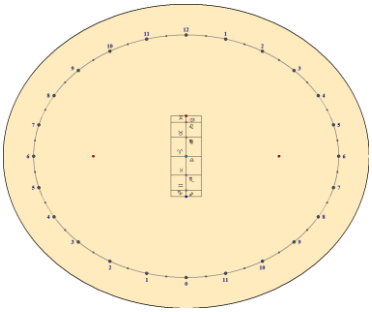
Die kleine Achse der Ellipse liegt auf der Meridianlinie (Nord-Süd), die große also auf der Ost-West-Achse. Die Datumslinien sind immer nach dem Ortsmeridian ausgerichtet.

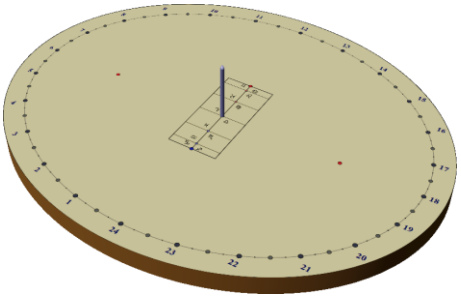


Analemmatische Sonnenuhr auf der Promenade des Peyroux in Montpellier. Foto FB.

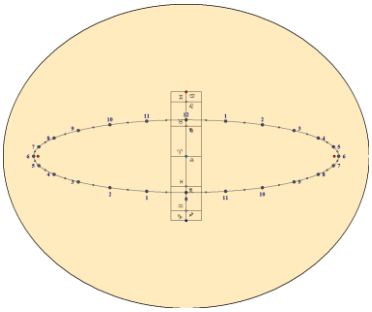
Stellen Sie sich auf der Datumslinie an die zur aktuellen Jahreszeit passende Stelle und strecken Sie einen Arm senkrecht nach oben. Die Uhrzeit wird dort abgelesen, wo die Verlängerung des Armschattens die Ellipse erreicht.

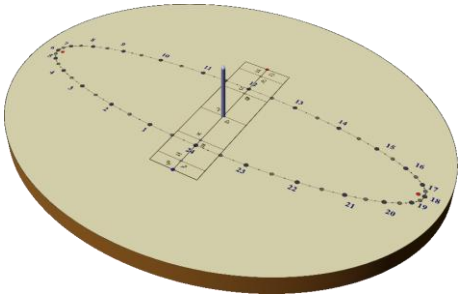
Dem Breitengrad entsprechend ist die Ellipse mehr oder weniger exzentrisch und die Datumslinie mehr oder weniger lang. Am Pol würde das Zifferblatt äquatorial, die Ellipse zum Kreis und die Datumslinie zum Punkt werden. Am Äquator wird die Datumslinie sehr lang und die Ellipse zu einer Ost-West-Linie reduziert.





Horizontale analemmatische Sonnenuhr für Berlin, Deutschland (52° 30' N)



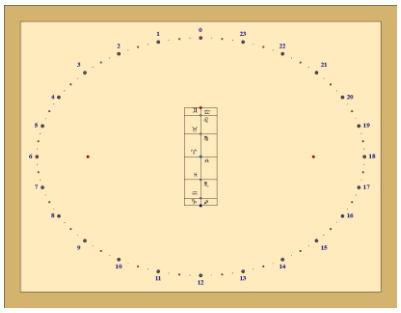


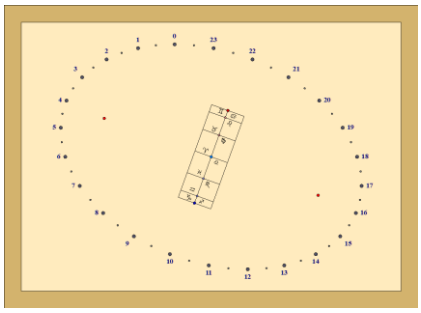
Horizontale analemmatische Sonnenuhr für Bangkok, Thailand (13° 45' N)

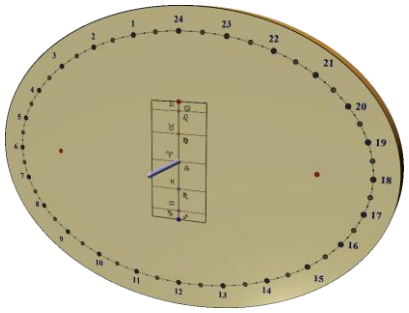
Vertikale analemmatische Sonnenuhr

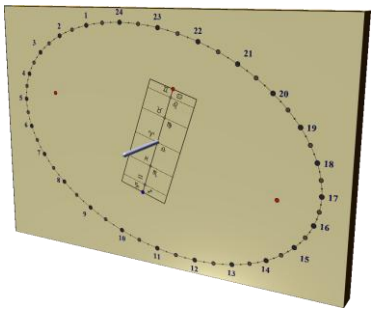
Hier werden zwei Typen angeboten: die vertikale meridionale Sonnenuhr, zum Meridian zeigend sowie die vertikale abweichende Sonnenuhr, die an einer beliebigen, senkrechten Mauer angebracht werden kann.

Bei dieser Sonnenuhr ist die Datumslinie geneigt, und die Ellipse ist je nach Ausrichtung stärker oder schwächer abgeflacht. Bei 90° Deklination, also einer Ost- oder Westsonnenuhr, wird die Ellipse zu einer Geraden senkrecht zur Datumslinie. Die Datumslinie bildet mit der Horizontalen einen Winkel, der der geografischen Breite entspricht.









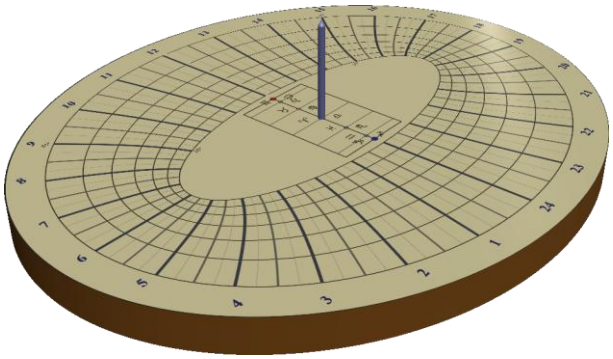
Vertikale direkte analemmatische Südsonnenuhr

Vertikale abweichende analemmatische Sonnenuhr (20° Ost)

Analemmatische vertikale meridionale Sonnenuhren sind in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro. verfügbar, die vertikal abweichenden Sonnenuhren nur in Shadows Pro.

Die universelle analemmatische Sonnenuhr

Die universelle analemmatische Sonnenuhr ist für mehrere geografische Breiten geeignet. Sie entsteht durch Überlagerung horizontaler analemmatischer Sonnenuhren für unterschiedliche Breiten. Deren Maßstäbe werden so angepasst, dass die Datumslinien genau übereinanderliegen. Die Ellipsen sind dadurch konzentrisch und unterschiedlich stark abgeflacht.

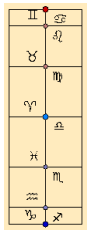


Für beide Erdhalbkugeln werden Breiten von 25° bis 55° abgedeckt. Dieser Bereich umfasst viele gebräuchliche Standorte, ohne das Ablesen der Datumslinie zu erschweren.

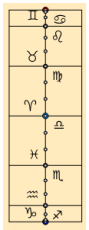
Dieser Sonnenuhrtyp ist in Shadows Pro verfügbar.

Entwürfe für die Datumslinie

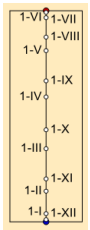
Die Datumslinie kann mithilfe unterschiedlicher Skalen entworfen werden: Tierkreiszeichen, Monatsangaben oder Deklination der Sonne gemäß den Deklinationslinien auf einer klassischen Sonnenuhr.



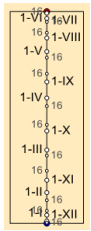
Tierkreiszeichen



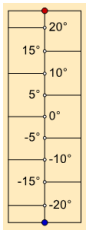
Tierkreiszeichen und Dekane



1. Tag des Monats



1. und 16. Tag des Monats

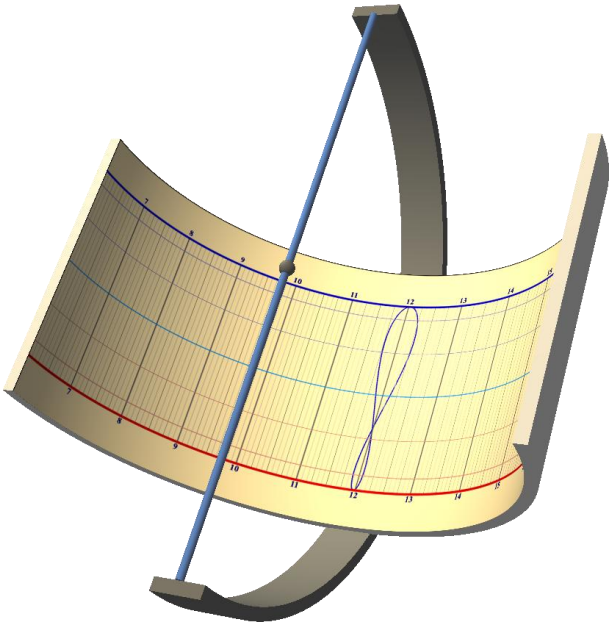


Deklination der Sonne

Zylindrische Sonnenuhren

Armillar-Sonnenuhr

Als Zifferblatt wird die Innenseite eines Halbzylinders benutzt, dessen Achse parallel zur Erdachse ausgerichtet wird. Es handelt sich hier um eine zylindrische, polare Sonnenuhr. Schattenwerfer ist ein Stab in der Achse des Zylinders, in dessen Mitte eine Markierung angebracht wird, um den Schatten besser zu lokalisieren. Die Markierung hat meistens die Form einer Kugel (Nodus).



Die Stundenlinien sind parallel im gleichmäßigen Abstand. Sie zeigen den Stundenwinkel der Sonne. Die Deklinationslinien sind parallele Kreise, die die Stundenwinkel im rechten Winkel schneiden.

Ein großer Zylinderradius ergibt eine Armillar-Sonnenuhr, die man als Äquatorialband für eine Armillarsphäre benutzen kann.

Diese Sonnenuhr liefert die gleichen Informationen wie die ebene polare Sonnenuhr.

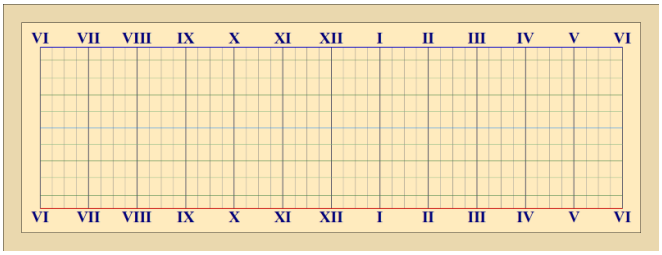
Diese Sonnenuhr ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.



Links: Armillar-Ring-Sonnenuhr (polare zylindrische Sonnenuhr) in Genf (Schweiz).

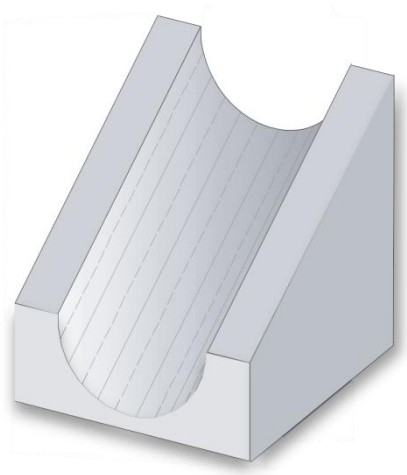
Die Stunden von 6 bis 12 sind mit römischen Ziffern bezeichnet. Die parallelen Deklinationslinien sind im Abstand von 5° eingezeichnet. Bei dieser Armillarsphäre erzeugt eine Lochblende einen Lichtpunkt zur Ablesung.

Unten: Die zugehörige Zeichnung in Shadows. Die Breite des Ziffernblattes ergibt sich aus dem Zylinderradius. Das Ziffernblatt wird mittig unter der Lochblende auf der Innenfläche des Zylinders befestigt.



Zylindrische polare Sonnenuhr ohne Schattenwerfer

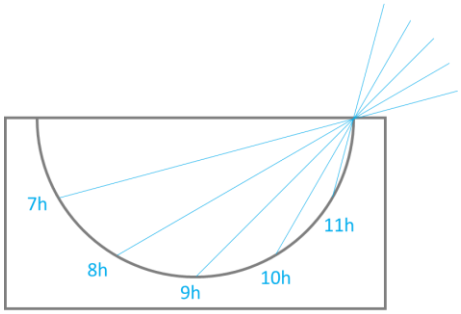
Es handelt sich um einen in Längsrichtung mittig durchgeschnittenen Zylinder, dessen Achse parallel zur Polachse ausgerichtet ist.



Der stundenzeigende Schatten wird von den Zylinderkanten produziert, morgens von der rechten, am Nachmittag von der linken Kante (auf der Südhalbkugel umgekehrt).

Die Stundenlinien werden also während des Tages einmal von rechts nach links und dann umgekehrt durchlaufen.

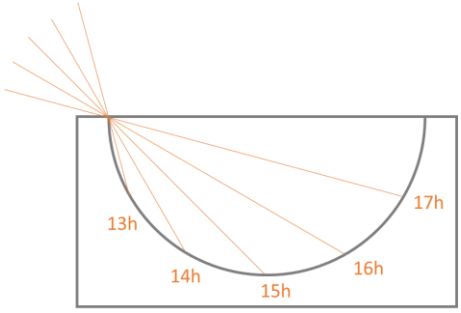
Diese Sonnenuhr ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.



Beispiel für die Nordhalbkugel der Erde, gezeichnet als West- (links) -Ost-(rechts) Schnitt des Zylinders:

Bei Sonnenaufgang wird der Schatten der rechten Zylinderkante auf die linke Innenfläche des Zylinders geworfen. Die Schattenkante wandert mit zunehmender Sonnenhöhe nach rechts in den Zylinder hinein.

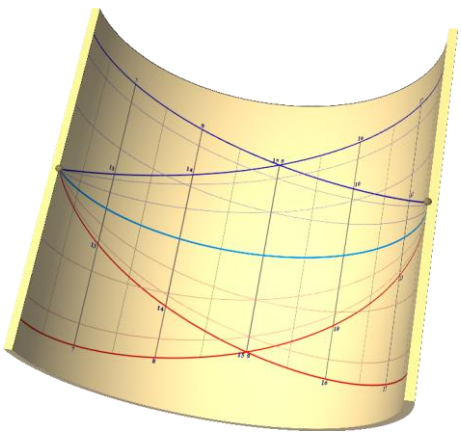
Am Mittag steht die Sonne senkrecht über dem Zylinder und es entsteht kein Schatten.



Nachmittags wandert die Sonne nach Westen, die linke Zylinderkante wirft einen Schatten.

Der Schatten wandert nach unten in den Zylinder und steigt dann auf der rechten Seite nach oben bis zur 18h Stundenlinie. Der Zylinder liegt dann voll im Schatten.

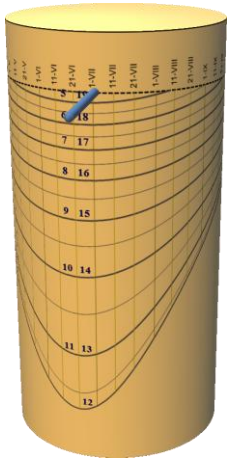
Auf der Südhalbkugel der Erde kehrt sich der Vorgang um. Die Sonne bewegt sich von links nach rechts.



Wenn eine Markierung an den Ost- und West-Kanten angebracht ist (hier eine Kleine Kugel), können wir die Deklinationslinien zeichnen. Die Position der Solstitien hängt von ihrer Lage zu den Markierungen ab; sie kommen an den Kanten zusammen.

Hirtensonnenuhr

Das Zifferblatt ist auf die Außenseite eines vertikalen Zylinders aufgebracht. Der Schattenstab ist senkrecht zum Zylinder auf einen beweglichen Ring aufgesetzt sodass er um die Zylinderachse gedreht werden kann. Zur Funktion wird der Stab auf die Markierung des Tagesdatums gedreht. Dann wird das Ganze bis zum Erreichen eines vertikalen Schattenverlaufs gedreht (damit ist der Stab auf die Sonne gerichtet). Die Schattenlänge erlaubt dank der graduierten Kurven die Zeitablesung. Wichtig ist, dass sich die untere Kante des Schattengebers exakt an der Oberkante des Liniennetzes befindet.



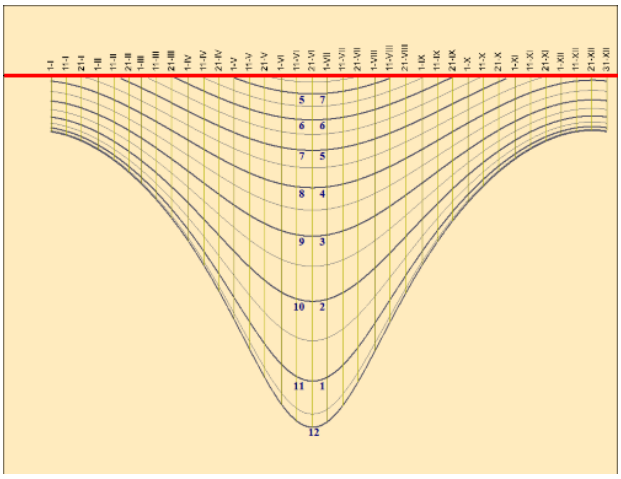
Bei dieser Art Zifferblatt gibt die Sonnenhöhe die Zeit an und nicht wie sonst üblich der Stundenwinkel.

Diese Uhr wird manchmal als kleiner Holzzylinder ausgeführt, der leicht in der Tasche transportiert werden kann. Er wird oft an einer Schnur aufgehängt, um die Vertikale zu erreichen.

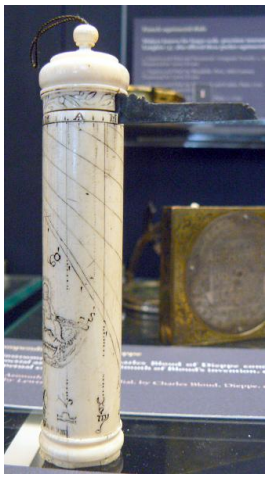
Diese Uhr funktioniert das ganze Jahr, vorausgesetzt, man kennt das Datum, um eine korrekte Orientierung vornehmen zu können. Sie zeigt nur die Wahre Ortszeit!

Die senkrechten Linien markieren standardmäßig die Wechsel der Tierkreiszeichen und entsprechen den Deklinationslinien anderer Sonnenuhren. Über Zeichnung > Eigenschaften der Datumslinien können Sie auch Linien für bestimmte Daten anzeigen lassen.

Diese Sonnenuhr ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.



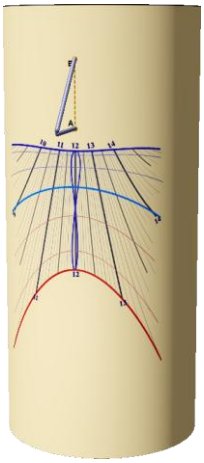
Zeichnung in Shadows. Die rote Linie entspricht dem unteren Ende des Schattenwerfers.



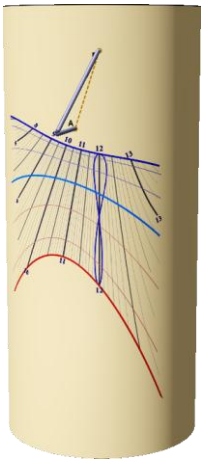
Hirtensonnenuhr aus Elfenbein – Wissenschaftsmuseum in Oxford, Vereinigtes Königreich

Zylindrische vertikale Sonnenuhr

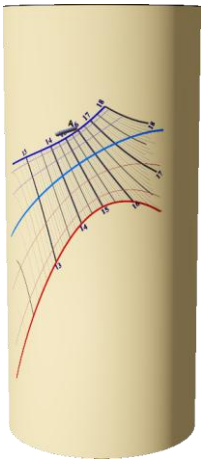
Das Zifferblatt ist auf die Außenseite eines vertikalen Zylinders aufgebracht. Der Schattenstab ist senkrecht zum Zylinder. Er kann deklinierend sein, d.h. nicht notwendigerweise Richtung Süden. Es ist allerdings möglich, einen Polstab zwischen Punkt B und der Spitze des senkrechten Stabes zu installieren, wie für eine klassische Sonnenuhr.



Meridional (nicht dekliniert)



Dekliniert um 20° nach Westen



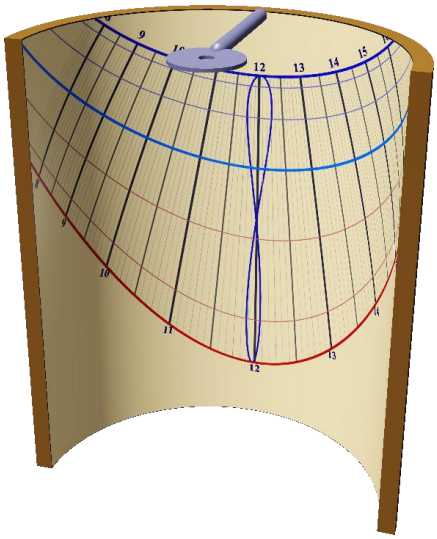
Um 50° nach Westen abweichend

Man kann sich diese Sonnenuhr gut auf einem runden Turm eines alten Gebäudes oder Schlosses vorstellen.

Diese Sonnenuhr ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Vertikale Hohlzylinder-Sonnenuhr

Das Zifferblatt ist an der Innenseite eines vertikalen Zylinders aufgebracht. Der Schattenwerfer ist durch ein Okular am oberen Ende der Zylinderachse realisiert.



Die Sonnenuhr kann auf einen Halbzylinder gezeichnet werden, der vertikal entlang der Ost-West-Ebene aufgeschnitten wurde, oder auf einen transparenten Zylinder. (so wurde sichergestellt, dass Kanten und Ecken keinen Schatten auf den Entwurf werfen).

Die vertikale Linie des Sonnenmittags und die Zylinderachse müssen sich an der Meridianebene orientieren Das Okular wird einen Lichtpunkt auf den Entwurf werfen.

Dieser Sonnenuhrentyp kann einen schönen Entwurf abgeben, wenn er zwischen den Deklinationslinien eingefärbt wird. (siehe Einstellungen zum Sonnenuhr-Entwurf)

Diese Sonnenuhr ist in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Bifilare Sonnenuhren

Man versteht hierunter Sonnenuhren mit zwei orthogonalen auf verschiedenen Höhen gespannten Fäden, die als Schattenwerfer fungieren. Dadurch erscheint ein kreuzförmiger Schatten auf dem Zifferblatt. Diese Art Sonnenuhr ist dem Deutschen Mathematiker Hugo Michnik zu verdanken, der sie 1922 in ihrer horizontalen Form beschrieb. Seither sind zahlreiche Varianten ausprobiert worden, wie z.B. abweichende, vertikale, bifilare Sonnenuhren.

Einer der Drähte heißt Meridianfaden, weil er in der lokalen Meridianebene liegt. Der Andere ist der Transversalfaden, der immer senkrecht zum Ersteren gespannt ist.

Das Liniennetz des bifilaren Zifferblatts gleicht dem bei der Sonnenuhr mit Polstab: die Stundenlinien konvergieren zu einem Punkt hin und die Tagbögen sind Hyperbeln. Man kann den Konvergenzpunkt der Stundenlinien dem Ankerpunkt des Polstabes einer klassischen Sonnenuhr (Punkt B) zuordnen. Ebenso kann der senkrecht unter dem Fadenschnittpunkt gelegene Zifferblattpunkt dem Ankerpunkt des Gnomons (Punkt A) bei einer klassischen Sonnenuhr gleichgesetzt werden.

Genügt die Fadenhöhe einer besonderen Relation, werden die Stundenlinienabstände gleichmäßig 15°, wie bei der Äquatorial-Sonnenuhr; man spricht dann von einer äquiangularen oder gleichwinkligen Sonnenuhr. In diesem letzteren Fall wird die Höhe des Transversalfadens als Funktion derjenigen des Meridianfadens und des Ortsbreitengrades berechnet.

Im Falle, dass die beiden Fäden gleiche Höhe haben, erhalten wir das gleiche Layout wie bei einer klassischen Sonnenuhr mit einem polaren Schattenwerfer. Der Schnittpunkt der beiden Fäden fällt mit dem Endpunkt des senkrechten Schattenwerfers zusammen. Dieser alternative Typ eines Schattenwerfers ist möglicherweise eine gute Lösung für den Ersatz des polaren Schattenwerfers, der im Falle einer öffentlichen Zugänglichkeit eine Verletzungsgefahr darstellen könnte.

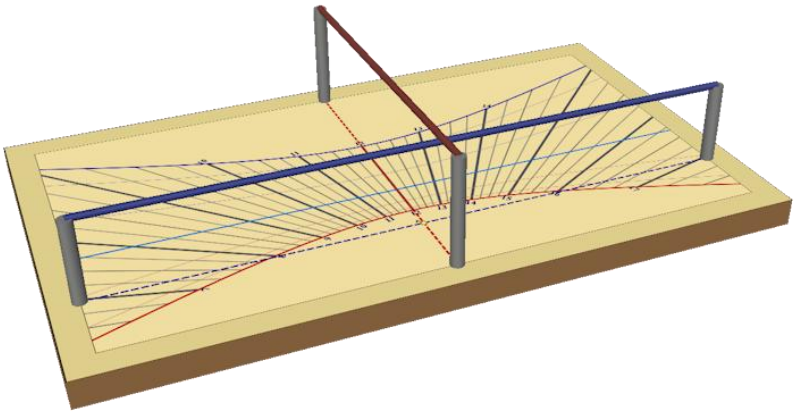
Bifilare Sonnenuhren sind ausschließlich in der Version Shadows Pro verfügbar.

Horizontale bifilare Sonnenuhr

Hier ist der Meridianfaden in Nord-Süd-Richtung, und demzufolge, der Transversalfaden in Ost-West-Richtung ausgerichtet.

Das Zentrum des Zifferblatts und damit das Konvergenzzentrum der Stundenlinien ist bezüglich der Projektion des Fadenschnittpunktes leicht nach Süden verschoben. Die Mittagslinie liegt, wie bei der Sonnenuhr mit Polstab, in Nord-Süd-Richtung.

Ist die Sonnenuhr gleichwinklig, ist der Transversalfaden unter dem meridionalen Faden und die Stundenlinien befinden sich im gleichmäßigen 15°-Abstand (daher der Name).

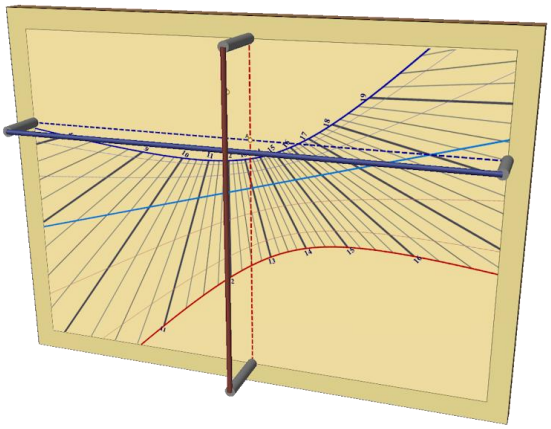


Die bifilare horizontale Sonnenuhr ist eine exzellente Alternative zu der klassischen, horizontalen Sonnenuhr in dem Sinne, dass bei gleichem Zifferblatt die vom spitzen Polstab ausgehende Gefahr gebannt ist.

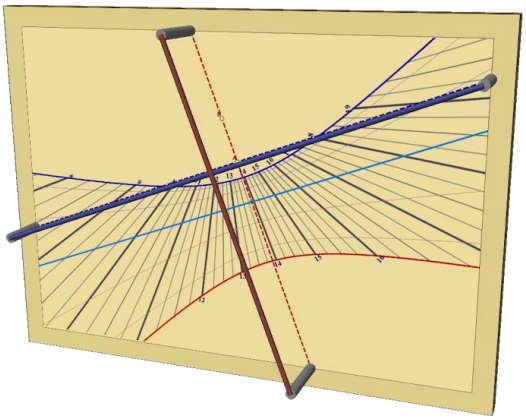
Bifilare, vertikale abweichende Sonnenuhr

Bei einer vertikalen Bifilarsonnenuhr verläuft ein Draht senkrecht und parallel zur Wand, der andere waagerecht. Bei einer nicht abweichenden Südwand ist der waagerechte Draht in Ost-West-Richtung ausgerichtet.

Eine interessante Eigenschaft: Bei der abweichenden, vertikalen gleichwinkligen Uhr sind die Fäden nicht mehr horizontal und vertikal, sondern geneigt (aber immer orthogonal zueinander). Der Meridianfaden verbindet die Punkte A und B. Andere Kuriosität: die Mittagslinie ist nicht mehr vertikal, sondern geneigt und die Stundenlinien in gleichmäßigem 15°-Abstand.



Bifilare, vertikal abweichende Basis-Sonnenuhr mit horizontalem und vertikalem Faden



Gleichwinklige, bifilare, vertikal abweichende Sonnenuhr. Fäden sind inkliniert

Hinweis: Die vertikale bifilare Sonnenuhr mit geneigten Fäden ist für die Südhalbkugel nicht verfügbar.

BUCH 2 – ASTROLABIEN

Einführung in Astrolabien

Hinweis: Bitte benutzen Sie das Glossar, um die im Text verwendeten technischen Begriffe nachzuschlagen.

Ein Astrolabium ist eine Darstellung der Himmelsphäre in einer Ebene. Es ist eine Rechenmaschine mit deren Hilfe zum Beispiel die Zeiten der Auf- und Untergänge der Sonne oder anderer Sterne gefunden werden können. Weitere Anwendungsbeispiele sind Umrechnungen der Koordinaten eines Sterns von einem Koordinatensystem in ein anderes (horizontales, äquatoriales und ekliptikales Koordinatensystem) oder die Berechnung der Sternkoordinaten in eben diesen Koordinatensystemen (Azimut, Höhe, Rektaszension, Deklination, usw.)

Die Ursprünge des Astrolabiums sind nicht genau bekannt. Einige frühe Verfasser von Abhandlungen aus dem 3. bis 6. Jahrhundert sind jedoch überliefert. Bereits Ptolemäus behandelte die stereografische Projektion in seinem um 140 veröffentlichten Planisphaerium und griff dabei auf Arbeiten von Hipparch aus dem 2. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung zurück. Zwischen dem 9. und 12. Jahrhundert nahm die Literatur über Astrolabien stark zu, insbesondere durch Übersetzungen älterer griechischer und arabischer Werke. Die arabische Herrschaft in Teilen Südeuropas begünstigte die hispano-maurische Schule, deren bekanntester Astronom Arzachiel war.



Französisches Astrolabium aus dem 17. Jahrhundert im National Air and Space Museum der Smithsonian Institution in Washington.

Zwischen dem 12. und 16. Jahrhundert verbreitete sich das Astrolabium sowohl im Orient und in Persien als auch im übrigen Europa, insbesondere in Paris, Deutschland und den Niederlanden. Zahlreiche Goldschmiede fertigten reich verzierte Instrumente an. Da sie bestehende Vorlagen kopierten und nicht immer selbst Astronomen waren, kamen auch Fehler vor. Einer der bekanntesten Hersteller war der in den südlichen Niederlanden tätige Arsenius. Das Prinzip des Astrolabiums findet sich auch in astronomischen Uhren wieder; ein besonders bekanntes Beispiel ist die Prager astronomische Uhr.

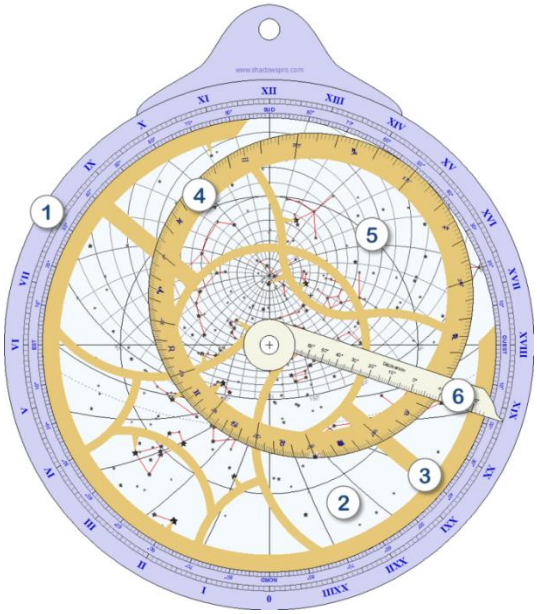
Heutzutage können wir Astrolabien in Museen, Observatorien und Planetarien betrachten, zu nennen sind z.B. das *Musée des Arts et Métiers* oder der Louvre in Paris, Observatorien in Paris oder Greenwich, Museen zur Geschichte der Wissenschaft in Genf, Oxford oder Firenze, maritime Museen in Madrid oder Barcelona, das Adler-Planetarium in Chicago, etc.

Das Astrolabium beeinflusste zahlreiche Künste und wurde zum Symbol geografischer Entdeckungen und wissenschaftlicher Erkenntnis. Beispiele aus Malerei, Bildhauerei, Briefmarken, Münzen und Uhrmacherei finden Sie auf der Seite über Astrolabien in der Kunst auf www.shadowspro.com. Auch in Filmen erscheint es häufig neben einer Armillarsphäre, wenn die Arbeitswelt eines Gelehrten dargestellt wird, etwa in Dumbledores Arbeitszimmer in Harry Potter oder in der Reiseausrüstung von William von Baskerville in Der Name der Rose.

Astrolabien haben üblicherweise Darstellungen auf beiden Seiten (Vorderseite und Rückseite), deren Verwendungszwecke unterschiedlich sein und sich gegenseitig ergänzen können.

Die Vorderseite des Astrolabiums

Das planisphärische Astrolabium besteht aus der Mater mit ihrem Rand, dem Limbus, einer oder mehreren Einlegescheiben für die jeweilige geografische Breite, der drehbaren Rete mit den Sternpositionen und der Ekliptik sowie einer Regula zum Ablesen.



1. Der Stundenring (Limbus) – umgibt die Grundplatte und ist im Gradmaß (90°-Quadranten) und im Stundenmaß (Stundenwinkel) eingeteilt. Der Stundenring enthält Markierungen für den Nord-, Süd-, Ost und Westpunkt. Er wird meistens zusammen mit dem Lineal verwendet.

2. Die Grundplatte (Mater) – kann die gleichen Elemente wie die Zusatzplatten enthalten. Die drei Kreise sind die zwei Wendekreise und der Äquator. Das Netz innerhalb des Horizontkreises sind Azimut- und Höhenkreise (Almukantaraten).

3. Der Sternnetz (Rete) – kann um die zentrale Achse gedreht werden. Er ist üblicherweise mit vielen und reichhaltigen Details geschmückt.

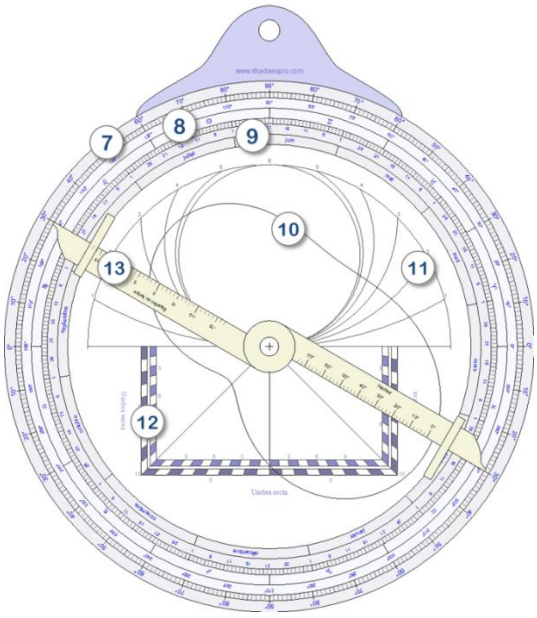
4. Der Ekliptikalkreis – enthält die Einteilung für die ekliptikale Länge und zeigt Darstellungen der Tierkreiszeichen. Er ist ein Teil des Sternnetzes.

5. Sterne der Himmelssphäre – können bei durchsichtigem Sternnetz direkt auf den Platten eingezeichnet sein oder aber durch kleine Zeiger angezeigt werden, die am Sternnetz befestigt sind.

6. Das Lineal – kann um das Zentrum gedreht werden und ermöglicht das Ablesen auf dem Stundenring (Limbus).

Die Rückseite des Astrolabiums

Die Rückseite enthält eine Reihe von Skalen und Einteilungen sowie die sogenannte Alhidade. Üblicherweise wird die Rückseite des Astrolabiums vor der Vorderseite verwendet, z.B. misst man mithilfe der Rückseite die Sonnenhöhe, um danach mithilfe der Vorderseite das Datum und die Uhrzeit zu bestimmen.



7. Winkeleinteilung – für die Messung von Höhen und Winkeln mit der Alhidade.

8. Skala der Ekliptikalen Länge – mit den Symbolen der Tierkreiszeichen.

9. Kalender – um die ekliptikale Länge der Sonne für ein bestimmtes Datum zu finden.

10. Zeitgleichung – für die Korrektur der Wahren Ortszeit zur Mittleren Ortszeit.

11. Ungleiche Stunden.

12. Schattenquadrat – um Entfernungen und Höhen zu berechnen.

13. Alhidade – enthält eine Lochblende an jedem Ende, durch das Objekte anvisiert werden können.

Manche Astrolabien enthalten weitere Anzeigen auf der Vorder- oder der Rückseite wie etwa Anzeigen für Gleichstunden, die Qibla (Gebetsrichtung) für mehrere Orte, usw.

Verschiedene Astrolabientypen

Im Laufe der Zeit wurden die Astrolabien immer weiter entwickelt und heute gibt es verschiedene Typen:



Klassisches Planisphärisches Astrolabium



Die Saphea Arzachelis



Nautisches Astrolabium



Muslimisches Planisphärisches Astrolabium



Quadrant



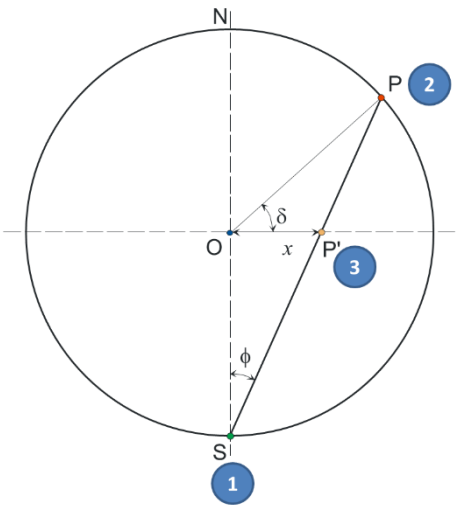
Rojas Astrolabium

Alle diese Astrolabientypen werden im Buch von D'Hollander beschrieben (siehe Literaturverzeichnis).

Die aktuelle Version von Shadows unterstützt das nautische und das planisphärische Astrolabium sowie zwei Universalastrolabien: die Saphea Arzachelis und das Astrolabium von Rojas.

Die stereographische Projektion

Bei Planisphärischen Astrolabien kommt die stereographische Projektion zur Verwendung. Dabei wird ein bestimmter Punkt der Himmelskugel vom Standpunkt einer der beiden Pole aus auf die Äquatorebene projiziert. Für die nördliche Hemisphäre ist das Projektionszentrum jeweils der Südpol, für die südliche Hemisphäre der Nordpol.



Das Projektionszentrum (1) ist der Südpol. Punkt P auf der Himmelskugel (2) mit seiner Deklination δ wird als Punkt P' (3) auf den Äquator projiziert. Seine Entfernung zum Zentrum beträgt x. Diese Projektion behält die zweite Koordinate, die Rektaszension α, bei. Die Polarkoordinaten des Punktes P' sind (x, α).

Je geringer die Deklination des Punktes P ist, desto weiter entfernt wird der projizierte Punkt P' vom Zentrum O liegen. Dies ist der Grund warum die stereographische Projektion auf den südlichen Wendekreis beschränkt ist.

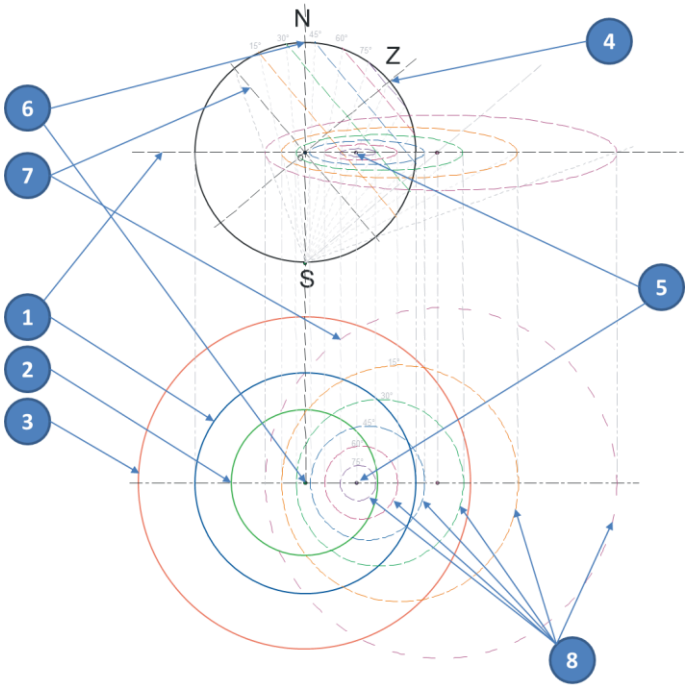
Die stereographische Projektion hat interessante Eigenschaften:

- Ein Kreis auf der Kugel wird als Kreis in die Projektionsebene abgebildet. Nur wenn er durch das Projektionszentrum verläuft, wird er als Gerade abgebildet.

- Winkel bleiben unverändert erhalten (Winkeltreue).

Außerdem gilt:

- Der Äquator wird auf sich selbst projiziert, weil er per Definition in der Äquatorebene liegt.
- Alle Kreise einer bestimmten Deklination werden als konzentrische Kreise mit dem Zentrum O projiziert.
- Bei der hier verwendeten Projektion vom Südpol aus werden die Himmelsmeridiane zu Geraden durch den Mittelpunkt des Astrolabiums.



1. Äquatorkreis – wird auf sich selbst projiziert.

2. Wendekreis des Krebses – wird auf einen Kreis innerhalb des Äquatorkreises projiziert.

3. Wendekreis des Steinbocks – wird auf einen Kreis außerhalb des Äquatorkreises projiziert. Er stellt die äußere Grenze des Astrolabiums dar.

4. Zenit – wird auf Punkt 5 auf der Nord-Süd Linie des Astrolabiums projiziert. Liegt weit vom Zentrum entfernt falls der Breitengrad gering ist.

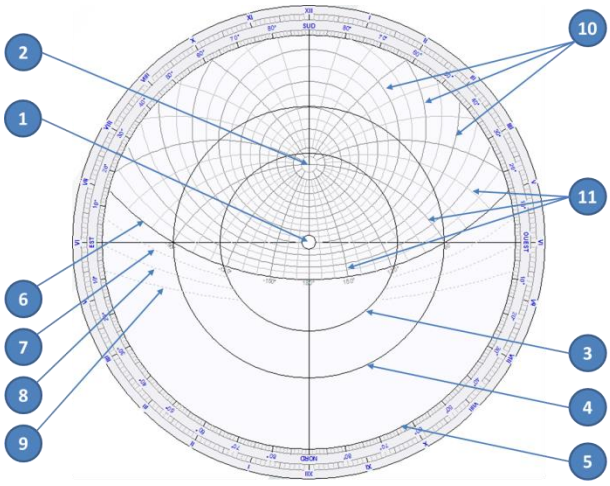
6. Nordpol – ist in der Projektion das Zentrum des Astrolabiums.

7. Lokaler Horizont – wird als großer Kreis aus dem Zentrum heraus versetzt projiziert.

8. Höhenkreise über dem Horizont – werden als versetzte Kreise projiziert, auch Almukantaraten genannt.

Das Planisphärische Astrolabium

Das Planisphärische Astrolabium heißt so, weil es sich dabei um eine Projektion der Himmelskugel auf eine Ebene handelt. Dafür wird die stereographische Projektion benutzt, bei welcher die Kugel von einem der Pole aus auf die Äquatorebene projiziert wird.



1. Nordpol – befindet sich im Zentrum des Astrolabiums.

2. Zenit – seine exakte Lage hängt von der geographischen Breite ab, für welche die Einlageplatte gefertigt ist.

3. Wendekreis des Krebses.

4. Äquatorialkreis.

5. Wendekreis des Steinbocks – dieser definiert die äußere Begrenzung des Astrolabiums.

6. Horizontkreis.

7. Kreisbogen der Bürgerlichen Dämmerung.

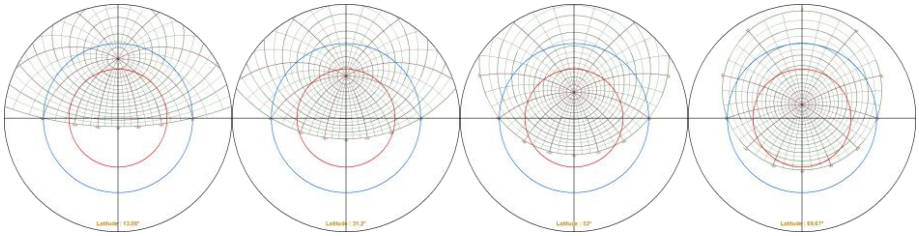
8. Kreisbogen der Nautischen Dämmerung.

9. Kreisbogen der Astronomischen Dämmerung.

10. Höhenkreise über dem Horizont – auch Almukantaraten genannt.

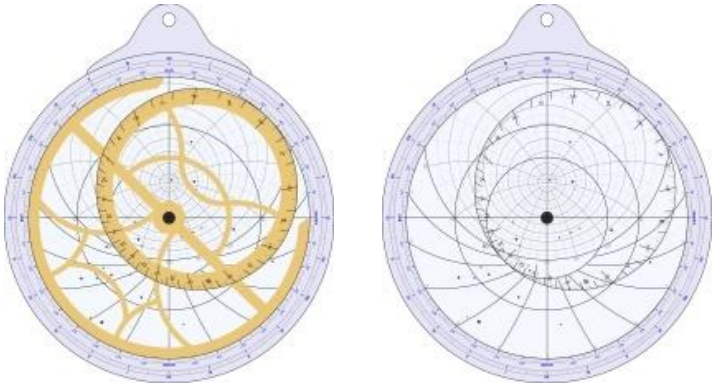
11. Azimutkreise.

Einlegeplatten, die von links nach rechts für folgende geographische Breiten gezeichnet wurden: Madras, Indien, geographische Breite von 13°; Alexandria, Ägypten, geographische Breite von 31°; Delft, Niederlande, geographische Breite von 52°; Tromsø, Norwegen, geographische Breite von 69°.



Die Rete des Astrolabiums

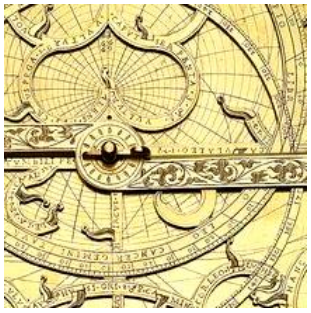
Die Rete eines Astrolabiums ist ein Abbild der Himmelssphäre mit Sternen, Sternbildern und der Ekliptik auf einer durchsichtigen Scheibe oder einem metallenen Einlegeteil, das auf die Grundplatte gelegt wird. Die Ekliptik enthält eine Gradeinteilung mit der ekliptikalen Länge der Sonne und den Tierkreiszeichen.

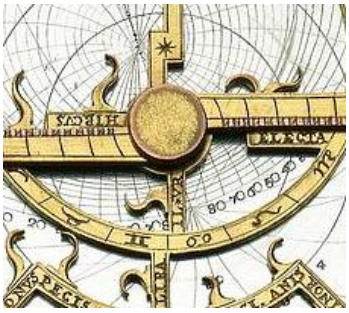


Undurchsichtige Rete *Transparente Rete*

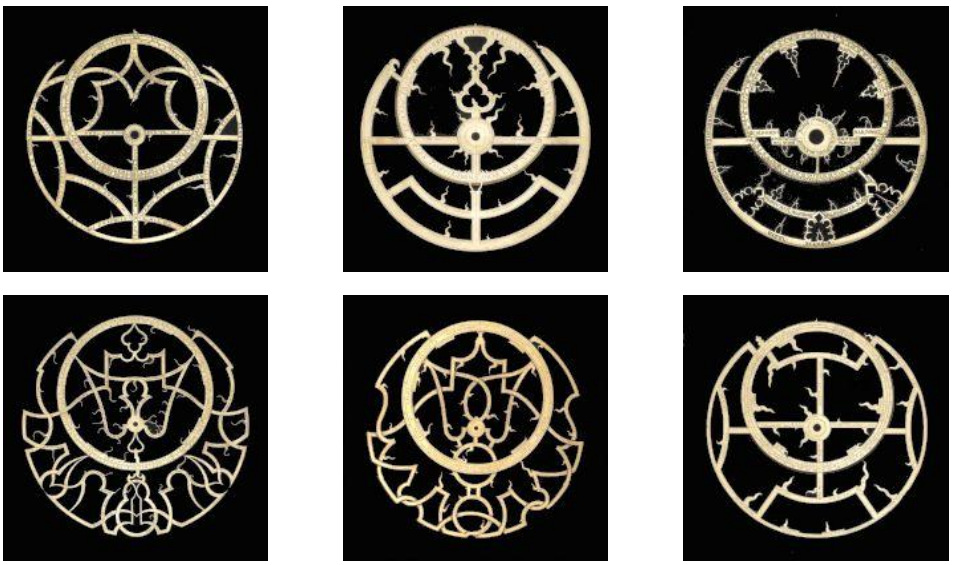
Die Rete kann auf einer durchsichtigen Scheibe gezeichnet werden, sodass die darunterliegende Einlegescheibe vollständig sichtbar bleibt. Historische Instrumente besitzen dagegen meist eine kunstvoll durchbrochene Rete aus Metall. Das Programm kann beide Ausführungen zeichnen: transparent oder undurchsichtig (siehe oben).

Die transparente Ausführung eignet sich zum Drucken der Sternpositionen auf Plexiglas. Mit der undurchsichtigen Ausführung lässt sich eine Rete herstellen, die den historischen Sternnetzen ähnelt. Dabei müssen Zeiger angefertigt werden, deren Spitzen die Sternpositionen markieren, wie in den folgenden Beispielen.





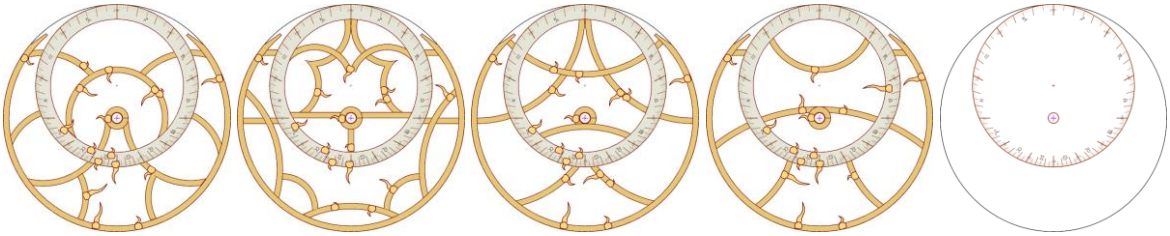
Beispiele alter Retia



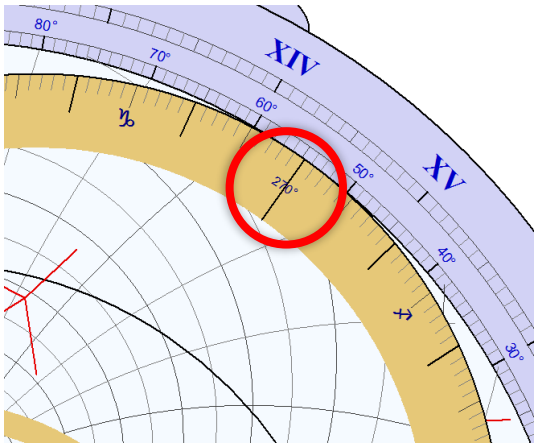
Fotos, © National Maritime Museum, Greenwich, UK

Sternnetze in Shadows

Shadows bietet mehrere Sternnetze an, von denen einige historischen Vorbildern nachempfunden sind. Eine transparente Rete zeigt nur den Ekliptikkreis und lässt die darunterliegende Einlegescheibe besser erkennen.



Drehen der Rete



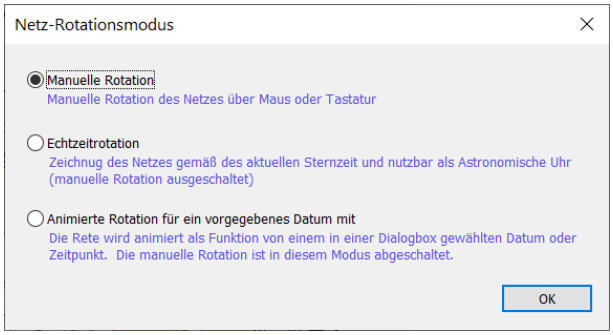
Die Rete kann am Bildschirm gedreht werden, indem man mit der Maus bei etwa 270° klickt. Danach lässt sie sich bewegen, um eine bestimmte Position auf dem Ekliptikkreis mit dem Stundenring (Limbus) oder den Skalen auf der Grundplatte einzustellen.

Die Rete lässt sich auch mit den Pfeiltasten ↑ und ↓ drehen, während Sie STRG gedrückt halten.

Die Drehung erfolgt im 1 Grad-Abstand.

Neben dem manuellen Drehen mit der Maus oder der Tastatur ist es möglich, die Position der Rete für den aktuellen Zeitpunkt oder für ein bestimmtes Datum bzw. Zeitpunkt anzuzeigen.

Durch Doppelklick auf die Zone bei 270°, oder durch Klick auf  öffnet sich eine Dialogbox:

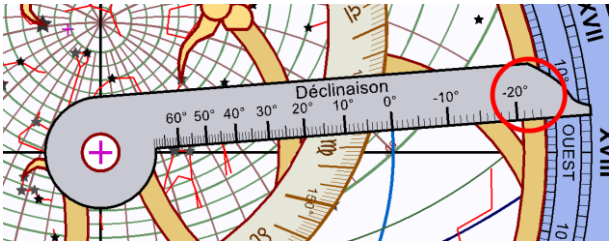


Die Auswahl **Echtzeitrotation** nutzt für die Anzeige der Rete die Uhr des PCs, die Sterne und die Sonne wie sie sind. Für die Einstellung des Längengrades muss ein existierender Ort ausgewählt werden.

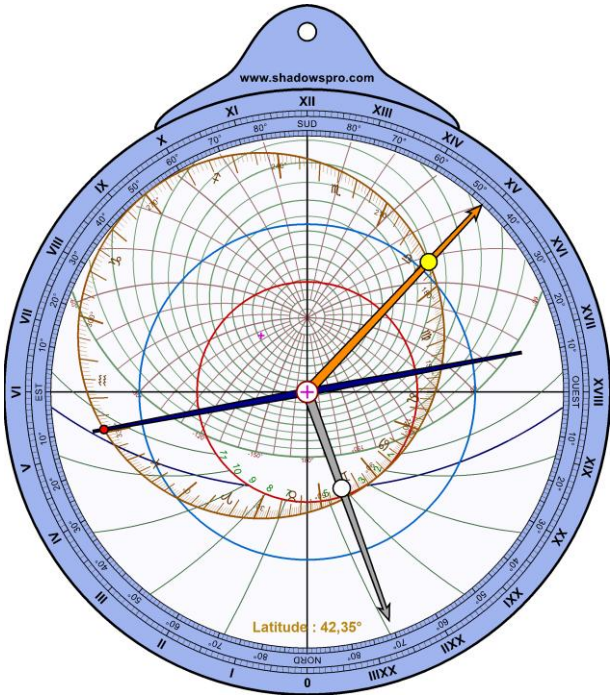
Die Auswahl Rotation für ein vorgegebenes Datum und Zeitpunkt dreht die Rete entweder durch Erhöhen des Datums oder der Zeit.

Drehen der Regula

Die Regula lässt sich mit der Maus drehen, indem Sie eines ihrer Enden ziehen, oder mit den Tastenkombinationen CTRL-→ und CTRL-←.



Die Drachenzeiger



Diese besonderen Zeiger können sowohl bei der Drehung in Echtzeit als auch bei der Drehung für ein bestimmtes Datum angezeigt werden.

Der orangefarbene Zeiger trägt die Sonne. Sie bewegt sich entsprechend der Jahreszeit auf dem Ekliptikkreis zwischen den Sonnenwendpunkten.

Der graue Zeiger trägt den Mond, der aufgrund seiner Bahnneigung von der Ekliptik abweichen kann.

Der dunkelblaue Zeiger stellt die Knotenlinie zwischen der scheinbaren Sonnenbahn und der Mondbahn dar. Ein roter Punkt markiert den aufsteigenden Knoten. Dieser Zeiger wird auch Drachenzeiger genannt.

Die Zeiger machen Konstellationen erkennbar, bei denen Finsternisse möglich sind:

• Sonnenfinsternis: Bei Neumond stehen Sonne und Mond in Konjunktion nahe demselben Knoten der Mondbahn. Ihre Zeiger liegen dann nahezu übereinander und nahe einer der beiden vom Drachenzeiger angezeigten Richtungen.

• Mondfinsternis: Bei Vollmond stehen Sonne und Mond in Opposition, jeweils nahe einem der beiden Knoten. Ihre Zeiger weisen in entgegengesetzte Richtungen und sind nahezu mit dem Drachenzeiger ausgerichtet.

Wegen der scheinbaren Ausdehnung von Sonne und Mond sowie des Erdschattens bei einer Mondfinsternis kann eine Finsternis auch ohne exakte Ausrichtung eintreten. Die grafische Ablesung zeigt eine günstige Konstellation an. Sie genügt jedoch nicht, um den genauen Ablauf oder die Sichtbarkeit an einem bestimmten Ort zu bestimmen.

Konfigurieren der Darstellung auf dem Astrolabium

 Zeichne die Vorderseite des Astrolabiums

 Zeichne die Rückseite des Astrolabiums

 Ändere den Durchmesser des Astrolabiums und die Dicke des Stundenringes (Limbus)

 Ändere die geographische Breite der Grundplatte

Auf der Vorderseite

 Limbus anzeigen

 Zeichne die Höhenkreise und die Azimutkurven auf der Grundplatte

 Zeichne den Äquator und die Wendekreise auf der Grundplatte

 Zeichne Ungleiche Stunden (Temporalstunden)

 Zeichne eine Undurchsichtige Rete

 Zeichne eine Transparente Rete

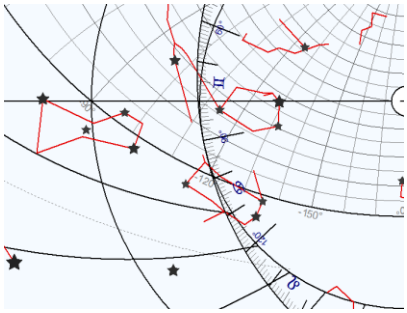
 Zeichne Sterne und Sternbilder

 Zeichne das Lineal auf dem Astrolabium

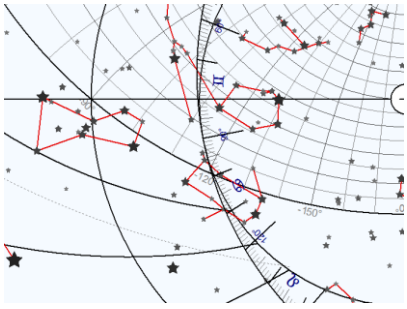
 Ändere die Farben der einzelnen Elemente

Auf weitere Optionen kann vom Menu Darstellung aus zugegriffen werden, im Besonderen auf Skalierungsoptionen für den Limbus und die Grundplatte.

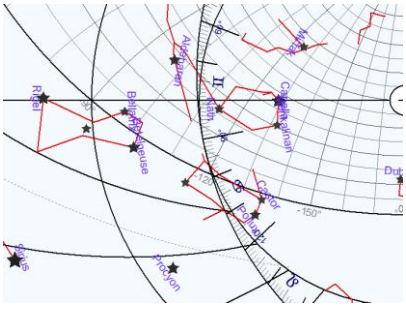
Für eine übersichtliche Darstellung sollten vor allem die helleren Sterne, also Sterne mit kleinerer Magnitude, ausgewählt werden.



Sterne bis Magnitude 2



Sterne bis Magnitude 4



Sternnamen angezeigt

Für Undurchsichtige Retia können wie auf antiken Astrolabien Sternzeiger gezeichnet werden.

Die Rückseite

 Zeichne die Rückseite

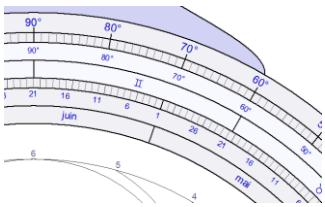
 Zeichne einen Kalender auf der Zeitskala (Limbus)

 Zeichne die Bögen Ungleicher Stunden (Temporalstunden)

 Zeichne das Schattenquadrat

 Zeichne die Zeitgleichung

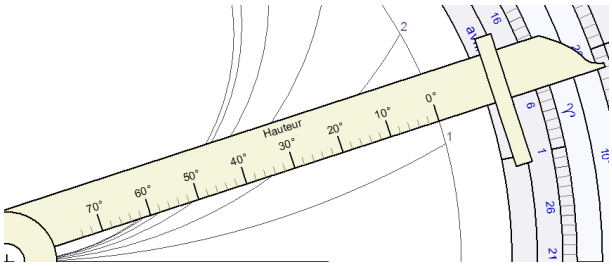
 Zeichne die Alhidade



Der Kalender auf der Zeitskala (Limbus) enthält von der inneren bis zur äußeren Kante folgende Angaben:

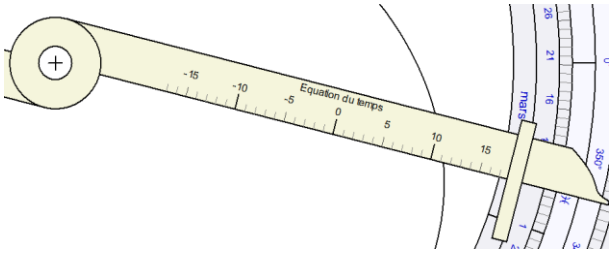
- Monate
- Tage
- Tierkreiszeichen
- Ekliptikale Länge der Sonne
- Gradeinteilung

Die Alhidade kann unterschiedliche Skalen tragen. Daraus ergeben sich insbesondere die beiden folgenden Anwendungen.





Einteilung mit Höhengraden, um Kurven Ungleicher Stunden in Abhängigkeit vom auf der Zeitskala eingestellten Datum ablesen zu können.

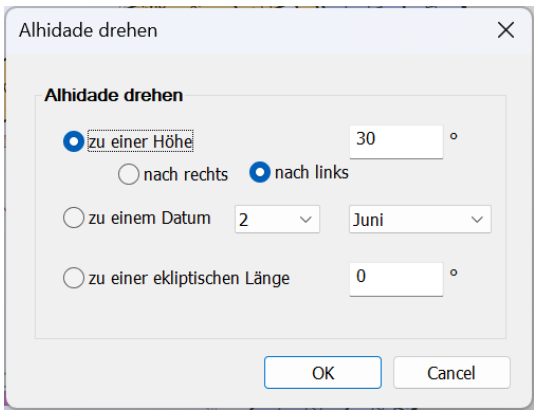




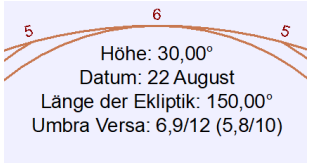
Minuteneinteilung, um die Werte der Zeitgleichung in Abhängigkeit vom auf der Zeitskala eingestellten Datum ablesen zu können.

Die Alhidade kann mit der Maus oder mit den Tastenkombinationen CTRL-SHIFT-→ und CTRL-SHIFT-← gedreht werden.

Ein Doppelklick auf die Alhidade oder den Hintergrund der Rückseite öffnet einen Dialog:



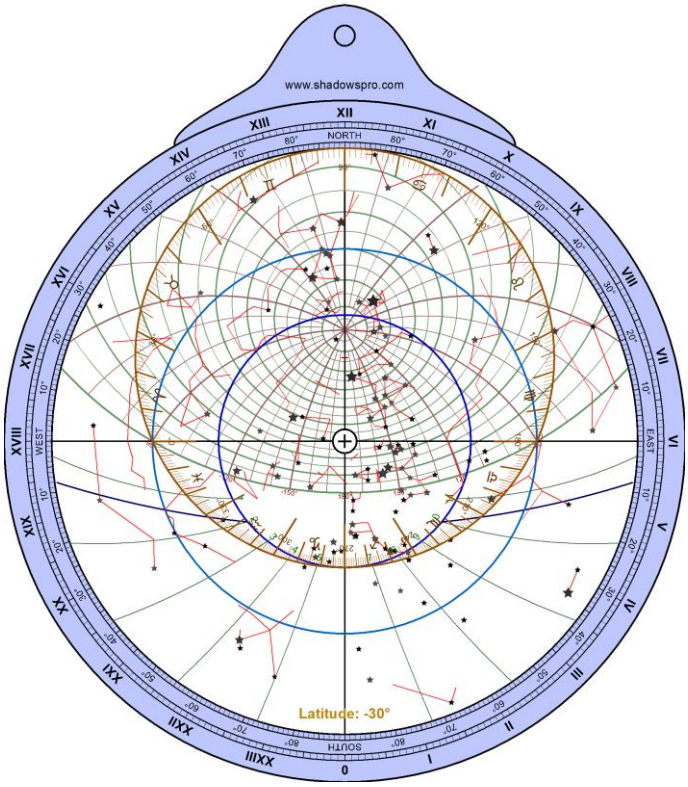
Darin können Sie die Alhidade genau auf einen Skalenwert einstellen und die zugehörigen Werte im oberen Bereich der Rückseite ablesen.



Das Entwerfen eines Planisphärischen Astrolabiums ist nur mit der Version Shadows Pro möglich.

Astrolabium für die südliche Hemisphäre

Für ein Astrolabium der Südhalbkugel geben Sie eine negative geografische Breite ein.



Auf der Südhalbkugel kehrt sich die Anordnung der Skalen am Limbus und auf der Ekliptik um. Die Einlegescheibe und die ausgewählten Sterne müssen ebenfalls an den südlichen Himmel angepasst werden.

In Museen gibt es nur wenige Astrolabien für die Südhalbkugel. Mit einer Computersimulation lassen sich solche Instrumente jedoch leicht und mit unterschiedlichen Gestaltungsoptionen entwerfen.

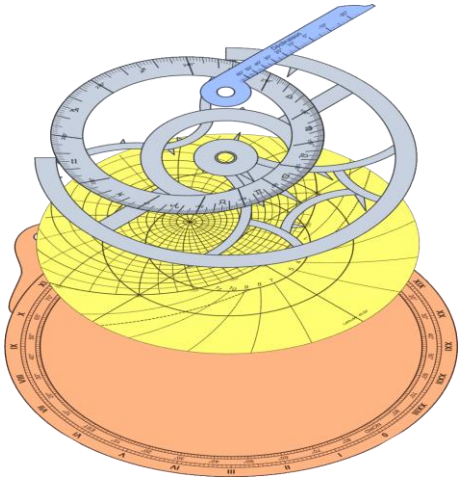
Die Fachliteratur über Entwurf und Berechnung von Astrolabien behandelt die Anpassung an die Südhalbkugel kaum, was die Entwicklung dieser Funktion für den Autor des Programms erschwert hat.

Wie man ein Astrolabium fertigt

Zum Bau eines Astrolabiums müssen alle Bauteile einzeln angefertigt und anschließend zusammengesetzt werden. Dies ist etwas aufwendiger und anspruchsvoller als der Bau einer Sonnenuhr. Shadows kann jedoch sämtliche Vorlagen für die handwerkliche Arbeit vorbereiten.

Jedes Element wird einzeln gedruckt und auf das Endmaterial übertragen und dann von Hand oder mit einem Laserschneider (siehe nächster Titel) geschnitten.

Beispielsweise für ein planisphärisches Astrolabium:



- Unten liegen die Mater und der Limbus.
- Dann eine Platte, die beidseitig bedruckt werden kann.
- Dann die Rete.
- Und schließlich das Lineal.

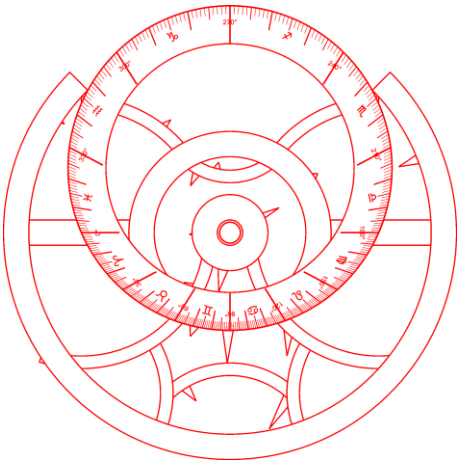
Auf der Rückseite der Mater werden die Rückseitenscheibe und die Alhidade angebracht.

Das Prinzip ist für die anderen Astrolabientypen dasselbe.

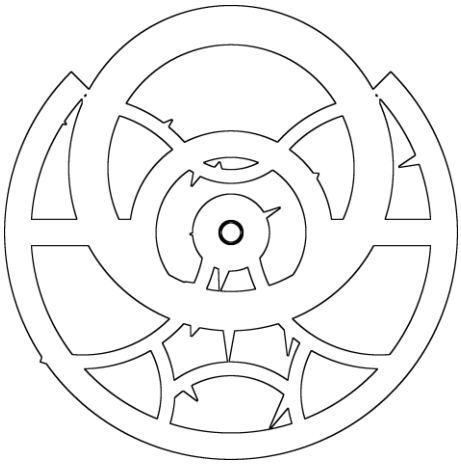
Bau eines Astrolabiums mit einem Lasergravierer/-schneider

Wie bei Sonnenuhren kann eine Exportfunktion für jedes Element eines Astrolabiums Dateien für einen Laserschneider erstellen. Für jedes Element werden zwei Dateien erstellt, eine zum Gravieren und eine zum Schneiden. Diese Dateien werden im Ordner Shadows Data\Engraving generiert.

Beispiel für die Rete:



Datei zum Gravieren



Datei zum Zuschneiden

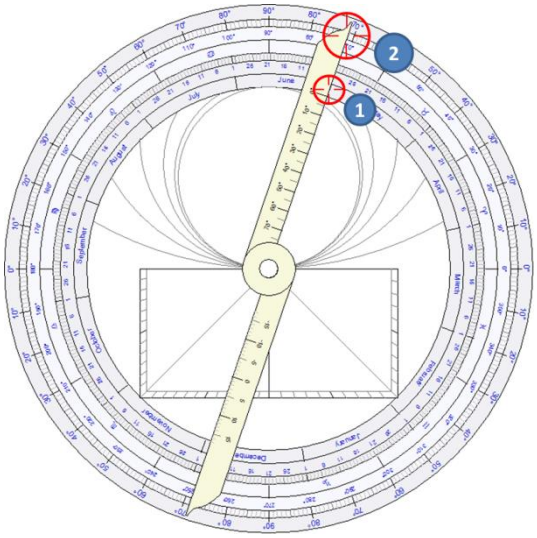
Der Laserschnitt ermöglicht eine präzise Herstellung der Bauteile. Exportieren Sie die Zeichnung als Vektordatei und stimmen Sie Material, Stärke und Schnittdatei mit dem ausführenden Betrieb ab.

Das Prinzip ist für die anderen Astrolabientypen dasselbe.

Die Exportfunktion für einen Laserschneider/-gravierer ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Aufgaben die mit einem Planisphärischen Astrolabium gelöst werden können

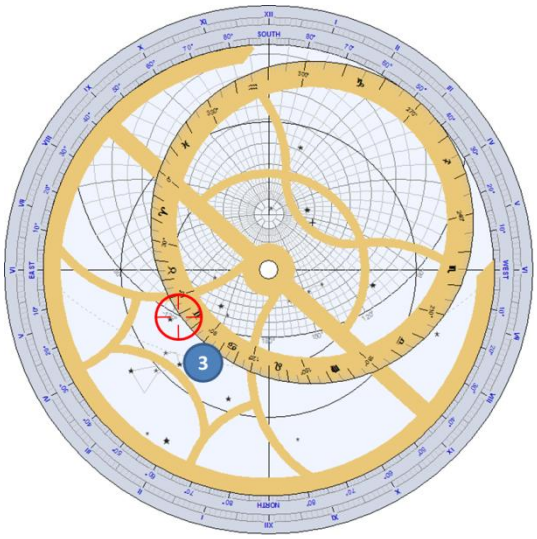
Bestimmung der Stunde und der Richtung des Sonnenauf- und Sonnenuntergangs für ein bestimmtes Datum



Als Beispiel soll Paris (geographische Breite 48° 50' N) am 1. Juni dienen.

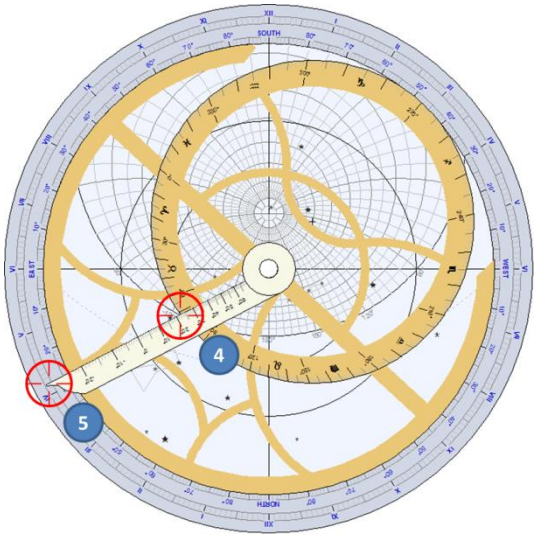
Zunächst muss die ekliptikale Länge der Sonne an diesem Datum gefunden werden, indem man die Alhidade auf der Rückseite auf den 1. Juni (1) einstellt

Dieses Datum entspricht einer ekliptikalen Länge von 71° (2), was 11° Zwillinge entspricht.



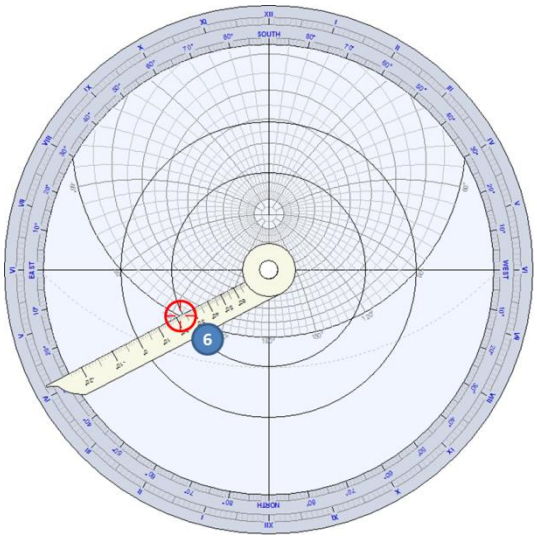
Dann muss auf der Vorderseite des Astrolabiums die Rete so weit gedreht werden, dass die 71° Markierung der Ekliptik genau auf dem Horizontkreis der linken Astrolabiumseite (Sonnenaufgangsseite) zu stehen kommt (3).

Um die Uhrzeit des Sonnenuntergangs zu finden, muss die Markierung der Ekliptik genau auf dem Horizontkreis der rechten Astrolabiumseite (Sonnenuntergangsseite) zu stehen kommen.



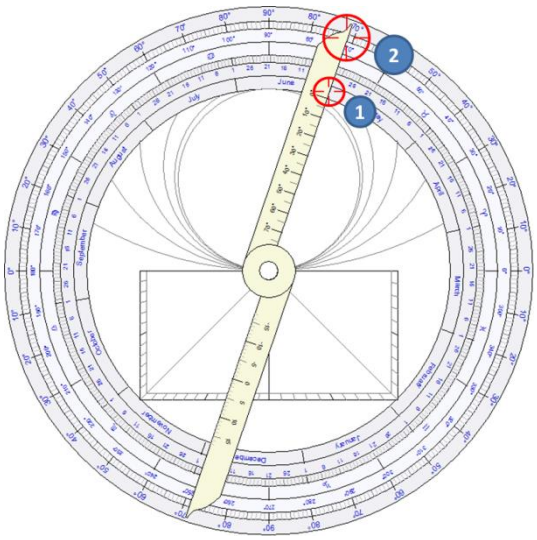
Drehen Sie nun das Lineal bis es auf demselben Punkt am Horizont zu stehen kommt (4).

Die wahre Sonnenzeit des Sonnenaufgangs lesen Sie in Verlängerung der Regula am Limbus (5) ab, hier etwa 4:10 Uhr. Zur Umrechnung in die bürgerliche Zeit müssen Sie die Längenkorrektur und die Zeitgleichung berücksichtigen (siehe „Wie liest man die Zeit von einer Sonnenuhr?“).



Der Azimut des Sonnenaufgangs kann beim Schnittpunkt der Azimutkurve mit dem Horizontbogen (6) abgelesen werden. In diesem Fall beträgt der Azimut 125° östlich von Süden, d.h. 35° nördlich von Osten.

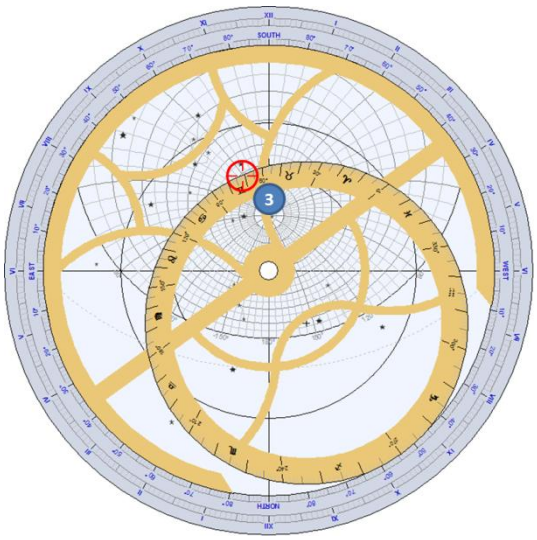
Bestimmung des Zeitpunktes wann die Sonne an einem vorgegebenen Datum einen vorgegebenen Azimut erreicht



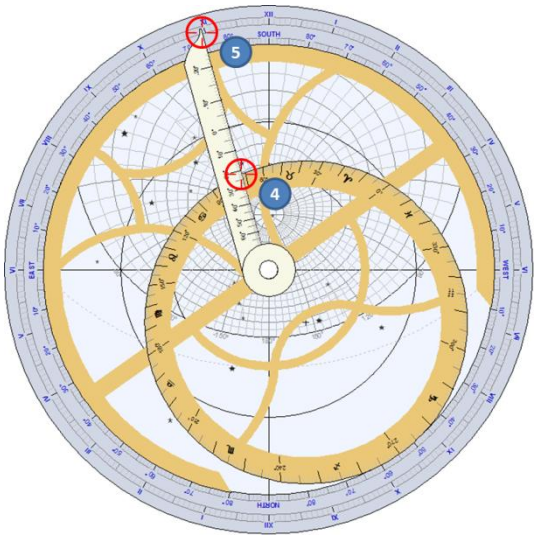
Als Beispiel soll wie im vorangegangenen Beispiel Paris am 1. Juni dienen. Um welche Zeit erreicht die Sonne einen Azimut 30° östlich von Süden?

Zunächst muss die ekliptikale Länge der Sonne an diesem Datum gefunden werden, indem man die Alhidade auf der Rückseite auf den 1. Juni (1) einstellt

Dieses Datum entspricht einer ekliptikalen Länge von 71° (2), was 11° Zwillinge entspricht.

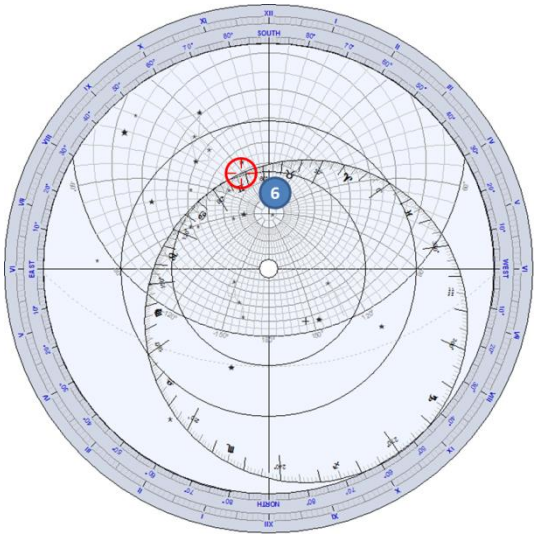


Drehen Sie auf der Vorderseite des Astrolabiums die Rete, um die 71° Markierung der Ekliptik mit der 30°-Azimutkurve in Übereinstimmung zu bringen (3).



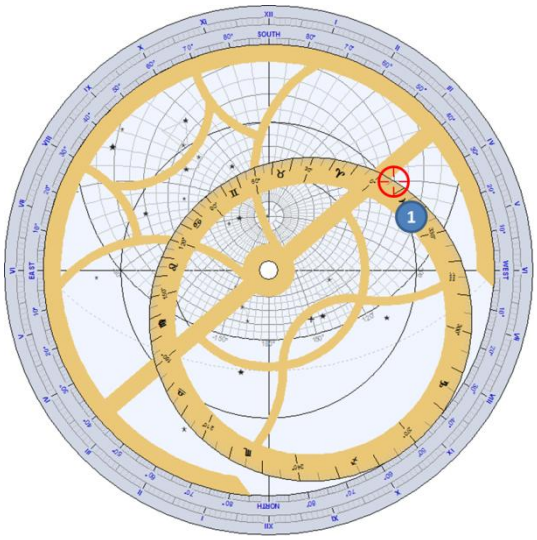
Dann drehen Sie das Lineal bis zum Schnittpunkt zwischen der Ekliptik und der 30°-Azimutkurve (4).

Die zugehörige Sonnenzeit kann dann am Limbus (5) abgelesen werden. In diesem Fall ist dies 10h 55m.



Man kann auch noch die zugehörige Höhe der Sonne über dem Horizont an diesem Moment ablesen (6), sie beträgt ein bisschen mehr als 60°.

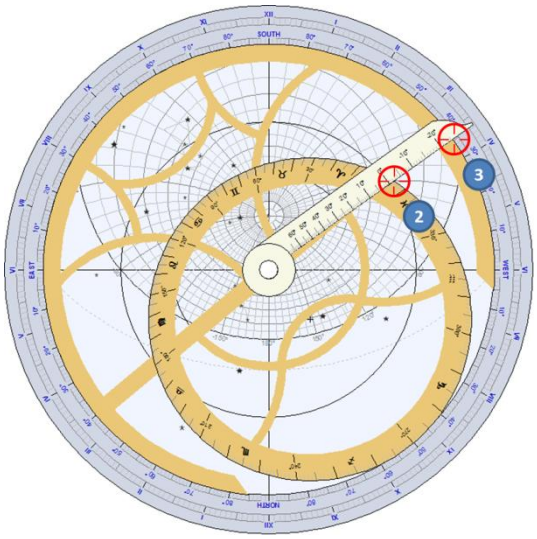
Bestimmung des Zeitpunktes wann die Sonne einen vorgegebenen Azimut und Höhe erreicht



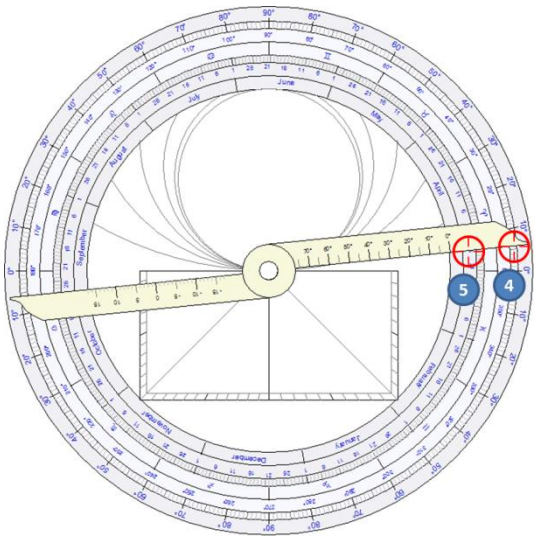
Betrachten wir ein Astrolabium für Prag in Tschechien bei 50° 05′ Nord. An welchen Tagen und zu welcher wahren Sonnenzeit erreicht die Sonne ein Azimut von 60° nach Westen, von Süden aus gezählt, und eine Höhe von 20°?

Drehen Sie die Rete, um die Ekliptik am Schnittpunkt der Azimutkurve 60° West mit dem 20°-Höhenkreis (1) zu platzieren.

In zwei Stellungen der Rete verläuft die Ekliptik durch den gesuchten Punkt. Diese entsprechen ekliptikalen Sonnenlängen von ungefähr 354° und 186°. Beginnen wir mit der ersten Lösung vor dem Märzäquinoktium.



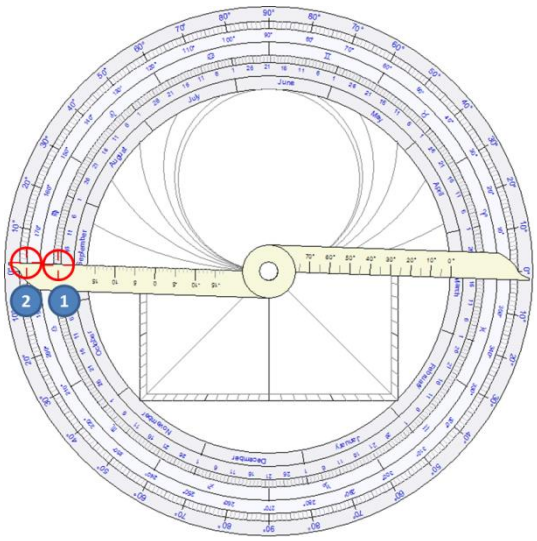
Stellen Sie die Regula auf diesen Schnittpunkt (2). Am Limbus lesen Sie dann die wahre Sonnenzeit (3) ab: ungefähr 15 h 38 min.



Drehen Sie das Astrolabium um und stellen Sie die Alhidade am Rand der Rückseite auf ungefähr 354° ekliptikale Länge (4).

Auf dem inneren Ring (5) ergibt sich ein Datum etwa Mitte März. Die zweite Lösung bei ungefähr 186° ekliptikaler Länge entspricht einem Datum Ende September. Die wahre Sonnenzeit ist in beiden Fällen gleich.

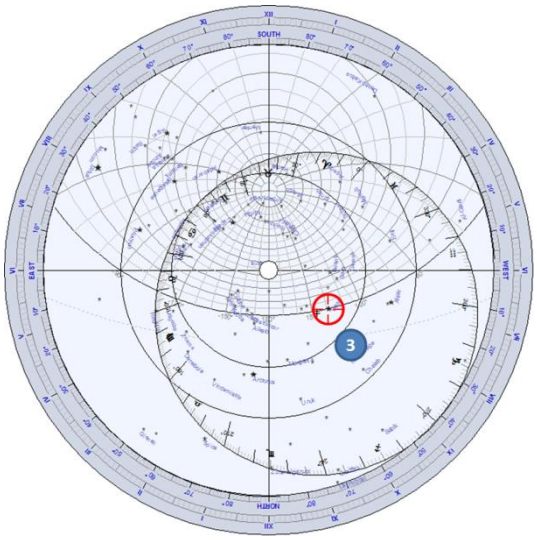
Bestimmung der Auf- und Untergangszeit eines Sterns auf der Rete an einem bestimmten Datum



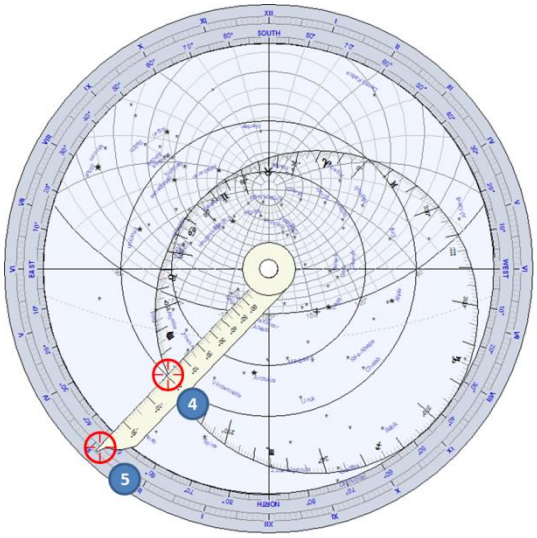
Als Beispiel soll nun ein Astrolabium gefertigt für Casablanca, Marokko (geographische Breite 33° 39' N) dienen. Um welche Zeit geht Vega, der Hauptstern des Sternbildes Leier, am 21. September unter?

Stellen Sie auf der Rückseite des Astrolabiums die Alhidade auf den 21. September (1) ein.

Am äußeren Rand können Sie die zugehörige ekliptikale Länge ablesen, nämlich ca. 178° (2).

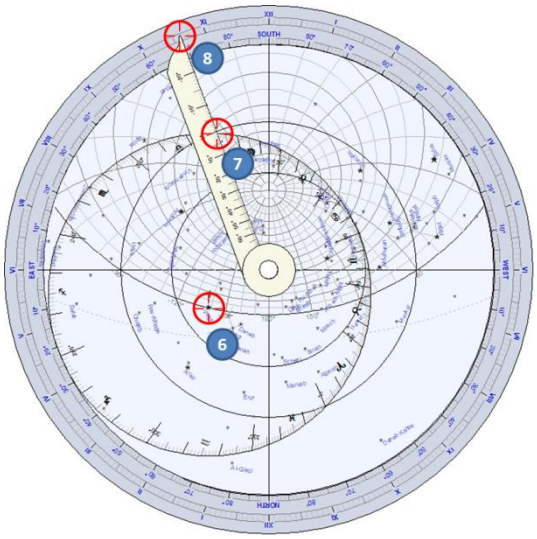


Drehen Sie auf der Vorderseite des Astrolabiums die Rete bis Vega auf der rechten Seite des Astrolabiums (Abendseite) den Horizontkreis (3) berührt.



Drehen Sie das Lineal auf 178° ekliptikale Länge (4).

Lesen Sie die zugehörige Sonnenzeit am Limbus (5) ab. Sie beträgt 2h 55m.

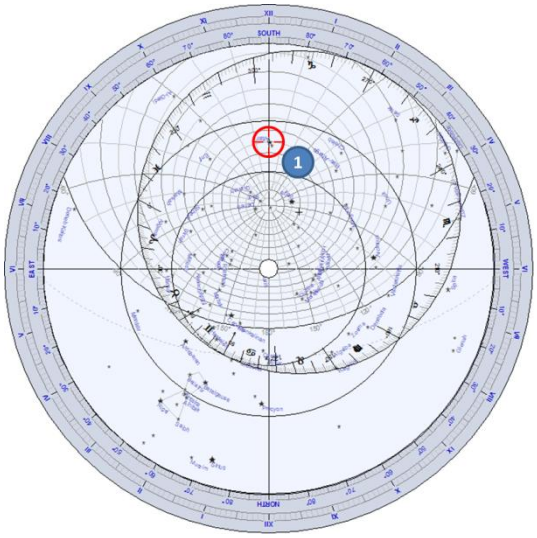


Um die Aufgangszeit des Sterns zu finden, bewegen Sie die Rete bis Vega auf der linke Seite des Astrolabiums (Morgenseite) den Horizontkreis berührt (6).

Stellen Sie das Lineal auf 178° ekliptikale Länge (7) ein.

Lesen Sie am Limbus (8) die zugehörige Sonnenzeit ab. Sie beträgt hier zwischen 10h35m und 10h40m.

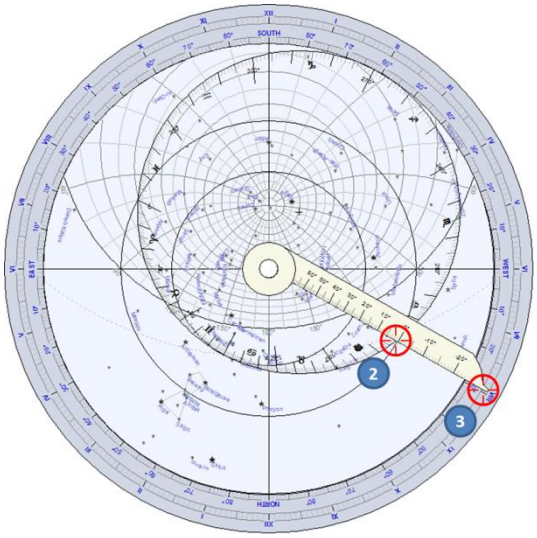
Bestimmung der Kulmination eines Sterns für ein bestimmtes Datum



Als Beispiel soll nun ein Astrolabium gefertigt für Florenz, Italien (geographische Breite 43° 46' N) dienen. Um welche Zeit kulminiert der Stern Altair, der Hauptstern des Sternbilds Adler, am 21. September?

Auf der Rückseite des Astrolabiums finden wir die ekliptikale Länge der Sonne für dieses Datum auf dieselbe Weise wie im vorangegangenen Beispiel. Sie beträgt 178°.

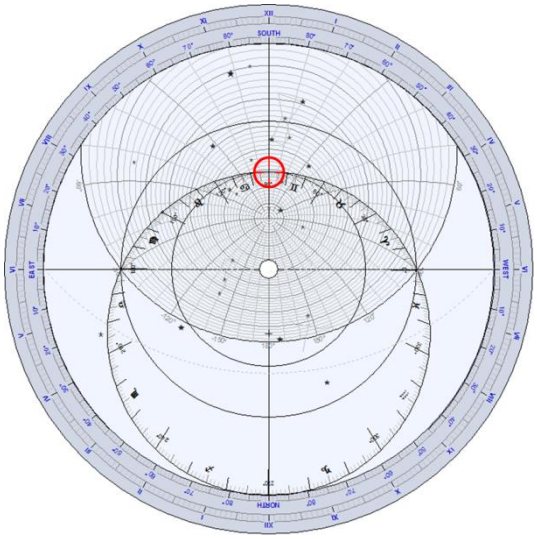
Drehen Sie auf der Vorderseite des Astrolabiums die Rete, sodass Altair auf der Meridianlinie liegt, zwischen dem Pol und Süden (1).



Stellen Sie das Lineal auf die ekliptikale Länge von 178° ein (2).

Lesen Sie die zugehörige Sonnenzeit am Limbus (3) ab. Sie beträgt zwischen 19h55m und 20h.

Bestimmung der maximal möglichen Sonnenhöhe für einen Beobachtungsort



Als Beispiel soll nun ein Astrolabium gefertigt für Delft, Niederlande (geographische Breite 52° 00' N) dienen.

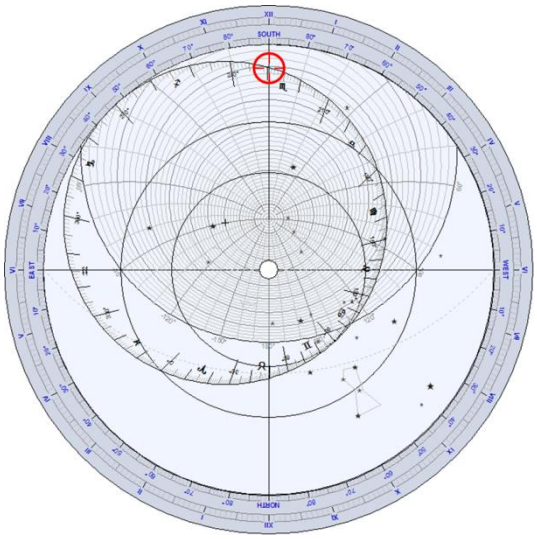
Bringen Sie die 90°-Markierung der Ekliptik mit der Meridianlinie zur Deckung und lesen Sie die zugehörige Höhe an den Almukantaraten (Höhenkreisen) ab.

Die 90°-Markierung ist jener Punkt wo die Ekliptik tangential ist zum Wendekreis des Krebses: dies entspricht dem Zeitpunkt der Sommersonnenwende in der nördlichen Hemisphäre.

Man erhält eine Höhe von ca. 62°.

Der genaue Wert kann berechnet werden: 90° - 52° + 23.5° = 61.5°

Bestimmung der maximalen Sonnenhöhe am 12. November für einen vorgegebenen Beobachtungsort



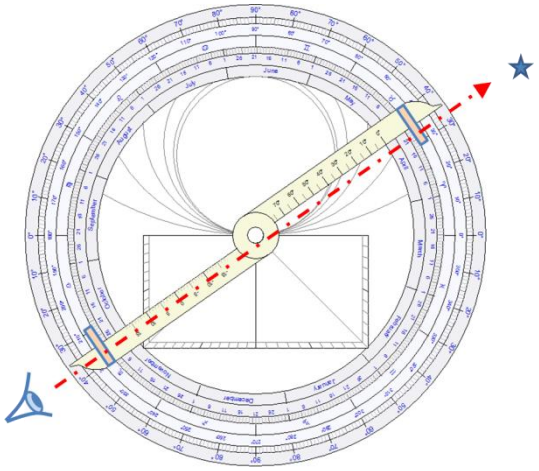
Der Beobachtungsort sei Delft, wie im vorangegangenen Beispiel.

Mithilfe der Rückseite des Astrolabiums finden wir, dass die ekliptikale Länge der Sonne am 12. November 229.5° beträgt.

Bringen Sie auf der Vorderseite des Astrolabiums die 229.5°-Markierung der Ekliptik mit der Meridianlinie in Übereinstimmung und lesen Sie die zugehörige Höhe an den Almukantaraten ab.

Wir erhalten eine Höhe von etwas mehr als 20°.

Die Uhrzeit aus der Höhe eines Gestirns an einem gegebenen Ort und Datum bestimmen

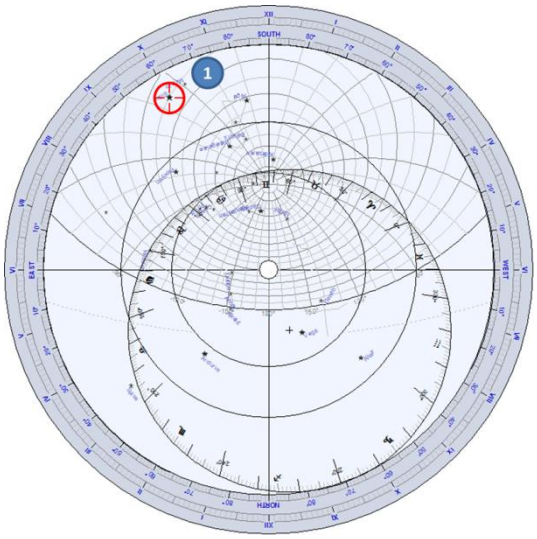


Für dieses Beispiel verwenden wir ein Astrolabium für Kairo in Ägypten bei 30° 02′ Nord. Gesucht sind die wahren Sonnenzeiten, zu denen Sirius am 20. April eine Höhe von 35° erreicht.

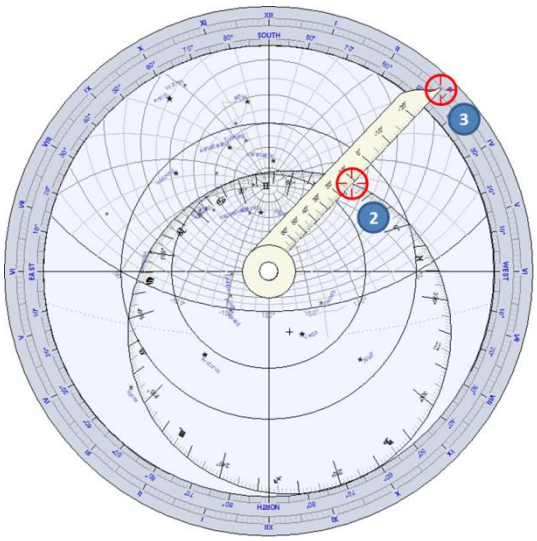
Dies ist eine grafische Übung. Eine mit dem Astrolabium ermittelte Lösung bedeutet nicht zwangsläufig, dass der Stern tatsächlich beobachtet werden kann, insbesondere wenn die Sonne über dem Horizont steht.

Bei einer nächtlichen Beobachtung kann die Höhe eines Gestirns mit der Alhidade und den beiden durchbohrten Visieren auf der Rückseite gemessen werden. Halten Sie das Astrolabium dabei senkrecht, frei am Ring des Thrones aufgehängt.

Eruieren Sie mithilfe der Hinterseite des Astrolabiums die ekliptikale Länge der Sonne für das gewünschte Datum, den 20. April. Sie beträgt etwa 30°.

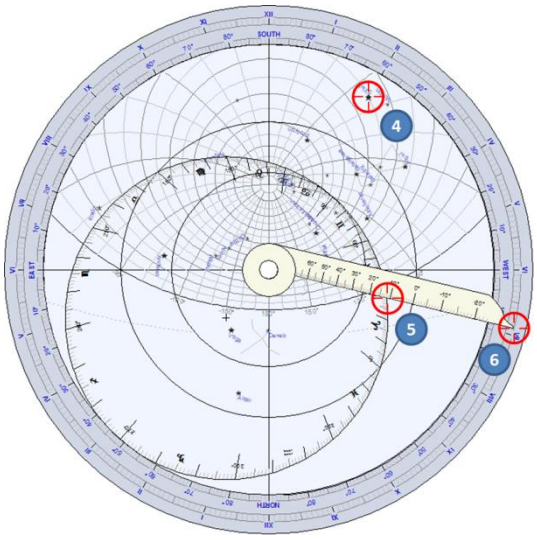


Drehen Sie die Rete so, dass der betreffende Stern auf dem Höhenkreis von 35° liegt.



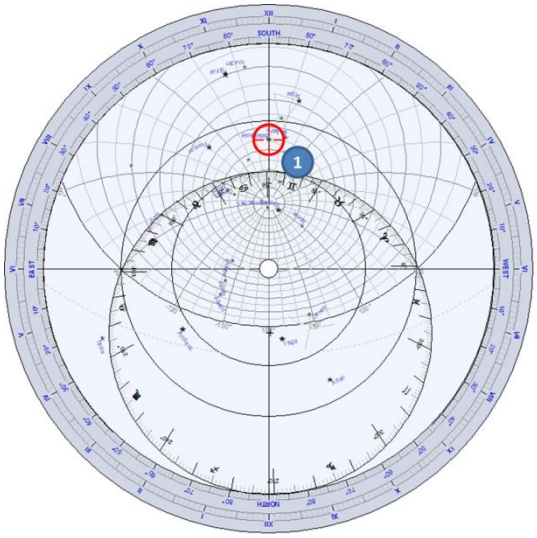
Dann drehen Sie das Lineal, sodass es die Ekliptik bei 30° schneidet (2).

In Verlängerung der Regula lesen Sie am Limbus ungefähr 14 h 55 wahre Sonnenzeit ab (3). Diese erste Lösung entspricht dem aufsteigenden Sirius, tritt aber bei Tageslicht ein.



Es gibt eine zweite Lösung: Bringen Sie Sirius auf den anderen Schnittpunkt mit dem Höhenkreis von 35° (4). Wenn Sie die Regula wieder auf 30° der Ekliptik stellen (5), lesen Sie ungefähr 18 h 55 wahre Sonnenzeit ab (6). Sirius befindet sich dann auf dem absteigenden Teil seiner täglichen Bahn.

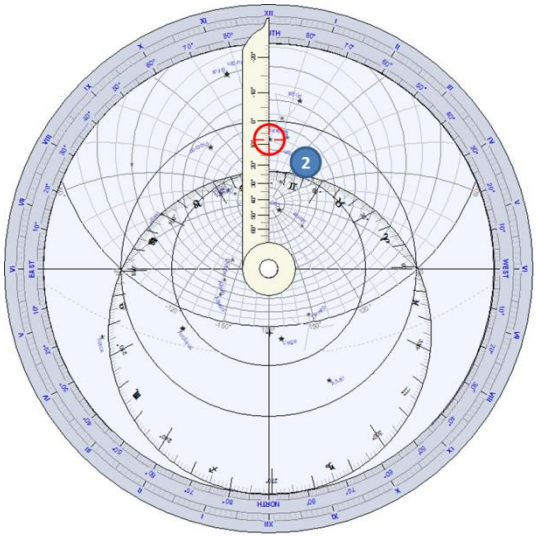
Bestimmung der Rektaszension und der Deklination eines Sterns



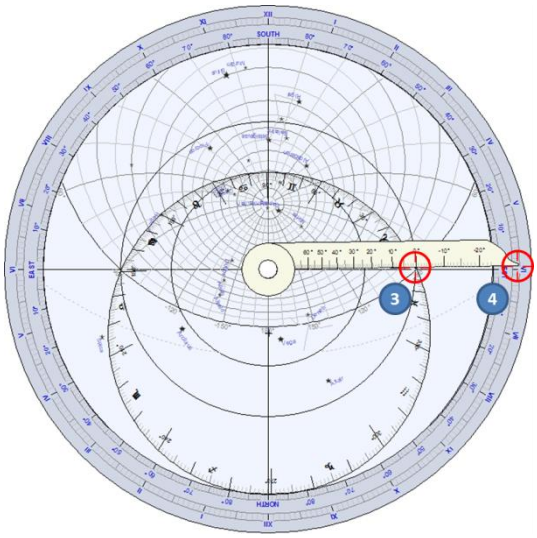
Als Beispiel soll nun ein Astrolabium gefertigt für Boston, USA (geographische Breite 42° 21' N) dienen.

Wir wollen die Rektaszension und die Deklination des Sterns Betelgeuze im Sternbild Orion finden.

Drehen Sie die Rete, um den Stern exakt auf der Meridianlinie (1) zu positionieren.



Richten Sie das Lineal auf den Stern aus und lesen Sie die zugehörige Deklination auf der Markierung des Lineals (2) ab. Sie beträgt etwa 8°.



Die Rektaszension wird durch die Richtung des Frühlingspunktes (Widder 0°) bestimmt. Stellen Sie das Lineal auf die ekliptikale Länge 0° (3) ein und lesen Sie die zugehörige Rektaszension auf dem Limbus (4) ab. Sie beträgt in diesem Beispiel etwa 5h 55m.

Die genauen Koordinaten des Sterns sind:

α = 5 h 55'

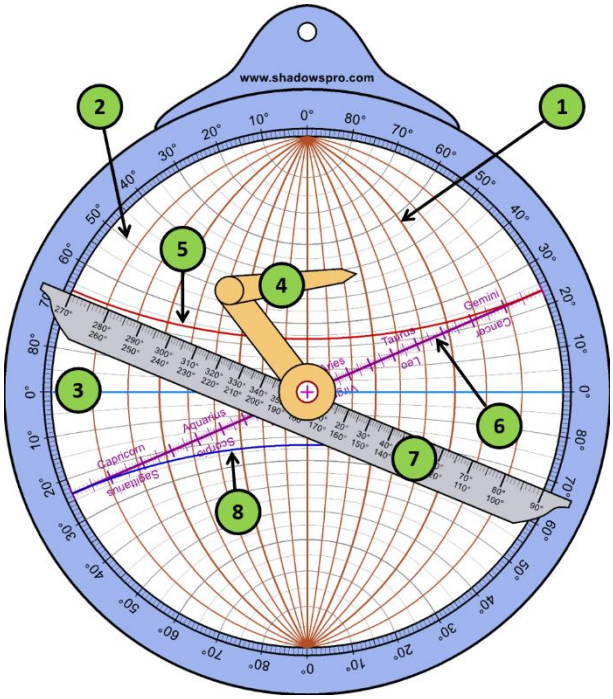
δ = 7° 25'.

Das Universalastrolabium Saphea Arzachelis

Beim planisphärischen Astrolabium hängt die Zeichnung der Einlegescheibe von der geografischen Breite des Beobachtungsortes ab. Für verschiedene Regionen werden daher passende Einlegescheiben benötigt. Das Universalastrolabium vermeidet diese Einschränkung: Eine einzige Zeichnung kann für jede geografische Breite verwendet werden.

Shadows bietet die Saphea Arzachelis an, die im 11. Jahrhundert vom arabisch-andalusischen Astronomen Al-Zarqali, auch Arzachel genannt, entwickelt wurde (um 1029–um 1087). Sie verwendet eine andere stereografische Projektion als das planisphärische Astrolabium. Projiziert wird von einem Äquinoktialpunkt auf die Ebene des Solstitialkolurs, die durch die Himmelspole und die Sonnenwendpunkte verläuft.

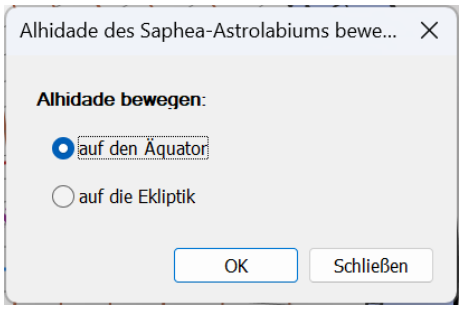
Äquator und Ekliptik erscheinen dabei als zwei Durchmesser, die einen Winkel von 23,44° bilden – die Schiefe der Ekliptik. Mit der Alhidade und ihrem Gelenkzeiger lassen sich insbesondere Gestirnskoordinaten zwischen dem ekliptikalen und dem äquatorialen System umrechnen.



1. Meridian
2. Parallelen
3. Äquator
4. Brachiolus (Gelenkzeiger)
5. Wendekreis des Krebses
6. Ekliptik
7. Drehbare Alhidade
8. Wendekreis des Steinbocks

Die Alhidade dreht sich um den Mittelpunkt des Astrolabiums. Ziehen Sie mit der Maus eines ihrer bei 90° und 270° markierten Enden oder verwenden Sie CTRL-↑ beziehungsweise CTRL-↓. Die Skala dient zum Bestimmen von Winkelpositionen; ihre Bedeutung hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

Ein Doppelklick auf die Alhidade oder den Hintergrund des Astrolabiums öffnet einen Dialog:



Darin lässt sich die Alhidade genau auf den Äquator oder die Ekliptik einstellen.

Der Zeiger, auch Brachiolus genannt, besteht aus zwei gelenkig verbundenen Teilen. Ziehen Sie seine Spitze mit der Maus auf einen Gitterpunkt. Wenn Sie anschließend die Alhidade drehen, bewegt sich der Zeiger mit ihr. Auch die Tastatur kann verwendet werden: CTRL-SHIFT-← und CTRL-SHIFT-→ drehen ihn um den Mittelpunkt; CTRL-SHIFT-↑ und CTRL-SHIFT-↓ verlängern oder verkürzen den Arm.

Für eine Koordinatenumrechnung stellen Sie zunächst die Spitze auf die Ausgangskoordinaten und bewegen dann nur die Alhidade. Die Gelenkstellung des Zeigers muss während dieser Drehung unverändert bleiben. Seine neue Position zeigt die gesuchten Koordinaten an.

Das Koordinatennetz ablesen

Das Netz enthält zwei Kurvenscharen: Meridiane und Breitenkreise. Mit ihnen lässt sich ein Punkt durch zwei Koordinaten bestimmen.

Bei äquatorialen Koordinaten dienen die Meridiane zum Ablesen der Rektaszension α und die Breitenkreise zum Ablesen der Deklination δ. In der für die folgende Umrechnung verwendeten Ausgangsstellung werden mit demselben Netz die ekliptikale Länge λ und Breite β eingestellt.

Ekliptikale Breite und Deklination besitzen ein Vorzeichen. Eine positive ekliptikale Breite liegt nördlich der Ekliptik, eine positive Deklination nördlich des Himmelsäquators. Negative Werte liegen südlich der jeweiligen Ebene.

Die Rektaszension kann in Grad oder Stunden angegeben werden: 360° entsprechen 24 h, also 15° einer Stunde. Teilen Sie einen Winkel in Grad durch 15, um Stunden zu erhalten. Beispielsweise entsprechen 72° einer Rektaszension von 4 h 48 min.

Manche Skalen tragen mehrere Zahlenwerte. Folgen Sie der Skala für die gesuchte Koordinate und achten Sie auf den richtigen Quadranten. Eine Zahl ohne Berücksichtigung ihrer Position in der Zeichnung kann zu einer Verwechslung zweier Richtungen führen.

Die verschiedenen Systeme werden in den Abschnitten Äquatoriale Koordinaten und Ekliptikale Koordinaten erläutert.

Die Saphea Arzachelis ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Rückseite des Astrolabiums

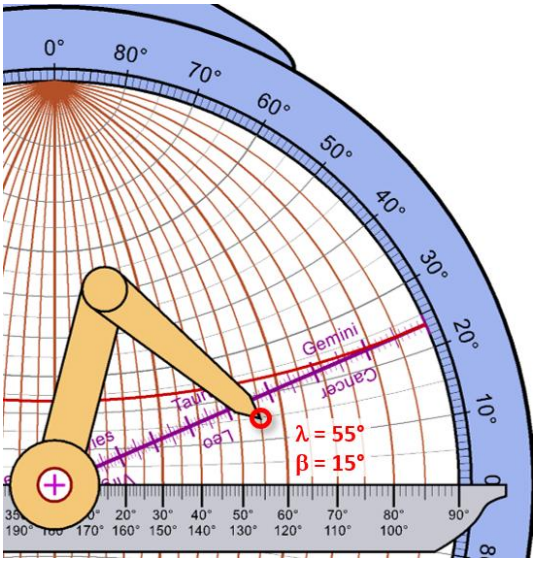
Die Rückseite der Saphea Arzachelis entspricht derjenigen des planisphärischen Astrolabiums.

Anwendungen der Saphea Arzachelis

Koordinatenumrechnung zwischen Ekliptiksystem und Äquatorsystem

Das ekliptikale und das äquatoriale System beziehen sich auf die Ekliptik beziehungsweise den Himmelsäquator. Bei der Umrechnung wird dieselbe Richtung in zwei gegeneinander geneigten Bezugsebenen ausgedrückt. Sie hängt nicht von der geografischen Breite des Beobachtungsortes ab.

Betrachten wir ein fiktives Gestirn mit ekliptikaler Länge λ = 55° und ekliptikaler Breite β = +15°. Gesucht sind seine Rektaszension und Deklination.

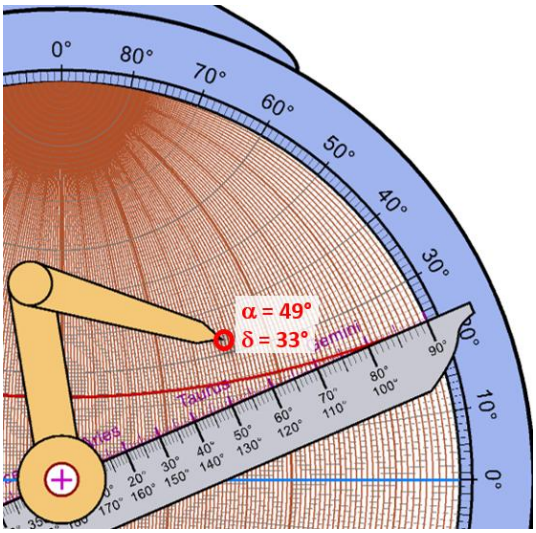


1. Die Alhidade waagerecht stellen

Richten Sie die Alhidade auf dem Durchmesser aus, der den Äquator darstellt.

2. Den Zeiger einstellen

Stellen Sie die Spitze des Brachiolus auf den Schnittpunkt des Meridians 55° mit dem Breitenkreis +15° oberhalb des waagerechten Durchmessers. Dieser Punkt entspricht den ekliptikalen Ausgangskoordinaten.



3. Die Alhidade zur Ekliptik drehen

Ziehen Sie ein Ende der Alhidade, bis sie auf dem schrägen Ekliptikdurchmesser liegt. Der Zeiger muss sich ohne Veränderung seiner Gelenkstellung mitbewegen. Der Drehwinkel entspricht der Schiefe der Ekliptik von ungefähr 23,44°.

4. Die äquatorialen Koordinaten ablesen

Folgen Sie von der neuen Zeigerspitze aus dem Meridian zur Rektaszensionsskala und dem Breitenkreis zur Deklinationsskala. Sie erhalten ungefähr 49° Rektaszension, also 3 h 16 min, und eine Deklination von etwa +33°.

Zum Vergleich: Die Berechnung ergibt ungefähr α = 48,35°, also 3 h 13 min, und δ = +33,5°. Die Genauigkeit der grafischen Ablesung hängt von der Zeigereinstellung und der Feinheit der Skalen ab.

Die Umrechnung funktioniert in beide Richtungen. Für äquatoriale Ausgangskoordinaten richten Sie die Alhidade zunächst auf der Ekliptik aus, stellen die Spitze des Brachiolus auf Rektaszension und Deklination und drehen anschließend die Alhidade waagerecht, ohne die Gelenkstellung zu verändern.

Sonnenkoordinaten zu den Sonnenwenden bestimmen

Hier nehmen wir an, dass die Sonne auf der Ekliptik liegt; ihre ekliptikale Breite ist also null. Die Ausgangsposition wird auf dem waagerechten Durchmesser bei der gewünschten ekliptikalen Länge eingestellt. Zur Junisonnenwende beträgt diese Länge 90°. Stellen Sie die Alhidade waagerecht und die Zeigerspitze auf λ = 90°, β = 0°. Drehen Sie dann die Alhidade zur Ekliptik, ohne die Gelenkstellung zu verändern.

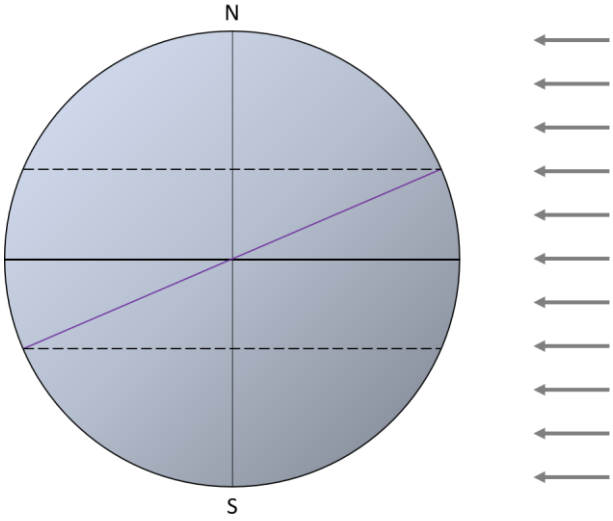
Sie erhalten eine Rektaszension von 90°, also 6 h, und eine Deklination von ungefähr +23,44°. Dies entspricht dem nördlichen Wendekreis. Zur Dezembersonnenwende beträgt die ekliptikale Länge 270°. Dieselbe Umrechnung ergibt eine Rektaszension von 270°, also 18 h, und eine Deklination von ungefähr −23,44°, entsprechend dem südlichen Wendekreis.

Mit diesen beiden Positionen können Sie die Leserichtung der Skalen und das Vorzeichen der Deklination überprüfen.

Das Universalastrolabium von Rojas

Auch das Astrolabium von Rojas ist universell: Dieselbe Zeichnung ist für jede geografische Breite nutzbar, ohne die Einlegescheibe zu wechseln. Benannt ist es nach dem spanischen Mathematiker Juan de Rojas y Sarmiento, der 1550 eine Abhandlung darüber veröffentlichte. Rojas war Schüler von Gemma Frisius, einem weiteren bekannten Astrolabienbauer in Löwen.

Wie die zuvor beschriebene Saphea Arzachelis ermöglicht dieses Instrument die grafische Lösung astronomischer Koordinatenaufgaben. Es unterscheidet sich jedoch durch seine orthografische Projektion von der stereografischen Projektion des planisphärischen Astrolabiums.



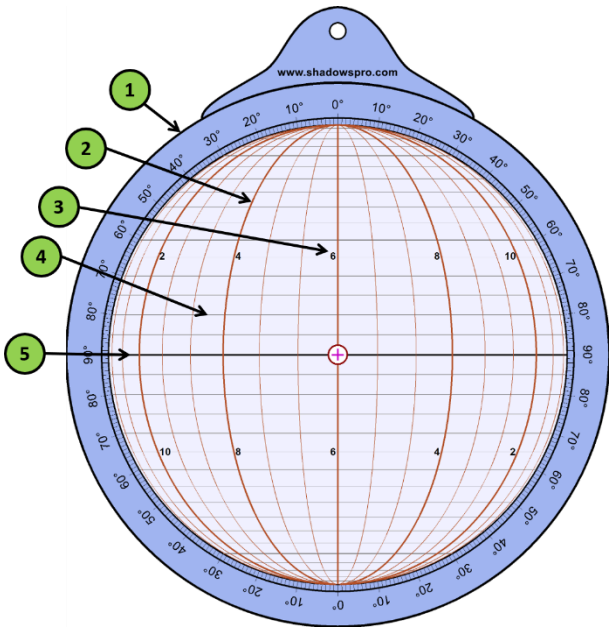
Die Projektion erfolgt mit parallelen Strahlen, als läge der Beobachter im Unendlichen in der Äquatorebene. Daraus ergibt sich das charakteristische Linienbild.

Breitenkreise werden als Strecken parallel zum Äquator dargestellt, Meridiane als Ellipsenbögen.

Äquator und Ekliptik erscheinen als zwei Durchmesser mit einem Winkel von ungefähr 23,44°, der Schiefe der Ekliptik.

Shadows bietet dieses Astrolabium ab Version 6 an. Es besitzt eine drehbare Alhidade mit einem dazu senkrechten Schiebelineal. Mit diesen beiden beweglichen Teilen lassen sich Punkte im Netz bestimmen und Koordinaten umrechnen.

Das Astrolabium von Rojas ist nur in Shadows Pro verfügbar.



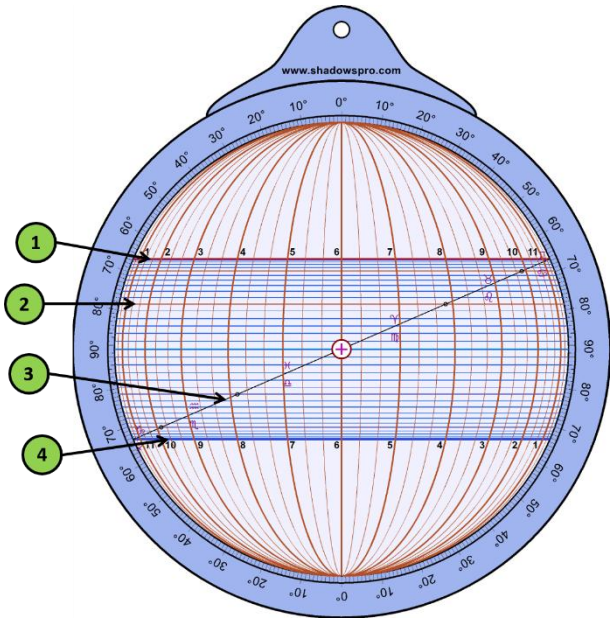
1 – Der Limbus ist von den Polen aus in Grad geteilt. Im oberen Bereich wird durch Drehen der Alhidade die geografische Breite eingestellt. Der untere Bereich dient zum Messen der Höhe eines Gestirns.

2 – Die Meridiane verlaufen zwischen den Polen. Sie können im Abstand von 1°, 2°, 5°, 10° oder 15° dargestellt werden.

3 – Die wahre Sonnenzeit ist an den entsprechenden Meridianen oberhalb und unterhalb der Wendekreise angegeben.

4 – Die Breitenkreise können im Abstand von 1°, 2°, 5° oder 10° dargestellt werden.

5 – Der Äquator.



Wenn die Ekliptik eingeblendet wird, erscheinen Skalen für die ekliptikale Länge.

1 – Nördlicher Wendekreis.

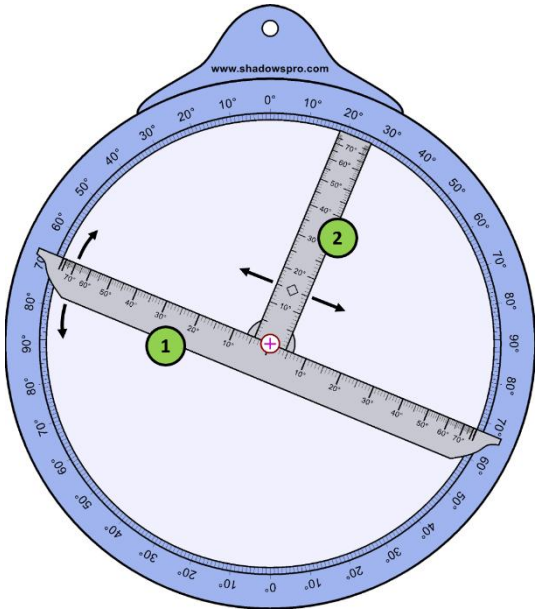
2 – Breitenkreis für 30° ekliptikale Länge.

3 – Ekliptik.

4 – Südlicher Wendekreis.

Wenn die gewöhnlichen Breitenkreise ausgeblendet sind, werden Kreise für die Sonnendeklinationen bei ekliptikalen Längen in 5°-Schritten gezeichnet. Andernfalls beträgt der Abstand 30°, damit die Zeichnung übersichtlich bleibt.

Vielfache von 30° ekliptikaler Länge entsprechen den Grenzen der Tierkreiszeichen. Ihre Positionen sind auf der Ekliptik mit Punkten markiert. Die zugehörigen Breitenkreise stellen dieselben Sonnendeklinationen dar wie die Tierkreis-Deklinationslinien einer Sonnenuhr.



Das Astrolabium von Rojas besitzt folgende bewegliche Teile:

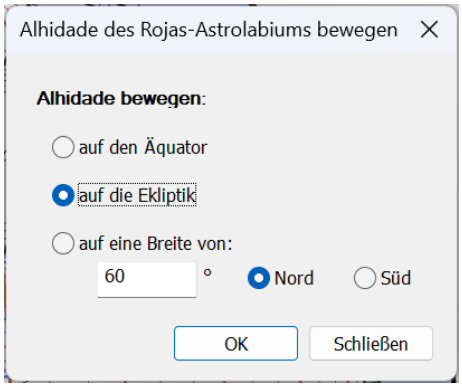
1 – Die Alhidade dreht sich um den Mittelpunkt. Ihre Ausrichtung legt die Bezugsrichtung für die jeweilige Aufgabe fest. In den folgenden Umrechnungsbeispielen wird sie nacheinander auf den Äquator und die Ekliptik gestellt.

Sie lässt sich durch Ziehen eines ihrer Enden mit der Maus oder mit den Tastenkombinationen CTRL-↑ und CTRL-↓ drehen.

2 – Das Schiebelineal bleibt senkrecht zur Alhidade und wird entlang dieser verschoben. Seine Stellung und seine Skala bestimmen einen Punkt im Koordinatennetz.

Ziehen Sie zum Verschieben die Raute zwischen den Markierungen 10° und 20° oder verwenden Sie CTRL-← und CTRL-→.

Ein Doppelklick auf die Alhidade oder den Hintergrund des Astrolabiums öffnet einen Dialog:



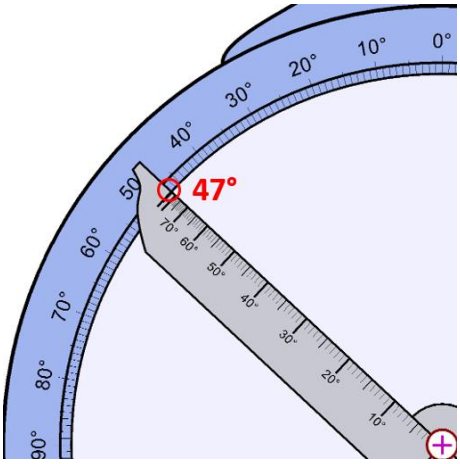
Darin lässt sich die Alhidade genau auf den Äquator oder die Ekliptik einstellen.

Rückseite des Astrolabiums

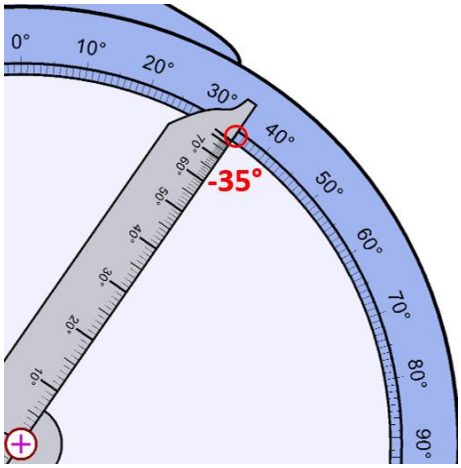
Die Rückseite des Astrolabiums von Rojas entspricht derjenigen des planisphärischen Astrolabiums und der Saphea Arzachelis.

Die geografische Breite einstellen

Zum Einstellen der geografischen Breite dienen die linke Seite der Alhidade und der obere Teil des Limbus. Nördliche Breiten werden auf der linken, südliche Breiten auf der rechten Seite des Limbus eingestellt.



47° nördliche Breite



35° südliche Breite

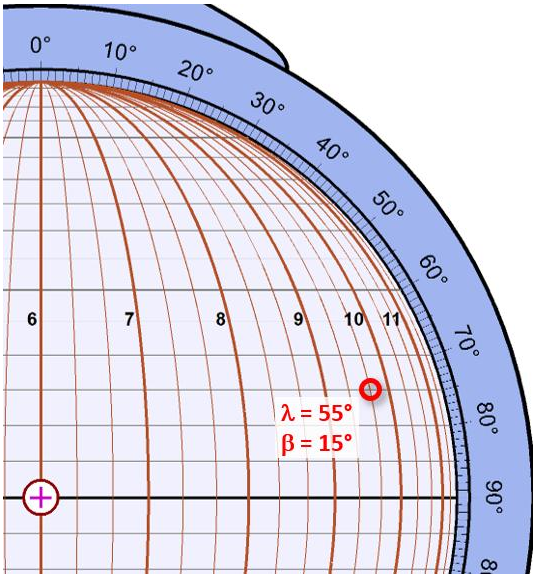
Das Astrolabium von Rojas dient vor allem zum Umrechnen von Koordinaten zwischen verschiedenen Systemen.

Durch die Projektion können unterschiedliche Richtungen der Himmelskugel auf denselben Bildpunkt fallen. Beachten Sie daher den Quadranten und die Zählrichtung der Koordinaten. Die grafische Position allein beseitigt nicht immer jede Mehrdeutigkeit.

Definitionen finden Sie in den Abschnitten Äquatoriale Koordinaten und Ekliptikale Koordinaten.

Anwendungen des Universalastrolabiums von Rojas

Ekliptikale in äquatoriale Koordinaten umrechnen

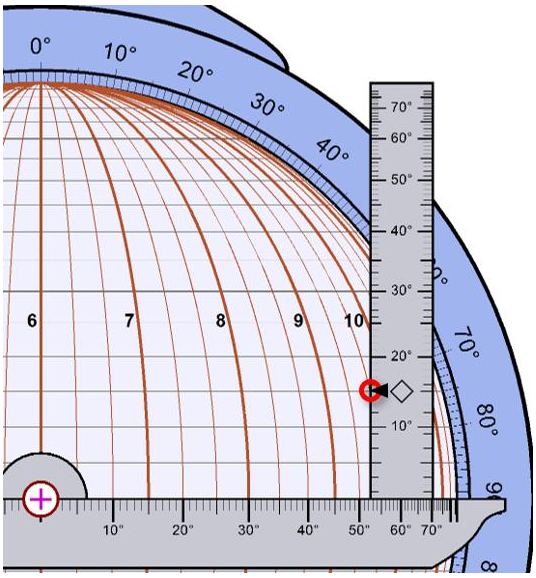


Betrachten wir ein fiktives Gestirn mit ekliptikaler Länge λ = 55° und ekliptikaler Breite β = +15°. Gesucht sind die Rektaszension α und die Deklination δ.

Diese Umrechnung hängt nicht von der geografischen Breite des Beobachters ab.

1. Die Ausgangskoordinaten bestimmen

Suchen Sie im Koordinatennetz der Einlegescheibe den Punkt λ = 55°, β = +15°.

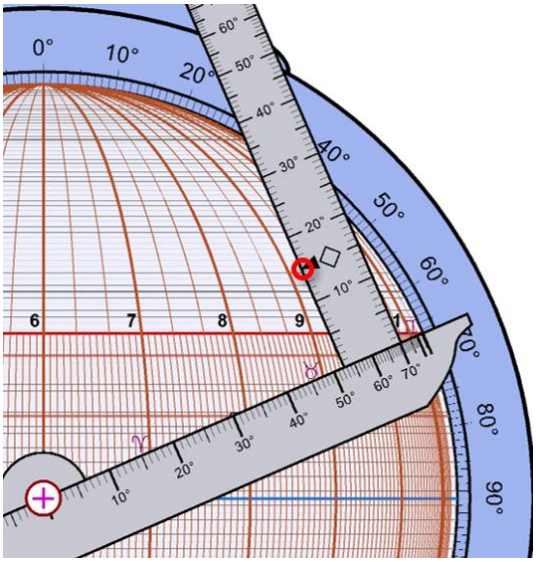


2. Das Schiebelineal einstellen

Stellen Sie die Alhidade waagerecht auf den Äquator und verschieben Sie das Lineal, bis seine skalierte Kante durch den markierten Punkt verläuft.

Die Stellung des Lineals auf der Alhidade entspricht dann ungefähr 52,5°. Der markierte Punkt liegt gegenüber der 15°-Markierung des Lineals.

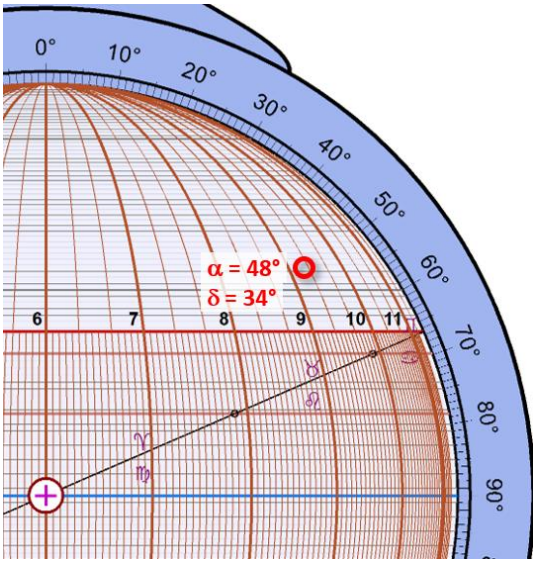
Der Wert auf der Alhidade entspricht nicht unmittelbar der ekliptikalen Ausgangslänge. Dass Sie ungefähr 52,5° statt 55° ablesen, ist daher richtig und folgt aus der orthografischen Projektion.



3. Die Alhidade auf die Ekliptik drehen

Drehen Sie die Alhidade auf die Ekliptik. Behalten Sie dabei die Stellung des Schiebelineals auf der Alhidade und denselben Bezugspunkt auf dem Lineal bei.

Blenden Sie das Netz zum Ablesen von Rektaszension und Deklination ein. Verändern Sie dabei weder die Alhidade noch das Schiebelineal.



4. Die äquatorialen Koordinaten ablesen

Sie lesen eine Rektaszension von ungefähr 48°, also 3 h 12 min, ab.

Für die Deklination folgen Sie dem Breitenkreis durch den markierten Punkt bis zum Limbus. Der dort abgelesene Wert von ungefähr 56° wird vom Pol aus gezählt. Da die Deklination vom Äquator aus gemessen wird, ergibt sich:

$$\delta \approx 90° - 56° = +34°$$

Das Vorzeichen ist positiv, weil der Punkt nördlich des Himmelsäquators liegt.

Diese grafisch ermittelten Werte liegen nahe den für dasselbe Beispiel bei der Saphea Arzachelis berechneten Werten: ungefähr 48,35° Rektaszension und +33,5° Deklination.

Nautisches Astrolabium

Das nautische Astrolabium ist hier vor allem als gestalterisch interessantes Objekt enthalten. Seine Anwendungen beschränken sich im Wesentlichen auf Höhen- und Horizontalwinkelmessungen.

Es besteht aus einem in Grad geteilten Ring, dem Limbus, und einer drehbaren Alhidade mit zwei durchbohrten Visieren zum Anpeilen eines Sterns oder eines Geländepunkts. Die Visiere liegen auf einem Durchmesser und sind auf den Mittelpunkt ausgerichtet.

Halten Sie das Astrolabium am Ring des Thrones, sodass die 0°-Markierungen waagerecht liegen. Drehen Sie die Alhidade auf das Ziel und lesen Sie dessen Höhe am Limbus ab.

Auf der Nordhalbkugel liefert die Höhe des Polarsterns einen Näherungswert für die geografische Breite, weil dieser Stern nahe dem nördlichen Himmelspol steht.

Die geografische Breite lässt sich auch aus der Sonnenhöhe am wahren Mittag bestimmen, sofern die Sonnendeklination am Beobachtungstag bekannt ist. Es gilt:

$$h = 90° - |\phi - \delta|$$

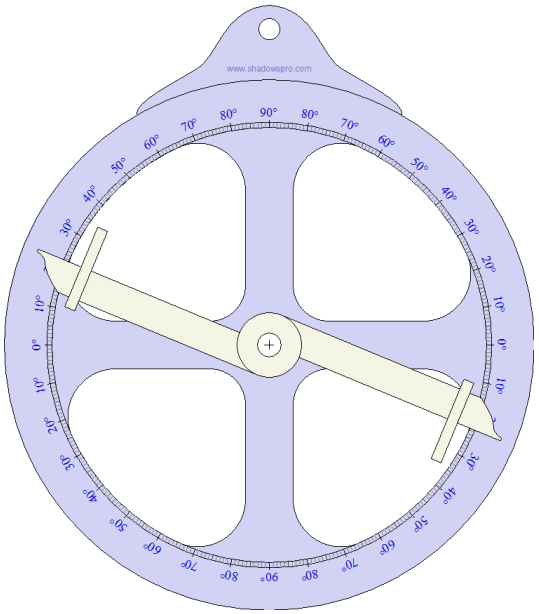
Dabei ist h die Sonnenhöhe, ϕ die geografische Breite und δ die Sonnendeklination. Breiten und Deklinationen sind nach Norden positiv. Um die Mehrdeutigkeit aufzulösen, muss außerdem notiert werden, ob die Sonne südlich oder nördlich des Beobachters durch den Meridian geht. Bei einem südlichen Durchgang gilt beispielsweise $\phi = 90° - h + \delta$.

Sehen Sie zum Messen der Sonnenhöhe niemals durch die Visiere direkt in die Sonne. Verwenden Sie die Alhidade zur Projektion: Richten Sie das Instrument so aus, dass das Licht durch die Öffnung des einen Visiers auf die Öffnung des anderen fällt.

Waagerecht verwendet, kann das Instrument den Winkel zwischen zwei Geländepunkten bestimmen, beispielsweise für eine Küstenvermessung vom Meer aus.

Nautische Astrolabien bestanden meist aus Bronze oder Messing, um der korrosiven Meeresluft zu widerstehen. Ihre Materialstärke gab ihnen genügend Gewicht zur Stabilisierung; Aussparungen in der Mitte verringerten den Windangriff. Zusätzliche Masse im unteren Bereich verbesserte die Stabilität weiter.

Das nautische Astrolabium ist ein Vorläufer des Sextanten, der später genauere Messungen ermöglichte.



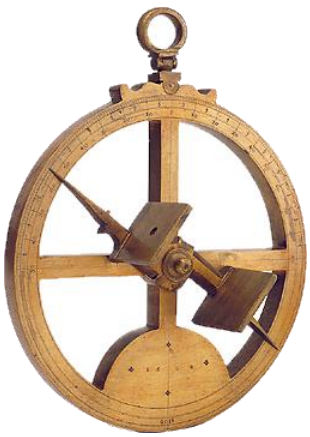
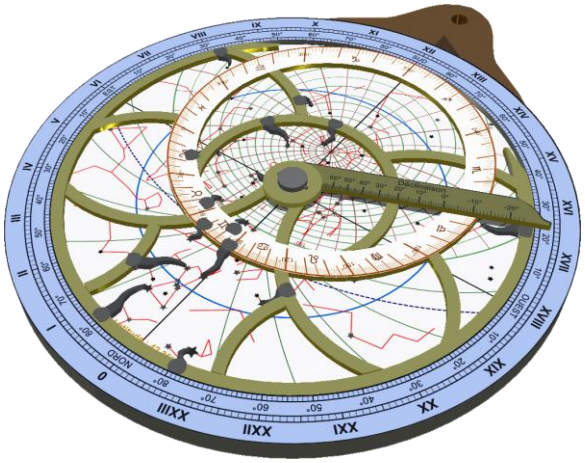


Foto: Museum of history of science, Oxford

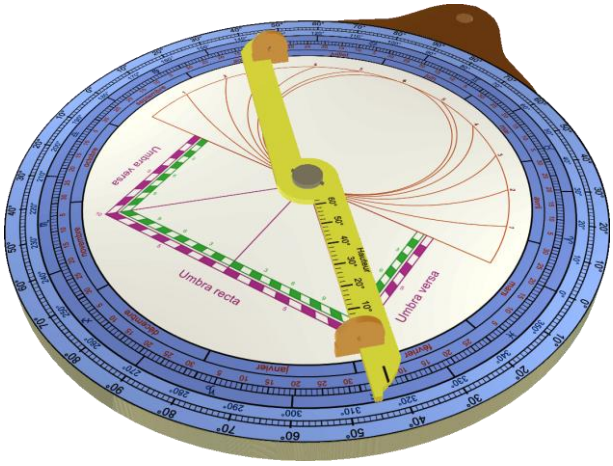
Das Nautische Astrolabium ist in Shadows Expert und in Shadows Pro verfügbar.

3D-Darstellung von Astrolabien

Das planisphärische Astrolabium lässt sich mit allen beweglichen Teilen auf Vorder- und Rückseite in 3D darstellen.



Planisphärisches Astrolabium in 3D, Vorderseite



Planisphärisches Astrolabium in 3D, Rückseite

Alhidade, Regula und Rete lassen sich in der 3D-Ansicht mit folgenden Tastenkombinationen bewegen:

- CTRL-↑ und CTRL-↓: Rete auf der Vorderseite drehen
- CTRL-→ und CTRL-←: Regula auf der Vorderseite drehen
- CTRL-SHIFT-→ und CTRL-SHIFT-←: Alhidade auf der Rückseite drehen

BUCH 3 – EINFÜHRUNG IN SHADOWS

Einleitung

Shadows ist ein Programm zur Berechnung von Sonnenuhren und Astrolabien. Es wurde in Frankreich von François Blateyron entworfen und wird von ihm weiterentwickelt. Im Jahr 2027 ist Shadows seit 30 Jahren im Internet verfügbar!

Dem Benutzer werden alle notwendigen Elemente zum Bauen, Ausrichten, Lesen und Verstehen beliebiger Sonnenuhrtypen geliefert. Es ermöglicht das Zeichnen der verschiedenen Teile eines Astrolabiums und das Bewegen der mobilen Teile am Bildschirm. Shadows liefert auch die kompletten Sonnenephemeriden sowie einige Grafiken und Werkzeuge mit Bezug zur Sonne. Es ist ein ausgezeichnetes didaktisches Werkzeug für Lehrer, Animateure und Jugendliche.

Shadows ist auf Standardniveau ein sogenanntes Freeware-Programm. Unter der Voraussetzung, dass Sie alle Dateien, inklusive Installationsprogramm und Dokumentation, beisammen lassen, können Sie es nicht nur persönlich benutzen, sondern auch an Freunde weitergeben. Diese Standardversion ist schon sehr umfangreich und enthält sehr nützliche Funktionen zum Konstruieren vieler Sonnenuhrtypen.

Shadows Expert richtet sich an Anwender, die anspruchsvollere Sonnenuhren entwerfen und erweiterte Funktionen nutzen möchten. Shadows Pro bietet erfahrenen Amateuren, professionellen Anwendern und allen Neugierigen sämtliche Funktionen, einschließlich Astrolabien und 3D-Darstellungen.

Diese beiden erweiterten Versionen stehen nach dem Erwerb einer Lizenz unter www.shadowspro.com/licence zur Verfügung.

Halten Sie sich auf dem Laufenden bezüglich neuer Versionen: www.shadowspro.com

www.shadowspro.com https://www.shadowspro.com/

Shadows erlaubt auch den automatischen Hinweis auf eine neue Version, sobald diese im Netz zur Verfügung steht. Der Computer muss dazu am Internet angeschlossen sein. Falls eine neue Version verfügbar ist, werden Sie durch eine Nachricht gebeten, die entsprechende Seite zu besuchen. Diese Funktion kann auch manuell gestartet werden:

Hilfe > Überprüfen ob eine neue Version verfügbar ist … 

In der PDF-Version dieses Handbuches, klicken Sie hier, um zum Inhaltsverzeichnis zu gelangen.

Installation von Shadows am PC

Shadows wird für Windows® 11 entwickelt und getestet.

Das Programm bleibt mit Windows 10, Windows 8 und Windows 7 kompatibel, wird aber auf diesen Plattformen nicht gesondert getestet. Shadows ist eine 64-Bit-Anwendung und benötigt eine 64-Bit-Version von Windows.

Unter bestimmten Voraussetzungen kann Shadows auch unter macOS mit Wine oder in virtuellen Maschinen wie Parallels Desktop oder VMware betrieben werden. Version 6 wurde auf einem Windows-11-ARM-PC mit einem Snapdragon-Prozessor von Qualcomm getestet. Shadows läuft dort mit etwas geringerer Leistung. Auf Macs mit Apple-Silicon-Prozessoren (M1, M2 usw.) wurde es nicht getestet; Anwender sollten dies vorab mit der kostenlosen Version prüfen. Technischer Support wird ausschließlich für Windows x64 angeboten.

Instruktionen zur Installation von Shadows

Laden Sie die aktuelle Version unter www.shadowspro.com/licence herunter. Die Datei shadows.exe ist das Installationsprogramm, das Shadows auf Ihrem PC einrichtet und die Dokumentation installiert.

1. Installation starten
    a. Während der Installation Sprache wählen und auf Weiter klicken
    b. Endanwender-Lizenzvereinbarung lesen; bei Annahme: Ich verstehe… und dann Weiter klicken
    c. Weiter klicken, es sei denn, Sie möchten das Programm auf einer anderen Festplatte installieren; in diesem Fall der Anleitung am Bildschirm folgen.
    d. Wählen Sie die gewünschten Icon-Optionen aus und dann Weiter klicken
    e. Ende der Installation abwarten.
    f. Anschließend Finish drücken.
2. Das Programm ist jetzt installiert.
    a. Nach der Installation können Sie Shadows über das Startmenü von Windows starten.
    b. Unter Windows 8 und Windows 10/11: Shadows im SUCHEN-Feld eintippen, oder durch Anlegen eines Symbols auf dem Desktop.

Installation der Shadows-Lizenz

Eine bestellte Lizenz für Shadows Expert oder Shadows Pro wird ausschließlich per E-Mail als verschlüsselte Textdatei geliefert.

1. Speichern Sie die Lizenzdatei im Verzeichnis Documents\Shadows Data.
2. Starten Sie Shadows; Sie werden u.a. aufgefordert, die Lizenz mit Ihrem PC zu verknüpfen (siehe unten)

WICHTIG! Hinterlegen Sie eine Kopie Ihrer Lizenz an einem sicheren Ort für den Fall einer notwendigen Neuinstallation bei Harddisk Problemen oder einer PC-Neuanschaffung!

Verknüpfung der Lizenz auf den PC

Die Lizenz muss Ihrem PC zugeordnet werden. Bei aktiver Internetverbindung geschieht dies automatisch. Ist die Lizenz installiert, aber noch nicht zugeordnet, erscheint beim Programmstart ein Dialog. Bestätigen Sie über das Kontrollkästchen, dass Sie der Lizenzinhaber sind, und klicken Sie auf Lizenz diesem PC zuordnen.

Nach der Zuordnung ist keine Internetverbindung mehr erforderlich. Falls dabei ein Kommunikationsfehler auftritt, lesen Sie den folgenden Abschnitt zur manuellen Lizenzzuordnung.

Die Zuordnung beruht auf einer Hardware- und Softwarekennung Ihres PCs. Diese kann sich beispielsweise bei einer Neuinstallation oder bestimmten Aktualisierungen von Windows, beim Festplattentausch oder beim Wechsel des PCs ändern. Stimmt sie nicht mehr mit der in der Lizenz gespeicherten Kennung überein, muss die Lizenz erneut zugeordnet werden. Shadows Pro erlaubt zwei Zuordnungen, Shadows Expert eine. Sind keine mehr frei, erneuern Sie den Wartungsvertrag. Ist dieser noch gültig, genügt eine Nachricht an den Autor.

Manuelles Verknüpfen der Lizenz

Wenn Sie keine Internetverbindung haben oder wenn ein Kommunikationsfehler während der Verknüpfung angezeigt wird, müssen Sie ein E-Mail an fblateyron@shadowspro.com senden mit der Textdatei aus Dokumente\Shadows Data\Association. Ihre Lizenz für die manuelle Verknüpfung wird Ihnen mit E-Mail zugesandt. Sie müssen diese nach Dokumente\Shadows Data kopieren.

Danksagungen

Shadows wurde vollständig vom Autor François Blateyron entworfen und realisiert. Das Benutzerhandbuch, die Illustrationen und Fotografien stammen auch vom Autor.

Der Autor bekam die Julien-Saget-Medaille von der Société Astronomique de France (French Astronomical Society) und den Sawyer-Dialing-Preis von der NASS (North American Sundial Society).

Der Autor möchte all denen danken, die ihm bei der Entwicklung geholfen haben, sei es durch Zusendung von Anregungen, durch Testen des Programms oder durch Übersetzungen bzw. Texten, des Benutzerhandbuchs oder der Benutzeroberfläche.

Übersetzungen der Benutzeroberfläche wurde ehrenamtlich von folgenden Personen übernommen:

Englisch	Kollektiver Beitrag
Deutsch	Claudio Abächerli, Carmen & Axel Wittich, Sonja Lejeune, Marco Tomljanovich, Karl-Peter Emmelmann, Christian Haack, Hermann Dellwing, Rita Gautschy, Siegfried Netzband, Ignaz Lorenz
Spanisch	Carlos María Sánchez Rodríguez, Gilberto De Hoyos C, Jesús San José Hernández, Mario D. Crespo, Isabelle Blateyron, Rafael Rodríguez Martín, Vicente Javier Fernández Gallego, Eduardo Bolufer Catalá
Italienisch	Claudio Abächerli, Marco Tomljanovich, Federico Bettinzoli, Luigi Massimo Ghia
Portugiesisch	Hugo D. Valentim
Brasilianisches Portugiesisch	Hugo D. Valentim, Rogério Luís Brochado Abreu, Juarez Silveira Sant'Anna, Willyan Becker
Niederländisch	Fer J. De Vries, Thibaud Taudin-Chabot
Ungarisch	Tulok László
Russisch*	Serge Zukanov, Alexei Krutiakov
Slowenisch: Stane Accetto	Stane Accetto
Polnisch	Maciej Michalski, Mirosław Danch
Griechisch	Vangelis Skarmoutsos
Tschechisch	Jaromír Ciesla
Arabisch	Ahmed Ammar, Kamoun Sofien
Katalanisch	Gabriel Guix
Rumänisch	SRPAC / Radu Anghel & Dan-George Uza
Persisch	Mehdi Golchin
Ukrainisch	Viacheslav Pereverziev und KI*
Chinesisch (vereinfacht)	KI*
Japanisch	KI*

* Einige teilweise oder umfassendere Aktualisierungen der Benutzeroberflächenübersetzungen wurden mit Google Translate oder ChatGPT Plus Astra 6 erstellt.

Hilfsdateien wurden von folgenden Personen übersetzt:

Englisch	Kollektiver Beitrag
Deutsch	Karl-Peter Emmelmann, Siegfried Netzband, Nicolas Feierstein, Rita Gautschy, Hermann Dellwing, Rainer Boldhaus
Spanisch	Rafael Rodríguez Martín, Carlos María Sánchez Rodríguez, Vicente Javier Fernández Gallego
Italienisch	Marco Tomljanovich, Luigi Massimo Ghia
Brasilianisches Portugiesisch	Juarez Silveira Sant'Anna
Polnisch	Maciej Michalski
Tschechisch	Jaromír Ciesla

Ebenfalls vielen Dank an die vielen Nutzer, die beim Testen von Shadows mitwirkten, die Vorschläge für neue Funktionen machten oder Beiträge zur weltweiten Verbreitung von Shadows lieferten.

Funktionsumfang der drei Lizenzebenen

Shadows (freeware)

Die Grundversion von Shadows ist kostenlos.

Shadows ist in der Basisebene gratis. Diese Ebene beinhaltet schon einen sehr leistungsstarken Funktionssatz mit einer ausführlichen Dokumentation. Shadowsfunktionen dieser Grundversion sind:

- Ebene Sonnenuhren mit Polstab (horizontal, vertikal abweichend, äquatorial, polar, meridional),
- Zeichnungen erstellen im Maßstab 1:1 für beliebige Größen, Ausrichtungen und Inklinationen.
- Für jeden Ort auf der Erde, auf der Nord- und Südhalbkugel; mehr als 6.500 Orte sind vorinstalliert.
- Maßstäbliche Erstellung der Zeichnung des Gnomons zum Ausschneiden.
- Koordinatentafeln der Stundenlinien und der Deklinationsbögen.
- Zeichnen der Tagesbögen, der Wahren und Mittleren Ortszeit, Möglichkeit zum Einbeziehen der Längengradkorrektur.
- Export der Koordinaten nach Excel
- Copy-paste und Zeichnungen im Bitmap Format
- Verschiebbare Textfelder auf der Uhr und vorinstallierte Liste mit Sinnsprüchen.
- Zeichnungserstellung für verschiedene Darstellungen der Zeitgleichung
- Zeichnungserstellung für Winkelmesser und Azimutkreis
- Ausführliches illustriertes Benutzerhandbuch
- Benutzeroberfläche in 21 Sprachen

Shadows Expert

Shadows Expert ist für fortgeschrittenere Anwender gedacht, die an weiterentwickelten Funktionen der Software interessiert sind. Shadows Expert stellt zusätzlich die folgenden Funktionen zur Grundversion von Shadows zur Verfügung:

- Horizontale und vertikale meridionale analemmatische Sonnenuhren
- Zylindrische Sonnenuhren (Hirtensonnenuhr, polare Sonnenuhr ohne Schattenwerfer, Armillarsonnenuhr sowie Innen- oder Außenseite eines vertikalen Zylinders)
- Spinnennetz-Sonnenuhr
- Sonnen-Ephemeriden
- Zeichnen Italischer und Babylonischer Stundenlinien
- Aufbringen von Bildern auf die Sonnenuhr
- Exportfunktionen für Daten und Bilder
- Zeichnen der Entwurfsskizze der Sonnenuhr
- Simulation des Dachschattens
- Änderung von Inklination und Ausrichtung der Sonnenuhr
- Werkzeug zur Deklinationsbestimmung einer Wand
- Windrose
- Nautisches Astrolabium
- Drehbare Sternkarte

Shadows Pro

Shadows Pro ist die vollständigste Programmversion, entwickelt für professionelle Sonnenuhrbauer und erfahrene Amateure; neugierige Anfänger können aber ebenso davon profitieren. Shadows Pro fügt folgende Funktionen zu Shadows Expert hinzu:

- Planisphärisches Astrolabium, Saphea Arzachelis und Astrolabium von Rojas mit am Bildschirm beweglichen Teilen
- Vertikale abweichende und universelle horizontale analemmatische Sonnenuhren
- Horizontal und vertikal-deklinierende Bifilare Sonnenuhren
- Interaktive 3D-Ansichten von Sonnenuhren und Mehrfach-Sonnenuhren
- 3D-Darstellung von Astrolabien
- Zeichnen von Azimut- und Höhenbögen

- Siderische und Ungleiche Stunden
- Einfärbung der Sonnenuhr außerhalb der Sonnenwendebögen
- Einfärben des Hintergrundes zwischen den Deklinationsbögen
- Mond-Ephemeriden
- Planetare Ephemeridentabellen
- Ephemeridengenerator mit Tabellenexport für Excel und andere Tabellenkalkulationen
- Grafik für Azimut und Höhe der Sonne mit Horizontmaske
- Export von Vektorgrafiken in den Formaten EMF, DXF und SVG
- Export von Dateien für Laserschneider/-gravierer
- Export von 3D-Modellen im OBJ-Format für den 3D-Druck
- Werkzeug zur Bestimmung der Parameter einer Sonnenuhr basierend auf einem Foto
- Tool für die Berechnung der Parameter für die Stundenlinien einer horizontalen Sonnenuhr
- Grafik zur Ermittlung der Leistungsfähigkeit eines Sonnenpaneels.

Bestellung einer Shadows Expert oder Shadows Pro Lizenz

Shadows zeichnet sich seit vielen Jahren dadurch aus, dass bereits die kostenlose Version einfach zu bedienen ist und zahlreichen Einsteigern den Zugang zur Gnomonik eröffnet hat. Seit mehr als zwanzig Jahren kommen neue Funktionen hinzu; dabei bleiben Verständlichkeit und anschauliche Vermittlung zentrale Ziele.

Shadows ist das Resultat vieler Arbeitsjahre mit hunderten von Programmierstunden, mit dem Ziel, der Gesellschaft die Wissenschaft der Sonnenuhren zugänglich zu machen. Durch den Kauf einer Shadows Expert- oder Shadows Pro Lizenz kommen Sie nicht nur in den Genuss der gesamten Leistungsfähigkeit des Programms, sondern unterstützen auch die Anstrengungen des Autors für die Weiterentwicklung und Verbesserung der Software.

Shadows ist die Freeware-Version, die jedermann gratis herunterladen und frei benutzen kann.

Die fortgeschrittenen Versionen Shadows Expert und Shadows Pro bedingen den Kauf einer Lizenz, deren Preis unter Bestellung auf der Internetseite www.shadowspro.com zu finden ist.

Zögern Sie nicht, auf Shadows Pro umzusteigen und genießen Sie die ungeahnten Möglichkeiten dieses leistungsstarken Programms! Sie werden es nicht bereuen.

Freie Evaluierung von Shadows Pro

Shadows Pro kann 30 Tage frei evaluiert werden: Herunterladen und Installieren der letzten Version, Hilfe-Menü öffnen und Shadows Pro entdecken… wählen. In der folgenden Dialogbox geben Sie Ihren Namen und ihre E-Mail-Adresse ein. Daraufhin wird eine der Hardware-Signatur Ihres PCs entsprechende verschlüsselte Nachricht erzeugt. Senden Sie diese Nachricht an die angegebene Adresse.

Sie erhalten dann eine Evaluierungslizenz, die Sie im Verzeichnis Dokumente\Shadows Data speichern müssen.

Im Verlauf der Evaluierung werden Sie alle neuen Funktionen von Shadows Pro testen können. Die Evaluierungslizenz kann nur dann angefordert werden, wenn Sie Shadows oder Shadows Expert nutzen; sie kann nur einmal angefordert werden.

Portierung der Lizenz beim PC-Tausch

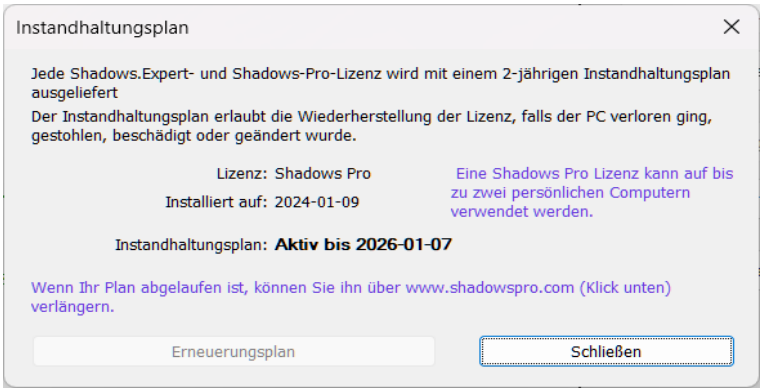
Wenn Sie den Computer wechseln, lösen Sie zunächst die Lizenzzuordnung auf dem bisherigen Computer über das Hilfemenü. Kopieren Sie den Ordner Shadows Data auf den neuen Computer und ordnen Sie die Lizenz beim ersten Start dort wieder zu.

Wartung und Unterstützung

Jede Lizenz umfasst zwei Jahre Wartung. Während dieses Zeitraums kann der Autor die Lizenzzuordnung bei einem Computerwechsel, Verlust, Diebstahl oder Defekt kostenlos ersetzen, sooft dies erforderlich ist. Wenden Sie sich hierfür an den Autor.

Nach Ablauf dieses Zeitraums kann die Wartung jeweils um zwei weitere Jahre verlängert werden.

Der Wartungsstatus kann im Help-Menü überprüft werden: Hilfe Menü > Instandhaltungsplan.



Wenn Ihre Lizenz verloren gegangen oder nicht mehr zugänglich ist, erneuern Sie unter www.shadowspro.com/licence Ihren Wartungsvertrag. Sie erhalten eine von früheren Zuordnungen bereinigte Lizenz, die Sie nach der Installation von Shadows Ihrem PC zuordnen können.

Dateien laden und speichern

In Shadows entworfene Sonnenuhren und Astrolabien werden in Dateien mit der Erweiterung CDS gespeichert. Beim Beenden speichert das Programm die Datei automatisch.

Solange Sie Ihre Arbeit noch nicht mit Datei > Speichern (STRG-S) oder Speichern unter unter einem eigenen Namen gespeichert haben, sichert Shadows sie automatisch in der Datei CurrentFile.cds im Ordner Shadows Data.

Wenn Sie die Datei ausdrücklich an einem bestimmten Ort gespeichert haben, fragt Shadows beim Beenden nach, ob Änderungen in dieser Datei gespeichert werden sollen. Auch Änderungen an einer geöffneten Datei werden beim Beenden dort gespeichert, sofern nicht ein neues Instrument erstellt oder Datei > Schließen verwendet wurde.

Eine Sonnenuhr in Shadows erstellen

Schneller Entwurf ab Startbildschirm

Beim Start des Programms erscheint ein Startbildschirm mit Symbolen zum Start der wichtigsten Funktionen.

Bei der Gratisversion von Shadows sind einige Funktionen mit einem gelben oder roten Schloss markiert. Diese sind in Shadows Expert bzw. Shadows Pro verfügbar.

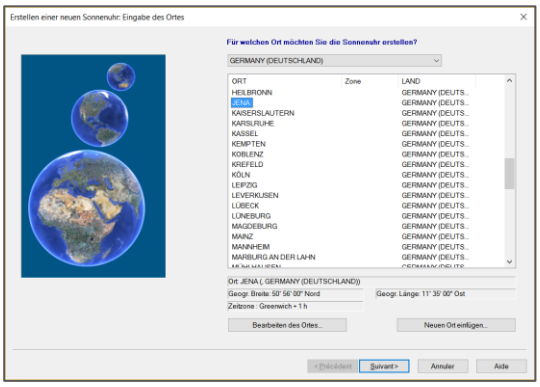
Besitzen Sie eine Lizenz, verschwinden die Schlösser.



Sie erreichen diesen Bildschirm jederzeit durch Drücken der Taste oben links in der Werkzeugleiste.

Eine neue Sonnenuhr ab Menü Datei > Neue Sonnenuhr...

Sie können auch vom Menü Datei > Neue Sonnenuhr... eine Sonnenuhr entwerfen, wobei Sie über einen Assistenten in drei Etappen auf weitere Parameter zugreifen können:

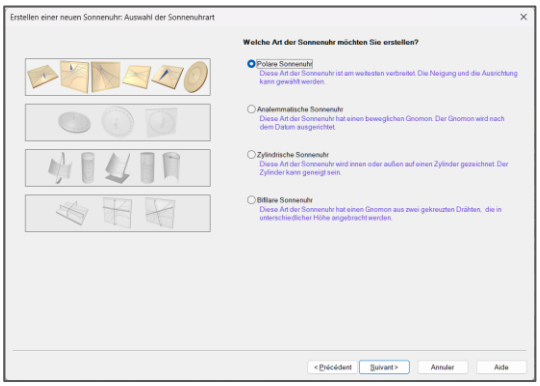


Erster Bildschirm: Bestimmung des Aufstellungsortes anhand der abrollbaren Länderliste durch Klicken auf die gewünschte Stadt.

Möglichkeit zum Einfügen eines neuen Ortes.

Wird Ihr Ort nicht angezeigt, können Sie meistens eine nur wenige Kilometer entfernte Stadt wählen.

Auf Weiter > drücken

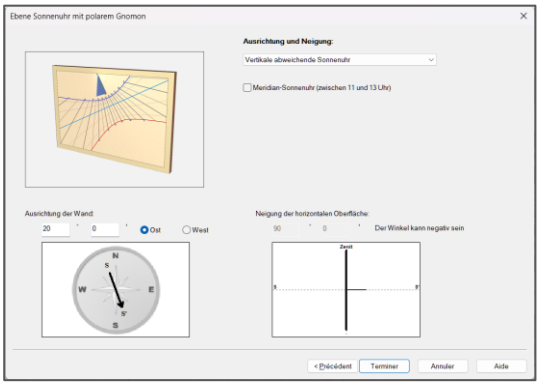


Wählen Sie anschließend die Sonnenuhr-Variante:

- Ebene Sonnenuhr mit Polstab (klassische Variante)
- Analemmatische Sonnenuhr
- Zylindrische Sonnenuhr
- Bifilare Sonnenuhr

Auf Weiter > drücken

Einige Sonnenuhrtypen sind nur in Shadows Expert oder Shadows Pro verfügbar.

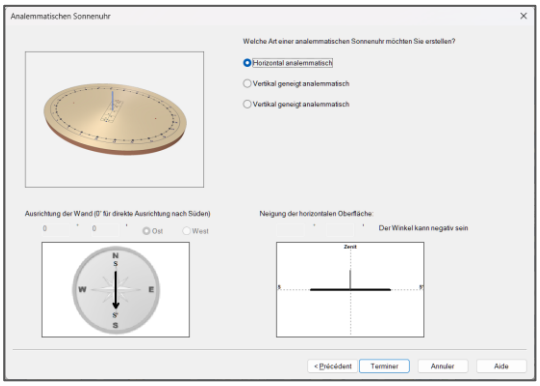


Für eine ebene Sonnenuhr mit Polstab: Sonnenuhr-Variante in der Liste auswählen.

Für eine abweichende (oder geneigte) Sonnenuhr: Wählen Sie die Winkel mit Hilfe der unteren Felder wie im nebenstehenden Bild gezeigt.

Jede Sonnenuhr kann ein einfacher Mittagsweiser werden, der nur die Stunden zwischen 11h und 13h anzeigt, wenn Sie das ankreuzbare Kästchen Meridian-Sonnenuhr… aktivieren.

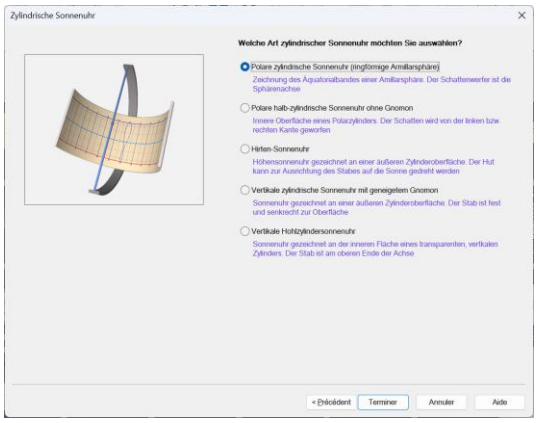
Klick auf Beenden



Für eine analemmatische Sonnenuhr wählen Sie den Typ über die Radiobuttons.

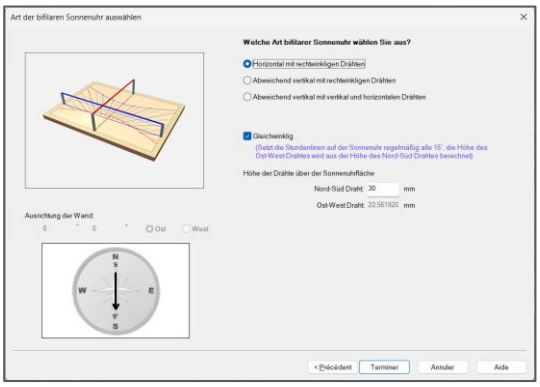
Wandabweichung (Deklinationswinkel)

Klick auf Beenden



Für eine Zylindersonnenuhr wählen Sie den Typ über die Radiobuttons

Klick auf Beenden

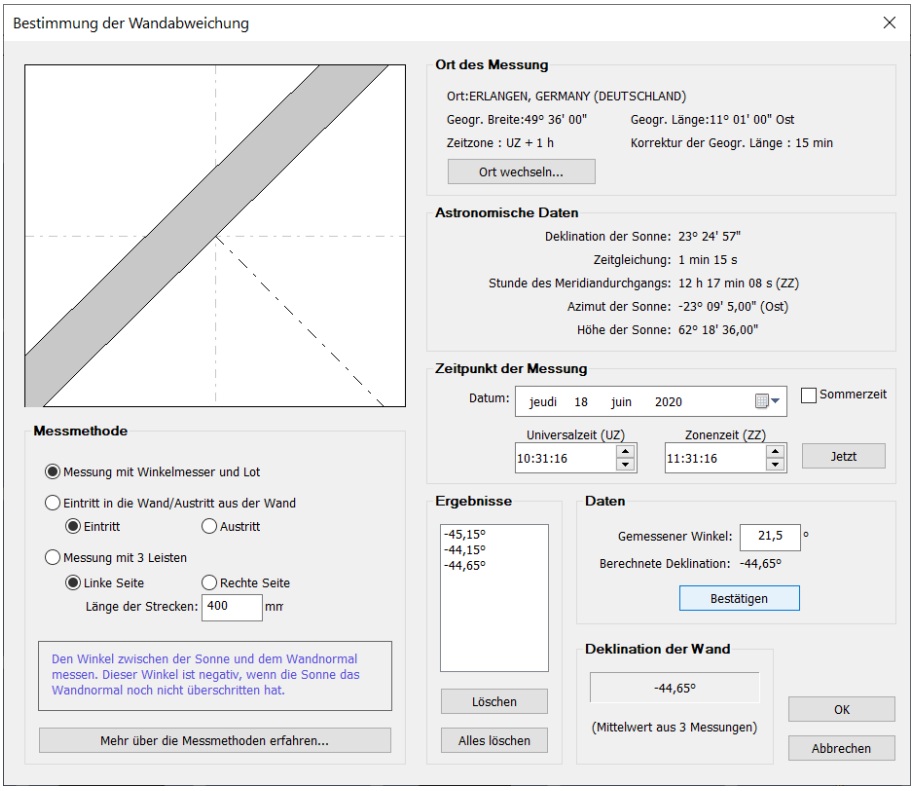


Für eine bifilare Sonnenuhr wählen Sie den Typ über die Radiobuttons und die Höhe beider Fäden, und bei Bedarf die Deklination im Falle eines vertikalen Bifilars.

Klick auf Beenden

Hilfsassistent zur Bestimmung der gnomonischen Deklination

Dieses Werkzeug erreicht man über Werkzeuge > Ausrichtung einer Mauer berechnen… Er dient dazu, die Rechenschritte zur Bestimmung der gnomonischen Deklination für eine vertikale Mauer durchzuführen, ausgehend von Ihren vorherigen Messungen entsprechend den oben vorgeschlagenen Methoden.



Gebrauchsanleitung:

1. Eintragung des Ortes in den Rahmen oben rechts. Ansonsten wird automatisch der Programm-Referenzort eingetragen.
2. Eintragung von Datum und Zeitpunkt der Messungen
3. Die gelieferten astronomischen Daten sind nur als Information gedacht, da das Programm die Berechnung übernimmt.
4. Auswahl der Messmethode im Rahmen links unter dem Bild. Tragen Sie auch die komplementären Parameter ein, wenn nötig.
5. Ausführung der Messungen im Freien und sorgfältige Notierung des Zeitpunkts jeder Messung. Es ist ratsam, die Messungen zur Verbesserung der Präzision mehrmals, über den Tag verteilt, durchzuführen.
6. Tragen Sie die Messergebnisse, eins nach dem anderen, in den Rahmen Daten ein und bestätigen Sie die Eingabe nach jedem Eintrag. Das Programm berechnet die entsprechende Deklination und fügt das Resultat zu einer Liste hinzu. Ein Endresultat wird automatisch über Mittelwertbildung errechnet. Dies verbessert die Präzision der Messung, indem es die zufälligen Fehler minimiert.

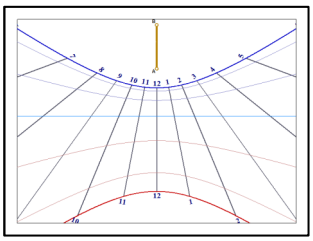
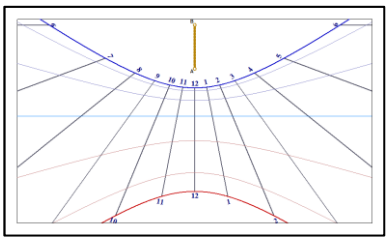
Wenn die ersten Messungen eingegeben wurden, ist es nicht mehr möglich, die Methode zu ändern, es sei denn, die Liste wird gelöscht. Das Endresultat kann als gnomonische Deklination bei dem Entwurf einer neuen Sonnenuhr eingetragen werden.

Dimensionieren einer Sonnenuhr

Dimensionierung des Zifferblatts

Das Zifferblatt wird in Shadows mit einem Rahmen gezeichnet, der rechteckig, elliptisch oder polygonal sein kann. Es wird durch seine Breite und seine Höhe festgelegt, die beide im Menü Darstellung der Sonnenuhr > Abmessungen… geändert werden können. 

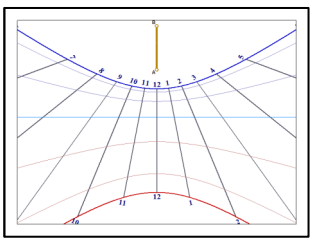
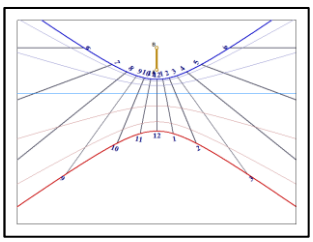
In diesem Dialog gibt es zwei Modi: der Modus Manuell oder der Modus Automatisch. Der Handmodus erlaubt, Breite und Höhe des Zifferblatts sowie die Polstabhöhe einzeln festzulegen. Der Automatikmodus geht von der Breite aus und legt die übrigen mittels Dreisatzrechnung automatisch fest.

Nebenstehend ein Beispiel zur Auswirkung einer Breitenänderung des Zifferblatts. Der Darstellungsmaßstab ist gleichgeblieben, weil die Polstabhöhe nicht verändert wurde.

Dimensionierung der Zeichnung

Der Zeichenmaßstab wird durch die Höhe des in Punkt A senkrecht stehenden Gnomons bestimmt. Im Handmodus kann man diese Höhe unabhängig von den Zifferblattabmessungen ändern.

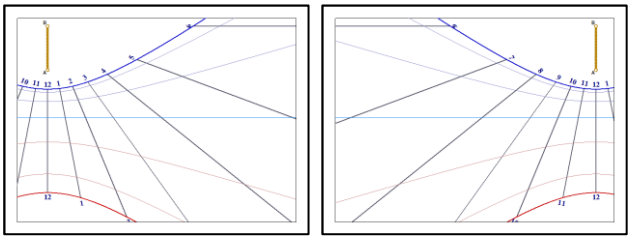
Nebenstehend ein Beispiel zur Wirkung einer Gnomonhöhenänderung. Rechts ist der Gnomon halb so hoch wie links, und es sind mehr Stundenlinien zu sehen.

Änderung des Fußpunktes des Gnomons

Der Fußpunkt des Gnomons bestimmt die Position des Punktes A auf dem Zifferblatt. Er kann über das Menü Darstellung der Sonnenuhr > Fußpunkt des Gnomons geändert werden. 

Der Punkt A kann prozentual zur Breite und zur Höhe positioniert werden oder aber in Absolutwerten mit Bezug auf die obere linke Ecke des Zifferblattes. Im ersten Fall bleibt die relative Position von A auf dem Zifferblatt erhalten; im

zweiten Fall kann man das Zifferblatt umdimensionieren, ohne die Millimeter-Distanz von A zur besagten Bezugsecke zu ändern.

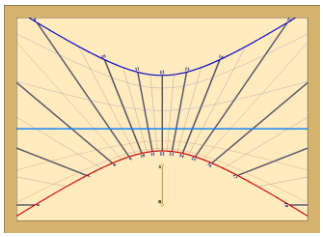


Nebenstehend das gleiche Zifferblatt, mit relativ zur Referenzecke horizontal versetztem Anker = Punkt A.

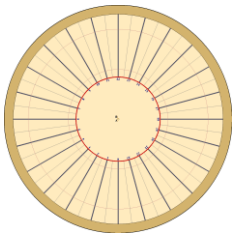
Der Ankerpunkt kann mit Hilfe des Tastenkürzels CTRL - <Pfeil> geändert werden.

Änderung der Form des Zifferblattes

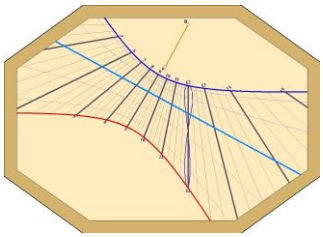
Shadows schlägt folgende vordefinierte Zifferblattformen vor: rechteckig, elliptisch, kreisförmig, oktogonal (rechteckig mit abgeschrägten Ecken) oder hexagonal. Die Auswahl erfolgt mit Hilfe der Symbolleiste und Klicken auf  .



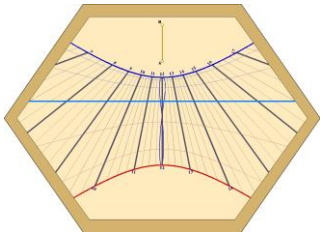
rechteckiges Zifferblatt



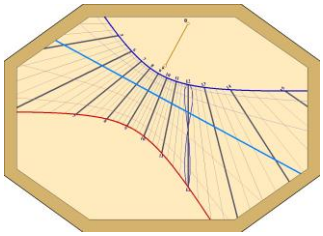
kreisförmiges Zifferblatt



Rechteckiges Zifferblatt mit abgeschrägten Ecken



Oktogonales Zifferblatt

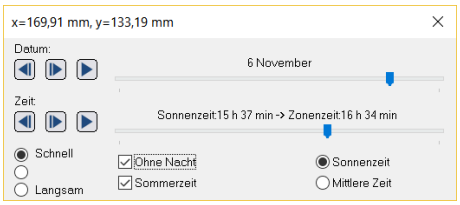


Hexagonales Zifferblatt

Darstellung des Schattens

Es ist möglich, über das Menü Werkzeuge > Darstellung des Schattens des Gnomons... den Schatten für einen gegebenen Zeitpunkt darzustellen. Er ist ganzflächig grau, wenn die Uhr nicht mehr beleuchtet ist. 

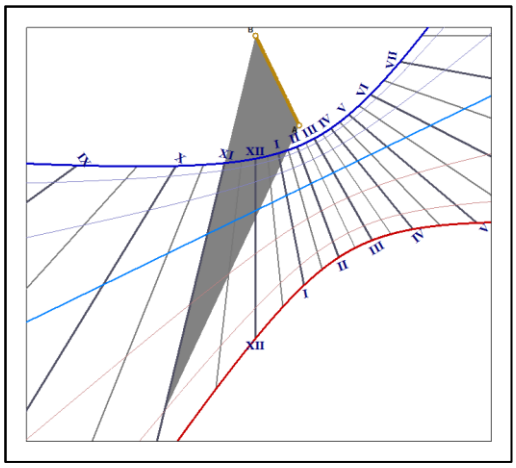
Man kann ihn auch für einen anderen Zeitpunkt und sogar als Animation darstellen über Werkzeuge > Animierte Darstellung des Schattens des Gnomons....



Die Schattenanimation kann für ein bestimmtes Datum und eine bestimmte Tageszeit erfolgen.

Stundenangabe als Wahre Ortszeit oder Mittlere Zeit. (= Zeit auf Ihrer Uhr)

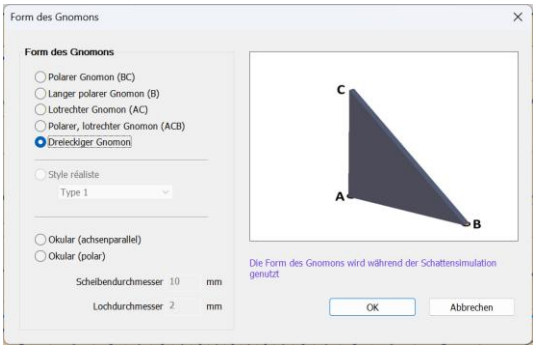
Die Steuerung erlaubt schrittweises In- oder Dekrementieren oder aber das Starten einer automatischen Animation.



Im Falle einer 2D-Ansicht wird der Schatten direkt gezeichnet. Bei einer 3D-Ansicht, wird der Schatten direkt von der OpenGL-Funktion erzeugt, und zwar durch Berechnung der Teile des 3D-Modells, die im Schatten bezogen auf das Sonnenlicht liegen.

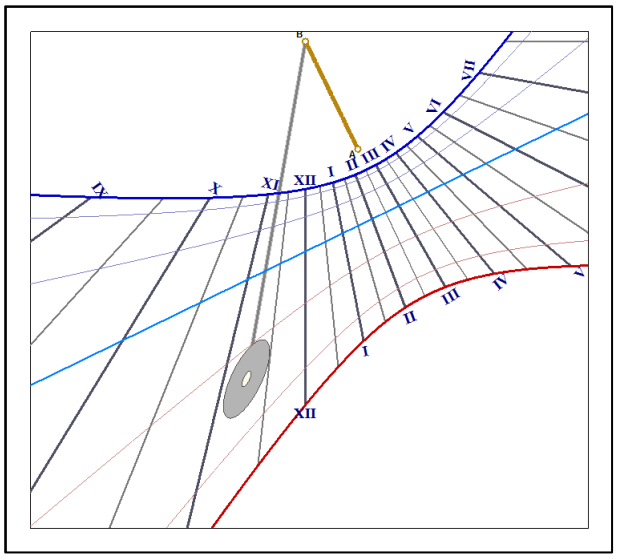
Die Form des Schattenwerfers wählen Sie über Werkzeuge > Form des Schattenwerfers…

Die Gnomonform kann über **Werkzeuge > Form des Gnomons… eingestellt werden.** Dies erlaubt, die Schattenform zu ändern oder den Lichtpunkt durch eine Lochblende zu simulieren.



Realistische Gnomone sind nur in der 3D-Ansicht verfügbar.

Die Parameter der Lochblende können über das **Menü Werkzeuge > Form des Gnomons…** folgendermassen eingestellt werden: Scheibendurchmesser für den Durchmesser der schattenwerfenden Scheibe und Lochdurchmesser für das Loch in der Scheibe welche das Licht durchlässt.



Die in der Zeichnung angezeigte Breite des Schattens einer Lochblende ist näherungsweise doppelt so groß wie ihr Durchmesser; die Länge wird korrekt berechnet. In der 3D-Ansicht wird auch die Breite korrekt dargestellt.

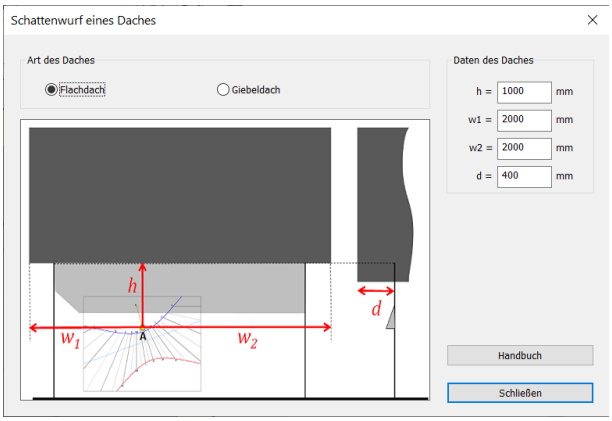
Anzeigen des Schattens eines Daches

Vertikale Sonnenuhren können – insbesondere bei hochstehender Sonne im Sommer – durch den Schatten eines Daches beeinträchtigt werden. Um dieses Phänomen vorher zu erkennen und somit zu vermeiden, bietet Shadows eine Simulation an, die den Schatten des Daches für unterschiedliche Tageszeiten im Verlauf des Jahres anzeigt. Sie können damit feststellen, ob Ihre Sonnenuhr vor der Beschattung durch das Dach sicher ist.

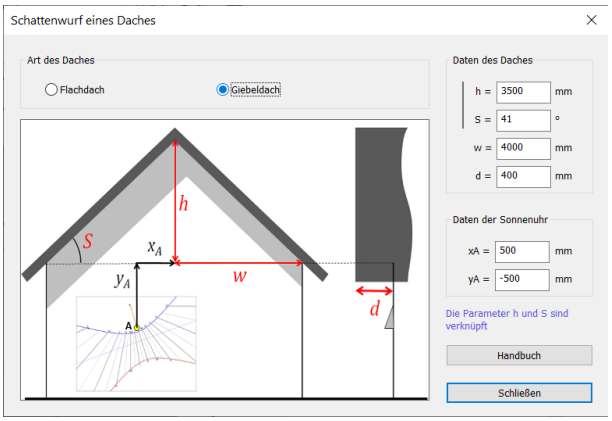


Der Schatten des Daches wird angezeigt, wenn beide Optionen Animiere den Schatten des Gnomons und Zeige den Schatten des Daches aktiviert sind.

Zwei Einstellungen werden angeboten: den Schatten eines horizontalen Daches (z.B. Balkon) oder den Schatten eines Giebeldaches.

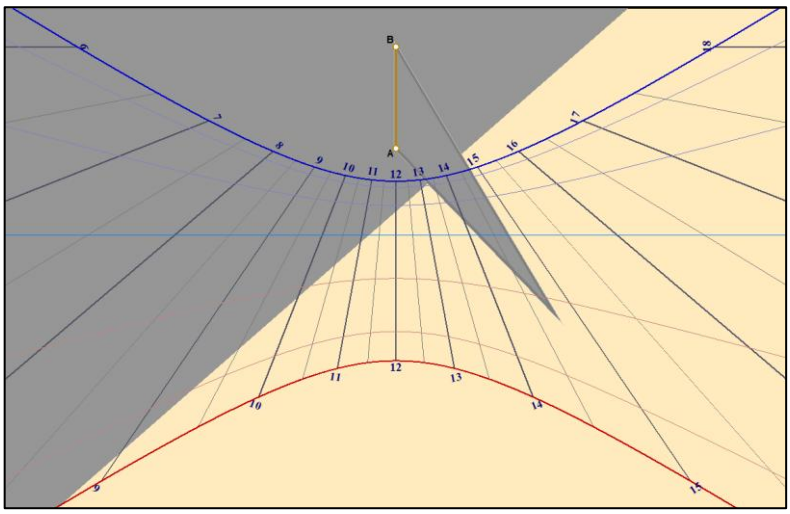


Einstellung "Horizontales Dach"



Einstellung "Giebeldach"

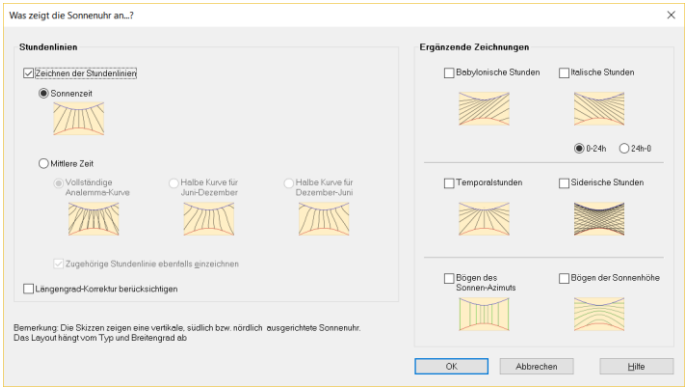
Der Schatten des Daches wird angezeigt, wenn die Simulation des Gnomon-Schattens aktiviert ist.



Informationen auf dem Zifferblatt der Sonnenuhr

Informationen auswählen

Diese Auswahl erfolgt über **Darstellung der Sonnenuhr > Definiert die von der Sonnenuhr** angezeigte Zeit

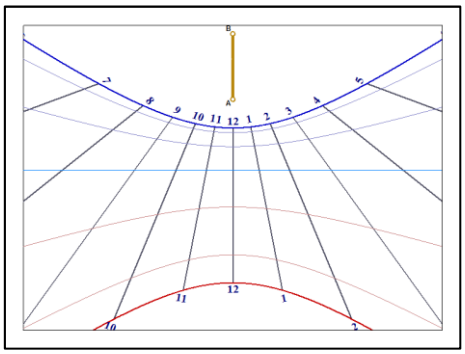


Wahre Ortszeit

Es handelt sich hier um die Zeit mit Bezug auf den Stundenwinkel der Sonne.

In diesem System ist es beim Orts-Meridiandurchgang der Sonne Mittag. Die große Mehrheit der Sonnenuhren gibt diese Wahre Ortszeit an. Sie ist abhängig vom Längengrad, d.h. für zwei Orte auf verschiedenen geografischen Längen ist diese Zeit verschieden!!!

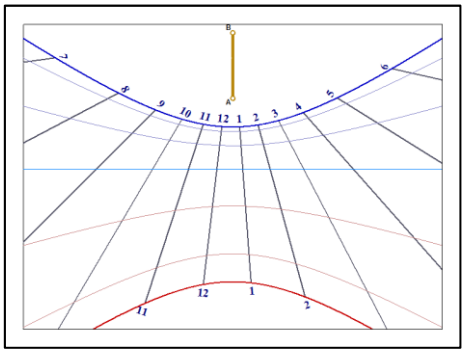
Man erkennt eine vertikale Sonnenuhr für Wahre Ortszeit daran, dass die Mittagslinie vertikal verläuft.



Wahre Sonnenzeit des Bezugsmeridians

Mit der Längenkorrektur wird die Anzeige auf den Bezugsmeridian der Zeitzone bezogen. Aktivieren Sie dazu die entsprechende Option.

Die Anzeige entspricht dann der wahren Sonnenzeit am Bezugsmeridian. Die Zeitgleichung muss für die Umrechnung in mittlere Zeit weiterhin berücksichtigt werden.

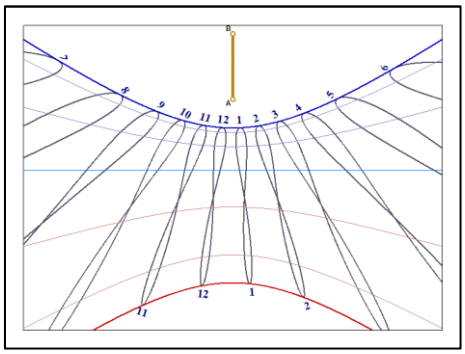


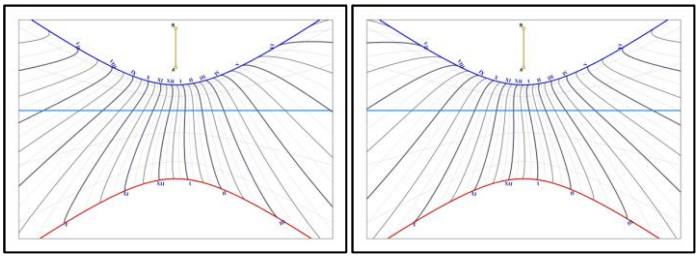
Mittlere Sonnenzeit (Uhrzeit)

Hier wird die Korrektur der **Zeitgleichung** berücksichtigt. Kommt noch die **Längengradkorrektur** dazu, erhält man die sogenannte Mittlere Zeit, d.h. die Zeit die von der Armbanduhr angezeigt wird. Hier muss aber dann noch evt. die Sommerzeit beachtet werden.

Die Zeitgleichung produziert eine Kurve in Form einer « 8 » für jede Stundenlinie. Es ist von Vorteil, eine Markierung (z.B. Zeichen oder Farbe) anzubringen, damit klar wird, von welcher Seite die 8 gelesen werden muss.

Will man die Halb- oder sogar die Viertel-Stunden anzeigen, besteht die Gefahr der Überschneidung und damit der Unlesbarkeit; deshalb ist es ratsam, nur eine Kurvenhälfte anzuzeigen.





Die Halbkurven gelten jeweils von einer Sonnenwende zur nächsten, d.h. von Dezember bis Juni oder von Juni bis Dezember. Man kann also z.B. zwei verschiedene Uhren für jeweils eine Jahreshälfte bauen.

Links von Juni bis Dezember, rechts von Dezember bis Juni.

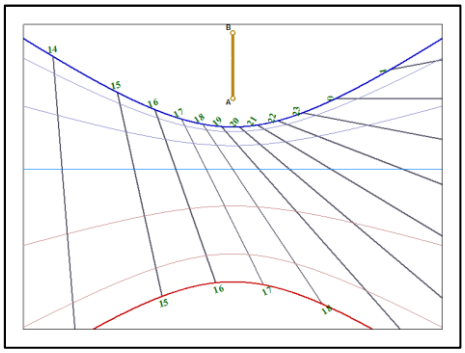
Italische Stunden

Italienische Stunden zählen die Zeit seit dem Sonnenuntergang des Vortages.

Ihre Zählung beginnt beim vortäglichen Sonnenuntergang und sie kann aufsteigend (0-24h) oder absteigend (24-0h) sein; im letzteren Fall liefern sie die Zeit bis zum nächsten Sonnenuntergang.

Italische Stunden können auch mittels Tastenkürzel CTRL-i aufgerufen werden und stehen in Shadows Expert und Shadows Pro zur Verfügung.

Diese Anzeigen sind in Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

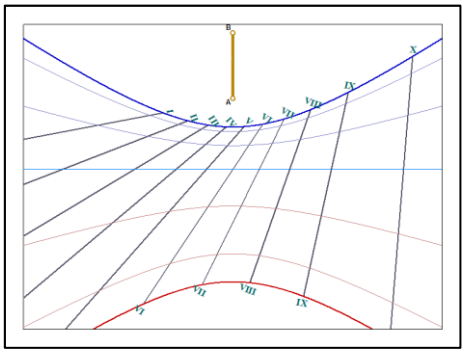


Babylonische Stunden

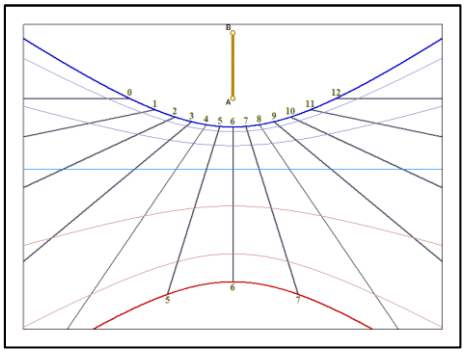
Ihre Zählung beginnt bei Sonnenaufgang; sie liefern also direkt die seit dem Sonnenaufgang verstrichene Zeit.

Babylonische Stunden können auch aktiviert werden mittels dem Tastenkürzel CTRL-SHIFT-b und stehen in Shadows Expert und Shadows Pro zur Verfügung.

Diese Anzeigen sind in Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.



Temporale Stunden (Ungleiche Stunden)



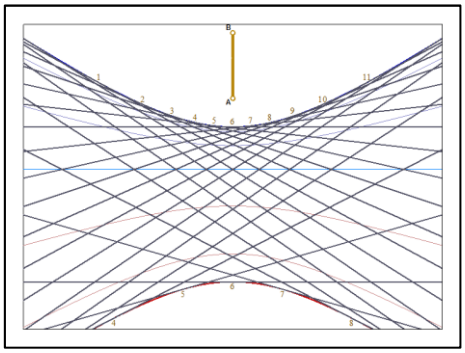
Temporale Stunden werden auch Ungleiche Stunden genannt und zwischen Sonnenauf- und Untergang von 0 bis 12 aufs Zifferblatt gezeichnet.

Je nach Jahreszeit ändert sich die Länge der Stunde sehr stark. So variiert sie beispielsweise in Frankreich zwischen 40 und 80 Minuten.

Die temporalen Stundenlinien kreuzen diejenigen der Sonnenstunden auf der Äquinoktiallinie, da hier Tag- und Nachtgleiche herrscht.

Diese Angaben sind nur in Shadows Pro verfügbar.

Siderische Zeit

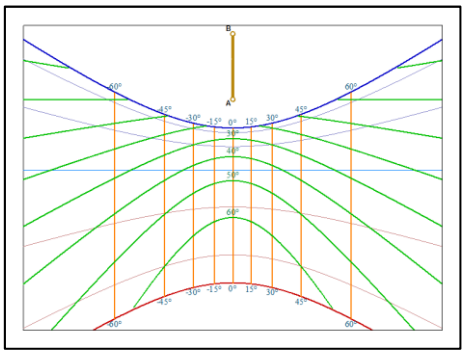


Siderische Stunden zeigen den entsprechenden Stundenwinkel des Frühlingspunktes an und werden zum Lokalisieren der Sterne benutzt.

Sonnenuhren mit einem solchen Zifferblatt sind selten und schlecht lesbar.

Diese Angaben sind nur in Shadows Pro verfügbar.

Azimut- und Höhenkurven



Hier werden keine Stunden, sondern die horizontalen Sonnenkoordinaten angezeigt. Für einige Sonnenuhren (wie bei der Hirtenuhr) wird bei dieser Wahl nur die Sonnenhöhe angezeigt.

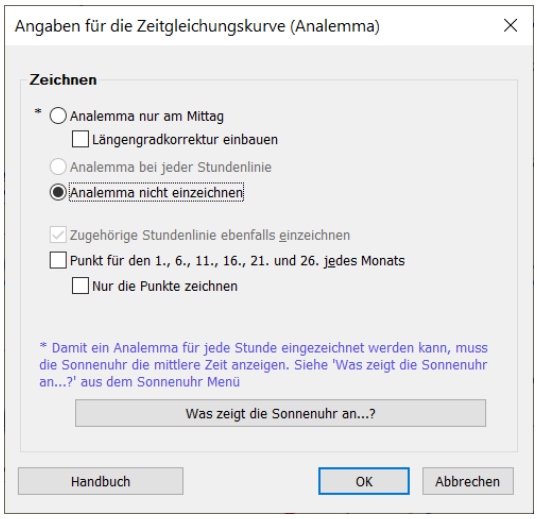
In nebenstehender Figur sind die Azimutbögen orangefarbig und die Höhenbögen grün dargestellt.

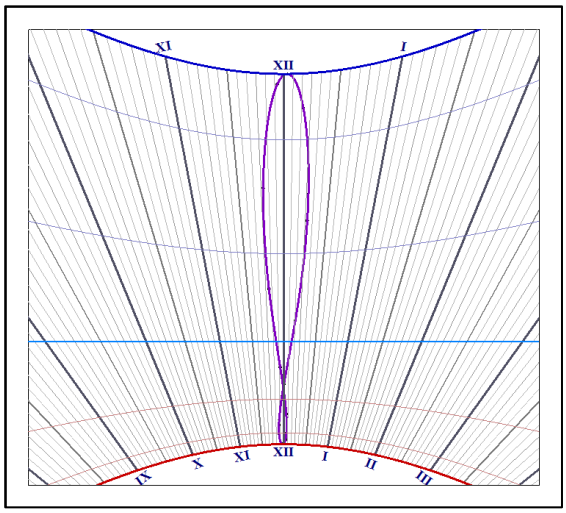
Diese Angaben sind nur in Shadows Pro verfügbar.

Das Analemma

Man findet oft Sonnenuhren mit einer Kurve in Form einer 8 um die Mittagslinie. Es handelt sich hier um die grafische Darstellung der Zeitgleichung, das sog. Analemma. Es dient zur Korrektur der nicht gleichförmigen und schräg zum Himmelsäquator verlaufenden, fiktiven Sonnenbewegung und ermöglicht so, die Mittlere Zeit (= Zeitangabe auf unseren Uhren) ablesen zu können. Hierzu muss aber noch die geografische Längengradkorrektur vorgenommen werden, was die Verschiebung der Analemmakurve auf eine nicht vertikale Stundenlinie bewirkt.

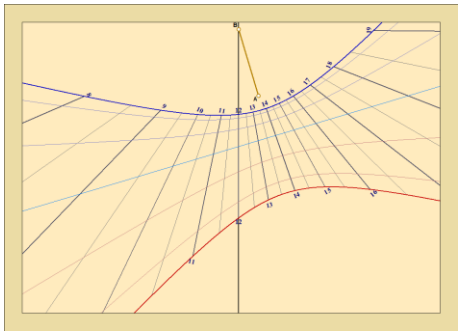
Man kann das Analemma über das Menü Zeichnung > Analemma zeichnen anzeigen. Die Kurvenparameter lassen sich über Analemma... festlegen.





Auf der Kurve können Markierungspunkte zum Ablesen des Datums angebracht werden, z.B. ein Punkt für jeden Monatsersten und dann alle 5 Tage ein weiterer Punkt. Beim Zeichnen von Punkten wird der Linienstil herangezogen. Ihre Farbe wird vom zugehörigen Deklinationsbogen übernommen.

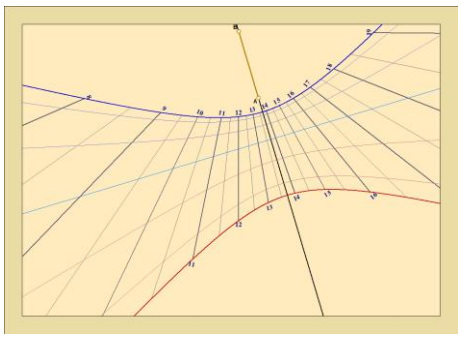
Spezielle Stundenlinien



Mittagslinie der Sonne

Die Mittagslinie der Sonne kann auf der Sonnenuhr gezeichnet werden durch: Menü > Zeichnung > lokale Mittagslinie einzeichnen.

Auf einer vertikalen Sonnenuhr ist die Mittagslinie der Sonne immer vertikal und korrespondiert mit 12 Uhr wahre Ortszeit (WOZ)

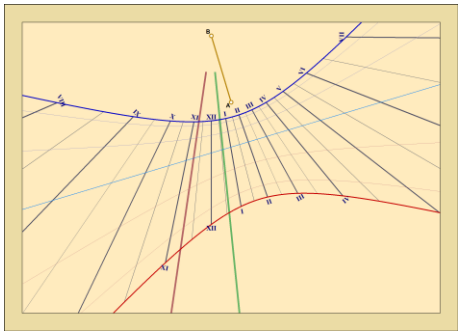


Grundlinie des Schattenwerfers (Gnomon)

Die Grundlinie des Schattenwerfers kann auf der Sonnenuhr gezeichnet werden durch: Menü > Zeichnung > Linie unterhalb des Gnomons einzeichnen.

Die Substilare ist die Verlängerung der Strecke A–B des Schattenwerfers auf dem Zifferblatt. Bei einer abweichenden Sonnenuhr verläuft diese Linie schräg.

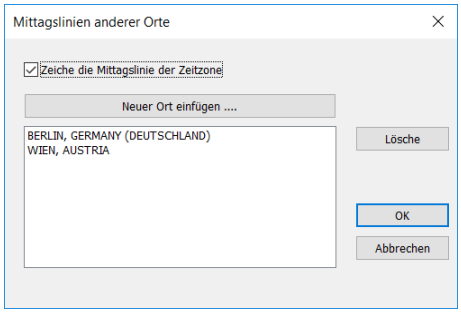
Bei einer nicht abweichenden Sonnenuhr fällt diese Linie mit der wahren Mittagslinie zusammen.



Mittagslinie für andere Orte

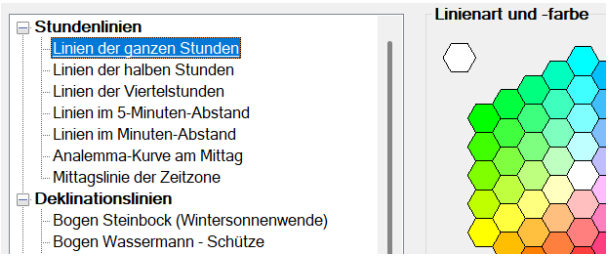
Shadows kann auch die Sonnenmittagslinie für andere Orte auf dem Zifferblatt einzeichnen.

Das Beispiel links zeigt eine vertikal deklinierende Sonnenuhr konstruiert für Paris. Die braune Linie ist die Mittagslinie für Berlin und die grüne Linie die Mittagslinie für Dublin.



Diese Funktion ist in Shadows Expert und Shadows Pro. verfügbar. In Shadows kann die Mittagslinie nur für die gewählte Zeitzone gezeichnet werden.

Farbe und Dicke der Linie können im Dialog “Linienfarben” geändert werden. .



Deklinationslinien

Die Deklinationslinien zeigen den täglichen Schattenverlauf des Gnomons (= Schattenwerfer) an. Sie werden auch Tagesbögen genannt.

Über das Menü Zeichnung > Datumslinien einfügen... kann festgelegt werden, welche Tagesbögen auf das Zifferblatt sollen. Wird keine Angabe gemacht, werden die Bögen an den Grenzdaten der astrologischen Tierkreiszeichen (alle 30°) eingezeichnet.

Ekliptikale Tagesbögen

Die Ekliptik, die scheinbare jährliche Sonnenbahn, schneidet den Himmelsäquator in den beiden Äquinoktialpunkten. Der Durchgang durch den Frühlingspunkt entspricht dem Märzäquinoktium, der gegenüberliegende Durchgang dem Septemberäquinoktium. Vom Frühlingspunkt aus wird die Ekliptik in zwölf Abschnitte von je 30° geteilt, die den Tierkreiszeichen entsprechen. Für jede Abschnittsgrenze wird eine Deklinationslinie gezeichnet. Zwei Linien gehören zu den Sonnenwenden, eine weitere zu beiden Äquinoktien, deren Linien zusammenfallen. Insgesamt ergeben sich sieben Tierkreis-Deklinationslinien.

Zu den Grenzen dieser 30°- Sektoren gehören entsprechende Sonnendeklinationswerte:

0° ; +11°29' ; +20°20' ; **+23°26'** ; +20°20' ; +11°29' ; **0°** ; -11°29' ; -20°20' ; **-23°26'** ; -20°20' ; -11°29'

Teilt man die Ekliptik in 36 Sektoren à 10°, so werden sie Dekane genannt.

Tägliche Sonnendeklinationsbögen

Durch die sog. Ekliptikschiefe gegen den Himmelsäquator ändert sich die Sonnendeklination auf beiden Hemisphären bis zu Werten von +/- 23,45°. Man kann also für besondere Deklinationswerte, alle 5° oder 10°, Bögen einzeichnen. Da die Deklinationsextrema keine Multiplen dieser Intervalle sind, kann man die Sonnenwendebögen als Grenze der Darstellung hinzufügen.

Diese Möglichkeit steht in Shadows Expert und Shadows Pro zur Verfügung.

Tägliche Datumsbögen

Es ist auch möglich, Bögen mit Markierungen zum Datum, z.B. monatlich, 15- oder 10-tägig, aufs Zifferblatt zu bringen. Da die Bögen diesmal nicht übereinander liegen, kann es manchmal zu einem schwer unterscheidbaren Kurvenwirrwarr kommen. Diese Option sollte daher nur für große Sonnenuhren gewählt werden.

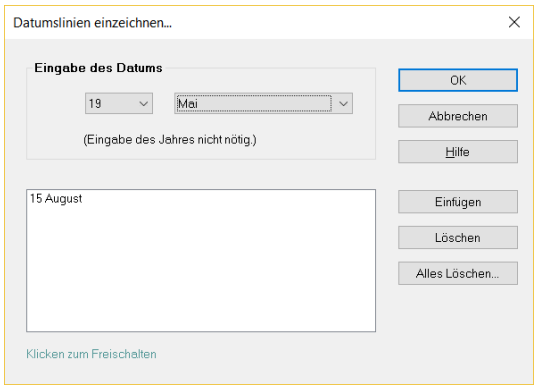
Für den Fall von zwei getrennten Sonnenuhren mit halbierten Analemmata, je 6 Monate funktionierend für Sommer und Winter, sollten zur vereinfachten Realisierung die täglichen Datumskurven für die gleiche Periode eingezeichnet werden.

Diese Möglichkeit steht in Shadows Expert und Shadows Pro zur Verfügung.

Kurven zu einem Jahrestag

Diese Option, erreichbar über das Menü Zeichnung > Datumslinien einfügen... macht es möglich, eine zusätzliche Kurve für ein ganz besonderes Datum, z.B. ein Geburtsdatum, auf dem Zifferblatt zu zeigen. Dazu einfach ein Datum aus der Liste auswählen und auf Einfügen drücken.

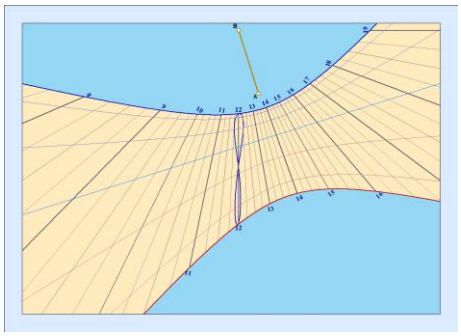
Diese Option erreichen Sie über Zeichnen > Deklinationslinien für bestimmte Daten…



Wählen Sie mit Hilfe der Liste ein Datum aus und drücken Sie auf Einfügen.

Die Gratisversion von Shadows erlaubt nur das Hinzufügen einer einzigen Linie, während in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro beliebig viele Linien hinzugefügt werden können.

Einfärbung des Hintergrundes außerhalb der Sonnenwendbögen

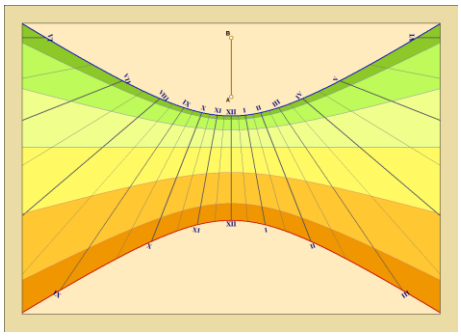


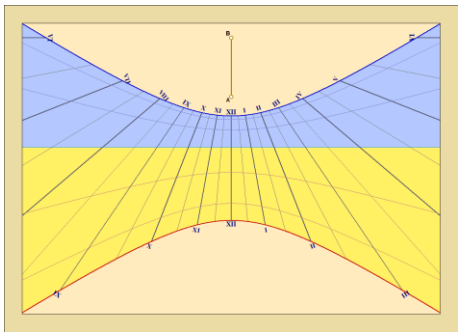
Eine neue Option der Voreinstellung Sonnenuhr-Layout erlaubt die alternative Einfärbung des Hintergrundes außerhalb der Sonnenwendbögen.

Der Bereich zwischen den Sonnenwendbögen bleibt mit der in der generellen Voreinstellung Farbe der Sonnenuhr gewählten Farbe gefüllt.

Diese Option ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Einfärben des Hintergrundes zwischen den Deklinationsbögen

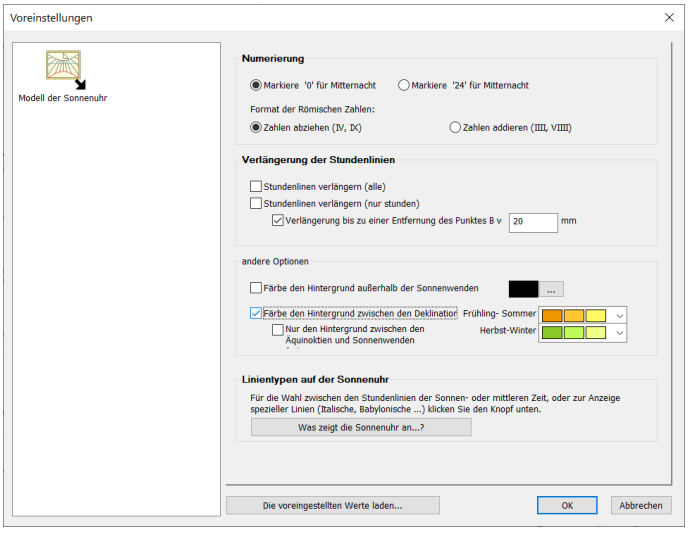




Andere Optionen ermöglichen die Einfärbung des Hintergrundes zwischen den Tierkreis-Bögen oder zwischen den Bögen der Äquinoktien oder der Solstitien.

Vordefinierte Farbmuster werden in den Einstellungen vorgeschlagen. Im Falle der gewählten Option, zwischen den Bögen der Äquinoktien und Solstitien einzufärben, wird die hellere Version der gewählten Farbe genutzt.

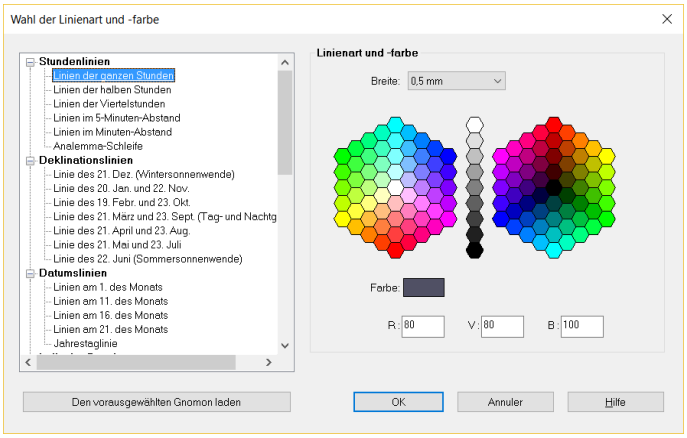
Um die Farbe zu wählen, klicken Sie auf das Icon  .



Diese Option ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Strichstärke und Farbe der Kurven ändern

Diese Änderung kann über das **Menü Zeichnung > Linieneigenschaften…** vorgenommen werden. 



Auf den Namen der Kurve in der linken Liste klicken und Strichstärke und Farbe aussuchen.

Sie können die Farbnuancen auch mit R (rot), V (grün) und B (blau) einstellen.

Form und Parameter der Zifferblattdarstellung

Diese Optionen sind über das Menü **Zeichnung** oder über die Symbole der Werkzeugleiste wählbar.


Auswahl verschiedener Optionen für die Umrisse des Ziffernblattes der Sonnenuhr, wie rechteckig, rund, hexagonal, oktogonal. sowie Zeichnen eines Doppelrahmens und die Festlegung der Hintergrundfarbe.


Auswahl unterschiedlicher Zeichnungsoptionen wie Verlängerung der Stundenlinien oder verschiedener Ziffernformate.


Darstellung auf Anfangs- und Endstunde beschränkt (z.B. zwischen 8h und 14h)



Zeigt/verdeckt die Stundenanzeige



24 h- oder 12 h – Format



Arabische oder römische Ziffern



Zeichnet die Stundenkurven halbstündlich



Zeichnet die Stundenkurven viertelstündlich



Zeichnet die Stundenkurven alle 5 Minuten



Zeichnet die Stundenkurven jede Minute. Nur für große Sonnenuhren


Größe und Schriftart der Zeichen


Zeichnet ein Analemma auf die Mittagsstundenlinie


Konfiguriert die Optionen des Analemmas auf der Mittagslinie


Zeigt/verdeckt die Tagesbögen


Bestimmt die Anzeigeoptionen der Tagesbögen


Farbe und Strichstärke der Kurven



Definiert die Position des Schattenwerfers durch die Markierungen A und B



Zeigt den Ursprung des Koordinatensystems für die Konstruktion

Einzeichnen der Substilare; sehr nützlich bei abweichenden Sonnenuhren.

Mittagslinie zeichnen

Mittagslinie der Zeitzone zeichnen. Schließt die Längenkorrektur ein.

Nur die sonnenbeleuchteten Kurven zeichnen; Beschränkung der Kurven auf das besonnte Zifferblatt.

Verlängerung der Stundenlinien für volle Stunden bis zum Zifferblattrand

Verlängerung für sämtliche Stundenlinien



Zeichnen der Seitenansicht des Schattenwerfers



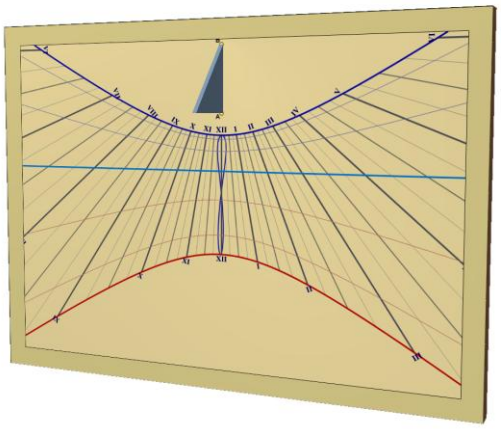
Darstellung des grafischen Konstruktionsvorgangs. Dies ist die antike Methode, die Lage der Stundenlinien zu bestimmen.

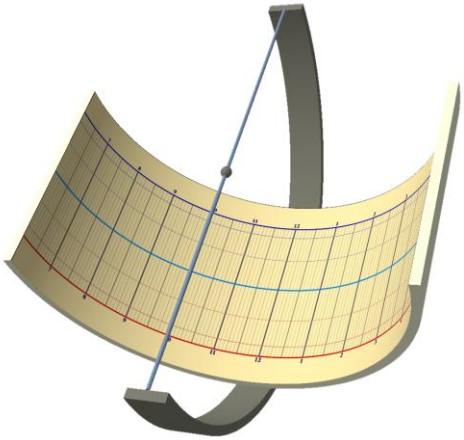
3D-Visualisierung von Sonnenuhren

Shadows Pro kann eine Sonnenuhr dreidimensional darstellen. Die grafische Darstellung erfolgt mit OpenGL.

Das 3D Modell kann gedreht werden mit Hilfe von Maus-Klicks oder mit Hilfe der Pfeiltasten der Tastatur. Die Drehung geschieht entlang zweier Achsen: Azimut und Höhe. Mit dem Mausrad wird der Zoomfaktor eingestellt.

Bei gleichzeitigem Halten der Shift-Taste während obiger Operationen kann das 3D-Modell in waagerechter und senkrechter Richtung verschoben werden.

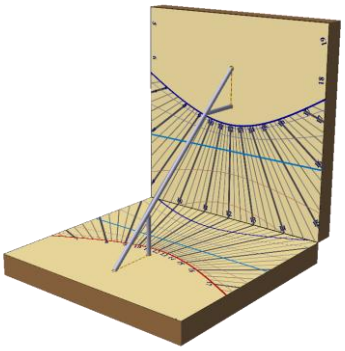




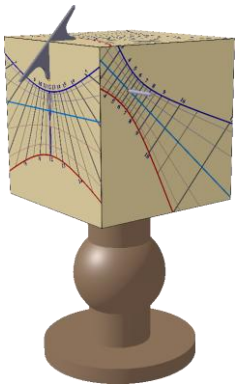
Die 3-D Ansicht kann nicht gedruckt oder mit copy-paste bearbeitet werden, aber es ist möglich, den gesamten Bildschirm zu “drucken” und damit den gesamten Bildschirm in ein Grafik- oder Word-Programm einzufügen.

3D-Visualisierung von mehrflächigen Sonnenuhren

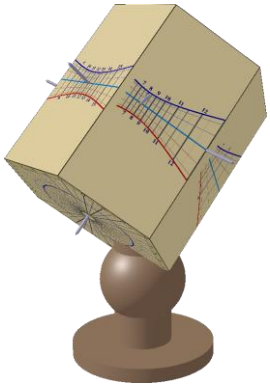
Shadows bietet mehrere Beispiele mehrflächiger Sonnenuhren mit festen Abmessungen für den gewählten Standort.



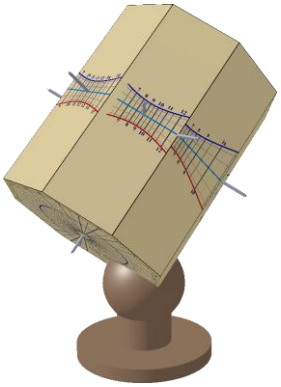
Eine Diptychonsonnenuhr besteht aus einer horizontalen und einer vertikalen Sonnenuhr mit gemeinsamem Schattenwerfer.



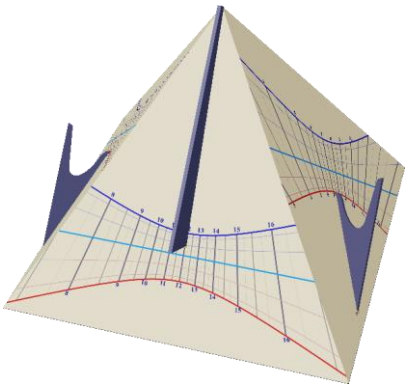
Eine Würfelsonnenuhr besitzt oben eine horizontale Sonnenuhr sowie vertikale Sonnenuhren auf der Süd-, Ost-, West- und Nordseite.



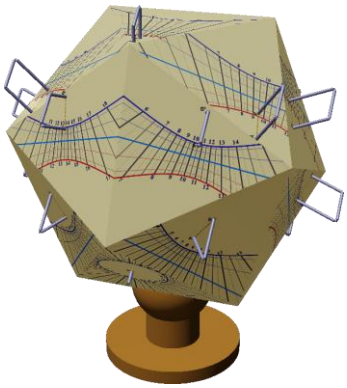
Sechsseitige polare Sonnenuhr: ein entlang der Polachse geneigter sechseckiger Zylinder mit fünf polaren Zifferblättern, davon vier abweichend, sowie zwei äquatorialen Zifferblättern an den Enden.



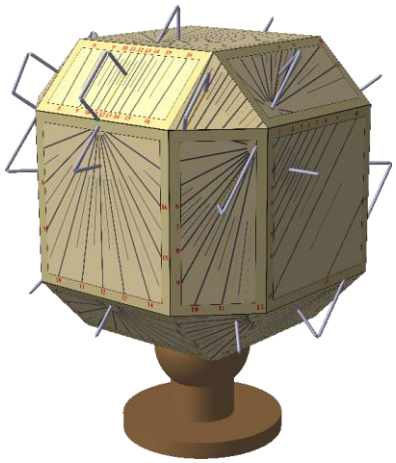
Achtseitige polare Sonnenuhr: ein entlang der Polachse geneigter achteckiger Zylinder mit sieben polaren Zifferblättern, davon sechs abweichend, sowie zwei äquatorialen Zifferblättern an den Enden.



Pyramidenförmige Sonnenuhr mit vier geneigten Flächen: einer Süd-, einer Ost-, einer West- und einer Nordfläche.



Mehrflächige Sonnenuhr auf einem Ikosaeder mit 20 Dreiecksflächen und 19 nutzbaren Zifferblättern. Das obere Zifferblatt liegt horizontal.





Mehrflächige Sonnenuhr mit 26 Flächen auf einem Rhombenkuboktaeder, einem an den Kanten abgestumpften Würfel. Ein Beispiel steht im Botanischen Garten von Straßburg nahe der Sternwarte und dem Planetarium. Das Modell in Shadows besitzt tatsächlich 22 Zifferblätter: Die drei nach unten geneigten Nordflächen und die Unterseite tragen keine Zeichnung.

Dekorieren des Zifferblattes und der Sonnenuhr

Eine schmucke Sonnenuhr sollte schön dekoriert sein und vorzugsweise mit einem passenden Sinnspruch versehen werden. Die Dekoration kann in die Kurven integriert sein oder neben diesen aufgebracht werden. Auch das direkte Umfeld der Sonnenuhr kann dekorativ gestaltet werden.

Die Dekoration beginnt mit einem einfachen oder einem Ornamentrahmen. Neben dem Schattenwerfer findet man häufig Tier- oder Sonnendarstellungen; in der Alpenregion sind es oft Vogelbilder.



Diese Morgen-Sonnenuhr im Pragelato-Tal bei Sestrières in Italien stellt mehr Fläche für die Gestaltung als für die eigentliche Konstruktionszeichnung zur Verfügung (der Schattenwerfer ist ein Ski-Stock). Das Motto ist im Piemontese-Dialekt verfasst.



Bei dieser Sonnenuhr in Serre-Chevalier, Frankreich, verbraucht die Gestaltung auch viel Raum, das Motto ist in komplexe Schleifen eingebettet. Wieder ist die Konstruktionszeichnung einfach, um die Schönheit der Kunst hervorzuheben; ein wirkliches Kunstwerk.

Die Beschreibung der Dekotechniken würde den Rahmen dieses Werkes sprengen.

Die Importfunktion einer vektoriellen Illustration oder eines Bildes erlaubt das gleichzeitige Ausdrucken des Zifferblattes und der Dekoration. Vektorielle Grafiken sind zu bevorzugen, da sie die Konturen der Zeichnungen darstellen.

Einfügen eines Textrahmens

Sie erlauben Text- oder textähnliche Eintragungen auf dem Zifferblatt, wobei Sie den Stil wählen können. Sie dienen zum Graduieren der Stundenlinien sowie der Tageskurven, zum Anbringen von Sinnsprüchen oder zum Angeben der Ortskoordinaten.

Das Einfügen eines Textes erfolgt über Objekte > Ein Textobjekt einfügen. Dies erlaubt folgende Angaben auf dem Zifferblatt: 

- Einen freien Text
- Einen Sinnspruch aus einer vordefinierten Liste
- Ein zodiakales Symbol
- Den Ortsnamen
- Die Art der Sonnenuhr
- Die geografischen Koordinaten

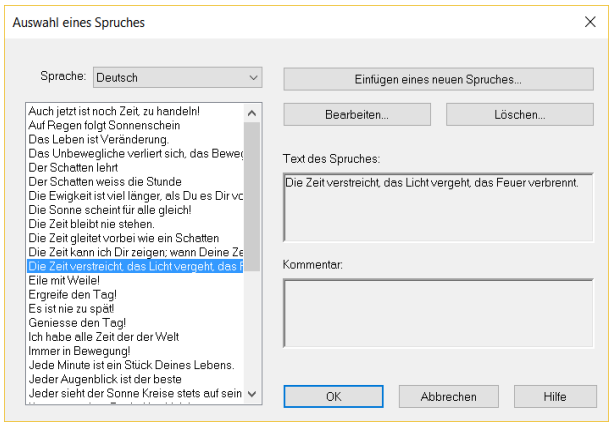
Schriftart, Größe und Farbe der Zeichen sind wählbar.

Ein Bild kann hinter die Linien des Zifferblatts gelegt werden. Wählen Sie dazu im Kontextmenü nach einem Rechtsklick die Option Unter den Linien des Zifferblatts zeichnen.

Sinnspruch anbringen

Der Sinnspruch ist oft das, an was wir uns bei einer Sonnenuhr erinnern. Er drückt oft die Stellung des Menschen in Bezug auf das Universum, die Zeit, den Tod, einen Gott usw. aus. Er ist oft philosophisch, manchmal religiös oder belehrend und oft zweideutig. Bedenken Sie, dass ein Sinnspruch, sei er aus der Liste dieses Programms, einem Buch, einer Gedichtesammlung oder aus Ihrer Fantasie, in einem gewissen Sinne ihre Unterschrift darstellt.

Die Textrahmen erlauben den Zugriff auf eine in Shadows mitgelieferte Liste mit 550 Sinnsprüchen in Französisch, Latein, Italienisch, Deutsch und weiteren Sprachen. Auch das Einfügen eines eigenen Textes ist möglich. Stil und Farbe sind wählbar.



Wählen Sie einen Sinnspruch aus der Liste. Sie können ihn ändern oder einen Kommentar einfügen (z.B. eine Übersetzung), der aber nicht auf dem Zifferblatt erscheint.

Die Sinnspruchliste befindet sich in der Datei mottoes.txt im Installationsregister von Shadows.

Wenn Sie weitere Sinnsprüche ergänzen möchten, können Sie die Datei bearbeiten, sofern Sie Schreibrechte im Installationsverzeichnis besitzen. Sie können die Sprüche auch an den Autor senden, damit sie in einer späteren Version aufgenommen werden.

Importieren eines Bildes

Dies ist möglich über das Menü Objekte > Ein Bildobjekt einfügen 

Sie können Bilder folgender Formate laden und anzeigen:

- Windows BMP Bilder
- GIF Bilder, transparent oder opak, mit 16 oder 256 Farben
- PNG-Bitmapbilder mit oder ohne Transparenz
- JPEG-Bitmapbilder
- TIF-Bitmapbilder
- Vektorzeichnungen im WMF oder EMF Format

Bitmap-Bilder bestehen aus Farbpunkten. Vektorielle Bilder bestehen aus Linien und Formen, die beliebig umdimensioniert werden können.

Es wird empfohlen, die Bilder in einem entsprechenden Zeichenprogramm vorzubereiten oder ggf. zu retuschieren und dann in die Datei von Shadows einzulagern. Man kann auf diese Weise Illustrationen, Gravuren und Fotos am Scanner digitalisieren oder die Konturen einer Zeichnung mittels Vektorgraphik selber entwerfen.

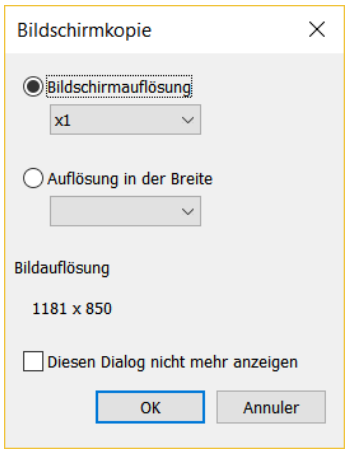
Im Programm Shadows werden einige vektorielle Cliparts mitgeliefert, die im Unterverzeichnis cliparts des Installationsverzeichnisses zu finden sind.

Bildobjekte sind nur in Shadows Expert verfügbar.

Zeichnungen exportieren

Kopieren-Einfügen des Entwurfs in ein fremdes Programm

Diese Option, aufrufbar über das Menü Datei > In die Zwischenablage kopieren... erlaubt, den Bildschirm entweder als Bitmap oder als Vektorgrafik zu kopieren. Vektorielle Bilder können beliebig ohne Verzerrungen vergrößert werden, und sie erlauben auch, einzelne Bildelemente individuell zu bearbeiten.



Die Auflösung des kopierten Bildes kann entweder im angezeigten Dialogfeld oder in den Einstellungen ausgewählt werden.

Die Bildauflösung kann bis zum 4-fachen der Bildschirmauflösung vergrößert und die Pixelzahl der Breite zwischen 640 und 3000 eingestellt werden. Die Höhe wird dann entsprechend dem Darstellungsverhältnisses errechnet.

Die Bildkopie ist gespeichert und kann in ein anderes Programm kopiert werden.

Tastenkürzel : CTRL-C für eine Kopie im **BMP-Format**, SHIFT-CTRL-C für eine **Vektor**grafik.

Die Option einer Vektorgrafik ist nur in Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar. BMP

Eine Kopie im Bitmap-Format ist in allen Programmversionen verfügbar. EMF

Zifferblattdesign als Vektorgrafik exportieren

Export im Format EMF

Hier wird eine Datei mit der Zifferblattzeichnung im Format Enhanced Windows MetaFile (*.emf) angelegt. Sie ist damit zu einer Vielzahl von Grafik-und Textverarbeitungsprogrammen kompatibel.

Es ist somit möglich, auf diesen vektoriell abgelegten Entwurf des Zifferblatts oder einer Kurve wie z.B. ein Analemma zuzugreifen und diese dann in einem Zeichen- oder CAD-Programm weiter zu verarbeiten. Auf diese Weise sind Modifikationen aller Art möglich. Manche Programme erlauben auch, mit einer EMF-Datei Fotogravuren herzustellen und numerische Maschinenverarbeitung zu steuern.

EMF-Export nur mit Shadows Pro.

Export im Format DXF in ein CAD-Programm

Der Export geschieht hier im Format DXF AutoCAD. Das Format ist praktisch zu allen CAD-Programmen sowie zu Steuerprogrammen für numerisch gesteuerte Maschinen kompatibel. Die Datei enthält eine Reihe von ASCII-Codes, die den Zeichnungsentwurf beschreiben. In einem Texteditor können zusätzliche Codes erstellt und andere geändert werden.

Nur Strichzeichnungen werden exportiert, keine Texte, keine Symbole oder Bilder aus den Rahmen. Ein integraler Export sollte mit dem EMF-Format vorgenommen werden.

Vom DXF-Format gibt es zahlreiche Varianten, die von Programmen unterschiedlich interpretiert werden können. In den Einstellungen können Sie zwischen R12 für ältere Programme und der neueren Variante R2007 wählen.

DXF-Export nur in Shadows Pro.

Export im Format SVG

Das SVG-Format (Scalable Vector Graphics) ist ein beliebtes Format im Internet. Es kann in einem Webbrowser angezeigt und auf einer Webseite verwendet werden. Der SVG-Export funktioniert ähnlich wie der DXF-Export, mit mehr oder weniger denselben Funktionen und denselben Einschränkungen.

SVG-Export nur in Shadows Pro.

Koordinatentafeln

Koordinatentafeln werden als Textdatei in Tabellenform generiert, so dass die separaten Werte anschaulich sichtbar in Excel und ähnlichen Programmen erscheinen. Man erreicht sie über das Menü Konfiguration > Koordinatentafeln.

Koordinaten der Stundenlinien

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CO-ORDINATES OF HOUR LINES							
2	Origin of the (x, y) co-ordinates: point A.							
3	Origin of the (radius, angle) co-ordinates: point B.							
4	Hour	Min	Day	Month	X (mm)	Y (mm)	Radius (mm)	Angle(°)
5	6	30	17	3	-493.03	58.68	499.69	-9.36
6	6	30	22	3	-338.52	33.19	343.09	-9.36
7	6	30	27	3	-258.00	19.92	261.49	-9.36
8	6	30	1	4	-208.75	11.79	211.57	-9.36
9	6	30	6	4	-175.64	6.33	178.01	-9.36
10	6	30	11	4	-151.95	2.43	154.00	-9.36
11	6	30	16	4	-134.24	-0.50	136.05	-9.36
12	6	30	21	4	-120.58	-2.75	122.21	-9.36
13	6	30	26	4	-109.80	-4.53	111.28	-9.36
14	6	30	1	5	-101.15	-5.95	102.52	-9.36
15	6	30	6	5	-94.13	-7.11	95.40	-9.36
16	6	30	11	5	-88.39	-8.06	89.59	-9.36

Die Zeilenzahl hängt von der Auflösung der Stundenlinien ab Halbstunden, Viertelstunden, usw.). Jede Linie ist durch einen Punkt im Abstand von 5 Tagen definiert. Befindet sich der Punkt außerhalb des Zifferblatts, wird er durch einen Stern dargestellt.

Koordinaten der Deklinationslinien

	A	B	C	D	E	F
1	CO-ORDINATES OF DECLINATION LINES					
2						
3						
4	Cancer	(23.44°)				
5	h	min	x (mm)	y (mm)	radius (mm)	angle (°)
6	4	0	-577.83	-440.54	726.61	37.3
7	4	30	-239.72	-147.02	281.21	31.5
8	5	0	-152.34	-73.77	169.26	25.8
9	5	30	-111.19	-40.97	118.50	20.2
10	6	0	-86.68	-22.63	89.59	14.6
11	6	30	-70.03	-11.08	70.90	9.0
12	7	0	-57.73	-3.26	57.82	3.2
13	7	30	-48.07	2.31	48.13	-2.7
14	8	0	-40.14	6.40	40.65	-9.1

Bei jedem Tagesbogen gibt es Koordinaten für jeden Stundenpunkt. Die Bogenbezeichnung wird am Beginn angezeigt. Es kann sich um einen Zodiakalbogen oder einen Dekanbogen, eine Kurve zu einer gegebenen Deklination oder einem gegebenen Datum handeln, je nach den getätigten Einstellungen in Zeichnung > Deklinationslinien... 

Koordinaten der Analemmata

	A	B	C	D	E	F
1	CO-ORDINATES OF ANALEMMA CURVES					
2						
3						
4	5 h					
5	day	month	x (mm)	y (mm)	radius (mm)	angle (°)
6	26	IV	-734.23	-259.71	778.81	19.5
7	1	V	-449.64	-165.96	479.29	20.3
8	6	V	-330.66	-127.09	354.25	21.0
9	11	V	-266.27	-106.35	286.73	21.8
10	16	V	-226.70	-93.89	245.37	22.5
11	21	V	-200.62	-85.94	218.25	23.2
12	26	V	-182.82	-80.79	199.87	23.8
13	1	VI	-168.67	-77.06	185.44	24.6
14	6	VI	-161.19	-75.43	177.96	25.1

Die Kurvenpunkte der Analemmata sind im fünftägigen Abstand angegeben. Dies gilt für das einzelne Mittagsanalemma genauso wie für dasjenige bei einer Sonnenuhr für Mittlere Zeit; es gilt aber auch für stündliche Halbanalemmata.

Koordinaten der Stundenmarkierungen

	A	B	C	D	E	F
1	CO-ORDINATES OF HOUR POINTS					
2	Origin of the (x, y) co-ordinates: point A.					
3	Hour	Min	X (mm)	Y (mm)	Radius (mm)	Angle(°)
4	4	0	-43.30	-19.96	47.68	24.7
5	4	30	-46.19	-15.27	48.65	18.3
6	5	0	-48.30	-10.33	49.39	12.1
7	5	30	-49.57	-5.21	49.85	6.0
8	6	0	-50.00	0.00	50.00	0.0
9	6	30	-49.57	5.21	49.85	-6.0
10	7	0	-48.30	10.33	49.39	-12.1
11	7	30	-46.19	15.27	48.65	-18.3
12	8	0	-43.30	19.96	47.68	-24.7

Für ein analemmatisches Zifferblatt sind die Punktkoordinaten auf der Ellipse angegeben.

Koordinaten der Positionen des mobilen Gnomons

Bei einer analemmatischen Sonnenuhr kann mit Hilfe dieser Koordinaten die Datumslinie im Zentrum der Sonnenuhr gezeichnet werden.

	A	B	C	D	E
1	TABLE OF POSITIONS OF THE MOBILE STYLE				
2	Angle between equinoxial and solar noon: -90°				
3					
4					
5		dec (°)	X (mm)	Y (mm)	
6	Cancer	23.439	0	13.06	
7	Leo-Gemini	20.151	0	11.05	
8	Virgo-Taurus	11.472	0	6.111	
9	Libraque-Arie	0.000	0	0	
10	Scorpius-Pisc	-11.472	0	-6.111	
11	Sagittarius-Aq	-20.151	0	-11.05	
12	Capricornus	-23.439	0	-13.06	

Koordinaten der Stundenlinien auf der Äquinoktiallinie

	A	B	C	D	E
1	CO-ORDINATES OF HOUR LINES ON THE EQUINOXIAL LINE				
2	Angle between equinoxial and solar noon: -90°				
3	Distance between points O and B: 62.01 mm				
4	Distances are given in mm from point O on the equinoxial line.				
5	Hour	Min	Distance O (m	Distance S (mm)	
6	6	30	-361.14	-361.14	
7	7	0	-181.53	-181.53	
8	7	30	-118.33	-118.33	
9	8	0	-85.22	-85.22	
10	8	30	-64.26	-64.26	
11	9	0	-49.38	-49.38	
12	9	30	-37.92	-37.92	
13	10	0	-28.55	-28.55	
14	10	30	-20.49	-20.49	

Diese Tabelle liefert die Schnittpunkte der Stundenlinien mit der geraden Verbindungslinie der beiden Äquinoktialpunkte, (der sog. Äquinoktialen) wie auf dem Äquinoktiallineal.

Die Abstände werden entweder ab Punkt O (Sonnenmittagslinie) oder ab Punkt S (Substilare) angegeben.

Koordinaten der speziellen Linien

	A	B	C	D	E	F
1	COORDINATES OF THE BABYLONIC HOUR LINES					
2	Origin of the (x, y) co-ordinates: point A.					
3	Hour	Minutes	X1 (mm)	Y1 (mm)	X2 (mm)	Y2 (mm)
4	1	0	-202.18	-115.19	-166.29	226.29
5	1	30	-136.21	-60.70	-99.12	172.84
6	2	0	-102.05	-33.99	-63.19	147.70
7	2	30	-80.66	-18.36	-39.31	134.26
8	3	0	-65.68	-8.24	-20.92	127.14
9	3	30	-54.37	-1.26	-4.96	124.24
10	4	0	-45.35	3.77	10.46	124.85
11	4	30	-37.85	7.48	27.02	129.10
12	5	0	-31.40	10.29	46.90	138.11
13	5	30	-25.70	12.41	73.96	154.78

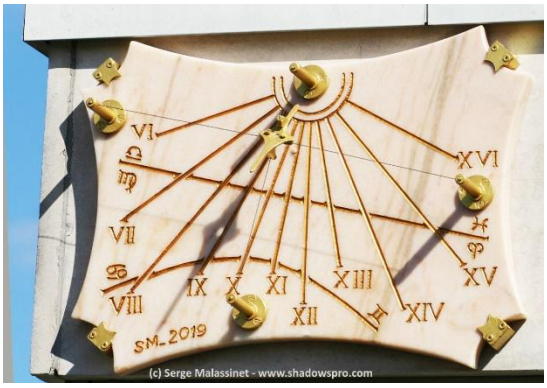
Wie für die Stundenlinien sind die Punktkoordinaten für die babylonischen, italischen, siderischen, ungleichen Stundenlinien sowie für die Azimut- und Höhenbögen in Tabellenform bereitgestellt.

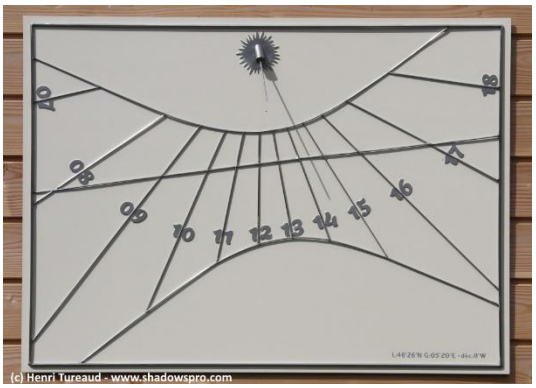
Von Shadows-Nutzern angefertigte Sonnenuhren

Diese beiden Seiten zeigen eine Auswahl von Sonnenuhren, die Shadows-Anwender gebaut haben. Wer Erfahrung mit Gravur, Malerei, Metallarbeit oder Zeichnen besitzt, findet in Shadows eine passende Ergänzung für den Entwurf einer individuellen Sonnenuhr.

Weitere Sonnenuhren finden Sie unter www.shadowspro.com/fr/cadrans-solaires-utilisateurs.html.

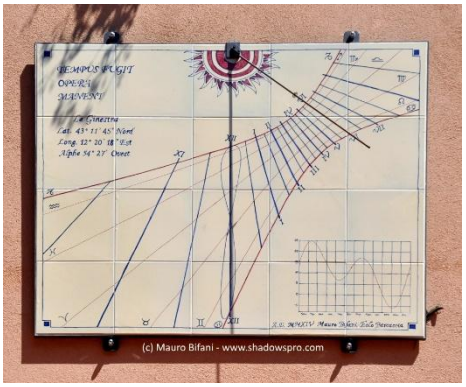


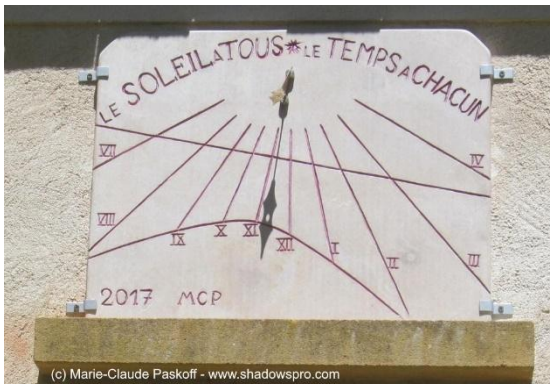


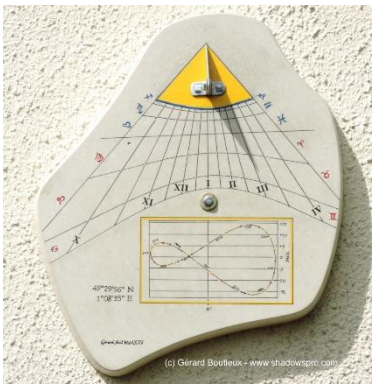




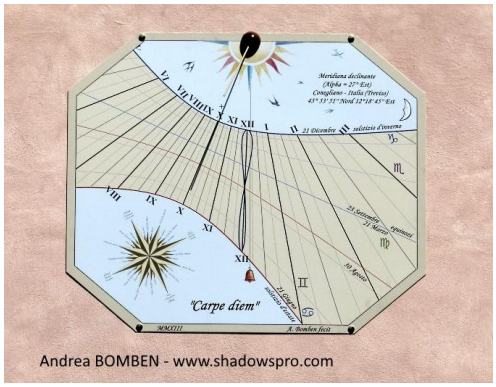


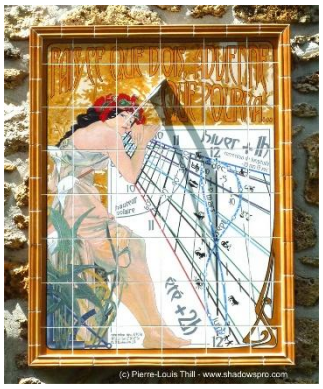


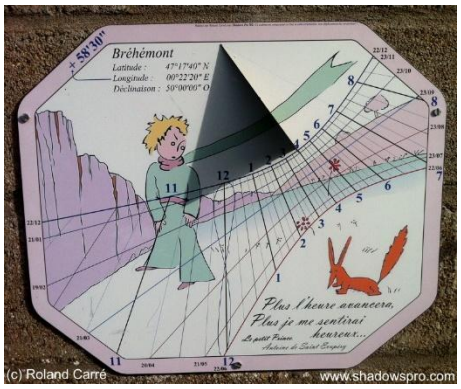




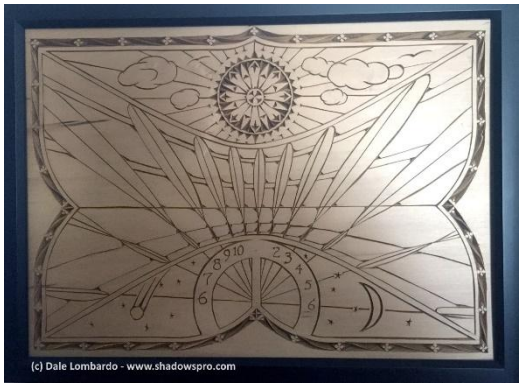

(c) Mario Sommaruga - www.shdowspro.com


"Carpe diem"
Andrea BOMBEN - www.shadowspro.com

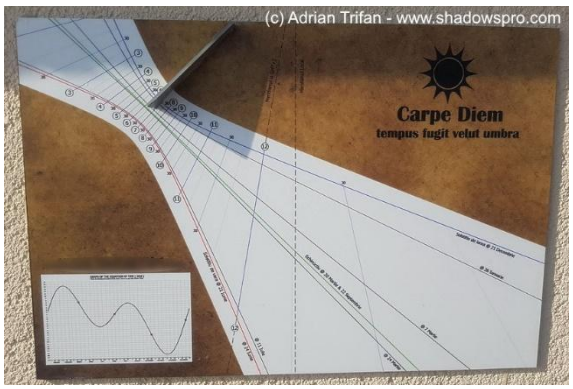

(c) Pierre-Louis Thill - www.shadowspro.com


Bréhémont
Plus j'heure avancera,
Plus je me sentirai
heureux...
(c) Roland Carré
www.shadowspro.com


(c) William Gelbart - www.shadowspro.com


(c) Dale Lombardo - www.shadowspro.com


GRAND CHAMP
Profite du moment présent.
(c) Dominique Robic - www.shadowspro.com


(c) Adrian Trifan - www.shadowspro.com
Carpe Diem
tempus fugit velut umbra

BUCH 4 – WEITERE GNOMONISCHE UND ASTRONOMISCHE INSTRUMENTE

Die Zeitgleichung

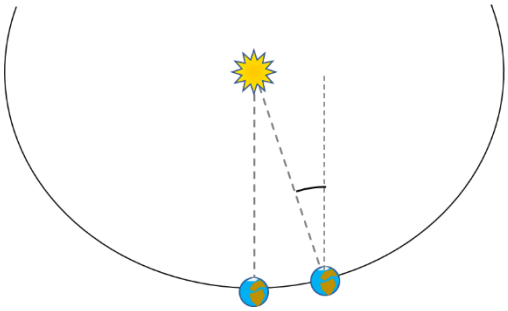
Ursprung der Zeitgleichung

In diesem Handbuch ist die Zeitgleichung als mittlere Zeit minus wahre Sonnenzeit definiert: ZG = MZ – WZ. In manchen Ländern wird die umgekehrte Definition verwendet: ZG = WZ – MZ; siehe unten.

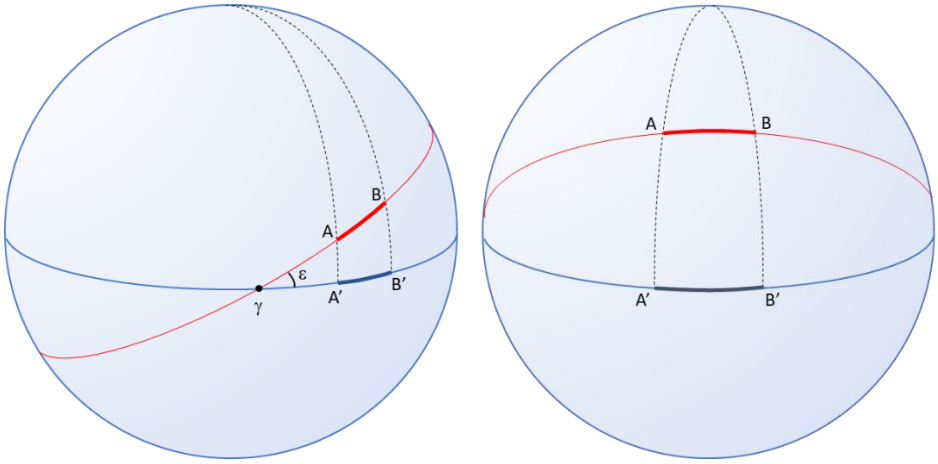
Die wahre Sonnenzeit wird durch den Stundenwinkel der Sonne bestimmt. Die mittlere Sonnenzeit beruht auf einer fiktiven mittleren Sonne, die sich mit gleichmäßiger Winkelgeschwindigkeit entlang des Himmelsäquators bewegt und die mittlere jährliche Sonnenbewegung darstellt. Der Unterschied zwischen beiden Zeiten verändert sich im Jahreslauf aus den im Folgenden erläuterten astronomischen Gründen.

Die SI-Sekunde wird dagegen definiert, indem die Frequenz eines bestimmten Übergangs im Cäsium-133-Atom auf 9.192.631.770 Hz festgelegt wird.

Von einem Tag zum nächsten bewegt sich die Erde in ihrem Orbit um die Sonne vorwärts und die Richtung zur Sonne verändert sich dadurch ständig leicht (siehe untenstehende Abbildung). Die tägliche Änderung dieses Winkels ist im Laufe des Jahres nicht konstant, weil je nach Entfernung der Erde von der Sonne die Geschwindigkeit der Erde unterschiedlich ist (elliptische Bahnbewegung).



Darüber hinaus ist die Erdachse gegenüber der Ekliptikebene (Ekliptik = scheinbare Bahn der Sonne) geneigt. Die Projektion ihrer Position auf den Himmelsäquator bedingt eine weitere periodische Änderung.



Die Ekliptikebene (rot) ist gegenüber dem Himmelsäquator (blau) um ca. 23° geneigt. Der Bogen A-B, der von der scheinbaren Sonne zurückgelegt wird, wird auf A'-B' projiziert. Wenn sich die Sonne in der Nähe des Frühlingspunktes (g) befindet, ist der Bogen A'-B' kürzer als der Bogen A-B (oben links). Dies ist der Fall rund um die Tag- und Nachtgleichen. Wenn die Sonne hingegen in der Nähe der Extremwerte ihrer Deklination ist, d.h. an den Sonnenwenden (oben rechts), dann ist der Bogen A'-B' länger als der Bogen A-B.

Die zwei soeben beschriebenen Phänomene sind der Ursprung der Zeitgleichung. Beide Effekte überlagern sich und ergeben eine doppelt sinusförmige Kurve.

Definitionen der Zeitgleichung

Für die Zeitgleichung sind zwei entgegengesetzte Vorzeichenkonventionen gebräuchlich: mittlere Zeit minus wahre Sonnenzeit oder wahre Sonnenzeit minus mittlere Zeit. Beide sind korrekt, sofern die Werte entsprechend angewendet werden. Bei umgekehrtem Vorzeichen muss ein Wert subtrahiert statt addiert werden; das Ergebnis bleibt gleich.

Die Definition der Zeitgleichung lässt sich im Programm unter der Einstellung Zeitgleichung wählen.

Die folgende Tabelle zeigt die Anwendung der Zeitgleichung (ZG) abhängig von der gewählten Definition. MZ bezeichnet die mittlere Zeit, WZ die wahre Sonnenzeit am selben Bezugsmeridian.

	MZ – WZ*	WZ – MZ
Um die wahre Sonnenzeit aus der mittleren Zeit zu erhalten	ZG subtrahieren	ZG addieren
Um die mittlere Zeit aus der wahren Sonnenzeit zu erhalten	ZG addieren	ZG subtrahieren

* Voreinstellung in Shadows.

Hinweis: Das Addieren einer negativen Zahl ist äquivalent zur Subtraktion einer positiven Zahl, d.h. 12 + (-5) = 12 – 5 = 7. Das Subtrahieren einer negativen Zahl ist äquivalent zur Addition, d.h. 12 – (-5) = 12 + 5 = 17.

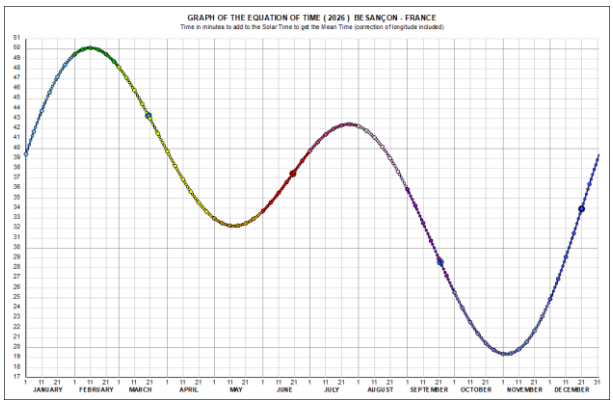
Anwendung der Zeitgleichung

Nach der in Shadows voreingestellten Definition ZG = MZ – WZ bedeutet eine positive Zeitgleichung, dass die wahre Sonne hinter der mittleren Sonne zurückbleibt; bei einem negativen Wert eilt sie voraus. Bei der umgekehrten Definition ZG = WZ – MZ wechseln die Vorzeichen, nicht aber die physikalischen Verhältnisse. Die Abweichung erreicht je nach Datum ungefähr eine Viertelstunde in die eine oder andere Richtung. Deshalb überrascht die Differenz zwischen einer Sonnenuhr und der Armbanduhr viele Betrachter. Es genügt keineswegs, im Winter eine Stunde und im Sommer zwei Stunden hinzuzurechnen!

Die Zeitgleichung unterscheidet sich von Jahr zu Jahr geringfügig. Deshalb kann das Bezugsjahr in den Allgemeinen Einstellungen über das Symbol Referenz geändert werden. Durch Kalender und Schaltjahre wiederholen sich die Werte annähernd im Vierjahresrhythmus, jedoch nicht exakt. Die Berechnung kann für das gewählte Jahr oder als Mittel über vier Jahre erfolgen.

Zeitgleichungskurve

Die folgende Abbildung zeigt die Werte der Zeitgleichung in Minuten (Ordinate) als Funktion des Datums (Abszisse). Der Monat ist mit römischen Zahlen angegeben und die Monate sind weiter unterteilt in 10-Tagesintervalle (1., 11., 21. Tag jeden Monats). Die Zeitgleichung beinhaltet zwei periodische Terme, einer davon ist doppelt so lang wie der andere. Man erkennt dies auf einfache Weise daran, dass die Zeitgleichung viermal pro Jahr eine Nullstelle besitzt.



Bei der voreingestellten Definition ZG = MZ – WZ wird der abgelesene Wert zur wahren Sonnenzeit addiert, um die mittlere Zeit zu erhalten. Für die umgekehrte Umrechnung wird er abgezogen. Wenn in den Einstellungen die andere Vorzeichenkonvention gewählt wurde, kehren sich diese Rechenschritte um.

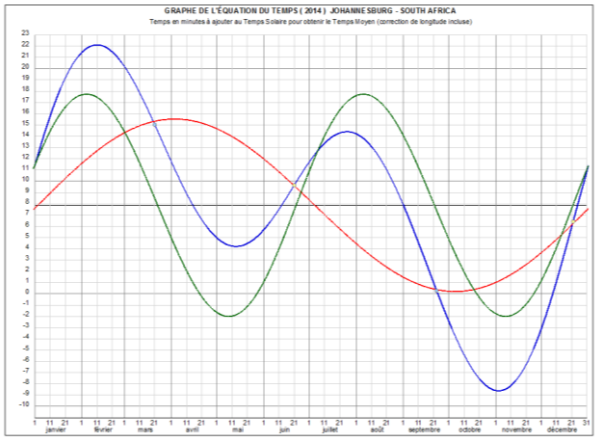
Um den genauen Wert für die Zeitgleichung an einem bestimmten Tag des Jahres zu bestimmen, müssen Sie die Tabelle mit den Werten der Zeitgleichung oder die Ephemeriden benutzen.

Ein Klick auf das Symbol zeichnet einen senkrechten Cursor am ausgewählten Tag; der Wert der Zeitgleichung erscheint oberhalb des Diagramms. Mit den

Pfeiltasten nach rechts und links wechseln Sie den Tag.


In dieser Graphik kann die Korrektur für den Längengrad des Ortes berücksichtigt werden indem man im **Menü Datei > Generelle Voreinstellungen... > Zeitgleichung > Berücksichtigung der Längenkorrektur** aktiviert. Die Farbe der Kurve lässt sich hier ebenfalls ändern.

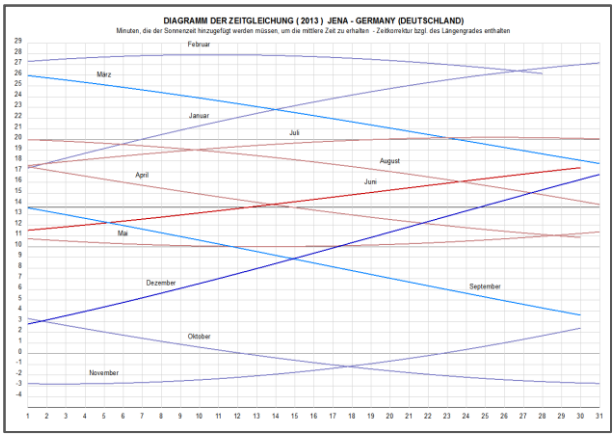
Dieses Diagramm kann neben einer Sonnenuhr angebracht werden, um den Betrachtern die anzuwendende Zeitkorrektur anzugeben.



Die zwei Komponenten der Zeitgleichung können über die resultierende Kurve gelegt werden indem man auf das Symbol klickt.

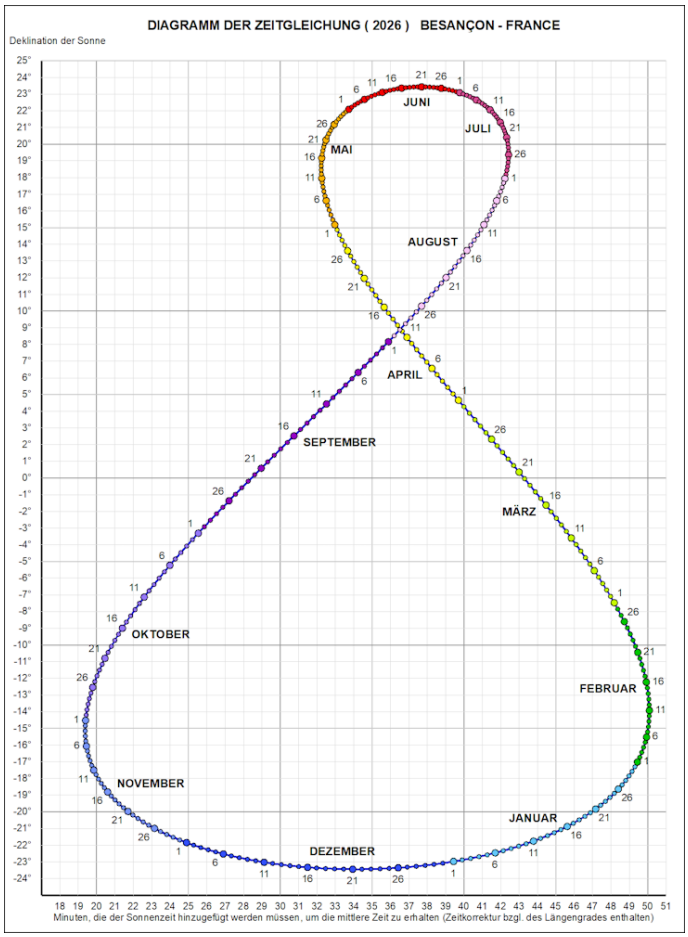

Die beiden Komponenten sind die Mittelpunktsgleichung als Folge der Exzentrizität der Erdbahn (rote Kurve) und die Reduktion auf den Äquator als Folge der Neigung der Erdachse (grüne Kurve).

Monatliche Darstellung



Dieses Diagramm zerlegt die Kurve in zwölf Monatskurven. Durch die Darstellung über die volle Breite lässt sich genauer ablesen.

Vertikale Darstellung der Zeitgleichung



Hier wird die Sonnendeklination auf der senkrechten Achse gegen die Zeitgleichung in Minuten auf der waagerechten Achse aufgetragen. Im Jahresverlauf entsteht so eine geschlossene Acht, das Analemma.

Das zugehörige Datum steht nahe bei der Kurve. Jeder Tag ist mit einem Punkt markiert und das Datum alle fünf Tage explizit angegeben.

Diese Abbildung liefert zwei Informationen wenn das Datum bekannt ist: den Wert der Zeitgleichung und die Deklination der Sonne.

Ephemeriden

Eine Ephemeride ist der Positionswert eines astronomischen Objekts berechnet für ein bestimmtes Datum. In Shadows Expert und Shadows Pro sind Sonnenephemeriden verfügbar.

Ephemeriden sind in Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Jahresbezogene Ephemeriden

Ephemeriden

Allgemeine Daten	
Ort	KÖLN, GERMANY (DEUTSCHLAND)
Geogr. Breite	50° 56' 00" Nord
Geogr. Länge	6° 59' 00" Ost
Zeitzone	UT + 1 h
Korrektur der Geogr. Länge	32 min 04 s (32,0667 min)
Zonenzeit - Sonnenzeit	1 h 19 min 55 s (1,33181 h)

Jahresbezogene Daten	
Jahr	2018
Datum der Frühlings Tag- & Nachtgleiche	20 März @ 16 h 16 min 17 s (UT)
Datum der Sommersonnenwende	21 Juni @ 10 h 08 min 13 s (UT)
Datum der Herbst Tag- & Nachtgleiche	23 September @ 1 h 55 min 12 s (UT)
Datum der Wintersonnenwende	21 Dezember @ 22 h 23 min 23 s (UT)
Länge des Winters	88 d 23 h 46 min 56 s (88,990926 d)
Länge des Frühlings	92 d 16 h 51 min 56 s (92,702731 d)
Länge des Sommers	93 d 15 h 46 min 59 s (93,657627 d)
Länge des Herbstes	89 d 21 h 28 min 11 s (89,894572 d)
Länge des längsten Tages	16 h 32 min 00 s (16,533369 h)
Länge des kürzesten Tages	7 h 55 min 19 s (7,921928 h)
Datum des Durchgangs im Perihelion	3 Januar @ 3 h 17 min (UT)
Sonnenabstand im Perihelion	0,983300196 A.U. (147099615 km)
Datum des Durchgangs im Aphelion	6 Juli @ 16 h 15 min (UT)
Sonnenabstand im Aphelion	1,016696313 A.U. (152095603 km)
Schiefe der Ekliptik	23° 26' 13" (23,436884°)
Exzentrizität der Erdbahn	0,016700848
Datum von Ostern	1 April
Qibla (Richtung nach Mecca)	53° 14' (Östlich der Südrichtung)

Jahresbezogene Ephemeriden werden für das in den Einstellungen ausgewählte Referenzdatum und für den gewählten Referenzort im Menü Werkzeuge > Standortliste bearbeiten... angegeben.

Diese Ephemeriden geben die exakten Zeiten der Sonnenwenden und der Äquinoktien an, die Dauer der Jahreszeiten, die Dauer des längsten und kürzesten Tages des Jahres, die Daten des Perihels (sonnennächster Punkt) und des Aphels (sonnenfernster Punkt), die zugehörigen Entfernungen der Erde von der Sonne, genaue Werte der Schiefe der Ekliptik und der Exzentrizität der Erdumlaufbahn, sowie die Oster-Daten und die Qibla (Richtung nach Mekka).

Alle Zeiten sind in Universalzeit (Weltzeit) angegeben.

Tagesbezogene Ephemeriden

Ephemeriden

Tagesbezogene Daten	
Ort	KÖLN, GERMANY (DEUTSCHLAND)
Datum	7 Oktober 2018 @ 0 h (UZ)
Julianischer Tag	2458398,5
Jahrestag	280
Wochentag	Sonntag
Julianisches Jahrhundert	0,187638604
Zeitgleichung	-12 min 00,8 s (-720,75092 s)
Sternzeit in Greenwich um 0h UT	1 h 02 min 23 s (1,03966 h)
Rektaszension der Sonne	12 h 50 min 23 s (12,839704 h)
Deklination der Sonne	-5° 24' 01" (-5,400296°)
Mittlere Länge der Sonne	195° 36' 02" (195,600654°)
Wahre Länge der Sonne	193° 41' 14" (193,687209°)
Scheinbare Länge der Sonne	193° 40' 39" (193,677471°)
Mittlerere Abweichung der Sonne	272° 20' 26" (272,340635°)
Wahre Abweichung der Sonne	272° 30' 09" (272,502583°)
Gleichung des Sonnenmittelpunktes	-1° 54' 48" (-1,913444°)
Abstand Erde - Sonne	0,998993609 A.U. (149447316 km)
Sonnenaufgang	5 h 41 min 30 s (UZ)
Sonnendurchgang im Meridian	11 h 20 min 05 s (UZ)
Sonnenuntergang	16 h 58 min 41 s (UZ)
Azimut bei Sonnenaufgang u. -untergang	-/+81° 25' 47" (-/+81,4298°)
Höhe im Meridiandurchgang	33° 39' 59" (33,6664°)
Tageslänge	11 h 17 min 11 s (11,28634 h)
Dauer der bürgerlichen Dämmerung	0 h 32 min 54 s @ 17 h 31 min 35 s (UZ)
Dauer der nautischen Dämmerung	1 h 11 min 03 s @ 18 h 09 min 44 s (UZ)
Dauer der astronomischen Dämmerung	1 h 49 min 46 s @ 18 h 48 min 27 s (UZ)
Dauer der wahren Nacht	9 h 03 min 17 s (9,05474 h)
Scheinbarer Sonnendurchmesser	32,0199'

Die Tagesephemeriden werden für den Referenzort und das über Konfiguration > Datum der Ephemeriden festlegen... gewählte Datum berechnet.

Tagesbezogene Ephemeriden werden für den gewählten Referenzort und das im Menü Konfiguration > Datum der Ephemeriden bestimmen... ausgewählte Datum berechnet. Die Berechnung erfolgt für 0 h UT. Die folgenden Daten werden bereit gestellt: das Datum, das Julianische Tagesdatum, die Tagesnummer, der Wochentag, das Julianische Jahrhundert, die Zeitgleichung, die Sternzeit von Greenwich um 0h UT, sowie folgende Positionsdaten der Sonne: Rektaszension und Deklination, die mittlere, wahre und scheinbare ekliptikale Länge, die mittlere und wahre Anomalie, die Gleichung des Sonnenmittelpunktes, der Abstand von Erde und Sonne, die Zeiten des Sonnenaufgangs und -untergangs sowie des Meridiandurchgangs, der Azimut bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang, die Sonnenhöhe beim Meridiandurchgang, die Tageslänge, die Dauer der astronomischen, bürgerlichen und nautischen Dämmerung, sowie der scheinbare Sonnendurchmesser.

Ephemeriden für einen konkreten Zeitpunkt

Ephemeriden

Augenblicksdaten	
Ort	KÖLN, GERMANY (DEUTSCHLAND)
Korrektur der Geogr. Länge	32 min 04 s (32,0667 min)
Datum	7 Oktober 2018
Universalzeit	10 h 00 min 07 s (10,00194 h)
Zivile Stunde	12 h 00 min 07 s (12,00194 h)
Sonnenzeit	10 h 40 min 11 s (10,66972 h)
Sommerzeit	Ja
Julianischer Tag	2458398,91675
Zeitgleichung	-12 min 08,0 s (-728,04053 s)
Sternzeit	11 h 32 min 04,349 s (11,53454 h)
Nutation in Länge	-15,432976"
Nutation in der Schiefe	-4,263109"
Apparent sidereal time	11 h 32 min 03,405 s (11,53428 h)
Rektaszension der Sonne	12 h 51 min 54,3 s (12,8651 h)
Deklination der Sonne	-5° 33' 35,0" (-5,5597°)
Abstand Erde - Sonne	0,998874168 A.U. (149429448 km)
Stundenwinkel der Sonne	-1 h 19 min 49,9 s (-1,3305 h)
Azimut der Sonne (h)	-1 h 33 min 21,1 s (-1,5558 h)
Azimut der Sonne (°)	-23° 20' 16,0" (-23,3377 °)
Höhe der Sonne	30° 57' 18,0" (30,9551°)
Abstand der Sonne vom Zenit	59° 02' 42,0" (59,0449°)

Die Ephemeriden können auch für einen ganz bestimmten Zeitpunkt berechnet werden, der entweder im Menü Konfiguration > Datum der Ephemeriden bestimmen... eingestellt werden kann, oder aber in Echtzeit, aktualisiert für jede Sekunde.

Berechnet werden Weltzeit, bürgerliche Zeit, wahre Sonnenzeit, julianisches Datum, Zeitgleichung, Sternzeit, Nutationswerte, äquatoriale Sonnenkoordinaten (Rektaszension und Deklination), Abstand Erde–Sonne sowie Stundenwinkel, Azimut, Höhe und Zenitdistanz der Sonne.

Mondephemeriden

Ephemeriden

Monddaten	
Ort	BESANÇON, FRANCE
Datum	24 Oktober 2026 (ZZ)
Mondaufgang	17 h 26 min 49 s (ZZ)
Azimut beim Mondaufgang	-101° 04' 36" (-101,0768°)
Meridiantransit	Zur Zeit nicht verfügbar!
Höhe am Meridian	Zur Zeit nicht verfügbar!
Monduntergang	5 h 56 min 33 s (ZZ)
Azimut beim Monduntergang	96° 36' 52" (96,6144°)
Abstand zur Erde	379 094 km
Scheinbarer Durchmesser des Mondes	31' 31,00" (31,5107')

Mondphase	
Mondalter	13,73 d
Neumond	10 Oktober 2026 @ 17 h 49 min 56 s (ZZ)
erstes Viertel	18 Oktober 2026 @ 18 h 12 min 54 s (ZZ)
Vollmond	26 Oktober 2026 @ 6 h 11 min 43 s (ZZ)
letztes Viertel	1 November 2026 @ 22 h 28 min 13 s (ZZ)
nächster Neumond	9 November 2026 @ 9 h 01 min 57 s (ZZ)

Bahndaten	
Scheinbare Länge des Mondes	7° 37' 15,0" (7,6207°)
Scheinbare Breite des Mondes	3° 14' 22" (3,2394°)
Rektaszension	0 h 22 min 51,2 s (0,3809 h)
Deklination	5° 59' 55" (5,9987°)

Die erste Tabelle zeigt Aufgang, Untergang und Meridiandurchgang des Mondes sowie seine Meridianhöhe und sein Azimut am Horizont.

Die zweite Tabelle zeigt das Mondalter am gewählten Tag und die Zeitpunkte der Phasen der laufenden Lunation.

Über die Symbolleiste wechseln Sie zum vorherigen oder nächsten Tag beziehungsweise zur vorherigen oder nächsten Lunation.

Mondephemeriden sind nur in Shadows Pro verfügbar.

Planetarische Ephemeriden

Ephemeriden

Planetendaten	
Ort	BESANÇON, FRANCE
Datum	24 Oktober 2026 (ZZ)
Zivile Stunde	11 h 19 min 38 s (11,32722 h)

Daten des Planeten	
Planetendaten	Jupiter
Abstand zur Sonne	795 030 462 km (5,314 A.U.)
Heliozentrische ekliptische Länge	133° 21' 51" (133,364094°)
Heliozentrische ekliptische Breite	0° 42' 08" (0,702163°)
Abstand zur Erde	839 601 391 km (5,612 A.U.)
Geozentrische ekliptische Länge	143° 20' 01" (143,333579°)
Geozentrische ekliptische Breite	0° 39' 54" (0,664912°)
Rektaszension	9 h 43' 34" (9,726021 h)
Deklination	14° 22' 01" (14,367041°)
Azimut	50° 45' 24" (50,756664°)
Höhe	47° 16' 40" (47,277710°)
Zeitpunkt des Aufgangs	2 h 01 min 33 s (ZZ)
Zeitpunkt des Meridiantransits	9 h 08 min 33 s (ZZ)
Höhe am Meridian	57° 07' 14" (57,1207°)
Zeitpunkt des Untergangs	16 h 15 min 27 s (ZZ)
Scheinbarer Durchmesser	35,1" x 32,8"
Beschienener Teil	99,2%
Größe	-1,98

Die Planetenephemeriden geben die wichtigsten Bahndaten und Koordinaten der großen Planeten des Sonnensystems an.

Diese Angaben ergänzen die Darstellung der Planetenpositionen auf den Sternkarten.

Die Planetenephemeriden sind nur in Shadows Pro verfügbar.

Ephemeridengenerator

Diese Funktion erzeugt eine Textdatei, die eine Tabelle mit Daten für jeden Tag oder jede Stunde enthält. Die in der Tabelle enthaltenen Daten können ausgewählt werden, ebenso die gewünschte Zeilenzahl.

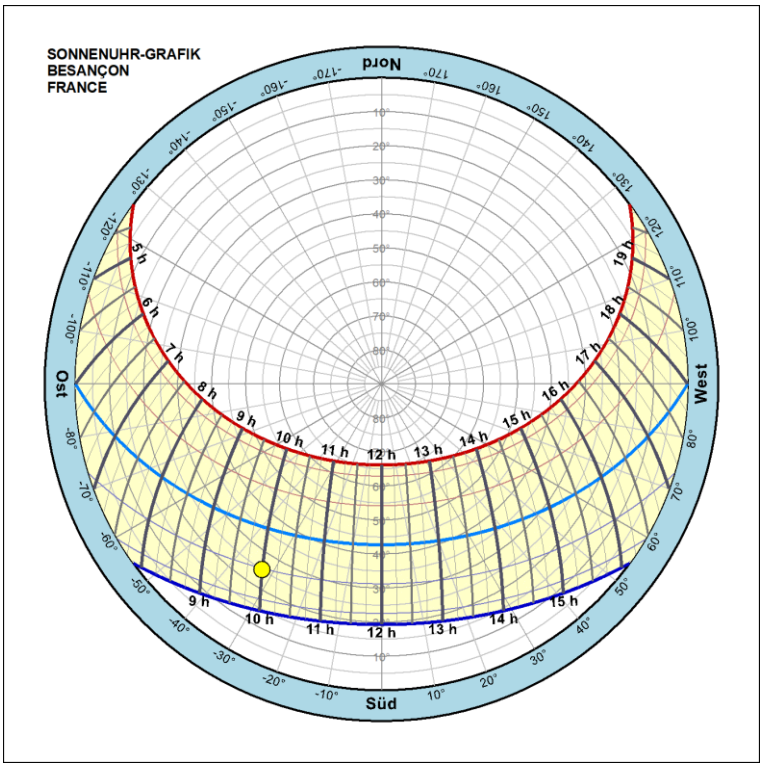
YYYY MM DD	Jahr, Monat, Tag	
hh mm ss	Stunden, Minuten, Sekunden	
JD	Julianisches Tagesdatum	in Tagen
EoT	Zeitgleichung	in Sekunden
st	Sternzeit	in Stunden
Az	Sonnenazimut	in Graden
Ht	Sonnenhöhe	in Graden
RA	Rektaszension der Sonne	in Stunden
Dec	Deklination der Sonne	in Graden
HA	Stundenwinkel	in Winkelstunden
HSe HSw	Sonnenaufgangszeit, Sonnenuntergangszeit	in Stunden UT
DD	Tagesdauer	in Stunden
HSs	Meridiandurchgang	in Stunden UT

Der Ephemeridengenerator ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Sonnenstandsdiagramm

Polares Sonnenstandsdiagramm

Die folgende Darstellung ist über das Menü Ansicht > Diagramm der Sonnenuhr verfügbar.



Das Sonnenstandsdiagramm stellt den Horizontkreis mit einer Höhenskala bis zum Zenit dar, auf dem für einen bestimmten Standort Richtung und Höhe der Sonne für jede Tageszeit an vordefinierten Tagen abgelesen werden können.

Es ist möglich, mithilfe des Symbols eine Horizontmaske zu definieren und über das Sonnenstandsdiagramm zu legen, um auf diese Weise Hindernisse am Horizont zu berücksichtigen.

Diese Funktion ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Horizontales Sonnenstandsdiagramm

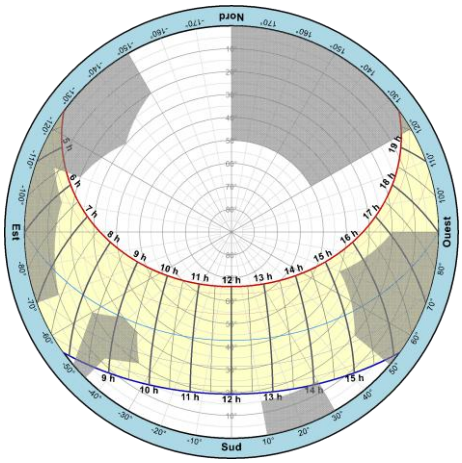
Diese Darstellung ist im Menü Ansicht > Diagramm der Sonnenuhr über das Symbol verfügbar. Es wird die Sonnenhöhe als Funktion des Azimuts über das Jahr hinweg angezeigt. Ein Azimut von 0° entspricht der Richtung des lokalen Meridians (=Südrichtung in der nördlichen Hemisphäre).

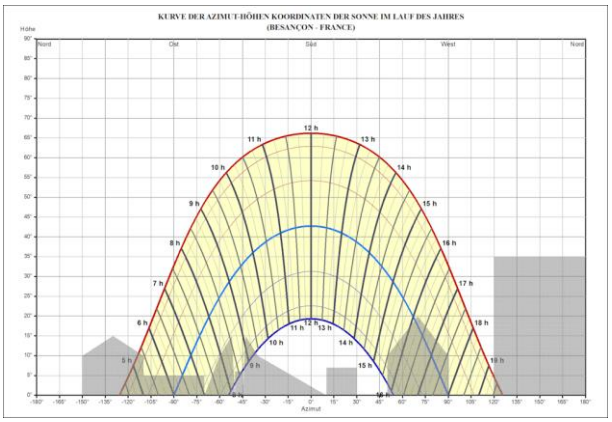
Diese Graphik ist nützlich, um die tatsächliche Besonnungsdauer einer Sonnenuhr unter Berücksichtigung der lokalen Gegebenheiten (z.B. Gebäude, Bäume) zu bestimmen.

Diese Funktion ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Die Horizontmaske

Es kann eine Horizontmaske erstellt werden, welche die Hindernisse am Horizont berücksichtigt, die die Besonnungsdauer der Sonnenuhr beeinflussen können. Die Maske wird durch eine Reihe von Punkten definiert (Horizonthöhe bei einem gegebenen Azimut). Eine Höhe von 0° entspricht dem mathematischen Horizont, eine Höhe von 90° dem Zenit. Häuser und Bäume, die einen Schatten auf die Sonnenuhr werfen könnten, können damit modelliert werden. Die Horizontmaske wird in der Textdatei HorizonMask.txt gespeichert, die automatisch geladen wird sobald die Dialogbox geöffnet wird, und automatisch gespeichert wird, wenn die Dialogbox geschlossen wird. Es kann immer nur eine Horizontmaske definiert werden.



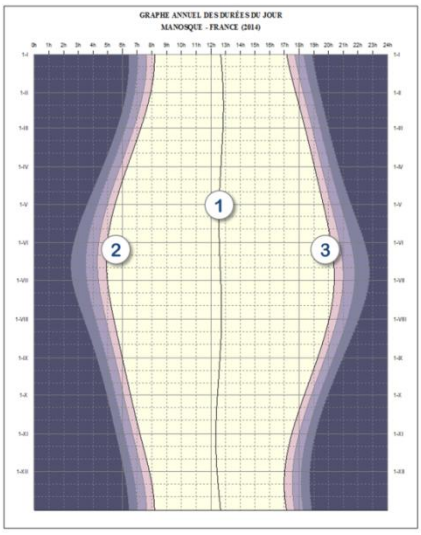


Andere Darstellungen und Werkzeuge

Sonnenaufgangszeiten und Sonnenuntergangszeiten

Das Diagramm für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang wird über den entsprechenden Befehl im Menü Werkzeuge geöffnet.

Das Diagramm zeigt die bürgerliche Zeit von Sonnenaufgang, Sonnenuntergang und Meridiandurchgang im Jahresverlauf. Die Berechnung berücksichtigt den gewählten Ort, insbesondere dessen geografische Länge.



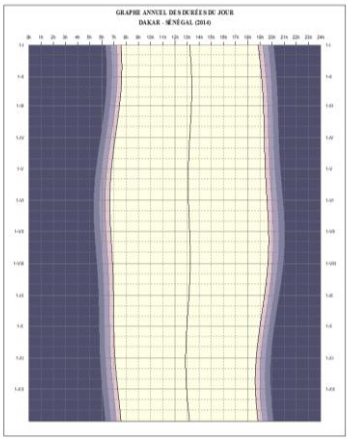
1. Wahrer Mittag – Zeitpunkt des Ortsmeridiandurchgangs der Sonne

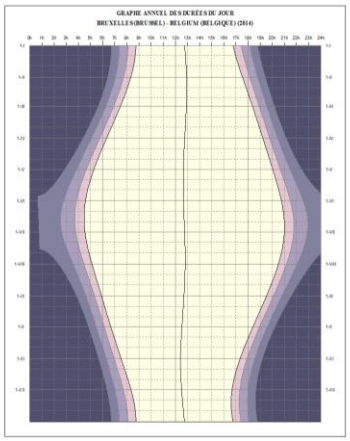
2. Sonnenaufgangskurve

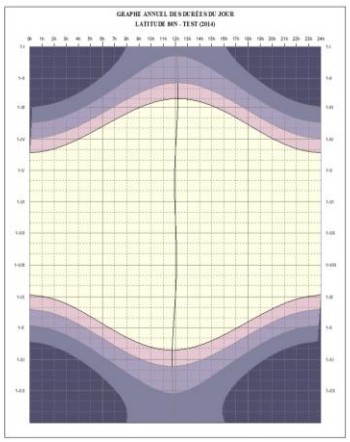
3. Sonnenuntergangskurve

Eingefärbte Bereiche außerhalb der Sonnenauf- und der Sonnenuntergangskurve geben die Dämmerungsbereiche an und zwar von hell nach dunkel: Bürgerliche Dämmerung, Nautische Dämmerung, Astronomische Dämmerung.

Diese Graphik ist für einen bestimmten Beobachtungsort berechnet. Der Beobachtungsort kann in der Ortsdatenbank geändert werden.







Oben links im Diagramm sind die Zusammenhänge für die Stadt Dakar im Senegal (Breite 14° 40') dargestellt. Die Änderung der Tagesdauer ist sehr gering. Für mittlere Breitengrade (Beispiel: Brüssel in Belgien, Breite 50° 50') schwankt die Tagesdauer zwischen 8 Stunden im Winter und 16 Stunden im Sommer. Auf der rechten Seite ist ein Ort mit ca. 80° Breite dargestellt. Die Zeiten der Polarnacht und des Polartages sind deutlich zu erkennen.

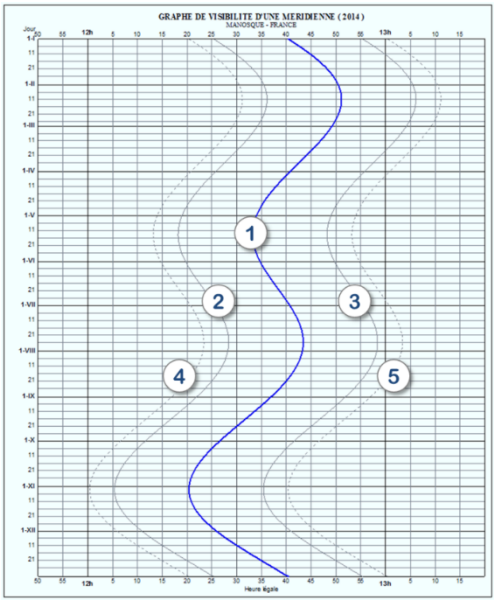
Dieses Diagramm ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Sichtbarkeits-Graph des Schattens auf einer Meridianuhr

Dieses Diagramm zeigt für jedes Datum die bürgerliche Uhrzeit des Sonnenmeridiandurchgangs. Damit lässt sich bestimmen, wann der Schatten die Achterschleife einer Mittagssonnenuhr erreicht. Die Längenkorrektur ist enthalten. Der Abstand zwischen Kurve 1 und der 12-Uhr-Linie umfasst daher die Zeitgleichung, die Längenkorrektur und gegebenenfalls die Sommerzeit. Für die Zeitgleichung nach der Definition ZG = MZ − WZ müssen die Längenkorrektur und eine gegebenenfalls geltende Sommerzeitverschiebung von diesem Abstand abgezogen werden.

ZG = Uhrzeit des wahren Mittags − 12 h − Längenkorrektur − Sommerzeitverschiebung

Die Längenkorrektur ist im Abschnitt über das Ablesen einer Sonnenuhr erläutert. Alle Differenzen und Korrekturen müssen in derselben Einheit, beispielsweise Minuten, angegeben werden.



1. Wahrer Mittag – Zeitpunkt des Ortsmeridiandurchgangs der Sonne

2. entspricht 11h45 Sonnenzeit

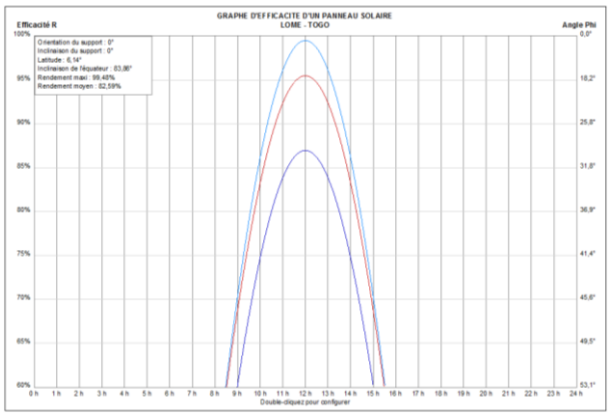
3. entspricht 12h15 Sonnenzeit

4. entspricht 11h40 Sonnenzeit – ungefährer Zeitpunkt des Schatteneintritts auf die Mittagsuhr

5. entspricht 12h20 Sonnenzeit – ungefährer Zeitpunkt des Schattenaustritts aus der Mittagsuhr

Darstellung der Effizienz einer Solaranlage

Das Diagramm zur Ausrichtung eines Solarmoduls wird über den entsprechenden Befehl im Menü Werkzeuge geöffnet.



Diese Graphik stellt die Effizienzrate in % für die Sonnenwenden und die Tag- und Nachtgleichen dar. Die Effizienz ist maximal, wenn die Solaranlage optimal auf die Sonne ausgerichtet ist.

Der Wert auf der rechten Achse ist die Abweichung des Sonnenwinkels von der aufrechten Ausrichtung der Solaranlage.

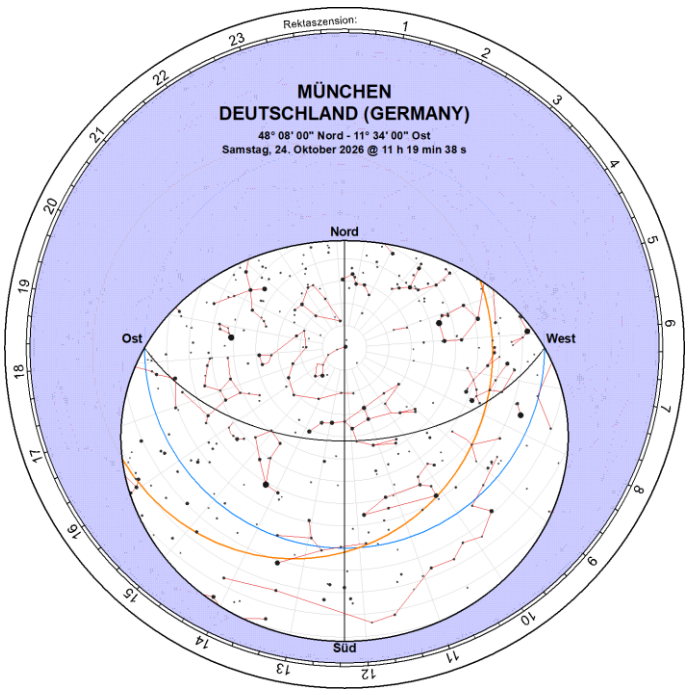
Durch Doppelklicken auf die Graphik oder durch Anklicken des Symbols lässt sich die Ausrichtung und die Neigung der Solaranlage simulieren und auf diese Weise ein geeigneter Ort für die Installation der Anlage auswählen.

Solaranlagen, die auf und parallel zum Hausdach installiert werden, können nicht optimal ausgerichtet werden. Diese Programmfunktion erlaubt es, die Effizienz der Anlage zu simulieren. Beachten Sie bitte, dass die angegebenen Werte die Lichtabsorption bei niedrigen Sonnenhöhen berücksichtigen.

Dieses Diagramm ist nur in Shadows Pro verfügbar.

Die Sternkarte

Die Sternkarte ist im Menü Ansicht > Diagramm der Sonnenuhr über das Symbol verfügbar.



Die Sternkarte zeigt ausgewählte Sterne und Sternbilder im sichtbaren Horizontbereich für den ausgewählten Beobachtungsort, Datum und Zeit.

Mehrere Optionen sind verfügbar:

: Darstellung der Wendekreise

: Darstellung des Ekliptikkreises

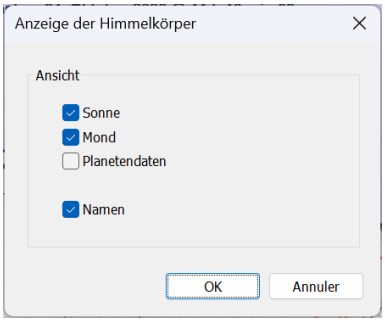
: Anzeige von Äquatorialkoordinaten

: Anzeige von Horizontalkoordinaten

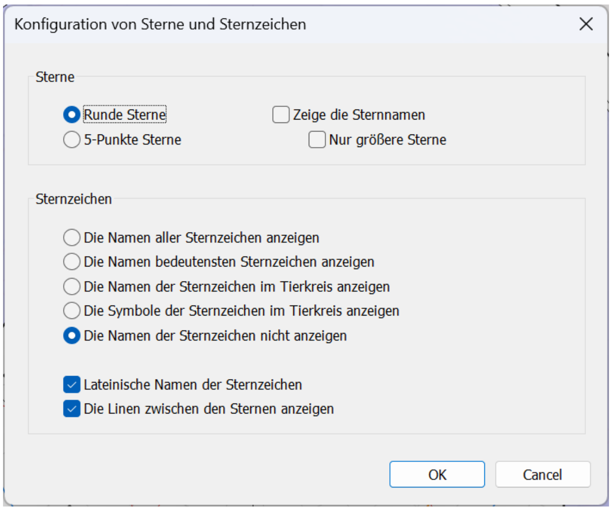
: Anzeige der Horizontmaske

: Änderung des Beobachtungsortes

: Änderung des Datums



: Anzeige der Position der Sonne, Mond und/oder andere Planeten und ihre Namen.



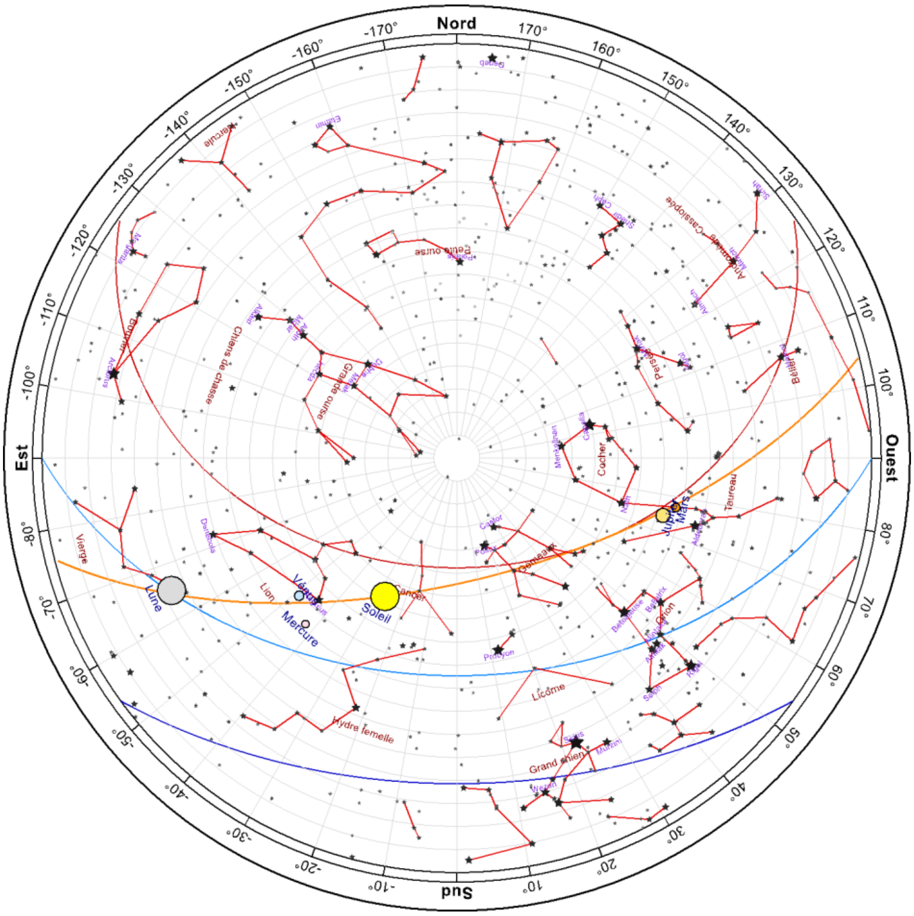
 : Zeigen Sie den Dialog zur Auswahl der Anzeigeoptionen für Sterne und Sternbilder an.

Drucken Sie die beiden Teile aus, schneiden Sie sie aus und legen Sie die drehbare Scheibe unter die Deckscheibe. Verbinden Sie beide Teile in der Mitte mit einer geeigneten Achse.

Die Sternkarte mit lokalem Horizont ist in Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Die klassische Himmelskarte

Die klassische Sternkarte zeigt den Himmel in horizontalen Koordinaten. Sternnamen und weitere Elemente lassen sich mit denselben Optionen wie bei der Ansicht des lokalen Horizonts einblenden.

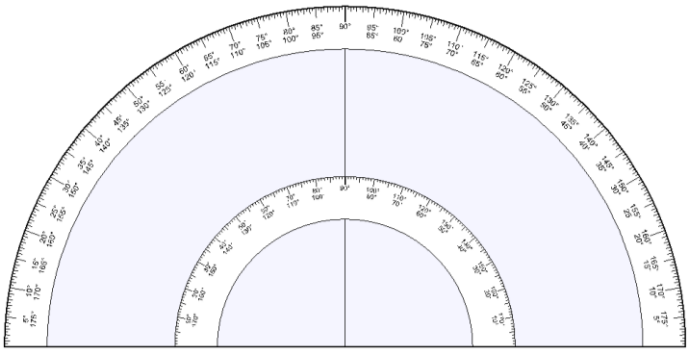


Die klassische Himmelskarte ist in Shadows Expert und Shadows Pro. Verfügbar.

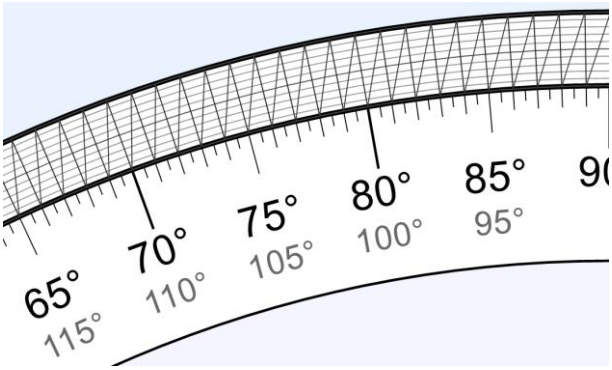
Der Winkelmesser

Der Winkelmesser ist im Menü Ansicht > Zeichenwerkzeuge über das Symbol verfügbar.

Der Winkelmesser erleichtert die Übertragung einer Sonnenuhr auf das endgültige Material (Holz, Marmor usw.) und die Messung der Wandabweichung. Die Koordinatentabellen enthalten kartesische Koordinaten und Polarkoordinaten. Besonders bei großen Sonnenuhren lassen sich Punkte oft leichter mit einem genauen Winkelmesser in Polarkoordinaten übertragen. Handelsübliche Winkelmesser haben meist nur 4 bis 6 cm Radius. Die Vorlage von Shadows erreicht auf A4 etwa 12 cm Radius. Unter Konfiguration > Maße der Zeichnung legen Sie die Anzahl der Druckseiten fest; auch ein größerer Ausdruck auf A3 ist möglich.



Kleben Sie die Seite danach auf Karton und schneiden Sie den Winkelmesser innen und außen aus. Mit diesem Winkelmesser und einem langen Lineal können Sonnenuhrzeichnungen erstellt werden.

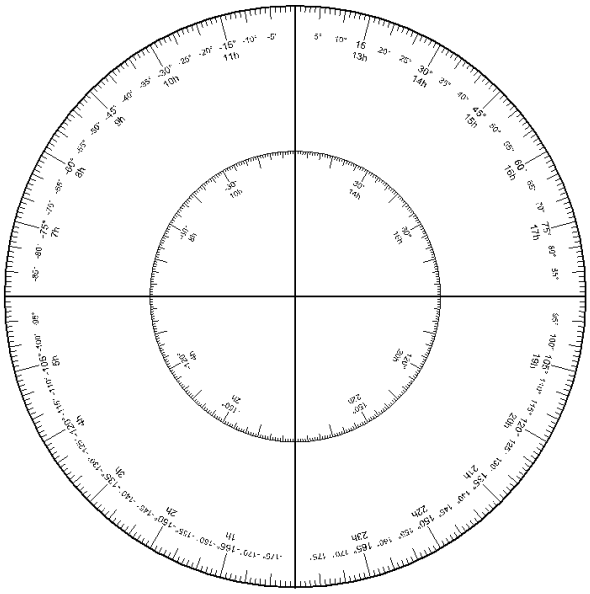


Um die Messgenauigkeit zu erhöhen, ist es möglich, sich ein Interpolationsinstrument anzeigen zu lassen: klicken Sie auf

Es erlaubt die Abschätzung auf ein 1/10 Grad genau durch die Erweiterung des Zwischenraums zweier Skalenbalken entlang der radialen Richtung.

Der Azimutalkreis

Der Azimutalkreis ist im Menü Ansicht > Zeichenwerkzeuge über das Symbol verfügbar. 



Dieses Werkzeug erlaubt die Zeichnung eines Großkreises mit Grad- und Stundeneinteilung. Dieser Kreis kann zur Messung des Azimuts oder des Stundenwinkels verwendet werden, oder aber auch als Äquatorialkreis oder Deklinationskreis.

Seine Größe kann über Maße der Zeichnung eingestellt werden. Er kann auch auf mehr als einer Seite ausgedruckt werden: in diesem Fall stellen Sie bitte sicher, dass unter Allgemeine Einstellungen > Dokument die Option Schnittkanten auf dem Ausdruck einzeichnen markiert ist - das macht es später einfacher, mehrere Seiten exakt zusammenzufügen. 

Tangententafel

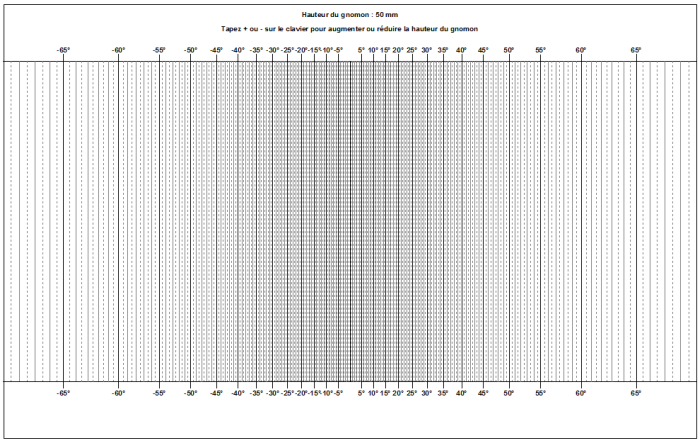
Das Tangentennetz erreichen Sie über Ansicht > Zeichenwerkzeuge und das entsprechende Symbol. 

Das Tangentennetz dient zur Bestimmung der Wandabweichung. Legen Sie die Zeichnung an eine senkrechte Wand und richten Sie die Geraden des Netzes parallel zu einem Lot aus.

Montieren sie dann auf der 0° Linie senkrecht zum Blatt einen Schattenwerfer. Standardmäßig ist die Gnomonhöhe auf 50 mm voreingestellt. Indem Sie die + oder – Taste betätigen vergrößern bzw. verkleinern Sie die Gnomonhöhe jeweils um 5 mm.

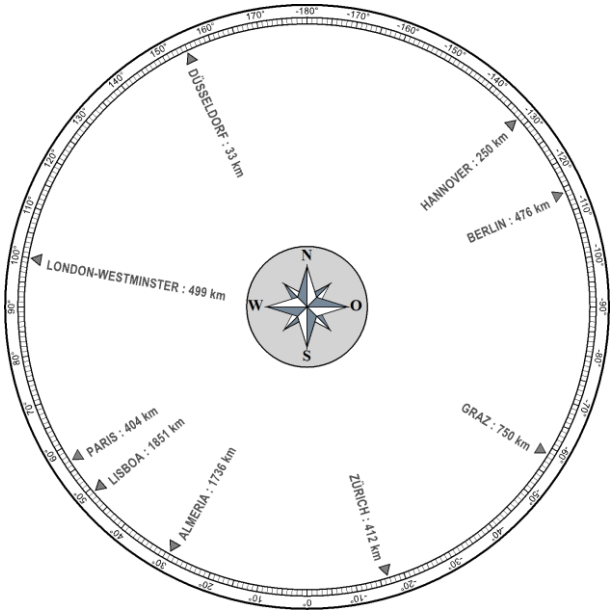
Die Methode, um damit die Wandabweichung zu bestimmen, finden Sie im Abschnitt „Bestimmung der Wandabweichung“.

Um die Präzision zu erhöhen, raten wir Ihnen, die Tangententafel auf mehreren Seiten verteilt zu drucken. Über das Menü Einstellungen > Maße der Zeichnung kann die Anzahl Seiten festgelegt werden, auf die die Tangententafel gedruckt werden soll. In Verbindung mit einem höheren Gnomon lässt sich auf diese Weise eine bessere Genauigkeit erzielen. Falls die Entfernung zwischen zwei Linien groß genug ist, wird eine gestrichelte Linie für jedes halbe Grad eingezeichnet.



Die Windrose

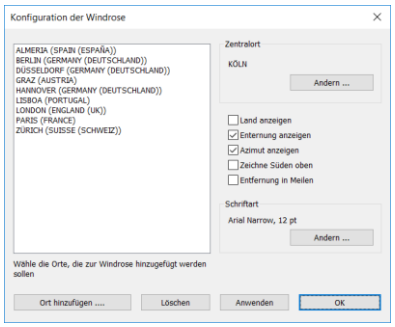
Die Windrose ist im Menü Ansicht > Zeichenwerkzeuge über das Symbol verfügbar. 



Eine Windrose erstellt für Köln (Deutschland)

Die Windrose ist eine Scheibe, auf der die Richtungen und die Entfernungen zu Städten oder anderen interessanten Punkten angegeben sind. Man sieht sie mitunter an Aussichtspunkten, um die umliegenden Berggipfel zu benennen.

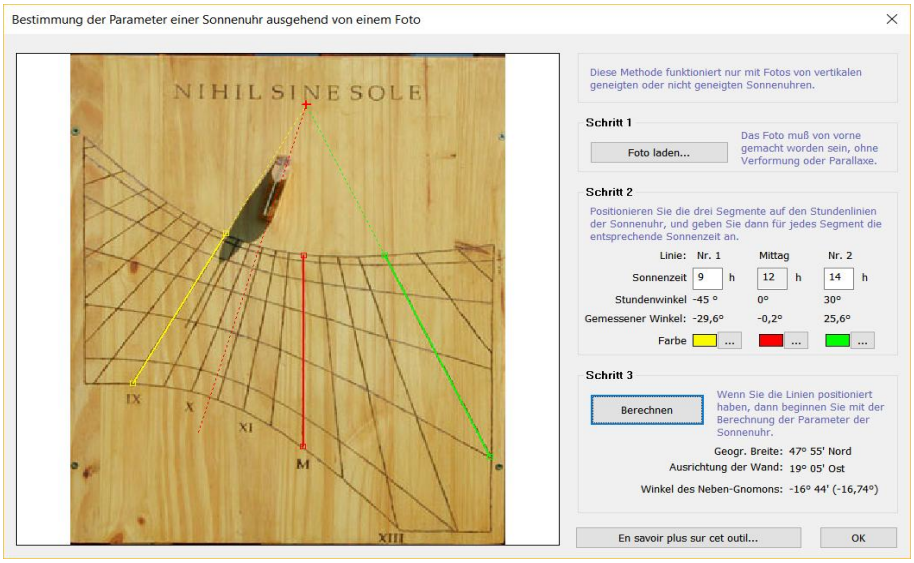
Um interessante Punkte zu definieren, wählen Sie im Menü Konfiguration > Konfiguration der Windrose. Wählen Sie im Dialogfenster den Ausgangsort (oben rechts) und fügen Sie dann diejenigen Orte hinzu, die Sie auf der Windrose markiert haben möchten. 



Die Windrose ist nur in den Versionen Shadows Expert und Shadows Pro verfügbar.

Bestimmung der Parameter einer Sonnenuhr ausgehend von einem Foto

Dieses Werkzeug finden Sie unter **Werkzeuge > Festlegung der Parameter einer Sonnenuhr** ausgehend von einem Foto. Es ermittelt die geografische Breite, für die eine vertikale Sonnenuhr entworfen wurde, sowie deren Wandabweichung. Es eignet sich nur für vertikale Sonnenuhren mit einer Abweichung von weniger als ±90° gegenüber Süden.



Dieses Werkzeug funktioniert nur für vertikale Sonnenuhren, die exakt nach Süden oder um +/-90° abweichend von der Südrichtung (bzw. Norden und der Nordrichtung in der südlichen Hemisphäre) ausgerichtet sind.

1. Foto laden... – Drücken Sie den Knopf **Foto laden...** und wählen Sie eine Bilddatei aus. Die Dateien können BMP, JPG oder GIF-Format besitzen. Um eine gute Genauigkeit zu erreichen, sollte das Foto frontal aufgenommen worden sein ohne jedwede Parallaxe (weder horizontal noch vertikal) und optische Deformationen durch die Kamera. Dies ist der Fall, wenn beide Seiten der Sonnenuhr parallel zum Rahmen des Bildes ausgerichtet sind.

2. Positionieren der Segmente auf den Stundenlinien – Das mittlere der drei Segmente muss auf der Mittagslinie platziert werden. Setzen Sie danach je eine Linie links und rechts der Mittagslinie. Bewegen Sie die Segmente, indem Sie die Linienendpunkte anklicken. Geben Sie die Wahre Ortszeit ein, die dieser Linie entspricht. Es muss sich dabei um volle Stunden handeln.

3. Berechnen

Die folgenden Informationen werden bereitgestellt:

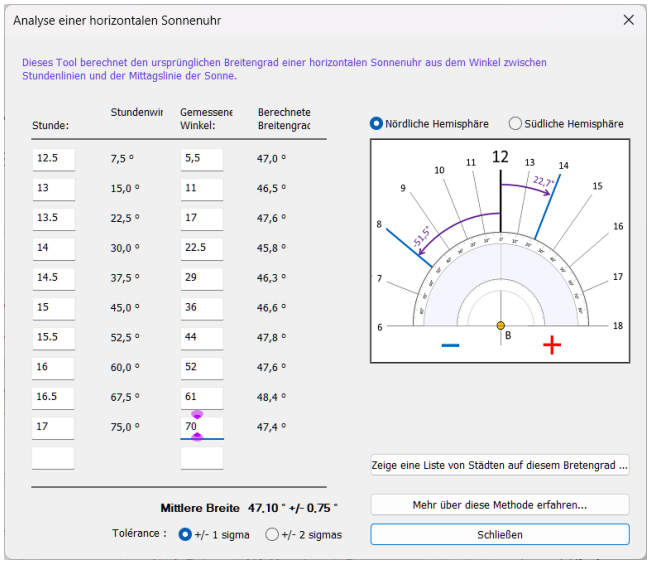
- Die geographische Breite der Sonnenuhr;
- Die Wandabweichung in Bezug zur Meridianrichtung (Süden oder Norden). Ein negativer Wert bedeutet, dass die Wand östlich der Südrichtung orientiert ist (in der nördlichen Hemisphäre) oder östlich der Nordrichtung (auf der südlichen Hemisphäre);
- Der Substilarwinkel. Ein negativer Winkel bedeutet, dass die Substilare auf der linken Seite der Mittagslinie liegt (in der nördlichen Hemisphäre) und dass die Sonnenuhr an einer Wand mit Ostabweichung (von Süden) zeigt. Die Linie der Substilare ist gestrichelt gezeichnet.

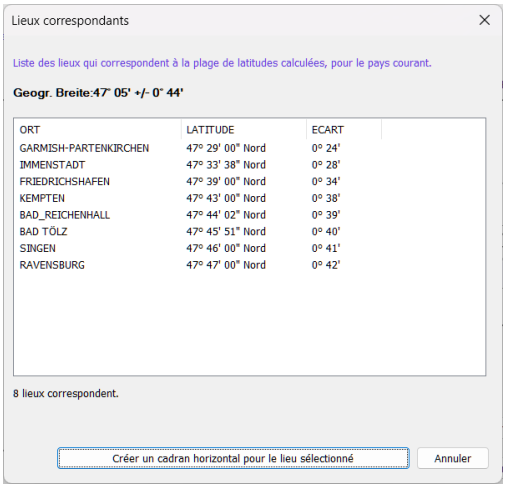
Basierend auf einem guten Foto kann die geographische Breite mit einer Genauigkeit von ca. 1° bestimmt werden und die Wandabweichung auf etwa 2° bis 3° genau. Fehler resultieren üblicherweise aus der Positionierung der Segmente auf dem Foto.

Dieses Werkzeug ist nur in **Shadows Pro** verfügbar.

Bestimmung der Parameter einer horizontalen Sonnenuhr via Winkelmessung

Dieses Tool ähnelt dem vorhergehenden und ist eine Ergänzung, wenn es bei horizontalen Sonnenuhren genutzt wird. Der Nutzer muss den Winkel zwischen Stundenlinien und dem solaren Mittag messen.





Shadows berechnet aus den Messungen eine geschätzte geografische Breite und ein Intervall von einer oder zwei Standardabweichungen. Das Ergebnis reagiert sehr empfindlich auf Messfehler: Eine Winkelabweichung von 0,1° kann die berechnete Breite um 0,5° verändern. Messen Sie daher möglichst genau und verwenden Sie möglichst viele Stundenlinien auf beiden Seiten der Mittagslinie, um den Mittelwert zu verbessern.

Die Liste enthält die Orte innerhalb des gewählten Breitengradbereichs und kann nach der Abweichung sortiert werden.

BUCH 5 – ZUR VERTIEFUNG

Mitglied in einer Gnomonischen Gesellschaft werden

Wenn Sie andere Sonnenuhrbegeisterte treffen wollen, die die Geschichte und die Technik dieser Instrumente diskutieren oder von erfahrenen Nutzern etwas lernen wollen, dann werden Sie doch Mitglied einer Gnomonischen Gesellschaft.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie

Gewerbemuseumsplatz 2, Nürnberg, 90403, Deutschland, dgc.geschaeftsstelle@t-online.de

www.dg-chrono.info
Gnomonicae Societas Austriaca (GSA)
Moarfeldweg 40, Lienz, 9900, Österreich
Österreich
www.gnomonica.at/index.php

Andere Länder

UKwww.sundialsoc.org.uk

USAwww.sundials.org
Frankreich: www.commission-cadrans-solaires.fr
Italien: www.gnomonicaitaliana.it
Spanien: www.relojesdesol.info
Spanien (Katalonien) www.gnomonica.cat

Literaturverzeichnis

Das folgende Literaturverzeichnis ist nach Veröffentlichungsdatum geordnet und umfasst überwiegend französisch-sprachige Bücher, auch wenn sie heute nicht mehr erhältlich sind.

Bücher über Sonnenuhren

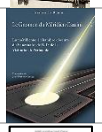
Gnomonique : étude raisonnée de la construction graphique des lignes d'heure, de déclinaison, de hauteur et d'azimut pour tous les types de cadrans solaires plans, John Gueulette, Société Astronomique de Liège, ISSN 0771-3010, **2022**



Une histoire des cadrans solaires en Occident : La Gnomonique du Moyen Age au XXe siècle, de Denis Savoie, Les belles lettres, ISBN 978-2251452319, **2021**



Le Gnomon du Méridien Cassini : La méridienne à chambre obscure du Sanctuaire de N.D de la Visitation à Perinaldo, de Giancarlo Bonini, ISBN 978-2322229574, **2021**



Le cadran solaire sans calculs, de Michel Steiner, Im Selbstverlag, ISBN 979-8-6197-6837-4, 2020



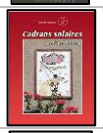
Les cadrans solaires - Histoire, théorie et construction, de Roger Torrenti, Lulu.com, ISBN 0-2445-3140-4, **2019**



Méridiennes, méridiens et cadrans solaires, de Roger Lamouline, Im Selbstverlag, ISBN 1-7289-7447-X, 2018



Cadrans solaires de l'atelier Acacia, de Joseph Auvray, Éditions du Fournel, ISBN 2-3614-2109-7, **2017** Recommandé par l'auteur



Cadran solaire : théâtre de l'ombre, de Michel Steiner, Im Selbstverlag, 2017



Cadran solaire à faire soi-même, collectif, Aedis, ISBN 2-8425-9857-1, **2016**



Du cadran solaire à l'horloge – guide pratique pour voyager dans le temps, de Claude Quartier, Favre, ISBN 2-8289-1538-7, **2016**



La Mesure du temps dans l'Antiquité, de Jérôme Bonnin, Les belles lettres, ISBN 978-2251445090, **2015**



Cadrans solaires du Queyras - balade à l'heure du soleil, de G. et P. Putelat, Ed. du Queyras, **2015**



Les cadrans solaires – Tout comprendre pour les construire, de Denis Savoie, Belin, ISBN 2-7011-9434-2, **2015** Recommandé par l'auteur



Les cadrans solaires équatoriaux à équation de l'abbé Guyoux, de Jean Rieu et Paul Gagnaire, Ed. J. Rieu, **2014**



Cadrans solaires traditionnels en Queyras-Briançonnais, de Gaëlle Ducrot et Pierre Putelat, Queyras éditeur, ISBN 2-9148-6604-6, **2013**



Les cadrans solaires en Isère, de Chantal Mazard, PUG (Presses Universitaires de Grenoble), Hors collection, **2011**



Cadrans solaires de Bretagne, de Jean-Paul Cornec et Pierre Labat-Segalen, Ed Skol Vreizh, ISBN 2-9156-2363-5, **2010**



Traité abrégé de gnomonique, de Francis Ziegeltrum, Im Selbstverlag, 2010



Les méridiennes du monde et leur histoire, de Andrée Gotteland, Ed Manuscrit-Université, **2008**.
Ein zweibändiges Werk über Meridiansonnenuhren in verschiedenen Ländern und Epochen.



La Gnomonique, de Denis Savoie, Ed Les Belles Lettres, ISBN 2-2514-2030-4, **2007**.
Überarbeitete und erweiterte Neuauflage des französischen Standardwerks.



Les ombres et les heures dans l'Antiquité ou les origines des cadrans solaires, de Philippe Forissier, Ed Actes graphiques, ISBN 2-9108-6875-3, **2007**.



Le rêve d'un ombre, récréations et curiosités gnomoniques, de Yves Opizzo et Paul Gagnaire, Ed Burillier, ISBN 2-9126-1624-1, **2007**.



Nouveau traité de gnomonique moderne, de Denis Savoie, Edition des Belles Lettres, ISBN 2-2514-2030-4, **2006**.



Paroles de Soleil, de Olivier Escuder, Ed Le Manuscrit, ISBN 2-7481-5352-9, **2005**.
Zweibändiger Katalog mit mehr als 2.000 Sinnsprüchen französischer Sonnenuhren, geordnet nach Thema und Herkunft und mit Erläuterungen oder Übersetzungen. Ergebnis einer Arbeitsgruppe der Société Astronomique de France.



Dictionnaire de gnomonique illustré, de Pierre Gojat, Im Selbstverlag, 2005.
Ein unterhaltsames, illustriertes Wörterbuch mit Begriffen aus Gnomonik und Astronomie.



Cadrans solaires de Haute-Savoie, de Andrée Gotteland, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0443-0, **2004**.



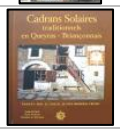
Cadrans solaires de Bourgogne, de Claude Garino, Ed. Armançon, ISBN 2-8447-9066-6, **2004**.



Les cahiers de l'ivoire : les cadrans solaires, Château-musée de Dieppe, ISBN 2-9013-0215-7, **2004**.



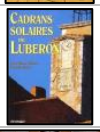
Cadrans solaires traditionnels du Queyras briançonnais, de Gaëlle Ducrot et Pierre Putelat, Ed du Queyras, ISBN 2-9148-6604-6, **2003**



Cadrans solaires des Pays de Savoie, de François Isler, Ed La Fontaine De Siloe, ISBN 2-8420-6233-7, 2003.



Cadrans solaires du Lubéron, de Jean-Marie Homet et Franck Rozet, Ed Edisud, ISBN 2-7449-0395-7, 2003.



Petit Traité de l'ombre : Les cadrans solaires de Provence, de Hélène Ratyé-Choremi et Dominque Marché, Ed Equinoxe, ISBN 2-8413-5250-1, 2003.



Astronomie et églises, de John L. Heilbron, Ed Belin Pour la science, ISBN 2-7011-2814-5, 2003.
Das Buch behandelt insbesondere die Geschichte großer Mittagslinien in Kirchen.



Les cadrans solaires, de Denis Savoie, Ed Belin pour la science, ISBN 2-7011-3338-6, 2003.



Cadrans solaires des Alpes Maritimes, de B. Lettré, M. Marin et G. Véran, Ed du Cabri, ISBN 2-9146-0304-5, 2003.



Cadrans solaires des Alpes de Haute-Provence, de J.-M. Homet, Ed Edisud, ISBN 2-7449-0309-4, 2002.



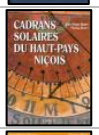
Les cadrans solaires et méridiennes disparus de Paris, de A. Gotteland, Ed CNRS, ISBN 2-2710-5939-9, 2002.



La Gnomonique, de Denis Savoie, Ed Les Belles Lettres, ISBN 2251420169, 2001.
Sehr umfassendes Nachschlagewerk zu allen Sonnenuhrtypen. Mathematisch anspruchsvoll, aber auch für Einsteiger zugänglich.



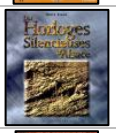
Cadrans solaires du Haut-Pays niçois, de J.-M. Homet et F. Rozet, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0243-8, 2001



Cadrans solaires du Briançonnais, de J.-M. Homet et F. Rozet, Edisud, ISBN 2-7449-0242-X, 2001



Les horloges silencieuses d'Alsace, de Hervé Staub, Ed Coprur, ISBN 2-8420-8025-4, 2000.



Les cadrans solaires du Queyras, de Jean-Maris Hommet et F. Rozet, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0148-2, 2000, Nachdruck 2007.



Comment lire, calculer et construire son cadran solaire, de Raymond Pannetier, ISBN 2-9035-1507-7.

Cadrans solaires en Savoie, de Paul Gagnaire, Ed. Sté Savoisienne d'histoire et d'archéologie, 1999



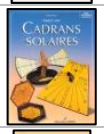
Les ombres des temps (histoire et devenir des cadrans solaires), de Yves Opizzo, Ed. Burillier, ISBN 2-9509-4837-5, 1998 (Nachdruck 2006).



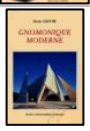
Le cadran solaire, principe et réalisation, de G. Verploegh, Ed. du Tricorne, ISBN 2-8293-0174-9, 1998.



Créez vos cadrans solaires, de Claude Dupré, Ed. Carpentier, ISBN 2-8416-7035-X, 1998.



Gnomonique moderne, de Denis Savoie, Société Astronomique de France, ISBN 2-901730-05-1, 1997.
Behandelt zahlreiche Aspekte der Sonnenuhren. Gute mathematische Kenntnisse, insbesondere der Trigonometrie, sind erforderlich.



Randonnée vers les chapelles et les cadrans solaires de Haute Provence, de Corinne et Alexis Luc-chesi, Ed. Edisud, ISBN 2-8574-4905-4, 1997

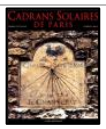
Cadrans solaires français catalogués, Société Astronomique de France, 1997



Cadrans solaires de précision, notions théoriques et réalisation pratique à l'aide de l'informatique, de Y. Opizzo, Ed. Masson, ISBN 2-225-85419-X, 1997.
Ein recht technisches Buch mit zahlreichen vorberechneten Tabellen für verschiedene Daten, die den eigenen Sonnenuhrbau erleichtern.



Cadrans solaires de Paris, de Andrée Gotteland et Georges Camus, CNRS Editions, ISBN 2-2220-5035-9, 1997.
Unentbehrlich für alle, die in Paris nach Sonnenuhren suchen: Jede Uhr wird ausführlich beschrieben. Ein umfangreicher Anhang erläutert die Zeitablesung; hinzu kommt ein ausführliches historisches Literaturverzeichnis.
Recommandé par l'auteur



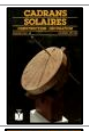
Cadrans solaires des Alpes, de Paul Gagnaire, Ed. Pierre Putelas, ISBN 2-9505-7925-6, 1996.

Cadrans solaires de la Sarthe, de Paul Déciron, Petit patrimoine de la Sarthe, 1996.



Cadrans solaires, les comprendre, les construire, de Jean-Noël Tardy, Ed. Edisud, ISBN 2-8574-4805-8, 1995.
Ein schwieriges Buch mit unklaren Erläuterungen und Zeichnungen, die ohne Kenntnisse des technischen Zeichnens kaum verständlich sind. Für Fachleute, nicht für Einsteiger empfohlen.

Cadrans solaires, construction, décoration, de Daniel Picon, Ed. Fleurus Idées, collection Manie-Tout, no 14, ISBN 2-215-02392-9, 1995 Nachdruck 1999.



Midi au Soleil, de Jean Fulcran et Pierre Bourge, Ed. Bonnefoy, ISBN 2-906630-04-7, 1994.
Ausgezeichnetes kleines Buch, das die wichtigsten Sonnenuhrtypen klar und präzise erklärt. Als Einführung empfehlenswert.
Recommandé par l'auteur



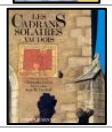
L'heure au Soleil, cadrans solaires en Franche-Comté, de F.Suagher, P.Perroud et J.P.Marchand, Ed. Cêtre, Besançon, ISBN 2-901040-95-8, 1991.
Schöner Bildband über die Vielfalt möglicher Ausführungen.
Recommandé par l'auteur



L'ombre domestiquée, de Jacques Apel et Christian Pytel, Ed. Bonnefoy, ISBN 2-9066-3002-0, 1990



Cadrans solaires Vaudois, de Jean Bischoff et Christophe Galluz, Ed. Payot, Lausanne, ISBN 2-6010-3035-6, 1987.



Les cadrans solaires, histoire, théorie, pratique, de René Rohr, Ed. Oberlin, 1986

Les cadrans solaires, de Jean-Marie Homet, Ed. Ch. Massin, ISBN 2-7072-0084-0, 1985 (Nachdruck 1996).
Sehr gut illustrierter Bildband mit interessantem Text. Für alle, die sich eher für die künstlerische Gestaltung als für Berechnungen interessieren.



Cadrans du Soleil, de Pierre Ricou et Jean-Marie Homet, Ed. Jeanne Laffitte, ISBN 2-8627-6087-0, 1984 (Nachdruck 1999).
Schöner Fotoband über aufgemalte Sonnenuhren in den Alpen und im Mittelmeerraum. Mit einer umfangreichen Sammlung von Sinnsprüchen im Anhang.



Cadrans solaires et instruments scientifiques européens, Hôtel Drouot, 1977.

17 cadrans solaires à découper et plier, Editions du Lézard.

Cadrans solaires des Hautes-Alpes, de Pierre Putelas.

Nouveau manuel complet de gnomonique élémentaire, de Charles Boutereau, Manuels Roret, 1845.
Dieses interessante, stark von Bedos de Celles beeinflusste Handbuch wurde 1978 von der Pariser Buchhandlung Laget in 500 Exemplaren neu aufgelegt. Es beschreibt sämtliche ebenen Sonnenuhrtypen und enthält am Ende zahlreiche Zeichnungen und Konstruktionsvorlagen.



La gnomonique pratique, ou l'art de tracer les cadrans solaires avec la plus grande précision, de Dom François Bedos de Celles, 1760. Faksimile-Nachdruck der Librairie Laget, Paris, 1978, in 500 Exemplaren.



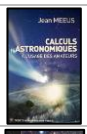
Historische Bücher über Sonnenuhren

1976 - Le méridien, l'heure et la lumière, de G. Leblanc & J. Lomont, Lux, Paris
1974 - Le cadran solaire analemmatique, histoire et développements, de Louis Janin, note technique 74.2057 du Cetehor, Besançon
1971 - Les cadrans solaires d'Alsace, de René Rohr, Ed. Alsatia, Colmar
1966 - Les cadrans solaires de Max Elskamp, de H. Michel
1956 - Gnomique ou traité théorique et pratique des cadrans solaires, de G. Bigourdan
1962 - Lire correctement le cadran solaire, de Moureau, Carcassonne
La gnomique de Désargues à Pardies : essai sur l'évolution d'un art, de Jean Parès, Société Française d'histoire des sciences et techniques
1958 - Quand sonne l'heure, de R. Guitton, Brive
1936 - Huit cents devises de cadrans solaires, de Ch. Boursier, Ed. Berger-Levrault
1922 - Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires, de G. Bigourdan, Gauthier-Villard, Paris
1911 – Cadrans solaires, légendes et devises horaires à Reims, dans la région, en Fance, de H. Jadart
1906 - Le cadran analemmatique et la rétrogradation de l'ombre, de Louis Chomard, Paris
1902 - Le cadran solaire de Dijon, de L.-J. Gruey, Dijon
1895 - L'art populaire dans le Briançonnais - les cadrans solaires, de Blanchard, in Bulletin de la Société Savante des Hautes Alpes
1812 - Gnomonique graphique - gnomonique analytique, de J.H. Mollet, Librairie pour les sciences.
1788 - Petit traité de gnomonique : ou l'art de tracer les cadrans solaires, M. Polonceau
1781 - Méthode Nouvelle et Générale pour tracer facilement des cadrans solaires sur toutes surfaces planes..., de De La Prise, Ed. Pierre le Baron, Caen
1767 - La gnomonique, de Rivard
1760 - La gnomonique pratique ou l'art de tracer des cadrans solaires avec la plus grande précision de Dom Bedos de Celle, Paris
1752 - De la construction et des usages des cadrans solaires, de Bion, Paris
1744 - La gnomonique ou la science des cadrans de P. Blaise, Paris
1742 - La gnomonique ou l'art de faire des cadrans de D.-F. Rivard, Ed. Desaint et Saillant, Paris
1741 - Nouveaux traités de Trigonométrie rectiligne et sphérique démontrés par une Méthode nouvelle et plus facile ... (contient un traité de gnomonique), de A. Deparcieux, Ed. Hoeffer
1701 - La gnomonique universelle, de Jean Richer, Paris
1698 - La gnomonique ou méthodes universelles pour tracer des horloges solaires ou cadrans sur toutes sortes de surfaces, de De la Hire, Ed. T. Moette, Paris
1682 - Traité d'horlogiographie, Quadrans solaires, de Mallet
1680 - Gnomonica Universalis, de J.P. Stengel

1666 - La Geometrie Universelle, Auec Un Compendion De Perspectiue, La Construction Des Cadrans Solaires, M. La Fontaine
1640 - Traicte ou usage du quadrant analemmatique, de Vauzelard, Paris
1569 - La description d'un anneau solaire convexe, de P. Forcadel, Paris
1568 - La description d'un anneau horaire, de P. Forcadel, Paris
1564 - La maniere de fere les solaires que communement on appelle quadrans, de E. Vinet, Poitier
1562 - Petit traicté de géométrie et d'horlogiographie pratique, de J. Brullant, Paris
1561 - Recueil d'horlogiographie, qui contient la description, fabrication et usage des horloges solaires, de J. Brullant, Paris
1556 - Propriété et usage des quadrans, de C. de Boissière Daulphinoys, Paris

Bücher über Himmelsmechanik und Navigation

Calcul astronomique à l'usage des amateurs, de Jean Meeus, SAF, ISBN 978-2-901730-057.
Der große Klassiker, aktualisiert und ins Französische übersetzt; die englische Ausgabe ist allerdings umfangreicher. Recommandé par l'auteur



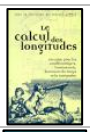
Annuaire du Bureau des Longitudes. Guide de données astronomiques, EDP Sciences, ISBN 2-7598-0466-5.
Nützlich zur Überprüfung eigener Berechnungen. Besonders interessant sind die einführenden Kapitel, unter anderem über Zeit und Kalender.



Aide-mémoire de l'Astronome Amateur, de André Cantin, Ed. Dunod, ISBN 2-10-006729X, 2002.
Eine Formelsammlung mit den wichtigsten Gleichungen der Astronomie und Himmelsmechanik sowie einer Zusammenfassung der benötigten Mathematik. Besonders wertvoll sind die astronomischen Daten und Konstanten zu Planeten, Monden und Kometen.



Le calcul des longitudes. Un enjeu pour les mathématiques, l'astronomie, la mesure du temps et la navigation, sous la dir. de V. Jullien, Presses Universitaires de Rennes, ISBN 86847-613-9, 2002.



Navigation astronomique. Fondements, applications, perspectives, de Philippe Bourbon, 2000



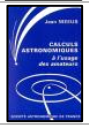
Astronomie générale - astronomie sphérique et éléments de mécanique céleste, de A. Danjon, Ed. Blanchard, 1959 (Nachdruck 1994).
Ein Standardwerk für alle, die sich eingehend mit den Gleichungen der Himmelsmechanik beschäftigen möchten. Trotz der anschaulichen Erklärungen nur für Fortgeschrittene geeignet.



Calcul astronomique pour amateurs, de S. Bouiges, Ed Masson, 1982.
Astronomisches Rechnen verständlich erklärt. Wegen Fehlern in einigen Gleichungen und Ergebnissen sollte das Buch zusammen mit anderen Quellen verwendet werden.



Calculs astronomiques à l'usage des amateurs, de Jean Meeus, Société Astronomique de France, ISBN 2-9017-3003-5, 1996.



Astronomie Fondamentale Elémentaire, V. Kourganoff, Ed. Masson, 1961

Bücher über Zeit

Le temps : Des cadrans solaires aux horloges atomiques, de Michel Rousselet, Ellipses, ISBN 978-2340108721, 2025



L'heure qu'il est : Les horloges, la mesure du temps et la formation du monde moderne, de David Saul Landes, Les Belles Lettres, ISBN 2-2514-4657-5, 2017



Les références de temps et d'espace, de Claude Boucher, Hermann, ISBN 2-7056-8418-1, 2017



Histoire du calendrier et de la division du temps, de Marie-Nicolas Bouillet, 978-2366595161, **2017**



Le beau vieux temps : du cadran solaire à l'horloge de gare : petite histoire des dispositifs de mesure du temps en Suisse, de C. Quartier, Favre, ISBN 2-828-915-387, **2016**



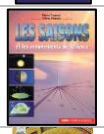
Le règne du temps : des cadrans solaires aux horloges atomiques, de E. Biémont et C. Cohen-Tannoudji, Académie royale de Belgique, ISBN 2-803-105-047, **2016**



La mesure du temps dans l'antiquité, de J. Bonnin, Les Belles Lettres, ISBN 2-2514-4509-9, **2015**



Les saisons et les mouvements de la terre, de L. Sarazin et P. Causseret, Belin, Pour la science, ISBN 2-7011-2705-X, **2001**



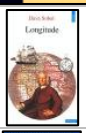
Le calendrier, maître du temps, de Jacqueline de Bourgoing, Gallimard, 978-2070534401, **2000**



Rythmes du temps, astronomie et calendriers, de E. Biémont, Ed de Boeck, ISBN 2-8041-3287-0, **1999**.



Longitude, de Dava Sobel, Ed JC Lattès, ISBN 2-7096-1743-9, **1996**.
Spannende Darstellung der Versuche, das berühmte Problem der Längenbestimmung auf See mithilfe von Marinechronometern zu lösen. Recommandé par l'auteur



Calendriers et chronologie, de J.P. Parisot et F. Suagher, Ed Masson, ISBN 2-2258-5225-1, **1997**.
Recommandé par l'auteur



La saga des calendriers (ou le frisson millénariste), de Jean Lefort, Bibliothèque Pour la Science, ISBN 2-8424-5003-5, **1998**.



Les fondements de la mesure du temps, de C. Audouin et B. Guinot, Ed. Masson, ISBN 2-2258-3261-7, **1998**.



Le temps, ses divisions principales, ses mesures et leurs usages aux époques anciennes et modernes, de C. Saunier, Ed. Parnatier, Paris, **1858**.

Bücher über Astrolabien

Da es nur wenige Bücher über Astrolabien gibt, insbesondere auf Französisch, enthält diese Auswahl auch internationale, häufig englischsprachige Titel.

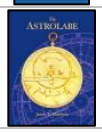
A treatise on the astrolabe, de Walter William Skeat et Geoffrey Chaucer, Ed. BiblioBazaar, ISBN 1-1036-3101-2



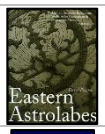
Opera omnia : Tome 1, Traité de l'astrolabe, réédition bilingue français-latin, de Raymond Marseille (Auteur), Marie-Thérèse d'Alverny, Charles Burnett, Emmanuel Poulle, Ed. CNRS, ISBN 2-2710-6747-2



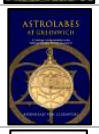
The astrolabe, de James E. Morrison, Ed. Janus, ISBN 0-9393-2030-4.
Ein ausgezeichnetes Werk, das die zuvor veröffentlichte Literatur über Astrolabien klar zusammenfasst. Recommandé par l'auteur



Eastern Astrolabes: Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium, de David Pingree, Chicago Adler Planetarium & Astronomy Museum, ISBN 978-1891220029, **2009**



Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum, par Koenraad van Cleempoel, Oxford, ISBN 0-1985-3069-2, **2006**



Al-Farghani, On the astrolabe, de Richard Lorsch, Ed. Franz Steiner Verlag, ISBN 3-515-08713-3



Cueillir les étoiles. Autour des astrolabes de Strasbourg, de Paul-André Befort, Francis Debeauvais, Ed. Ligne à suivre, ISBN 2-8451-2019-2, **2002**



Une Version Byzantine Du Traite Sur L'Astrolabe Du Pseudo-Messahalla, de A. Tihon, R. Leurquin, C. Scheuren, Ed. Academia, ISBN 2-8720-9629-9, **2001**



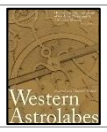
L'astrolabe, histoire, théorie et pratique, de Raymond d'Hollander, Ed. Institut Océanographique, Paris, ISBN 2-9035-8119-3, **1999**.
Nachschlagewerk zu den Anwendungen des Astrolabiums und zur geometrischen oder rechnerischen Konstruktion seiner Bauteile.



Astrolabes, cartes du ciel. Les comprendre et les construire, de Jean-Noël Tardy, Ed. Edisud, ISBN 2-7449-0078-8, **1999**.
Kleines, recht umfassendes Buch, das allerdings nicht erklärt, wie die beschriebenen Zeichnungen verwendet werden.



Western astrolabes: Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium, de Roderick S. Webster and Marjorie K. Webster, Chicago Adler Planetarium & Astronomy Museum, ISBN 978-1891220012, **1998**



L'astrolabe : les astrolabes du musée Paul Dupuy, de Raymond d'Hollander, Ed. Musée P. Dupuy, **1993**

L'astrolabe, de L. Clauss, Lycée Bartholdi, Colmar, **1988**

Astrolabe, de Margarida Archinard, Musée d'histoire des sciences de Genève, **1983**

Traité de l'astrolabe, de Jean Philopon, Ed. Société internationale de l'astrolabe, réédition **1981**

Astrolabe et cadrans solaires en projection stéréographique horizontale, de Louis Janin, Ed. Centaurus, **1979**

Un constructeur d'instruments astronomiques au XVe siècle, Jean Fusoris, de Emmanuel Poulle, Ed. Honoré Champion, **1963**

Traité de l'astrolabe, de Henri Michel, Paris, **1947**.
1976 von A. Brieux neu aufgelegt.

L'astrolabe-quadrant du musée des antiquités de Rouen, de Albert Anthiaume et Jules Sautas, Librairie astronomique et géographique, **1910**

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

Glossar der Fachbegriffe

Abszisse – Horizontale Komponente einer kartesischen Koordinate, meist mit x bezeichnet.

Alhidade – Drehbar gelagertes Lineal mit Skala und/oder Visieren zur Winkelmessung. Sie befindet sich unter anderem auf der Rückseite eines Astrolabiums.

Almukantarat – Höhenkreis auf einem Astrolabium, an dem die Höhe eines Gestirns abgelesen wird.

Analemma – Bezeichnung für die Achterschleife, die um eine Stundenlinie gezeichnet wird.

Analemmatische Sonnenuhr – Sonnenuhr mit elliptischer Stundenskala und einem Schattenwerfer, der entsprechend dem Datum entlang einer Geraden versetzt wird. Große Anlagen werden oft auf dem Boden angelegt; eine aufrecht stehende Person dient dann als Schattenwerfer.

Anomalistisches Jahr – Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Periheldurchgängen der Erde: ungefähr 365 Tage, 6 Stunden, 13 Minuten und 53 Sekunden, entsprechend 365,259641 Tagen.

Armillar – Bezeichnet eine Darstellung der Himmelskugel durch Ringe, etwa für Äquator, Meridiane und Wendekreise. Beispiele sind Armillarsphäre, Armillarring und Armillarsonnenuhr.

Armillarsphäre – Ringförmige Kugeldarstellung, entsprechend der geografischen Breite geneigt. Ihr geteilter Äquatorring zeigt die Zeit anhand des Schattens der Kugelachse. Eine solche Sonnenuhr ist eine Form der äquatorialen Sonnenuhr.

Astrolabium – Astronomisches Recheninstrument zum Bestimmen von Aufgangs- und Untergangszeiten, Messen von Winkeln und Umrechnen von Koordinaten. Zu den Bauformen gehören das planisphärische Astrolabium und Universalastrolabien wie die Saphea Arzachelis und das Astrolabium von Rojas.

Astronomische Dämmerung – Ihre Grenze liegt bei 18° Sonnenhöhe unter dem Horizont. Danach gilt der Himmel am Abend als vollständig dunkel.

Atmosphärische Refraktion – Ablenkung des Lichts beim Durchgang durch die Erdatmosphäre. Gestirne erscheinen dadurch meist höher, als sie ohne Atmosphäre stünden. Nahe dem Horizont erreicht der Effekt ungefähr einen halben Grad, abhängig unter anderem von Temperatur und Luftdruck. Die Sonne kann deshalb sichtbar sein, obwohl sie geometrisch bereits unter dem Horizont steht. Mit zunehmender Höhe nimmt die Refraktion ab; im Modell horizontal geschichteter Atmosphäre ist sie im Zenit null.

Azimut – Winkel in der Horizontalebene zwischen einer Bezugsrichtung und der auf den Horizont projizierten Richtung eines Gestirns. Hier wird von Süden aus gezählt: Westen entspricht +90°, Osten −90° und Norden ±180°. Andere Konventionen verwenden Norden als Ursprung. Vor einem Vergleich muss daher die Zählweise geprüft werden.

Äquatoriale Koordinaten – Rektaszension und Deklination eines Gestirns, bezogen auf den Himmelsäquator. Die Rektaszension beginnt am Frühlingspunkt und wird ostwärts von 0 bis 24 h gezählt. Die Deklination reicht vom Äquator aus bis +90° beziehungsweise −90°.

Äquinoktium – Zeitpunkt, an dem die Sonne den Himmelsäquator überquert. Tag und Nacht sind dann annähernd gleich lang.

Babylonisch – Siehe Babylonische Stunden.

Babylonische Stunden – Gleich lange Stunden, gezählt seit Sonnenaufgang, anders als die jahreszeitlich veränderlichen Temporalstunden. Sie zeigen die seit Sonnenaufgang vergangene Zeit an und waren unter anderem bei Chaldäern, Ägyptern, Persern, Syrern und Griechen gebräuchlich.

Bogenminute – Winkeleinheit von einem Sechzigstel Grad. Eine Bogenminute umfasst 60 Bogensekunden.

Bogensekunde – Winkeleinheit von einem Sechzigstel einer Bogenminute.

Brachiolus – Gelenkarm insbesondere der Saphea Arzachelis, mit dessen Spitze ein bestimmter Koordinatenpunkt eingestellt wird.

Butterfield-Sonnenuhr – Tragbare horizontale Sonnenuhr mit klappbarem, auf die geografische Breite einstellbarem Schattenwerfer und mehreren konzentrischen Stundenskalen für unterschiedliche Breiten. Als Reisesonnenuhr passt sie sich dem Standort an. Solche Instrumente bestehen häufig aus Edelmetall, insbesondere Silber.

Bürgerliche Dämmerung – Ihr Ende am Abend beziehungsweise Beginn am Morgen liegt bei 6° Sonnenhöhe unter dem Horizont. Während dieser Dämmerungsphase ist es meist noch hell genug, um die Umgebung ohne künstliche Beleuchtung zu erkennen.

Dämmerung – Zeitraum nach Sonnenuntergang beziehungsweise vor Sonnenaufgang.

Dekanlinie – Tageslinie für ein Vielfaches von 10° ekliptikaler Sonnenlänge. Jedes Tierkreiszeichen umfasst drei Dekane. Diese Einteilung ermöglicht zusätzliche Linien zwischen den Tierkreislinien.

Deklination – Winkelabstand eines Punktes der Himmelskugel vom Himmelsäquator, von 0° bis 90° nach Norden positiv und nach Süden negativ gezählt.

Deklinationslinien – Linien auf dem Zifferblatt, an denen sich aus der Lage der Schattenspitze das Datum bestimmen lässt. Häufig werden die Tierkreislinien für die Deklinationen 0°, ±11°29′, ±20°20′ und ±23°26′ gezeichnet. Auch Tageslinien genannt.

Dezimalzeit – Im revolutionären Frankreich 1793 im Rahmen des republikanischen Kalenders eingeführte Zeitrechnung. Der Tag wurde in zehn Stunden zu je 100 Minuten und jede Minute in 100 Sekunden geteilt. Eine Dezimalstunde entspricht zwei gewöhnlichen Stunden und 24 Minuten. Das System wurde wenig genutzt; seine verpflichtende Anwendung wurde 1795 ausgesetzt.

Ekliptik – 1. Ebene der Erdbahn um die Sonne. 2. Großkreis der Himmelskugel, den die Sonne bei ihrer scheinbaren jährlichen Bewegung beschreibt.

Ekliptikale Länge – Winkel entlang der Ekliptik vom Frühlingspunkt aus, in Richtung der scheinbaren jährlichen Sonnenbewegung von 0° bis 360° gezählt. Zusammen mit der ekliptikalen Breite bestimmt sie die Richtung eines Gestirns. Für die Sonne beträgt sie beim Märzäquinoktium 0°, zur Junisonnenwende 90°, beim Septemberäquinoktium 180° und zur Dezembersonnenwende 270°. Die zwölf aufeinanderfolgenden 30°-Abschnitte bilden die Tierkreiszeichen.

Epakte – Mondalter am 1. Januar eines Jahres. Wird auf manchen astronomischen Uhren angezeigt.

Ephemeriden – Tabellen mit zeit- oder positionsbezogenen Daten der Sonne oder anderer Gestirne, berechnet für einen bestimmten Ort und/oder Zeitpunkt.

Frühlingspunkt – Schnittpunkt von Ekliptik und Himmelsäquator, den die Sonne bei zunehmender Deklination durchläuft: das Märzäquinoktium. Er wird mit ♈ bezeichnet.

Geografische Breite – Winkel zwischen der örtlichen Vertikalen und der Äquatorebene. Nördliche Breiten sind positiv, südliche negativ.

Geografische Länge – Winkel zwischen Ortsmeridian und Greenwich-Meridian. Nach der in diesem Handbuch verwendeten Konvention wird er von 0° bis 180° nach Westen positiv und nach Osten negativ gezählt.

Geografischer Norden – Richtung zum geografischen Nordpol in der Meridianebene. Für die Gnomonik ist geografischer Norden beziehungsweise Süden maßgeblich.

Gesetzliche Zeit – Die für die jeweilige Zeitzone festgelegte Uhrzeit, gegebenenfalls einschließlich Sommerzeit. Sie entspricht der Anzeige einer gewöhnlichen Uhr.

Gnomisch – In Form kurzer Sinnsprüche, Sprichwörter oder Lebensweisheiten ausgedrückt.

Gnomon – Ursprünglich eine einfache Sonnenuhr aus einem Stab, dessen Schatten auf eine ebene Fläche fällt. Heute bezeichnet der Begriff häufig den senkrechten Schattenwerfer.

Gnomonik – Wissenschaft von den Sonnenuhren.

Gnomonische Deklination – Winkel zwischen der Normalen einer vertikalen Wand und der lokalen Meridianebene. Er wird beim Entwurf abweichender vertikaler Sonnenuhren benötigt. Auf der Nordhalbkugel hat eine Südwand 0°, eine Ostwand −90°, eine Westwand +90° und eine Nordwand 180°.

Gnomonische Neigung – Winkel zwischen Zifferblattebene und Horizontaler. Eine vertikale Sonnenuhr hat 90° Neigung; bei einer polaren Sonnenuhr entspricht sie dem Betrag der geografischen Breite.

Goldene Zahl – Position eines Jahres im metonischen Zyklus.

Greenwich Mean Time (GMT) – Mittlere Greenwich-Zeit. Historisch auf der mittleren Sonnenzeit am Greenwich-Meridian beruhend, bezeichnet GMT heute meist eine Zeit ohne Versatz gegenüber UTC. In älteren astronomischen Veröffentlichungen vor 1925 konnte der GMT-Tag mittags beginnen, mit zwölf Stunden Unterschied zur bürgerlichen Tageszählung ab Mitternacht.

Greenwich – Ort bei London. Der Meridian durch die dortige Sternwarte dient als Nullmeridian zur Angabe geografischer Längen.

Großkreis und Kleinkreis – Ein Großkreis einer Kugel hat denselben Durchmesser wie die Kugel. Äquator und Meridiane liegen beispielsweise auf Großkreisen. Alle anderen Kreise auf der Kugel sind Kleinkreise, etwa Breitenkreise mit einer von null verschiedenen Breite.

Hemisphäre – Hälfte einer Kugel, getrennt durch eine Äquatorebene. Bei der Erde unterscheidet man Nord- und Südhalbkugel.

Himmelsäquator – Großkreis der Himmelskugel in der verlängerten Ebene des Erdäquators.

Himmelskugel – Gedachte Kugel um den Erdmittelpunkt, auf der der scheinbare Himmel dargestellt wird.

Horizontale Koordinaten – Azimut und Höhe eines Gestirns, bezogen auf Horizont und Ortsmeridian. Hier wird das Azimut von Süden aus positiv nach Westen und negativ nach Osten von −180° bis +180° gezählt. Die Höhe reicht von −90° bis +90°: oberhalb des Horizonts ist sie positiv, auf dem Horizont null und darunter negativ.

Höhe – Vertikaler Winkel vom Horizont zum Gestirn zwischen −90° und +90°. Zusammen mit dem Azimut bildet sie die horizontalen Koordinaten. Beim geometrischen Auf- oder Untergang beträgt sie 0°.

Hypotenuse – Dem rechten Winkel gegenüberliegende Seite eines rechtwinkligen Dreiecks.

Italienisch – Siehe Italienische Stunden.

Italienische Stunden – Gleich lange Stunden, gezählt seit dem Sonnenuntergang des Vortages. In Italien waren sie bis zum Ende des 18. Jahrhunderts gebräuchlich.

Julianisches Datum – Fortlaufende Tageszählung, die Zeitangaben unabhängig von unterschiedlichen Kalendern vereinfacht. Sie wird in astronomischen Berechnungen und Ephemeriden verwendet.

Kanonische Sonnenuhr – Besondere vertikale Sonnenuhr mit unterem Halbkreis und senkrechtem Gnomon zur Anzeige christlicher Gebetszeiten. Sie findet sich häufig an alten Kirchen.

Klappsonnenuhr – Tragbare Sonnenuhr aus zwei durch ein Scharnier verbundenen Tafeln, einer horizontalen und einer vertikalen. Als Schattenwerfer dient meist ein dazwischen gespannter Faden. Zusammengeklappt passt die Reisesonnenuhr in eine Tasche.

Kobreite – Ergänzungswinkel der geografischen Breite zu 90°, vom Pol aus gezählt: Kobreite = 90° − Breite.

Komputus – Regeln zur Berechnung des Osterdatums und der davon abhängigen beweglichen Feiertage. Im julianischen Kalender bilden der 19-jährige Mondzyklus und der 28-jährige Sonnenzirkel gemeinsam einen Osterzyklus von 532 Jahren. Der gregorianische Komputus enthält weitere Korrekturen und folgt diesem 532-Jahre-Zyklus nicht.

Koordinierte Weltzeit (UTC) – Internationale, auf Atomuhren beruhende Zeitskala als Grundlage gesetzlicher Uhrzeiten. Durch bei Bedarf eingefügte Schaltsekunden wird sie nahe an UT1 gehalten.

Kulmination – Höchster Stand eines Gestirns während seiner täglichen Bewegung, in der Regel beim oberen Meridiandurchgang.

Lochblende – Durchbohrte Scheibe am Ende eines Polstabs oder auf eigenen Stützen. Das Loch erzeugt einen Lichtpunkt auf dem Zifferblatt, an dem die Zeit abgelesen wird.

Lot – An einem Faden aufgehängtes Gewicht zur Bestimmung der örtlichen Vertikalen. Um windbedingtes Pendeln zu dämpfen, kann das Gewicht in Wasser eingetaucht werden. Ein wichtiges Hilfsmittel beim Sonnenuhrbau.

Magnetischer Norden – Vom Kompass angezeigte Richtung des lokalen Erdmagnetfelds. Sie kann durch örtliche Einflüsse abweichen und ist ohne Korrektur nicht zur genauen Bestimmung des Meridians geeignet.

Mathematisch positive Drehrichtung – Drehrichtung gegen den Uhrzeigersinn. Bei einem Kreis beginnt die mathematische Winkelzählung rechts; 90° liegt oben und 180° links.

Meridian – Auf der Erdoberfläche die Linie gleicher geografischer Länge, als halber Großkreis zwischen den Polen. Der Himmelsmeridian eines Ortes verläuft durch dessen Zenit und die Himmelspole.

Meridiansonnenuhr – Sonnenuhr für die Zeit um den Mittag, häufig mit einer Schleife für mittlere Zeit zum Stellen von Uhren. Meridianinstrumente dienen allgemein zur Beobachtung von Gestirnen in der Meridianebene.

Metonischer Zyklus – Zeitraum von 19 Jahren, der ungefähr 235 Mondmonaten entspricht. Danach fallen die Mondphasen annähernd auf dieselben Kalenderdaten. Die Beziehung wird in lunisolaren Kalendern und zur Osterberechnung verwendet, ist aber nicht exakt. Der Zyklus wird auf manchen astronomischen Uhren dargestellt.

Mittag – Mitte des Tages; in älterem Sprachgebrauch in Europa auch Bezeichnung für die Südrichtung.

Mittlere Zeit – Wahre Sonnenzeit, korrigiert um die Zeitgleichung. Die mittlere Zeit am Bezugsmeridian bestimmt die Normalzeit der Zeitzone.

Nautische Dämmerung – Ihre Grenze liegt bei 12° Sonnenhöhe unter dem Horizont. Dann wird es schwierig, die Horizontlinie auf See zu erkennen.

Ordinate – Vertikale Komponente einer kartesischen Koordinate, meist mit y bezeichnet.

Örtliche Sternzeit – Stundenwinkel des Frühlingspunkts am Beobachtungsort. Sie ergibt sich aus der Greenwich-Sternzeit und der geografischen Länge. Bei der hier verwendeten Konvention mit westlichen Längen positiv und östlichen negativ gilt:

Örtliche Sternzeit = Greenwich-Sternzeit − geografische Länge / 15

Die Länge wird in Grad, die Sternzeit in Stunden angegeben. Das Ergebnis wird auf den Bereich von 0 bis 24 Stunden zurückgeführt.

Polstab – Schattenwerfer parallel zur Erdrotationsachse. Bei einem dreieckigen Schattenwerfer bildet er die geneigte Hypotenuse. Sein Schnittpunkt mit der Zifferblattebene heißt in Shadows B; dort laufen die geraden Stundenlinien zusammen. Bei paralleler Lage zur Zifferblattebene, etwa bei einer polaren Sonnenuhr, sind auch die Stundenlinien parallel und B liegt im Unendlichen.

Qibla – Richtung nach Mekka, die auf manchen Astrolabien angegeben ist.

Quadrant – Viertelkreis mit einer gefalteten Astrolabienzeichnung. Er ermöglicht ein Instrument mit den Funktionen eines größeren Astrolabiums bei geringerer Größe.

Radiant – Winkeleinheit. Ein Vollkreis umfasst 2π Radiant; ein Radiant entspricht 180/π Grad.

Rektaszension – Winkel entlang des Himmelsäquators vom Frühlingspunkt zum Stundenkreis eines Gestirns, ostwärts gezählt. Sie wird entweder von 0° bis 360° oder meist in Stunden von 0 bis 24 h angegeben.

Rete – Durchbrochene, um die Mittelachse drehbare Scheibe eines Astrolabiums mit Zeigerspitzen für die wichtigsten Sterne. Durch ihre Aussparungen bleiben die Skalen darunter sichtbar. Auch Sternnetz genannt.

Schaltjahr – Jahr mit 366 statt 365 Tagen durch Einfügen des 29. Februar. Im gregorianischen Kalender sind durch 4 teilbare Jahre Schaltjahre, außer sie sind durch 100, aber nicht durch 400 teilbar. Deshalb sind 2000 und 2024 Schaltjahre, 1900 und 2100 dagegen nicht. Die mittlere Jahreslänge beträgt dadurch 365,2425 Tage und liegt nahe am tropischen Jahr, das die Wiederkehr der Jahreszeiten bestimmt.

Schattenquadrat – Diagramm auf der Rückseite eines Astrolabiums, mit dem sich aus einem gemessenen Höhenwinkel und der bekannten Entfernung die Höhe eines Objekts bestimmen lässt.

Schattenwerfer – Teil einer Sonnenuhr, dessen Schatten die Zeit anzeigt. Form und Ausrichtung hängen vom Typ ab: Polstab parallel zur Erdachse, senkrechter Gnomon oder eine andere Anordnung.

Schiefe der Ekliptik – Neigung der Erdrotationsachse gegenüber der Senkrechten auf der Erdbahnebene. Sie beträgt ungefähr 23°26′.

Senkrechter Gnomon – Schattenwerfer senkrecht zur Zifferblattebene. Bei einem dreieckigen Schattenwerfer entspricht er dessen rechtwinklig auf der Fläche stehender Seite. Sein Fußpunkt heißt in Shadows A.

Sinnspruch – Sinnreicher oder poetischer Text auf einer Sonnenuhr. Häufig auf Latein, aber ebenso in jeder anderen Sprache oder Mundart möglich.

Sommerzeit – Gegenüber der Normalzeit verschobene gesetzliche Zeit zwischen Frühling und Herbst. In Mitteleuropa wird dabei von UTC + 1 h auf UTC + 2 h umgestellt. Die sogenannte Winterzeit ist die Normalzeit. Die Umstellungstermine werden rechtlich festgelegt.

Sonnenuhr – Fläche mit Stundeneinteilung, auf der der von der Sonne erzeugte Schatten eines Schattenwerfers die Zeit anzeigt.

Sonnenuhrenbauer – Handwerker, der Sonnenuhren malt, graviert oder aus verschiedenen Materialien zusammensetzt.

Sonnenwende – Zeitpunkt der größten positiven oder negativen Sonnendeklination. Auf der Nordhalbkugel liegt die Sommersonnenwende um den 21. Juni, die Wintersonnenwende um den 21. Dezember; auf der Südhalbkugel ist es umgekehrt.

Sonnenwendlinie – Tageslinie zu einer Sonnenwende. Die beiden Sonnenwendlinien begrenzen den jährlichen Bewegungsbereich der Schattenspitze auf dem Zifferblatt.

Sonnenzeit – Siehe Wahre Sonnenzeit.

Sonnenzirkel – Kalenderzyklus von 28 Jahren, nach dem im julianischen Kalender dieselben Daten wieder auf dieselben Wochentage fallen. Im gregorianischen Kalender unterbrechen die nicht durch 400 teilbaren Jahrhundertjahre diese Wiederholung. Nicht mit dem Zyklus der Sonnenaktivität zu verwechseln.

Sonntagsbuchstabe – Gibt die Lage der Sonntage im Kalender an. Den Tagen werden zyklisch die Buchstaben A bis G zugeordnet, beginnend mit A am 1. Januar. Fällt der erste Sonntag auf den 5. Januar, lautet der Sonntagsbuchstabe E. In Schaltjahren erhält der 29. Februar konventionsgemäß denselben Buchstaben wie der 28.; für das Jahr werden deshalb zwei Sonntagsbuchstaben angegeben, beispielsweise GF.

Stereografische Projektion – Abbildung einer Kugel auf eine Ebene von einem Punkt ihrer Oberfläche, dem Projektionszentrum, aus. Beim planisphärischen Astrolabium für die Nordhalbkugel wird gewöhnlich vom südlichen Himmelspol auf die Äquatorebene projiziert; für die Südhalbkugel entsprechend vom Nordpol aus. Die Projektion ist winkeltreu. Kreise werden zu Kreisen oder, wenn sie durch das Projektionszentrum verlaufen, zu Geraden.

Sternzeit – Stundenwinkel des Frühlingspunkts T. Sie bestimmt die relative Lage des äquatorialen und des Stundenkoordinatensystems.

Stundenkoordinaten – Stundenwinkel und Deklination. Dieses System liegt zwischen horizontalem und äquatorialem System und erleichtert Koordinatenumrechnungen. Der Stundenwinkel beginnt am Ortsmeridian.

Stundenlinien – Linien zum Ablesen der Zeit anhand des Schattens.

Stundenwinkel – Winkel zwischen dem Stundenkreis einer Richtung und dem Ortsmeridian. Er wird westwärts, entweder in Grad oder häufiger in Stunden von 0 bis 24 h beziehungsweise −12 bis +12 h, gezählt. Stundenwinkel H, Rektaszension α und Stundenwinkel des Frühlingspunkts T hängen durch $T = \alpha + H$ zusammen.

Substilare – Projektion des Polstabs auf die Zifferblattebene. Ihr Winkel zur Mittagslinie hängt von der Deklination der Sonnenuhr ab.

Substilarlinie – Verbindungslinie zwischen A und B, den Fußpunkten des senkrechten Gnomons und des Polstabs.

Tageslinie – Bahn der Schattenwerferspitze beziehungsweise ihres Schattens über das Zifferblatt während eines Tages. Bei einer ebenen Sonnenuhr mit Polstab ist sie meist eine Hyperbel; an den Äquinoktien verläuft sie geradlinig. Auch Deklinationslinie genannt.

Temporalstunden – Stunden, die durch Teilung der Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang in zwölf gleiche Abschnitte entstehen. Ihre Länge hängt von Jahreszeit und geografischer Breite ab: im Sommer länger, im Winter kürzer. Auch die Nacht kann in zwölf, meist anders lange Stunden geteilt werden. Daher auch ungleiche Stunden genannt. Planetenstunden verbinden diese Einteilung mit der traditionellen Zuordnung jeder Stunde zu einem der sieben antiken Wandelsterne.

Tierkreis – Band der Himmelskugel beiderseits der Ekliptik. Die zwölf Tierkreiszeichen sind gleich große Abschnitte von 30° ekliptikaler Länge ab dem Frühlingspunkt. Sie sind nicht mit den unterschiedlich großen astronomischen Sternbildern gleichzusetzen. Die Tierkreislinien einer Sonnenuhr entsprechen den Sonnendeklinationen beim Eintritt in diese Abschnitte: ungefähr 0°, ±11°29′, ±20°20′ und ±23°26′.

Tierkreislinie – Tageslinie beim Eintritt der Sonne in ein Tierkreiszeichen, also bei einem Vielfachen von 30° ekliptikaler Länge. Die zwölf Positionen ergeben sieben verschiedene Deklinationen und damit sieben Linien: die Äquinoktiallinie, zwei Sonnenwendlinien und vier Zwischenlinien.

Tropisches Jahr – Zeitraum, in dem die mittlere Sonnenlänge, gemessen vom beweglichen Äquinoktium aus, um 360° zunimmt. Es dauert ungefähr 365,2422 Tage, also 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten und 45 Sekunden, und dient als Bezug für die Abstimmung des Kalenders auf die Jahreszeiten.

Wahre Sonnenzeit – Stundenwinkel der Sonne zuzüglich zwölf Stunden. Sie wird von einer einfachen Sonnenuhr angezeigt. Zur Umrechnung in die Uhrzeit werden nach der hier verwendeten Konvention Zeitgleichung, Längenkorrektur und gegebenenfalls Sommerzeit addiert.

Wahrer Mittag – Zeitpunkt des oberen Sonnendurchgangs durch den Ortsmeridian.

Weltzeit (UT) – Auf der Erdrotation beruhende Zeitskala, die den Begriff der mittleren Sonnenzeit in Greenwich fortführt. Ihre wichtigste Ausprägung UT1 beschreibt die Orientierung der Erde.

Wendekreis – Einer der beiden Breitenkreise bei ungefähr 23°26′ Nord und Süd, an denen die Sonne zur jeweiligen Sonnenwende den Zenit erreicht. Sie begrenzen die Tropen, innerhalb derer Zenitdurchgänge möglich sind. Der nördliche heißt Wendekreis des Krebses, der südliche Wendekreis des Steinbocks.

Winkelgrad – Einheit des Winkels, entsprechend 1/360 eines Vollkreises. Ein Grad umfasst 60 Bogenminuten zu je 60 Bogensekunden.

Zeitgleichung – Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Sonnenzeit nach der hier verwendeten Konvention. Die elliptische Erdbahn führt zu einer veränderlichen Bahngeschwindigkeit: am größten im Perihel, am kleinsten im Aphel. Zusammen mit der Schiefe der Erdachse erzeugt dies periodische Abweichungen des Sonnenstundenwinkels. Die Zeitgleichung erreicht im Jahreslauf eine Größenordnung von ±16 Minuten.

Zeitzone – Gebiet mit einer gemeinsamen gesetzlichen Zeit. Das idealisierte System teilt die Erde in 24 Streifen von je 15° Länge mit Bezugsmeridianen bei Vielfachen von 15° ein; Ausgangspunkt ist Greenwich. Tatsächliche Grenzen folgen politischen Festlegungen. Mitteleuropa verwendet UTC + 1 h als Normalzeit. Neben vollen Stunden kommen auch andere Abstände vor, etwa UTC + 9 h 30 min in Zentralaustralien und UTC + 5 h 45 min in Nepal.

Zenit – Punkt der Himmelskugel senkrecht über einem Beobachter.

Zenitdistanz – Ergänzungswinkel der Höhe: 90° minus Höhe. Sie wird vom Zenit über dem Beobachter aus gezählt.

Zifferblattebene – Ebene Trägerfläche einer Sonnenuhr, auf der Linien und Zahlen angebracht werden.

Ergänzungen

Häufig gestellte Fragen (FAQ)

Die Auflistung der häufig gestellten Fragen finden Sie auf der Web-Seite: www.shadowspro.com/help

Fehlersuche im Programm

Falls Sie irgendein Problem mit dem Programm feststellen, so folgen sie bitte den folgenden Anweisungen:

- Gehen Sie zum Menü Hilfe > Über Shadows… und notieren Sie die vollständige Versionsnummer 
- Überprüfen Sie auf www.shadowspro.com ob Sie die aktuellste Version installiert haben
- Falls nicht, downloaden und installieren Sie die aktuellste Version
- Falls das Problem nach der Aktualisierung nach wie vor besteht, überprüfen Sie in der Rubrik Häufig gestellte Fragen, ob bereits von einem ähnlichen Problem berichtet wurde
- Wenden Sie sich an den Autor, geben Sie Ihre genaue Programmversion an und senden Sie die Ablaufverfolgungsdatei mit. Sie finden diese unter Hilfe > Fehlersuche > Ablaufverfolgungsdatei anzeigen.

Bestätigte Programmfehler behebt der Autor so bald wie möglich und veröffentlicht die Korrektur kostenlos. Unterstützung wird nur für aktuelle, unterstützte Windows-Plattformen angeboten.

Anregungen und Verbesserungsvorschläge, Hinweise und Kritik sowie Fotos Ihrer Sonnenuhren können Sie dem Autor direkt per E-Mail senden: info@shadowspro.com

Shadows Endbenutzer-Lizenzvereinbarung

Die aktuelle Endbenutzer-Lizenzvereinbarung finden Sie unter www.shadowspro.com/fr/contrat-licence.html.

Wie kann das Programm übersetzt werden?

Shadows wird vom Autor in den Sprachen Französisch und Englisch entwickelt. Übersetzungen in andere Sprachen wurden von Benutzern bereit gestellt. Übersetzungen der Bezeichnungen in der Benutzeroberfläche können von den Benutzern selbst geändert und neue Übersetzungen dem Autor vorgeschlagen werden.

Eine vollständige Übersetzung beinhaltet:

- Bezeichnungen in der Benutzeroberfläche,
- Hilfedateien bzw. von Version 4 an, das Benutzerhandbuch.

Es ist möglich, das Programm in einer Sprache zu nutzen und für die Hilfedateien eine andere Sprache auszuwählen.

Wie kann man die Bezeichnungen in der Benutzeroberfläche anpassen?

Alle Bezeichnungen sind in der Datei shadows.language.txt gespeichert. Diese Datei kann man z.B. mit Excel öffnen. Die ersten vier Spalten sind die Schlagwörter, welche vom Programm benutzt werden, um die korrekte Bezeichnung zu finden. In den folgenden Spalten stehen die Bezeichnungen für andere Sprachen, je eine pro Sprache.

Um die Übersetzungsdatei anzupassen, wählen Sie im Menü Hilfe > Übersetzungen > Die Sprach-Datei öffnen. Die Datei wird danach mit Excel geöffnet. Sobald Sie ihre Anpassungen gemacht haben, speichern Sie die Datei (sie muss im Unicode Text Dateiformat unter dem Namen shadows.language.txt im Ordner My Documents/Shadows Data gespeichert werden). Sie können die Anpassung in Shadows überprüfen indem Sie im selben Menü Die Sprach-Date neu laden auswählen.

Es ist auch möglich, eine neue Sprache hinzuzufügen, die bisher im Programm nicht verfügbar ist. Nach der ersten Kopfzeile finden sich zwei Zeilen, welche den Namen der Sprache festlegen. Die erste der beiden Zeilen gibt den englischen Namen der Sprache an (*d.h.*, German) und die zweite Zeile enthält den lokalen Name der Sprache (*d.h.*, Deutsch).

Fehlt eine Übersetzung, verwendet das Programm entsprechend der gewählten Einstellung den englischen oder französischen Text. Die Spalten für Französisch und Englisch dürfen nicht vertauscht werden; die übrigen Sprachen können in beliebiger Reihenfolge stehen.

Öffnen Sie die Datei zum Ergänzen einer Übersetzung in einem Tabellenkalkulationsprogramm und orientieren Sie sich an den vorhandenen Texten derselben Zeile. Sonderzeichen und Platzhalter wie \n, \t, %d und %s dürfen nicht verändert werden. Sprachneutrale Zeichenfolgen, häufig mit SKIP in der ersten Spalte gekennzeichnet, werden nicht übersetzt. Speichern Sie die Datei, testen Sie sie mit Shadows und senden Sie die ergänzte Fassung an den Autor, damit alle Anwender davon profitieren können.

Wenn Sie Shadows in eine bisher nicht aufgeführte Sprache übersetzen möchten, wenden Sie sich an den Autor. Er ergänzt die Sprachliste und passt das Programm entsprechend an.

Wie kann das Benutzerhandbuch übersetzt werden?

Wenn Sie das Benutzerhandbuch in eine andere Sprache übersetzen wollen, kontaktieren Sie bitte den Autor, um die Worddatei zu erhalten und diese direkt anpassen zu können.

Hinzufügen eigener Sinnsprüche

Sinnsprüche, die mit dem Programm mitgeliefert werden, sind in der Textdatei mottoes.txt gespeichert.

Die ersten Zeilen in der Datei sind Kommentare, daher beginnen sie mit (;).

Jeder Sinnspruch steht in einer Zeile zusammen mit einige Schlagwörtern innerhalb von Klammern <>:

```
<LANG:Français> A l'approche de Soleil, l'ombre s'enfuit. <COMMENT:ceci est un commen-
taire>
```

Das Schlagwort <LANG:> legt die Sprache des Sinnspruches fest. Der Name der Sprache wird in genau der Form berücksichtigt wie er geschrieben ist: *german* und *Deutsch* werden daher als zwei unterschiedliche Sprachen betrachtet.

Zum Sinnspruch kann mit dem Schlagwort <COMMENT:> ein Kommentar hinzugefügt werden falls dies gewünscht wird. Dies ist nützlich wenn man die Quelle des Spruches angeben oder eine Übersetzung bereitstellen will. Dieser Kommentar wird auf der Sonnenuhr nicht angezeigt, ist aber im Dialogfeld sichtbar.

Benutzer, die Sinnsprüche hinzufügen, werden dazu eingeladen, diese dem Autor zu schicken, sodass auch andere Nutzer davon profitieren können.

Hinzufügen neuer Orte in der Datenbank

Die Ortsdatenbank ist in einer oder zwei Dateien gespeichert, die in einer speziellen Weise aufgebaut sind. Shadows wird mit einer vordefinierten Ortsdatenbank geliefert, die in der Datei shadows.database.txt im Installationsordner aufbewahrt wird. Wenn Sie neue Orte hinzufügen, werden diese in der Datei shadows.userdatabase.txt gespeichert, um zu vermeiden, dass neu hinzugefügte Ortsdaten bei einem Softwareupdate überschrieben werden und verloren gehen. Diese Datei wird im Ordner My Documents/Shadows Data abgespeichert.

Wenn Sie neue Ortsdaten hinzugefügt haben, können Sie Ihre Datei shadows.userdatabase.txt an den Autor schicken, damit er sie zur vordefinierten Ortsdatenbank hinzufügen kann und in der Folge alle Benutzer davon profitieren.

Es ist möglich, die Datei zu editieren, um Einträge zu vervollständigen oder anzupassen, Sie sollten dabei aber sehr vorsichtig vorgehen. Bitte fertigen Sie eine Sicherungskopie der Datei an bevor Sie irgendeine Änderung durchführen. Wenn die Datei falsch bearbeitet wurde, könnte dies das Nichtfunktionieren des gesamten Programms zur Folge haben.

Dateiformat:

```
$VERSION 7
$NBRECORDS 2755
ABBEVILLE 80 FRANCE 50.100000 -1.833333 1 1
AGDE 34 FRANCE 43.316667 -3.466667 1 1
AGEN 47 FRANCE 44.216667 -0.616667 1 1
AIGUES-MORTES 30 FRANCE 43.566667 -4.183333 1 1
AIGUILLES ? FRANCE 44.783333 -6.866667 1 1
AIRE-SUR-LA-LYS 62 FRANCE 50.633333 -2.400000 1 1
AIX-LES-BAINS 73 FRANCE 45.700000 -5.916667 1 1
...
$END
```

Reservierte Schlüsselwörter beginnen mit dem Zeichen $. Zeilen mit solchen Schlüsselwörtern dürfen nicht verändert werden.

$VERSION ermöglicht die Weiterentwicklung des Dateiformats bei fortbestehender Abwärtskompatibilität. $NBRECORDS (oder $NBENTREES) gibt die Anzahl der Orte in der Datei an; der Wert muss der tatsächlichen Anzahl entsprechen. $END (oder $FIN) kennzeichnet das Dateiende.

Jeder Eintrag ist über mehrere Felder definiert, die jeweils durch ein Tabulator-Zeichen von einander getrennt sind. Der Name des Ortes und des Landes darf keine Leerzeichen enthalten, daher werden Leerzeichen durch das Zeichen $ ersetzt:

```
BOULOGNE$BILLANCOURT 92 FRANCE 48.833333 -2.250000 1 1
NOUMÉA NOUVELLE$CALÉDONIE FRANCE -22.266667 -166.450000 11 1
```

Das erste Feld enthält den Namen der Stadt (oder des Ortes).

Im zweiten Feld steht entweder die Zone (Bundesland, Region, ..) oder das Zeichen ? falls die entsprechende Angabe unnötig oder unbekannt ist.

Das dritte Feld enthält das Land.

Die Ortskoordinaten folgen nach dem Ländernamen:

```
SYDNEY ? AUSTRALIA -33.866667 -151.216667 10 1
```

In obigem Beispiel beträgt die geographische Breite 33° 52' Süd (-33.866667° in Dezimalschreibweise) und die geographische Länge 151° 13' Ost (-151.216667° in Dezimalschreibweise). Die Zeitzone ist UT+10h. Das Minuszeichen "-" bei der geographischen Länge zeigt an, dass sich der Ort östlich des Greenwichmeridians befindet; bei der geographischen Breite dass es sich um einen Ort auf der südlichen Hemisphäre handelt. Die Zeitzone kann sowohl positiv als auch negativ sein und entweder ganzzahlig oder eine Dezimalzahl:

```
MARACAIBO ? VENEZUELA 10.666667 71.616667 -4 1
RAIPUR ? INDIA 21.233333 -81.633333 5.5 1
KATHMANDU ? NEPAL 27.716667 -85.316667 5.75 1
```

Nach der Zeitzone folgt eine weitere Zahl, die anzeigt, ob es sich beim Eintrag um einen vom Autor vordefinierten (1) handelt, oder um einen (0), der von einem Benutzer erstellt wurde.

Wenn Sie die Ortsdatenbank ergänzen, können Sie Ihre Einträge an den Autor senden, damit sie der Shadows-Gemeinschaft zur Verfügung gestellt werden.

Editieren/Modifizieren eines Ortes

In diesem Dialog geben Sie den Ort ein. Orts- und Ländernamen werden in Großbuchstaben umgewandelt; Akzente bleiben erhalten.

Der Ländername wird benützt, um die Orte zu sortieren. Wenn es sich um ein neues Land handelt, wird es in der Länderliste ergänzt. Es ist wichtig, dass Sie die Ländernamen korrekt und immer gleich schreiben – BELGIQUE und BELGIEN werden als zwei unterschiedliche Länder angesehen!

Das Feld Verwaltungseinheit kann ein Departement, einen Bundesstaat oder eine Region enthalten. Französische Departements werden durch ihre Nummer bezeichnet, beispielsweise 70 für Haute-Saône. Auch die französischen Überseegebiete stehen in diesem Feld: Saint-Denis auf Réunion gehört zum Land Frankreich und zur Verwaltungseinheit La Réunion. US-Bundesstaaten werden durch zwei Großbuchstaben angegeben, zum Beispiel CA für Kalifornien.

Breite und Länge können in Grad, Minuten und Sekunden eingegeben werden. Wählen Sie die Richtung über Nord/Süd und Ost/West.

Sie können auch einen Dezimalgradwert in das Gradfeld eingeben oder einfügen. Shadows rechnet ihn automatisch in Grad, Minuten und Sekunden um. Verwenden Sie das in Ihren Systemeinstellungen festgelegte Dezimaltrennzeichen, also Punkt oder Komma.

Beispielsweise entsprechen 47,267° genau 47° 16′ 1,2″. Sie müssen den Dezimalanteil daher nicht selbst umrechnen und auch die Sekunden nicht entfernen.

Die Zeitzone kann aus einer Liste ausgewählt werden. UT bedeutet Universalzeit (Weltzeit; d.h. die Zeit am Greenwichmeridian). UT + 3 h bedeutet, dass der Ort eine Zeitverschiebung von drei Stunden gegenüber der Greenwichzeit besitzt und dass er östlich von Greenwich liegt. Die zusätzliche Verschiebung durch die Sommerzeit wird hier nicht berücksichtigt! Die Längengradkorrektur zwischen dem Ort und dem gewählten Meridian ist darunter angegeben. Diese Korrektur sollte einen Wert von +/- 2 Stunden nicht überschreiten.

Für Frankreich und das westliche Europa mit Ausnahme Großbritanniens und Portugals ist der Standardmeridian UT + 1 h.

Import von Ortsdaten aus Google Maps

Google Maps ist ein weit verbreitetes Werkzeug, das kostenlos Karten jedes Ortes auf der Welt zur Verfügung stellt. Es kann dazu benützt werden, um Ihren Ort zu finden und die entsprechenden Ortskoordinaten ins Programm Shadows durch Kopieren einzufügen.

Um einen Google Maps Ort in Shadows zu importieren, zentrieren Sie bitte den Ort auf dem Plan in Google Maps, dann klicken Sie auf den link „*Karte teilen oder einbetten*“. Danach kopieren Sie die Webadresse von Ihrem Webbrowser und öffnen in Shadows die Dialogbox für einen neuen Ort. Klicken Sie dann „*URL einfügen*“ im Feld Google Maps. Die geographische Breite und Länge des Ortes wird automatisch erkannt. Sie müssen dann nur noch den Ortsnamen, das Land und die Zeitzone ergänzen.

Google Maps findet man hier: maps.google.com

Import von Ortsdaten aus Google Earth

Google Earth ist ein sehr genaues Werkzeug, um die Oberfläche der Erde darzustellen. Es erlaubt dem Benutzer, die geographischen Koordinaten eines Ortes zu speichern. Shadows beinhaltet nun eine Schnittstelle mit Google Earth, um Orte in der Datenbank zu visualisieren und um Koordinaten von Google Earth importieren zu können.

- Lokalisierung eines Ortes in Google Earth: die mit Shadows kompatiblen Ortschaften sind durch eine Nadel oder ein quadratisches Symbol (placemark) markiert.
- Speichern einer Ortsdatei in Google Earth: klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Ortsmarkierung und wählen Sie *Ort speichern unter ...* aus. Geben Sie der Datei einen Namen und wählen Sie den Typ KML in der Dateiformatliste aus (nicht KMZ).
- Import einer Google Earth Datei in Shadows: sobald die KML Datei erstellt wurde klicken Sie auf den Knopf *Datei importieren* in der Dialogbox *Neuer Ort* in Shadows. Wählen Sie danach die KML Datei aus.
- Kopieren eines Ortes aus Google Earth in die Zwischenablage: klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine Ortsmarkierung und wählen Sie *Kopieren* aus.
- Einen Google Earth Ort in Shadows einfügen: Klicken Sie den Knopf *Einen Ort einfügen* in der Dialogbox *Neuer Ort* in Shadows.

Erfasste Informationen: Der Ortsname und das Land (falls diese Information vorhanden ist) sowie seine Koordinaten (geographische Länge und Breite) werden erfasst. Die Zeitzone müssen Sie manuell ergänzen und in manchen Fällen auch das Land.

Google Earth kann von der Webseite earth.google.com geladen werden.

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

Inhaltsverzeichnis

BUCH 1 – SONNENUHREN 7
Einführung 7
Wie funktioniert eine Sonnenuhr? 8
Eine Sonnenuhr planen 9
Bereitstellung notwendiger Vorabinformationen 9
Einen Platz für Ihre Sonnenuhr wählen 11
Im Garten 11
An der Hausfassade 11
Im Haus! 11
Auf dem Hausdach! 12
Sonstwo in der Umgebung... 12
Bestimmung der geografischen Ortskoordinaten 12
Längengrad 12
Bestimmung des Breitengrades auf der Karte 13
Eintragung der Ortskoordinaten in die Datenbank 13
Koordinatensysteme 14
Horizontale Koordinaten 14
Stundenkoordinaten 14
Äquatoriale Koordinaten 15
Ekliptikale Koordinaten 15
Bestimmung der Richtung des Ortsmeridians 16
Hinweis zum Azimut 16
Bestimmung mit einem Kompass 16
Bestimmung mit Hilfe des Meridiandurchgangs der Sonne 17
Bestimmung mit Mittelsenkrechten von Kreissehnen 17
Bestimmung der gnomonischen Deklination einer Mauer 17
Bestimmung mit Lot und Winkelmesser 18
Bestimmung anhand eines Dreibeins 18
Methode mit dem die Mauer streifenden Sonnenlicht 18
Methode mit Tangentennetzwerk nach Shadows 19
Bestimmung mit Mittelsenkrechten von Kreissehnen 19
Praktische Realisation einer Sonnenuhr 20
Materialauswahl 20
Entwurf auf das Zifferblatt aufbringen 20
Äquinoktiallineal benutzen 21
Entwurf großer Sonnenuhren 23
Den Konstruktionsvorgang darstellen 23
Die Linien der Sonnenuhr unmittelbar mit Hilfe der Sonne zeichen? 24
Konstruktion des Schattenwerfers 25
Seitenansicht des Polstabes 25
Dreieckiger Schattenwerfer 25
Polstab 26
Der senkrechte Schattenwerfer (Gnomon) 26
Lochblende 26
Verkürzter Schattenwerfer 27
Die realistischen Gnomons 27
Einbeziehung der Dicke des Schattenwerfers 27

Bau einer Sonnenuhr mit einem Laserschneider/-gravierer 28
Wie liest man die Zeit von einer Sonnenuhr? 28
Längengradkorrektur 29
Die horizontale Sonnenuhr 32
Geometrie des Zifferblatts 32
Funktionsbeschränkung 32
Konstruktion 33
Installation 33
Ausführungsbeispiele 33
Vertikale meridionale Sonnenuhr 34
Geometrie des Zifferblatts 34
Funktionsbeschränkung 34
Konstruktion 34
Installation 35
Ausführungsbeispiele 35
Vertikale abweichende Sonnenuhr 36
Geometrie des Zifferblatts 36
Funktionsbeschränkung 36
Konstruktion 36
Ausführungsbeispiele 37
Vertikale West-Sonnenuhr 37
Geometrie des Zifferblatts 37
Funktionsbeschränkung 37
Konstruktion 38
Installation 38
Ausführungsbeispiele 38
Vertikale Ost-Sonnenuhr 39
Geometrie des Zifferblatts 39
Funktionsbeschränkung 39
Konstruktion 39
Installation 40
Ausführungsbeispiele 40
Mittags- oder Meridiansonnenuhren 40
Äquatoriale Sonnenuhr 41
Ausführungsbeispiele 42
Polare Sonnenuhr 42
Geometrie des Zifferblatts 42
Funktionsbeschränkung 42
Konstruktion 42
Abweichende polare Sonnenuhr 43
Geneigte abweichende Sonnenuhr 43
Änderung der Abweichung und/oder der Neigung 44
Sonnenuhren-Spinne 44
Analemmatische Sonnenuhren 46
Historisches 46
Platzierung des Schattenstabes (Gnomon) 46
Zeitablesung 46
Ellipse 46
Horizontale analemmatische Sonnenuhr 47
Vertikale analemmatische Sonnenuhr 47
Die universelle analemmatische Sonnenuhr 48
Entwürfe für die Datumslinie 48
Zylindrische Sonnenuhren 49

Armillar-Sonnenuhr ... 49
Zylindrische polare Sonnenuhr ohne Schattenwerfer ... 50
Hirtensonnenuhr ... 51
Zylindrische vertikale Sonnenuhr ... 52
Vertikale Hohlzylinder-Sonnenuhr ... 52
Bifilare Sonnenuhren ... 53
Horizontale bifilare Sonnenuhr ... 53
Bifilare, vertikale abweichende Sonnenuhr ... 54

BUCH 2 – ASTROLABIEN ... 55
Einführung in Astrolabien ... 55
Die Vorderseite des Astrolabiums ... 55
Die Rückseite des Astrolabiums ... 56
Verschiedene Astrolabientypen ... 56
Die stereographische Projektion ... 57
Das Planisphärische Astrolabium ... 59
Die Rete des Astrolabiums ... 59
Drehen der Rete ... 61
Drehen der Regula ... 61
Die Drachenzeiger ... 62
Konfigurieren der Darstellung auf dem Astrolabium ... 62
Astrolabium für die südliche Hemisphäre ... 65
Wie man ein Astrolabium fertigt ... 66
Bau eines Astrolabiums mit einem Lasergravierer/-schneider ... 66
Aufgaben die mit einem Planisphärischen Astrolabium gelöst werden können ... 67
Das Universalastrolabium Saphea Arzachelis ... 76
Rückseite des Astrolabiums ... 77
Anwendungen der Saphea Arzachelis ... 77
Das Universalastrolabium von Rojas ... 79
Rückseite des Astrolabiums ... 81
Die geografische Breite einstellen ... 81
Anwendungen des Universalastrolabiums von Rojas ... 81
Nautisches Astrolabium ... 83
3D-Darstellung von Astrolabien ... 84

BUCH 3 – EINFÜHRUNG IN SHADOWS ... 85
Einleitung ... 85
Installation von Shadows am PC ... 86
Instruktionen zur Installation von Shadows ... 86
Installation der Shadows-Lizenz ... 86
Verknüpfung der Lizenz auf den PC ... 86
Manuelles Verknüpfen der Lizenz ... 87
Danksagungen ... 88
Funktionsumfang der drei Lizenzebenen ... 90
Shadows (freeware) ... 90
Shadows Expert ... 90
Shadows Pro ... 90
Bestellung einer Shadows Expert oder Shadows Pro Lizenz ... 91
Freie Evaluierung von Shadows Pro ... 91
Portierung der Lizenz beim PC-Tausch ... 91
Wartung und Unterstützung ... 91
Dateien laden und speichern ... 92
Eine Sonnenuhr in Shadows erstellen ... 92

Schneller Entwurf ab Startbildschirm ... 92
Eine neue Sonnenuhr ab Menü Datei > Neue Sonnenuhr ... 92
Hilfsassistent zur Bestimmung der gnomonischen Deklination ... 94
Dimensionieren einer Sonnenuhr ... 95
Dimensionierung des Zifferblatts ... 95
Dimensionierung der Zeichnung ... 95
Änderung des Fußpunktes des Gnomons ... 95
Änderung der Form des Zifferblattes ... 96
Darstellung des Schattens ... 96
Anzeigen des Schattens eines Daches ... 98
Informationen auf dem Zifferblatt der Sonnenuhr ... 99
Informationen auswählen ... 99
Wahre Ortszeit ... 99
Wahre Sonnenzeit des Bezugsmeridians ... 99
Mittlere Sonnenzeit (Uhrzeit) ... 99
Italische Stunden ... 100
Babylonische Stunden ... 100
Temporale Stunden (Ungleiche Stunden) ... 101
Siderische Zeit ... 101
Azimut- und Höhenkurven ... 101
Das Analemma ... 101
Spezielle Stundenlinien ... 102
Deklinationslinien ... 103
Strichstärke und Farbe der Kurven ändern ... 105
Form und Parameter der Zifferblattdarstellung ... 105
3D-Visualisierung von Sonnenuhren ... 106
3D-Visualisierung von mehrflächigen Sonnenuhren ... 107
Dekorieren des Zifferblattes und der Sonnenuhr ... 109
Einfügen eines Textrahmens ... 109
Sinnspruch anbringen ... 110
Importieren eines Bildes ... 110
Zeichnungen exportieren ... 110
Kopieren-Einfügen des Entwurfs in ein fremdes Programm ... 110
Zifferblattdesign als Vektorgrafik exportieren ... 111
Koordinatentafeln ... 111
Von Shadows-Nutzern angefertigte Sonnenuhren ... 114

BUCH 4 – WEITERE GNOMONISCHE UND ASTRONOMISCHE INSTRUMENTE ... 116
Die Zeitgleichung ... 116
Ursprung der Zeitgleichung ... 116
Definitionen der Zeitgleichung ... 117
Anwendung der Zeitgleichung ... 117
Zeitgleichungskurve ... 117
Monatliche Darstellung ... 118
Vertikale Darstellung der Zeitgleichung ... 119
Ephemeriden ... 120
Jahresbezogene Ephemeriden ... 120
Tagesbezogene Ephemeriden ... 120
Ephemeriden für einen konkreten Zeitpunkt ... 121
Mondephemeriden ... 121
Planetarische Ephemeriden ... 122
Ephemeridengenerator ... 122
Sonnenstandsdiagramm ... 123
Polares Sonnenstandsdiagramm ... 123

Horizontales Sonnenstandsdiagramm 123
Die Horizontmaske 123
Andere Darstellungen und Werkzeuge 124
Sonnenaufgangszeiten und Sonnenuntergangszeiten 124
Sichtbarkeits-Graph des Schattens auf einer Meridianuhr 125
Darstellung der Effizienz einer Solaranlage 125
Die Sternkarte 126
Die klassische Himmelskarte 127
Der Winkelmesser 128
Der Azimutalkreis 129
Tangententafel 129
Die Windrose 130
Bestimmung der Parameter einer Sonnenuhr ausgehend von einem Foto 131
Bestimmung der Parameter einer horizontalen Sonnenuhr via Winkelmessung 132

BUCH 5 – ZUR VERTIEFUNG 133
Mitglied in einer Gnomonischen Gesellschaft werden 133
Literaturverzeichnis 134
Bücher über Sonnenuhren 134
Historische Bücher über Sonnenuhren 138
Bücher über Himmelsmechanik und Navigation 139
Bücher über Zeit 139
Bücher über Astrolabien 140
Glossar der Fachbegriffe 143
Ergänzungen 149
Häufig gestellte Fragen (FAQ) 149
Fehlersuche im Programm 149
Shadows Endbenutzer-Lizenzvereinbarung 149
Wie kann das Programm übersetzt werden? 149
Hinzufügen eigener Sinnsprüche 150
Hinzufügen neuer Orte in der Datenbank 150

INHALTSVERZEICHNIS 154

Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.

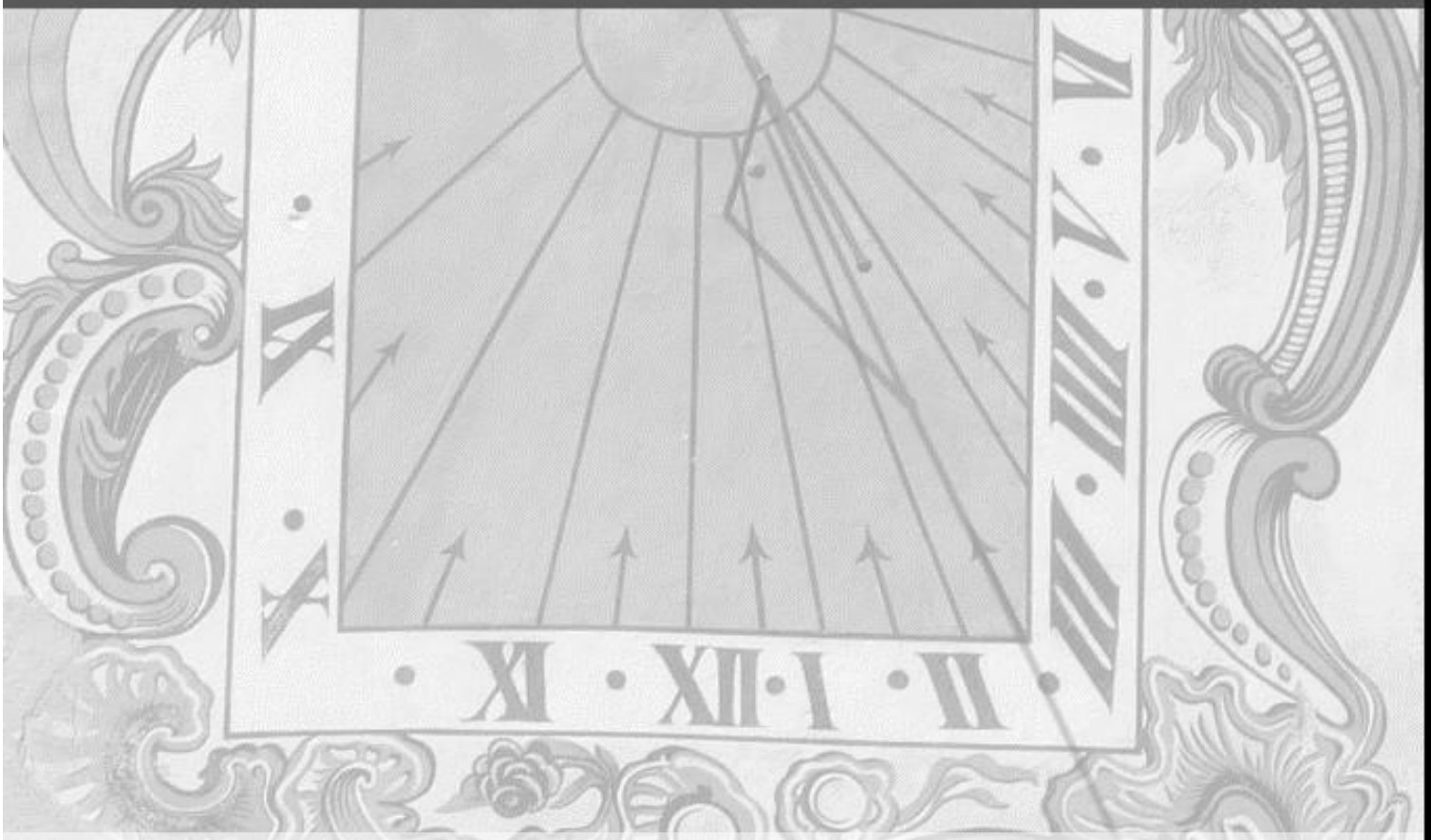
Diese Seite wurde absichtlich leer gelassen.



Dieses Buch erklärt zwei der ältesten astronomischen Instrumente: Sonnenuhr und Astrolabium. Es beschreibt ihre Funktionsweise, das Ablesen ihrer Linien und Skalen sowie den Bau eigener Instrumente.

Zugleich ist es das Referenzhandbuch zu Shadows Pro™, mit dem Sie diese Instrumente mit zahlreichen Optionen und hoher Genauigkeit am Bildschirm simulieren und zeichnen können.

Vertiefen Sie Ihr Wissen über Sonnenuhren und Astrolabien und lernen Sie, Shadows Pro™ sicher einzusetzen.



Shadows™ und zahlreiche weitere Informationen finden Sie unter:

www.shadowspro.com