



Eine Reflex-Globus-Sonnenuhr

(DGC-Jahresschrift 2006)

Zusammenfassung

Die reflektierende Fläche ist vorteilhaft horizontal und befindet sich unter dieser Kugel-Sonnenuhr, die ebenfalls als Globus gestaltet ist. Das Sonnenlicht wird beispielsweise von der Wasseroberfläche eines Brunnens oder Teiches reflektiert. Der Globus ist vollständig und enthält die Erdkoordinaten und die Konturen aller Kontinente. Die untere Halbkugel ist lichtdurchlässig, die obere matt-transparent und zusätzlich mit den Zeitkoordinaten versehen.

Der Zeit- bzw. Subsolare Punkt wird durch den Brennfleck einer im Mittelpunkt befindlichen Kugellinse (Schusterkugel) dargestellt. Die Verlegung der reflektierenden Fläche aus dem Mittelpunkt heraus vergrößert den Anzeigebereich im Vergleich zur HELIOS®-Sonnenuhr [1], die zudem nur ein Teil-Globus ist.

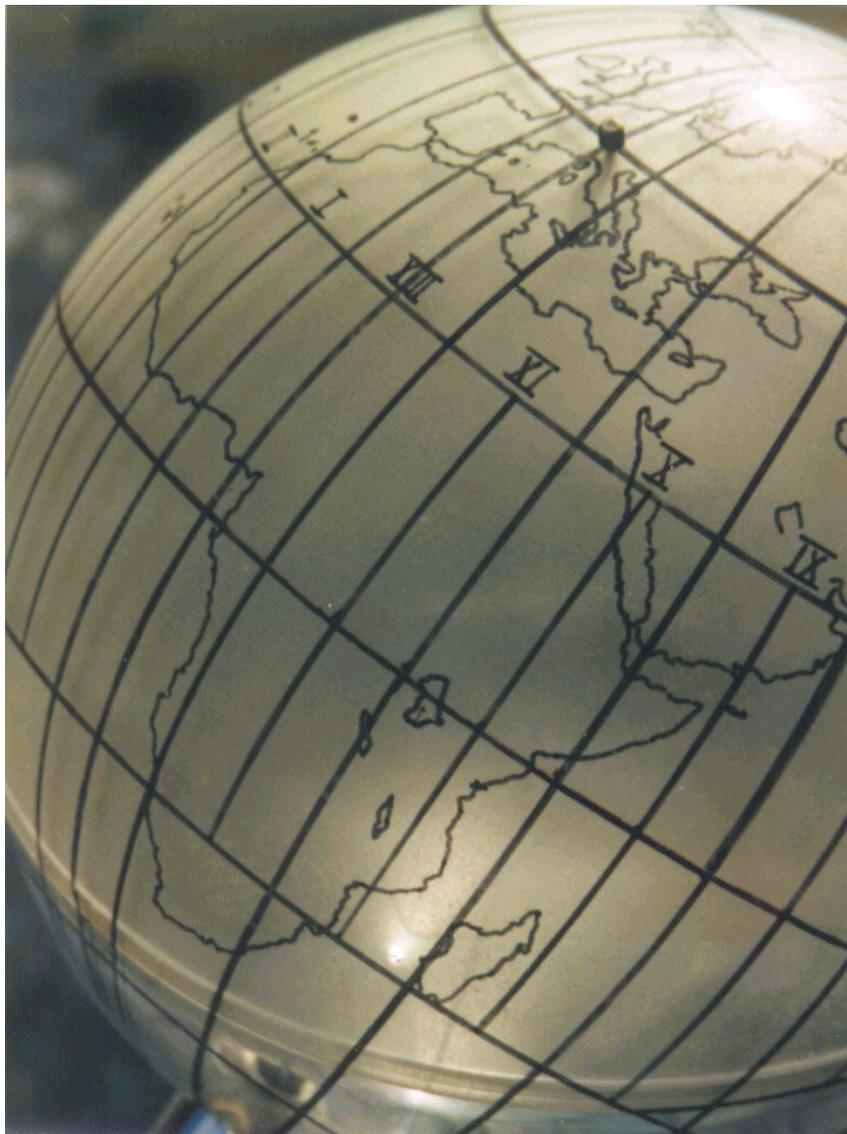


Abb.1 Senkrechte Sonne westlich von Madagaskar,
9:40 WOZ/Bern, Anfang Januar

Inhalt

1. Die Aufgabe
2. Die HELIOS-Sonnenuhr
3. Eine Reflex-Globus-Sonnenuhr
 - 3.1 Funktions-Prinzip
 - 3.2 Der Spiegel
 - 3.3 Ein Prototyp
4. Literatur
5. Anmerkungen

1. Die Aufgabe

Der Globus soll in der gestellten Aufgabe mit dem Zifferblatt einer Sonnenuhr identisch sein, um darauf die Beziehung zwischen Besonnung der Erde und der Tages- und Jahreszeit anschaulich zu zeigen (Abb.1).

Es gibt eine Sonnenuhr, bei der der Himmel, den wir uns als Hohlkugel vorstellen, in derselben Weise abgebildet (s. Anm.1) wird wie die Erde auf einem Globus. Es ist die Skaphe. Die Erdoberfläche und ihr Globus-Bild sind Kugel-Außenflächen, aber der Himmel und sein Skaphen-Bild sind Kugel-Innenflächen. Macht man die Skaphe transparent und betrachtet sie von aussen, so ist die Fläche mit dem Himmelsbild eine Aussenkugel, die zusätzlich als Globus gestaltet werden kann. Weil der Himmel auf diese Weise aber seitenverkehrt erscheinen

würde, ist beim Abbilden eine Spiegelung vorzunehmen. Erst auf einem solchen Erde-Himmels-Bild stimmen die Himmelsrichtungen überein, verläuft die Tagesbahn der Sonne auf dem Globus und der Sonnenuhr in derselben Richtung.

2. Die HELIOS-Sonnenuhr

Der Spiegel befindet sich im Zentrum der (Teil-)Kugel (s. Anm.2). Als Hohlspiegel ist er auch das abbildende optische Element. Bei dieser Anordnung ist es prinzipiell nicht möglich, einen ganzen Tagesbogen der Sonne zu erfassen. Ein Teil davon wird durch den matt-transparenten Bildschirm selbst ausgeblendet. Die HELIOS konnte nur für ca. 8 Stunden (120° Raumwinkel) ausgelegt werden [1]. Vom Meridian ist ebenfalls nur ein kleiner Teil (ca. 110°) vorhanden. Die HELIOS-Kugelschale ist somit wesentlich kleiner als eine Vollkugel.

Trotz Nachteilen ist die HELIOS eine notwendige, vorher fehlende Sonnenuhren-konstruktion, mit der der Bezug zwischen Tages- und Jahreszeit einerseits und der Besonnung der Erde andererseits anschaulich gezeigt wird. Die Nachteile zu überwinden, ist eine Folgeaufgabe, deren Lösung hier versucht wird und teilweise gelingt.

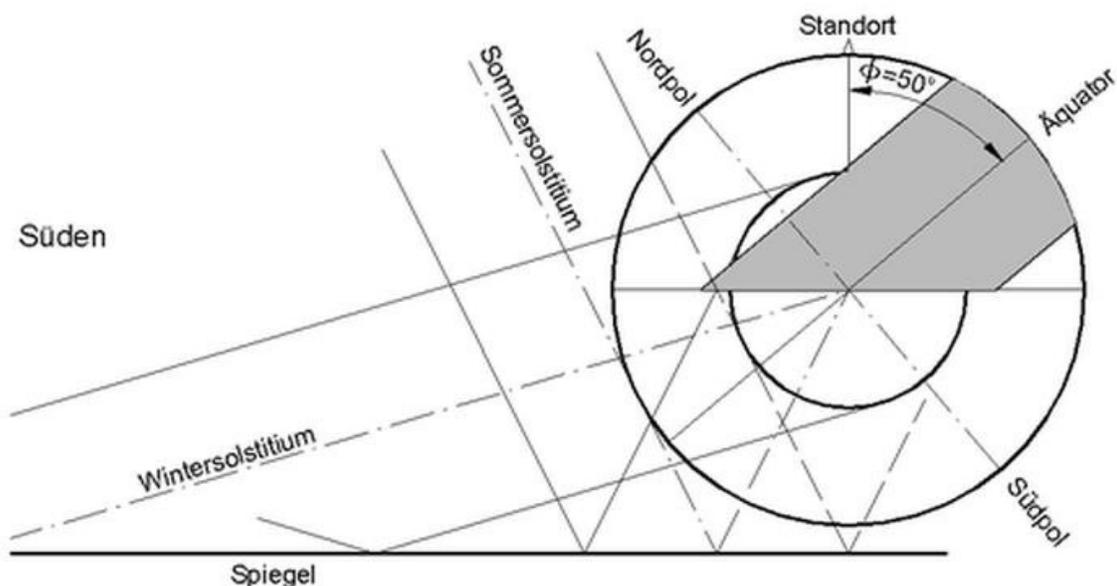


Abb.2 Prinzip-Bild der Reflex-Globus-Sonnenuhr

3. Eine Reflex-Globus-Sonnenuhr

3.1 Funktions-Prinzip

Abb.2 zeigt die prinzipiellen Zusammenhänge. Unter dem Globus befindet sich ein horizontaler Spiegel, der das Sonnenlicht reflektiert und den Globus von unten beleuchtet bzw. die Sonnenuhr „betreibt“. Letztere besetzt nur die obere Halbkugel. Im engeren Sinne ist ihr Zifferblatt der Streifen zwischen den Wendekreisen und der horizontalen Mittelebene. Die obere Halbkugel ist matt-transparent, während die untere glasklar bleibt.

Die horizontale Ebene bietet sich wegen der Streifenbegrenzung auch als Trennfuge der beiden Globushälften an. Vor dem Zusammenfügen wird im abbildenden Mittelpunkt eine Kugellinse (Schusterkugel) angebracht. Sie ist im Scheitelpunkt, der auf dem Globus den Standort der Sonnenuhr markiert, aufgehängt und bildet die Sonne als anzeigenden Punkt auf der Sonnenuhr und als Subsolanen Punkt auf dem Globus ab. Die Aufgabe wäre auch konservativ mit dem Schatten einer kleinen Punktkugel wie beim Vorbild Skaphe erfüllbar. Bei der Licht-Variante verlangt der grosse zu erfassende Raumwinkel mehr als eine einfache Linse; es braucht ein Fischauge. Die Kugellinse ist ein solches. Wenn auch die Abbildungsqualität gering ist, so genügt sie doch für eine Sonnenuhr. Sie ist sogar besser als beim traditionellen Punktschatten. Die Brennweite ist keine eindeutige Grösse, der „Brennfleck“ auf dem Globus ist aber (auch bei anderer Grösse als gewählt : Linsendurchmesser halb so gross wie Globusdurchmesser) klein genug. Besteht die Linse aus optisch dichterem Medium (Acylglas- oder Kunstharzkugel) als Wasser (Schusterkugel), wächst ihr relativer Durchmesser, und der Brennfleck wird wärmer (Gegenmassnahme: Linse einfärben).

3.2 Der Spiegel

In Abb.2 ist der Spiegel so nahe am Globus, dass die Kugellinse bei $\phi=50^\circ$ und Sommer-solstitium vom Globus selbst zur Hälfte abgeblendet ist, wobei der Lichtpunkt aber immer noch hell genug ist. Zu sehen ist, dass bei Winter-solstitium die nötige Spiegelausdehnung ziemlich weit nach Süden reicht. Die frühen/späten Morgen/Abend-Stunden verlangen senkrecht dazu noch etwas mehr Ausdehnung. In Abb.3 sind die Spiegelgrösse und der Globus in gleichem Masstab dargestellt, wenn die Sonnenhöhe grösser als 10° ist. Das entspricht ei-

ner üblichen Horizontüberbauung in Siedlungen. Am längsten Tag zeigt die Sonnenuhr mit diesem Spiegel ca. 13,7 Stunden am kürzesten ca. 4,8 Stunden an.

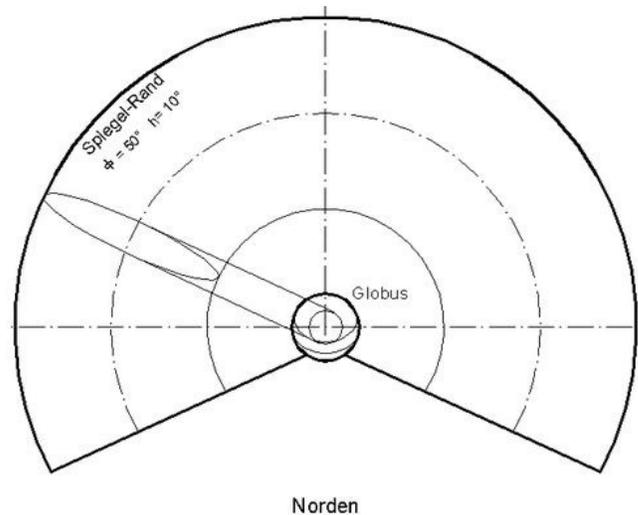


Abb.3 Grösse des horizontalen Spiegels unter der Reflex-Sonnenuhr von Abb.2

Im Winter liesse sich die Anzeige ein wenig verlängern, wenn man den Spiegel an seinem südlichen Ende etwas anheben und den Globus leicht aufrichten würde. Zu dieser Zeit müsste man den Spiegel auch schnee- und eisfrei halten. Wenn man aber bedenkt, dass eine Sonnenuhr in der dunkelsten Jahreszeit ohnehin kaum Beachtung findet, so gibt es zu einem relativ grossen, möglichst trittfesten Spiegel eine beachtenswerte Variante, nämlich eine Wasserfläche. Ein im Garten anzulegender oder bereits vorhandener kleiner Weiher ist in der Regel gross genug, um nebenher das Sonnenlicht auf unsere Sonnenuhr zu reflektieren (Abb.4).

Denkbar ist auch, dass der Benutzer einen flachen mit Wasser gefüllten Behälter (z.B. eine Vogeltränke) von Zeit zu Zeit im Uhrzeigersinn um den Globus herum ein Stück weiter trägt. Bei einem „losen“ Spiegel als Variante dazu braucht man noch eine Wasserwaage zum Nivellieren, was eine Wasseroberfläche von selbst tut.

Am Meer oder einem grösseren See kann der Wind zu stark sein, im Binnenland stört er aber kaum, im Gegenteil, ein leichtes Flimmern des Lichtzeigers wegen leichtem Kräuseln des Wasserspiegels ist ein schöner Nebeneffekt.



Abb.4 Reflex-Globus-Sonnenuhr (\varnothing 16cm) am Rande eines Teiches ($\phi=47^\circ$, $\lambda=7,5^\circ$)

3.3 Ein Prototyp

Die Abbildungen 1 und 4 zeigen die gefundene Sonnenuhr. Der Anzeigebereich ist im Sommerhalbjahr fast so gross wie die Tageslänge. Als Kompromiss muss aber eine relativ grosse Spiegelfläche in Kauf genommen werden.

Der Globus ist eine ganze Kugel und enthält die gesamte Erdoberfläche, auch die sich gegenüber dem Sonnenuhren-Standort befindende Nachthälfte.

4. Literatur

[1] S.Wetzel: „Der Subsolare Punkt auf einer Globus-Sonnenuhr“, DGC-Jahrbuch 2003

5. Anmerkungen

Anmerkung 1

Einfach erklärt sind Globus und Skaphe massstabgetreue Modelle der Erde bzw. des Himmels. Sie sind aber auch Abbildungen (optische Abbildungen oder Projektionen = 2 synonyme technische Begriffe). Der Globus ist eine fixe Abbildung der fixen Erde. Der Abbildungsmechanismus ist entfernt. In der Skaphe ist er noch vorhanden, um den veränderlichen Ort der Sonne im Himmel fortlaufend abzubilden.

Anmerkung 2

Befindet sich das Projektions-Zentrum im Mittelpunkt der abzubildenden Kugel (Objekt), so handelt es sich um die gnomonische Projektion, ein von der Sonnenuhr stammender, verallgemeinerter physikalisch-technischer Begriff. Ist die Bild- auch eine Kugelfläche, deren Mittelpunkt mit dem Projektions-Zentrum zusammenfällt, so wird das Objekt verzerrungsfrei abgebildet. Der Globus ist das einzig mögliche verzerrungsfreie Bild der Erde, und die Skaphe bildet den Himmel ebenfalls verzerrungsfrei ab. Es ist kein merklicher Fehler, sich den Mittelpunkt des Himmels nicht in der Erdmitte, sondern auf deren Oberfläche in der Skaphe vorzustellen. Der Himmel mit der Sonne ist ca. 24 Tausend mal grösser als die Erde. Der Schritt vom Erdmittelpunkt zur Oberfläche ist relativ nur so gross wie ein Schritt von 0,5m zur Seite oder nach vorn und der erneuten Betrachtung eines ca. 12 km entfernten Objekts. Dessen Aussehen und Richtung ändern sich dabei unbedeutend.

Januar 2008
Siegfried Wetzel
s.wet@gmx.net