

# sonne zeit

Rundschreiben der  
**Arbeitsgruppe Sonnenuhren**  
im Österreichischen  
Astronomischen Verein

GNOMONICAE  
SOCIETAS  
AUSTRIACA



Nr. 53

Juni 2017

Anno MXM condita



**Menschen als  
Schattenzeiger**



### Liebe Leserinnen und Leser,

zumeist beschäftigen wir uns in unserer Arbeitsgruppe mit den ortsfesten Sonnenuhren, wenngleich den tragbaren Varianten, vor allem durch die akribische Arbeit von Ilse Fabian, immer mehr Aufmerksamkeit zu Teil wird. Sonnenuhren auf Reisen sind dagegen etwas völlig Ungewöhnliches. Dennoch kann ich

an dieser Stelle von einer wunderbaren Ausstellung berichten. Vor einiger Zeit erhielt das Salzburg Museum aus den USA eine Anfrage um die Leihgabe des Fragmentes einer römischen Wasseruhr, das u.a. von Paolo Alberi schon mehrmals publiziert und vorgestellt wurde. Das Institute for the Study of the Ancient World in New York plante eine Ausstellung unter dem Titel „Time and Cosmos in Greco-Roman Antiquity“ <http://isaw.nyu.edu/exhibitions/time-cosmos> von 19. Oktober 2016 bis 23. April 2017 und bat das Salzburg Museum um dieses wichtige römische Artefakt. Als Kurier konnte ich nach NYC reisen und dieses Stück dem Veranstalter übergeben bzw. in den Ausstellungsräumen aufbauen. Was ich dort sah, übertraf alle meine Vorstellungen: Wen wundert es, dass (fast) alle Objekte aus europäischen Sammlungen angereist waren, die Liste der Leihgeber liest sich wie ein „Who is Who“ der großen Museen in London, Paris, Berlin, Rom und Pompeij, Athen, Delos, der großen Sammlungen in den USA und natürlich auch aus Salzburg. All die wunderbaren

Stücke, die man sonst nur aus Lexika bzw. dem Internet kennt, waren in einer herausragenden Schau zusammengefügt, so etwa etliche skaphenförmige, marmorne Uhren, römische Kalender mit den Kalenderangaben und Tierkreiszeichen, das Mosaik des Anaximander mit der Sonnenuhr aus Trier oder jenes mit Platons Akademie, wo im Hintergrund eine Sonnenuhr auf einer Säule zu sehen ist und das aus Pompeij stammt. Ich kann mir kaum vorstellen, alle diese Museen zu besuchen, um diese Stücke zu sehen. Zur Ausstellung entstand ein hervorragend illustrierter Katalog (ISBN 978-0-691-17440-2), der zum Nachschmökern einlädt.

Inzwischen sind alle Stücke wieder nachhause zurück gekehrt, und auch unser Fragment ist wieder in der Ausstellung „Erzähl mir Salzburg“ zu sehen. Vielleicht ergibt es sich für den einen oder andern von uns, eines der Stücke zu besuchen – ich wünsche Ihnen dazu die schönsten Reiseziele, einen schönen Sommer und freue mich auf ein Wiedersehen bei unserer Tagung.

Ihr

Peter Husty

Titelseite: Menschen als Schattenzeiger. Zum Beitrag von Helmut Sonderegger auf Seite 4.

Wir trauern um

**Peter Kunath, Köln**

Als neue Mitglieder heißen wir herzlich willkommen:

**Günter Brucker, Bad Ischl**

**Hermann Gspan, Zirl**

**Hans Katzgraber, Wien**



### Jahrestagung 2017 der GSA

An dieser Stelle sei nochmals an die Jahrestagung der GSA im nördlichen Waldviertel in Niederösterreich erinnert:

Datum: Fr 22. bis Sa 23. September 2017

Ort: Hotel-Restaurant Ottenstein  
A-3532 Peygarten-Ottenstein

Anmeldungen sind immer noch möglich, wir bitten jedoch, diese bis spätestens Ende Juni vorzunehmen.

Die Einladung und das Anmeldeformular sollten Ihnen Ende 2016 zugegangen sein, Sie können sie auch anfordern bei

**Kurt Descovich Schaichgasse 11 3804 Allentsteig E-Mail: [kd-teletec@medek.at](mailto:kd-teletec@medek.at) Telefon: 0043 (0) 664 853 82 26**

### Impressum

Medieninhaber:

Österreichischer Astronomischer Verein,  
Arbeitsgruppe Sonnenuhren

Leiter:

Peter Husty  
Bayernstraße 8b, 5411 Oberalm  
Tel. +43 (0) 6245 73304  
E-Mail: [peter.husty@salzburgmuseum.at](mailto:peter.husty@salzburgmuseum.at)

Redaktionsteam:

Kurt Descovich, Klaus Göller, Walter Hofmann

Redaktionsadresse:

Kurt Descovich  
Hütteldorfer Straße 50/12, 1150 Wien  
Tel. +43 (0) 664 853 8226  
E-Mail: [kd-teletec@medek.at](mailto:kd-teletec@medek.at)

Layout: Kurt Descovich

Druck: Berger, Horn

Bankverbindung:

Sparkasse Feldkirch, BLZ 20604  
Kontonummer 0300-002771  
Für Überweisungen:  
IBAN: AT55 2060 4003 0000 2771  
BIC: SPFKAT2B

Archiv österreichischer Sonnenuhren:

Mitteilungen und GPS-Koordinaten erbeten an:  
Adi Prattes, E-Mail: [sonnenuhr@gmx.at](mailto:sonnenuhr@gmx.at)

Homepages:

Arbeitsgruppe: <http://www.gnomonica.at>  
Helmut Sonderegger: [www.helson.at](http://www.helson.at)

## In diesem Heft



### 4 Eine ungewöhnliche Sonnenuhr

Wenn der menschliche Beobachter selbst als Schattenzeiger verdingt wird, gibt das Sonnenuhren einen besonderen Reiz.



### 9 Helmut Sonderegger

27 Jahre gemeinsamer Arbeit verbinden uns mit einem wertvollen und treuen Mitglied, zu dessen rundem Geburtstag wir von Herzen gratulieren.



### 10 Eine neuartige Globussonnenuhr

Der virtuose Mechaniker Harald Grenzhäuser ist immer wieder gut für besonders anschauliche bewegliche Modelle zur Darstellung gnomonischer Sachverhalte.



### 14 Wieder eine Sonnenuhr identifiziert

Die im Rundschreiben Nr. 51 (Seite 24, Abb. 6) vorgestellte Sonnenuhr konnte von Armin Denoth identifiziert werden.



### 15 Zum Nachdenken

Frechheit siegt: Wie eine Gruppe findiger Köpfe ihre Mittagspause verlängern konnte.



### 16 Die chronometrische Tagundnachtgleiche

Wann (und wo?) sind Tag und Nacht wirklich gleich lang?



### 20 Spuren astronomischer Beobachtungen

Ein Buch über 4500 Jahre alte Schalensteine gibt zu denken. Eine Buchbesprechung.



### 21 Ein Steinmetz findet zu den Sonnenuhren

In einem modern eingerichteten Steinmetzbetrieb werden interessante Sonnenuhrkonstruktionen verwirklicht.



### 24 Lösung der letzten Nachdenkaufgabe

Der „graue“ Mond kann bei guter Sicht wie ein Vollmond aussehen, wenn die von der Sonne beleuchtete Sichel dem Blick noch verborgen ist.

#### Errata

Auf Seite 23 f. werden Fehler im Aufsatz „Temporalstunden, heute betrachtet“, Rundschreiben Nr. 52, berichtigt.

## Eine ungewöhnliche Sonnenuhr

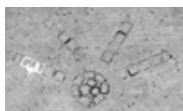
Helmut Sonderegger, Feldkirch

Vor längerer Zeit berichtete mir ein Sonnenuhrenfreund von einer großen horizontalen Bodensonnenuhr, die er in Engelberg (Kanton Obwalden, Schweiz) in der Außenanlage des dortigen Alters- und Pflegeheims Erlenhaus gesehen hatte. Ihre Stundenlinien bestanden aus Achter-Schleifen. Es war also eine Sonnenuhr für Mittlere Zeit. Allerdings war kein Schattenstab vorhanden. Statt dessen informiert eine Steinplatte (Abb. 1) daneben:

### BODEN – SONNENUHR

Richte den Schatten Deines Hauptes

auf die  
Sonne



Dein Standort zeigt Dir die Stunde  
Erstes Halbjahr: Graue Stundenlinie  
Zweites Halbjahr: Rote Stundenlinie



Abb. 1 Steinplatte mit Benützungsanleitung

Nach einiger Suche im Internet fand ich schließlich ein Foto, das diese Sonnenuhr „in Funktion“ zeigte (Abb. 2). Nie zuvor hatte ich eine derartige Sonnenuhr gesehen. Eine weitere ausführliche Suche nach ähnlichen Sonnenuhren oder Literatur zu diesem Sonnenuhrtyp blieb allerdings erfolglos. Also waren eigene Nachforschungen und Überlegungen nötig.

### 1. Der Konstrukteur dieser Sonnenuhr

Auf einer zweiten Steinplatte im Bereich dieser Sonnenuhr erfährt man, dass diese Sonnenuhr – zusammen mit einer Vertikaluhr am Gebäude – von Pater Bonaventura Thürlemann berechnet wurde und in den Jahren 1985/86 entstand.

Weitere Recherchen ergaben, dass Pater Bonaventura (1909-1997) ein vielseitiger, außerordentlich begabter Mönch im Benediktinerkloster von Engelberg war. Neben Theologie hatte er auch Mathematik



Abb. 2 Sonnenuhr von Pater Bonaventura in Engelberg, Schweiz

und Physik studiert – Fächer, die er jahrelang an der angeschlossenen Stiftsschule unterrichtete. Außerdem befasste er sich wiederholt, und auch erfolgreich, mit recht verschiedenen technischen Problemen. Als glücklicher Besitzer des ersten programmierbaren Taschenrechners HP65<sup>1</sup> löste er damit selbst komplizierte mathematische Probleme. Eher zufällig stieß er dabei auf ein Sonnenuhrproblem, und er erstellte daraufhin mit seinem HP65 ein Programm zur Berechnung von ebenen Sonnenuhren in beliebiger Lage. Die Ergebnisse ließen sich auf langen, schmalen Papierstreifen ausdrucken. Heute sind diese Papierstreifen mit ihren langen Zahlenkolonnen zwar vergilbt, sie zeugen aber immer noch vom mühevollen Aufwand, der für die Berechnungen und deren Realisierung notwendig war. Doch welches Funktionsprinzip steckt nun hinter dieser Sonnenuhr?

### 2. Horizontale Sonnenuhren mit Personen als Schattenzeigern

Wohl die meisten Sonnenuhrenfreunde denken bei horizontalen Sonnenuhren mit Personen als Schattenzeigern an analemmatische Sonnenuhren. Bei diesen ist eine Datumslinie für den richtigen Standpunkt einer Person vorhanden, wobei die Schattenrichtung und nicht die Schattenlänge für die Zeitablesung entscheidend ist. Bei der Sonnenuhr von Pater Bonaventura ist jedoch die Schattenlänge der Person entscheidend. Das Schattenende muss ja genau auf einem vorgegebenen Punkt liegen.

Wohl jedem Sonnenuhrenfreund sind horizontale Sonnenuhren mit einem zur Erdachse parallelen Schattenzeiger (= Polstab) bekannt. Die Stunden-

<sup>1</sup>Der HP65 war der erste programmierbare Taschenrechner der Welt. Er wurde 1974 erstmals von Hewlett-Packard auf den Markt gebracht. Im Apollo-Sojus-Projekt 1975 war er als erster programmierbarer Taschenrechner im Weltraum dabei (Wikipedia).

linien sind Geraden, die ihren Ursprung im Fußpunkt des Polstabs haben. In vielen Fällen wird dieser Polstab durch ein Poldreieck verwirklicht, dessen schräg verlaufende Kante den Polstab ersetzt.

Eine sehr selten praktizierte Variante davon ist es, diesen Polstab bzw. das Poldreieck mit Personen verschiedener Größe zu bilden, also durch einen „lebenden Polstab“ zu ersetzen (Abb. 3).

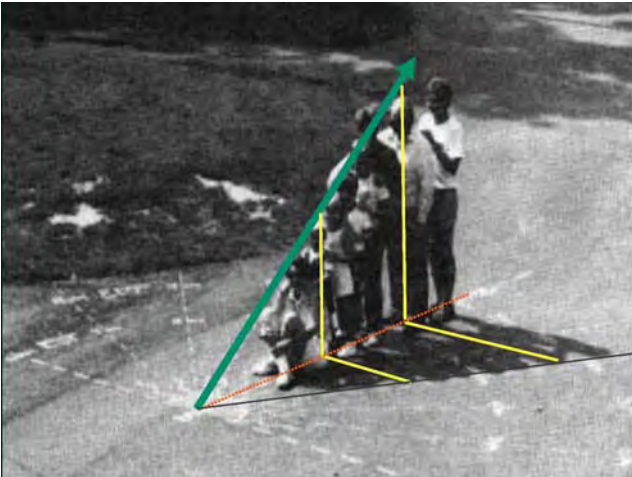


Abb. 3 Ein „menschlicher Polstab“.

Die auf dem Foto eingetragene grüne Linie markiert den lebenden Polstab<sup>2</sup>, und das Schatteneende der einzelnen Personen zeigt auf den eingezeichneten geraden Stundenlinien die Wahre Zeit an.

Zur Zeitanzeige genügt es also auch, wenn sich nur eine einzelne Person an den richtigen Platz hinstellt. Dazu muss diese Person aber ihre Körpergröße kennen, und der richtige Standort für diese Körpergröße muss gekennzeichnet sein. Wenn dann die Einzelperson auf dieser markierten Stelle steht (gelbe Linien), so zeigt der Schatten ihres Kopfes auf den Stundenlinien der Sonnenuhr die aktuelle Wahre Zeit an. Fachlich ausgedrückt: Die Person ist der Gnomon, an dessen Schattenspitze die Zeit abgelesen werden kann<sup>3</sup>.

Abb. 4 zeigt eine derartige horizontale Sonnenuhr, die im Projekt mit Schülern auf einem Schulhof in Roßleben (Deutschland) errichtet wurde<sup>4</sup>.

Einzelne Markierungen für verschiedene Körpergrößen sind im Bild nahe dem Standort des „lebenden Gnomons“ zu erkennen. Ergänzend hat der Autor in diesem Bild den virtuellen Polstab (grün) und seine Schattenlinie (grau) eingezeichnet.



Abb. 4 Eine Einzelperson ersetzt einen Teil des Polstabs.

Der richtige Standpunkt einer Person hängt von ihrer Körpergröße  $h$  ab und kann leicht berechnet werden. Wir bezeichnen dazu die geographische Breite des Ortes mit  $\phi$  und den horizontalen Abstand der Person vom Polstab-Fußpunkt mit  $d$ . Der Polstab zeigt immer genau nach Norden, wobei sein Neigungswinkel gleich der geographischen Breite  $\phi$  ist (Abb. 5). Somit muss der Standpunkt der Person genau auf der nach Norden gerichteten Linie liegen, die vom Schnittpunkt der Stundenlinien ausgeht. Gemäß der Abbildung ergibt sich für den Abstand  $d = h / \tan(\phi)$ .

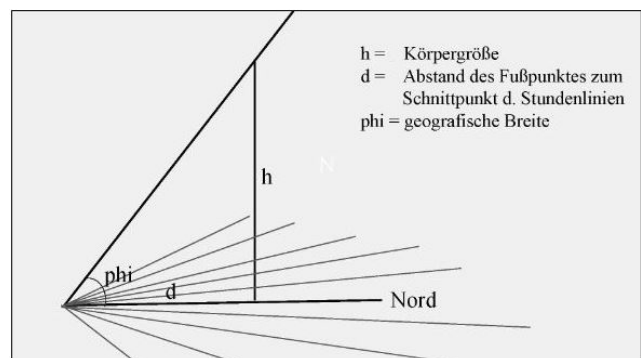


Abb. 5 Standort einer Person mit Größe  $h$ .

Eine Sonnenuhr dieser Art muss daher auf der Nord-Süd-Achse, zugleich auf der Mittagslinie durch den Schnittpunkt der Stundenlinien, immer Bodenmarkierungen für die verschiedenen Körpergrößen besitzen. Für solche Sonnenuhren mit einer Person als Schattenzeiger – richtigerweise als Gnomon - ergeben sich sogar zwei verschiedene Anwendungsmöglichkeiten:

a) **Zeitablesung:** Eine Person bekannter Körpergröße stellt sich aufrecht auf die mit ihrer Körpergröße markierte Stelle. Das Ende ihres Schattens zeigt dann die Wahre Zeit an.

<sup>2</sup> Das Foto stammt aus dem Artikel von John U. Bell: A "Living" Sundial. In: The Planetarian. Vol. 18, no. 3. 1989 ([https://c.yocdn.com/sites/www.ips-planetarium.org/resource/resmgr/pdf-articles/Living\\_Sundial.pdf](https://c.yocdn.com/sites/www.ips-planetarium.org/resource/resmgr/pdf-articles/Living_Sundial.pdf)).

<sup>3</sup> Wir verstehen unter einem Gnomon einen Zeiger, bei dem die Ablesung an der Spitze seines Schattens oder auch an einer anderen besonders gekennzeichneten Schattenmarkierung erfolgt. Die Schattenrichtung ist dabei nebensächlich. Wenn es im Gegensatz dazu nur auf die Schattenrichtung ankommt, dann sprechen wir von einem Schattenzeiger oder Schattenstab.

<sup>4</sup> Das Bild entstammt einem Bericht vom 21. 5. 2012 in der Lokalzeitung „mein Anzeiger“ (siehe: <http://www.meinanzeiger.de/artern/kultur/regelschueler-aus-rossleben-kreieren-sonnenuhr-auf-schulhof-d17045.html>).

b) *Körpergröße bestimmen*: Dazu muss die momentane Wahre Zeit bekannt sein. Die Person bewegt sich nun so lange auf der Nord-Süd-Skala mit den verschiedenen Körpergrößen, bis ihr Schattenende die (bekannte) Wahre Zeit anzeigt. Die Markierung an ihrem Standpunkt gibt dann die Körpergröße an.

### Anmerkung

Ergänzend sei darauf hingewiesen, dass man nach dem gleichen Funktionsprinzip auch vertikale Sonnenuhren konstruieren kann. Robic Joel erläutert dies auf seiner Internetseite <http://www.cadrans-solaires.fr/>. Ein Modell, das er dort zeigt, demonstriert dies. Allerdings besteht bei solchen vertikalen Sonnenuhren der Nachteil, dass der richtige Standpunkt kleinerer Personen von der vertikalen Wand weiter weg liegt und deren kürzerer Schatten deshalb unter Umständen nicht mehr bis zur Wand reicht. Bei stark von Süden abweichenden Wänden ist der Effekt geringer, weil die Standlinie dann nicht mehr rechtwinklig zur Wand verläuft.

Abb. 6 zeigt, dass die Standlinie mit den Größenmarkierungen auch bei vertikalen Sonnenuhren senkrecht unter dem Polstab auf dem horizontalen Boden liegt. Mit zunehmender Südadweichung der Wand ist



Abb. 6 Sonnenuhr für eine vertikale Südwand mit Person als Gnomon.

dieser Polstab immer mehr gegen die Wand hin gedreht, weshalb in Abb. 7 und 8 die flach zur Wand hin laufende weiße Bodenplatte als Standlinie für die verschiedenen Körpergrößen dient. Bei einer Ost- oder Westwand verläuft diese Standlinie sogar parallel zur Wand, weil in diesem Fall auch der Polstab parallel zur Wand montiert sein muss!

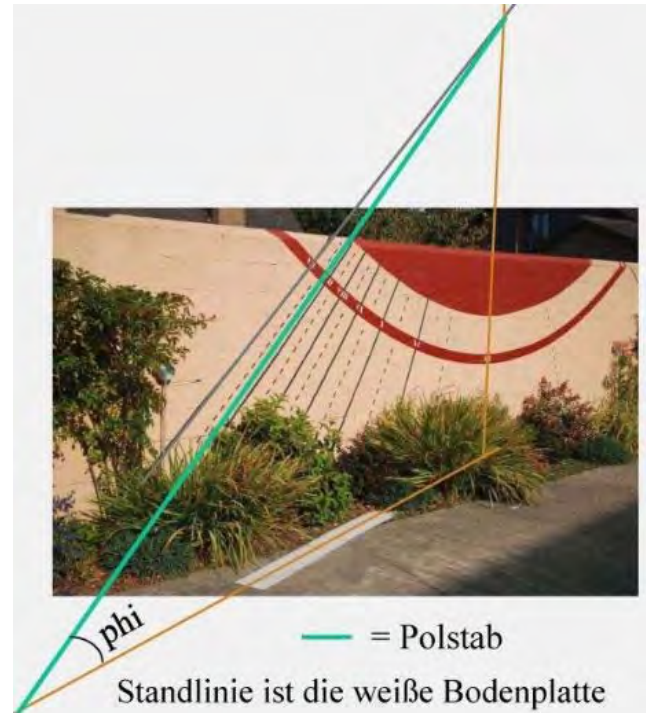


Abb. 7 Die Geometrie zu Abb. 8.



Abb. 8 Sonnenuhr für eine stark abweichende Vertikalwand mit Person als Gnomon. Es ist 9 h 30 Wahre Zeit.

### 3. Eine Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon (= Wandergnomon)

Auf den eben besprochenen Sonnenuhren ist die Zeit am Ende des Beobachterschattens ablesbar. Der Beobachter hat also die Funktion eines Gnomons, der – entsprechend seiner Größe – immer an der berechneten Stelle stehen muss.

Nun wäre es doch interessant, ob der schattenwerfende Gnomon (= Schüler) nicht auch auf der aktuellen Zeit stehen könnte und sein Schattenende dann auf seine Größenmarkierung am Boden fiel, so wie das in der Fotomontage von Abb. 9 rot markiert ist. Das wäre eine Art einer „umgekehrten“ Sonnenuhr gegenüber der in Punkt 2 beschriebenen. Die Folge wäre, dass der Schüler in seiner gnomonischen Funktion im Tagesverlauf auf der Sonnenuhr herumwandern müsste, bis sein Schattenendpunkt auf seine Größenmarke fällt. Dann nämlich könnte man die aktuelle Zeit am Standort dieses „wandernden Gnomons“ ablesen. Wir hätten somit eine neue Sonnenuhrart, eine „Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon“.

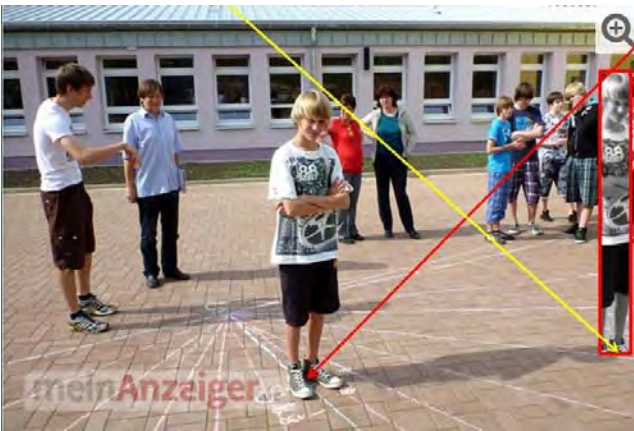


Abb. 9 Ein neues Problem.

Das scheint zunächst unmöglich, müsste dann doch die Sonne im Vergleich zur Sonnenuhr unter Punkt 2 (gelbe Markierung in Abb. 9) immer aus der entgegengesetzten Himmelsrichtung scheinen (bei gleicher Sonnenhöhe). Aber selbst der beste Sonnenuhrfachmann kann die Sonne nicht aus der entgegengesetzten Richtung scheinen lassen.

Dennoch gibt es eine erstaunlich einfache Lösung! Die gesamte Sonnenuhrkonstruktion braucht nur horizontal um  $180^\circ$  gedreht zu werden (Abb. 10). Die Sonne scheint damit immer, von der gedrehten

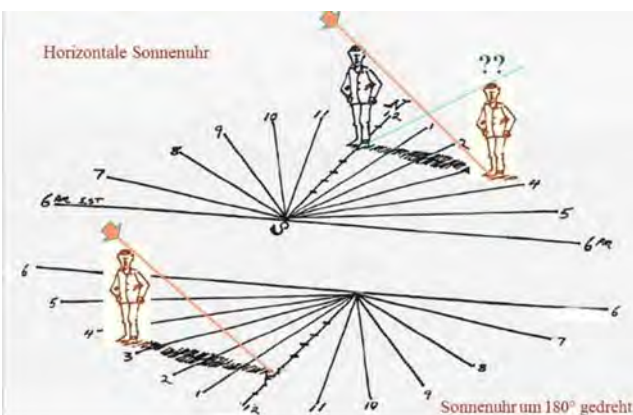


Abb. 10 Die Konstruktion der Sonnenuhr wird gedreht.

Sonnenuhr aus betrachtet, genau aus der entgegengesetzten Richtung. Die Person muss jetzt also tatsächlich auf der Sonnenuhr umherwandern, bis ihr Schattenende auf ihre Größenmarkierung fällt. Ihr Standpunkt zeigt dann die Wahre Zeit an.

Damit haben wir einen neuen horizontalen Sonnenuhrtyp für Wahre Zeit und Wandergnomon!

Sonnenuhren dieser Art wären damit als eine weitere Variante für Schulhöfe und andere öffentliche Räume geeignet. Bei entsprechenden Größenmarkierungen können bei diesem Uhrtyp Personen beliebiger Körpergrößen die richtige Zeit ablesen. Es müssen ja nicht immer analemmatische Sonnenuhren sein.

#### 4. Die Sonnenuhr mit Wandergnomon von Pater Bonaventura

Nach dem aktuellen Wissensstand des Autors wurde bisher nirgends eine Sonnenuhr für Wahre Zeit und wandernden Gnomon errichtet oder in der Literatur beschrieben. Die Grundidee zu einer derartigen Sonnenuhr wurde aber bereits von Pater Bonaventura erkannt. Seine Sonnenuhr im Alters- und Pflegeheim Engelberg ist nämlich genau nach diesem Prinzip gebaut. Allerdings sind von ihm dazu keinerlei Aufzeichnungen oder gar Fachberichte bekannt.

Im Gegensatz zu den Überlegungen von Punkt 3 wählte er ein mathematisch aufwändigeres Verfahren, indem er eine (gedrehte) Sonnenuhr für Mittlere Zeit – also mit Achterschleifen - und wandernden Gnomon konstruierte. Die Theorie dazu und der Rechenaufwand waren damit zwar deutlich größer als bei einer Sonnenuhr für Wahre Zeit mit Geraden als Stundenlinien. Doch Pater Bonaventuras Sonnenuhrenprogramm für den Taschenrechner HP65 konnte auch Sonnenuhren für Mittlere Zeit berechnen und lieferte ihm das Ergebnis in langen Zahlenkolonnen. Bei der Realisierung ließ er dann diese Konstruktion um  $180^\circ$  gedreht ausführen - eine einfache Angelegenheit, wenn die Koordinaten aller Punkte bekannt sind.

Die Drehung um  $180^\circ$  ist im Foto (Abb. 11) gut erkennbar. Man muss dazu nur den Schatten und

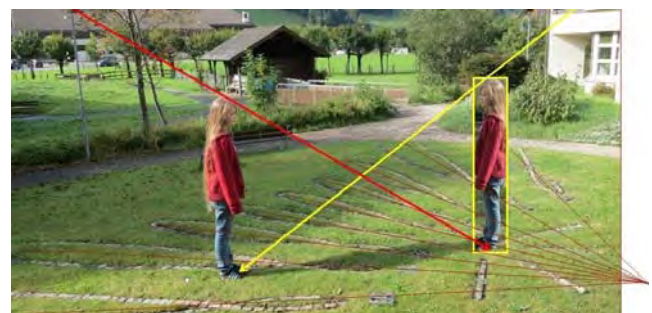


Abb. 11 Bezug der Sonnenuhr von Pater Bonaventura zur Sonnenuhr in Punkt 3.

den Standort des Mädchens betrachten. Aus der Beschriftung der Stundenlinien kann man erkennen, dass das Foto am Vormittag um ca. 11 Uhr Sommerzeit gemacht wurde, Die Schatten lotrechter Gegenstände zeigen um diese Zeit ungefähr Richtung Nordwest. Die Südrichtung verläuft daher im Foto nach links, leicht nach oben. Die 12-Uhr-Linie der Sonnenuhr ist also nach Süden ausgerichtet, während sie bei den „gewöhnlichen“ horizontalen Sonnenuhren vom Standort des Beobachters nach Norden läuft.

Wenn man dazu noch den eingangs erwähnten Text zur Benützung der Sonnenuhr bedenkt, erkennt man, dass Pater Bonaventura eindeutig eine Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon konstruiert hat. Er hat unseres Wissens niemals etwas darüber geschrieben, obwohl er hier doch eine recht ungewöhnliche, neue Idee verwirklicht hat. Die in Abb. 11 eingefügten Hilfslinien verdeutlichen den Bezug zu der unter Punkt 3 erläuterten Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon.

Ebenso erstaunlich ist es, dass die Hinweise für die Benützung dieser Sonnenuhr unvollständig sind: Man erfährt nirgends, für welche Körpergröße die Sonnenuhr berechnet wurde. Das wäre aber wichtig, denn die Zeitanzeige einer solchen Sonnenuhr für Wahre Zeit ist nur für eine einzige, ganz bestimmte Körpergröße genau!

Dazu eine Begründung: Für die Berechnung von Sonnenuhren mit Mittlerer Zeit muss man von einer fix vorgegebenen Gnomonhöhe und einem fix gewählten Standort ausgehen (gelbe Markierungen in der Fotomontage von Abb. 11). Die Achter-Schleifen ändern sich nämlich abhängig von der Gnomonhöhe. Bei einer kleineren/größeren Person sind die Achter-Schleifen kleiner/größer. Auch ihr Abstand zum Standpunkt der Person ändert sich. Es hilft daher nicht, wenn man auf der abgebildeten Sonnenuhr für eine andere Körpergröße einen anderen Punkt zur Größenmarkierung sucht. Die Achter-Schleifen müssten ja auch entsprechend verkleinert oder vergrößert werden, also die gesamte Sonnenuhr müsste verändert werden.

Pater Bonaventura muss also für seine Berechnung unbedingt von einer bestimmten Körpergröße des Beobachters ausgegangen sein. Und nur bei dieser Körpergröße kann dann die Uhrzeit genau abgelesen werden. Wenn uns heute dazu keine Informationen von Pater Bonaventura bekannt sind, so liegt die Vermutung nahe, dass entsprechende Notizen oder Informationen verloren gegangen sind. Das ist bedauerlich. Dennoch: Pater Bonaventura hat mit dieser Bodensonnenuhr ein Objekt geschaffen, in

dem eine völlig neue gnomonische Idee erstmals verwirklicht ist. Er hat damit sogar eine Sonnenuhr von überregionaler, (kultur)historischer Bedeutung konstruiert.

## 5. Zusammenfassung

Nach dem aktuellen Wissensstand des Autors lässt sich feststellen:

1. Wenn eine Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon die Wahre Zeit anzeigt (also gerade Stundenlinien besitzt), dann können auf dieser Sonnenuhr sogar Personen beliebiger Körpergröße die aktuelle Zeit ablesen. Natürlich muss dazu die Linie, auf welcher die verschiedenen Körpergrößen markiert sind, vorhanden sein. Dem Autor ist allerdings keine derartige Sonnenuhr bekannt.
2. Die Bodensonnenuhr von Pater Bonaventura, die in diesem Beitrag vorgestellt wurde, ist ein bis dahin unbekannter Sonnenuhrtyp mit wanderndem Gnomon. Er hatte die Idee einer gedrehten Sonnenuhr mit wanderndem Gnomon. Die Zeitanzeige seiner Sonnenuhr in Engelberg ist aber nur für eine ganz bestimmte Körpergröße genau. Leider hat Pater Bonaventura diese Körpergröße nirgends angegeben. Sie ließe sich jedoch aus den Abmessungen einer einzelnen Achter-Schleife berechnen.

---

### Bildnachweis:

Abb. 3 und 10 aus Bell: A „Living“ Sundial.  
 Abb. 6, 7, 8 mit Erlaubnis von Robic Joel  
 Abb. 1, 2, 11 mit Erlaubnis von Louis-Sepp Willimann  
 Abb. 4, 9 aus Lokalzeitung „meinAnzeiger“  
 Abb. 5: Skizze des Autors

### Quellen:

- John U. Bell: A "Living" Sundial. In: The Planetarian. Vol. 18, no. 3. 1989.
- Artikel aus Lokalzeitung „meinAnzeiger“ vom 21. 5. 2012; <http://www.meinanzeiger.de/artern/kultur/regelschueler-aus-rossleben-kreieren-sonnenuhr-auf-schulhof-d17045.html>.
- Joel Robic <http://www.cadrans-solaires.fr/style-humain-bruz.html>.
- Louis-Sepp Willimann: Die Sonnenuhr. Astronomisches Instrument und Kunstwerk. pdf-Datei im Internet (<https://www.yumpu.com/de/document/view/51812942/das-uhrwerk-der-sonnenuhr-louis-sepp-willimann>).
- Louis-Sepp Willimann: P. Bonaventura Thürlemann. Der Sonnenuhrmacher. In: titlisgrüsse. Zeitschrift des Klosters und der Stiftsschule Engelberg. 2014, Heft 1, S. 23-36.



## Helmut Sonderegger zum 80. Geburtstag

Walter Hofmann, Wien

Die Geschichte unserer Arbeitsgruppe ist eng mit Helmut Sonderegger verknüpft. Bald nach der Gründung im Herbst 1990 ist er Mitglied geworden. Von 2001 bis 2007 hatte er den Vorsitz übernommen, bis zur Jahrestagung 2008 war er Leiter. Dann folgte Peter Husty als Vorsitzender. Fast 27 Jahre gemeinsamer Arbeit verbinden. Aufrichtig und von Herzen gratulieren wir Helmut Sonderegger zu seinem runden Geburtstag und danken ihm für Zeit und Mühen, die er uns und unserem gemeinsamen Steckenpferd geschenkt hat, besonders in der Zeit seines Vorsitzes.

Blättern wir in den Rundschreiben, so finden wir zahlreiche Artikel von ihm und über ihn. Bereits im Rundschreiben Nr. 2 (kurz RS 2) ist der Entwurf eines Zifferblattes abgebildet, der mit dem von Helmut Sonderegger entwickelten Programm SONNE.EXE berechnet wurde. Helmut Sonderegger hat seither das Programm ständig erweitert und stellt es auf seiner Homepage [www.helson.at](http://www.helson.at) unentgeltlich zur Verfügung. Deswegen, aber auch wegen seines gesamten Schaffens, wurde er auf der Jahrestagung 2011 der North American Sundial Society (NASS) mit dem Sawyer Dialing Prize geehrt (RS 43).

In seinen Aufsätzen befasst sich Helmut Sonderegger mit eher anspruchsvollen Sonnenuhrkonstruktionen, die er verständlich erklärt: „Schirmsonnenuhren“ (RS 20 und 21), Analemmatische Sonnenuhren (RS 16 und 17), Wege, den „natürlichen“ Horizont in die Berechnungen einzubinden (RS 33 und 44), Zylinder-sonnenuhren (RS 37), „Hutsonnenuhren“ (RS 41 und 42), die „Universaluhr“ des Johannes Gaupp (RS 47). Für das vorliegende Rundschreiben hat uns der Autor mit einem Aufsatz über Menschen als Schattenzeiger eine besondere Freude gemacht.

Helmut Sonderegger berichtet auch wiederholt über seine praktischen Arbeiten, über die Sonnenuhr an seinem Haus (RS 23), über die Sonnenuhren, die in Zusammenarbeit mit Künstlern entstanden sind: zusammen mit Gerry Mayer die Sonnenuhr am Haus eines Feldkircher Zahnarztes (RS 39), mit dem Steinmetz Norbert Ebli eine polare Steinsonnenuhr aus einem Findling (RS 37) und mit Hanno Metzler eine analemmatische Sonnenuhr mit zentrierschweren Natursteinen aus der Bregenzer Ache (RS 35). Hanno Metzler hat auch den stilisierten „Betstuhl“ mit einer kreuzförmigen Öffnung geschaffen, durch die zum Wahren Mittag das Sonnenlicht auf eine Meridiana vor dem Feldkircher Dom fällt (RS 43).

Helmut Sonderegger konnte wertvolle Kontakte mit ausländischen Sonnenuhrfreunden knüpfen. Er hat an Tagungen des Fachkreises Sonnenuhren in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie (DGC), der British Sundial Society (BSS) und der NASS teilgenommen. Einige Aufsätze von ihm wurden im „Compendium“ der NASS veröffentlicht.

Während der Zeit seines Vorsitzes hat Helmut Sonderegger regelmäßig kurze Berichte über unsere Jahrestagungen verfasst. Seit 2001 sammelt er nach jeder Tagung Texte der Vorträge und Bilder. In Zusammenarbeit mit Adi Prattes und Heinrich Stocker entstehen CDs über die Tagungen, die dann an Interessierte versandt werden - ein wahrer „Dienst am Kunden“! Für unsere Homepage [www.gnomonica.at](http://www.gnomonica.at) hat Helmut Sonderegger alle Rundschreiben digitalisiert. Eine Suchfunktion erleichtert den Zugriff auf bestimmte Autoren oder Themen.

Im Jahr 2014 gedachte die Stadt Feldkirch des 500. Geburtstages des Mathematikers und Astronomen Rheticus. Helmut Sonderegger half bei der Gestaltung einer Ausstellung in der Bibliothek der Stadt Feldkirch und verfasste wesentliche Kapitel der Festschrift. Von ihr wurde eine zweite, erweiterte Auflage gedruckt (RS 48). Um vollständig zu sein: Auch Schülern hat der pensionierte Lehrer Sonnenuhren erklärt (RS 26)!

Und sonst? Im Winter fährt Helmut Sonderegger Ski, in der wärmeren Jahreszeit steigt er auf ein Rennrad. Hinter seinem Haus ist ein Garten, in dem er gerne arbeitet. Wir wünschen ihm weiterhin viel Freude im Leben, vor allem mit seinen Kindern und deren Familien, aber auch mit den Sonnenuhren!



## Eine neuartige Globussonnenuhr

Harald Grenzhäuser, Vallendar, Deutschland

### „Herkömmliche“ Globus-Sonnenuhr mit Meridianbügel und Deklinationswinkelschieber im Deutschen Museum

Die Globuskugel dieser Sonnenuhr ist starr und winkelrichtig montiert, d.h., der Globusnordpol zeigt nach Norden, und der eigene Standort „liegt“ am höchsten Punkt des Globus. Dadurch ist er ein winkeltreues Modell unseres Planeten. Im Sonnenlicht zeigen beide den gleichen Beleuchtungszustand. Bei richtiger Zuordnung der Dämmerungsgebiete zeigt das Modell die Zonen des Sonnenauf- und Sonnenuntergangs ebenso wie Polartag und Polarnacht.

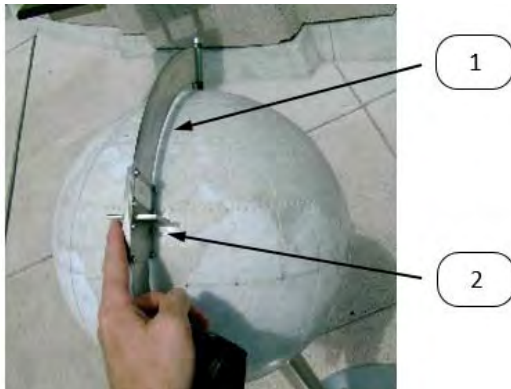


Abb. 1 „Herkömmliche“ Globussonnenuhr mit Meridianbügel und Deklinationswinkelschieber im Deutschen Museum, München.

Zu Abb. 1: Wenn der um die Polachse drehbare Meridianbügel nur einen schmalen Strichschatten (1) auf die Kugel wirft, steht der Bügel über dem derzeitigen Mittagsmeridian. Ist auch der „Deklinationswinkelschieber“ richtig eingestellt, markiert der Schattenkreuzungspunkt (2) jenen Ort, an dem die Sonne jetzt im Zenit steht.

Dieser subsolare Punkt wandert täglich von Ost nach West sowohl über die Globus- als auch die Erdoberfläche - eine Folge der Erdrotation. Hingegen wird sein jährliches Hin- und Herpendeln in Nordsüdrichtung vom Umlauf der Erde um die Sonne verursacht.

#### Überlegung:

Wenn unser Sonnenstand das Gemeinschaftswerk zweier Erdbewegungen ist, müsste man diese auch getrennt erfassen können, um dadurch weitere Informationen zu gewinnen. Konkret: Wie muss man eine Globussonnenuhr verändern, damit man Wirkungen von täglicher Erdeigendrehung und jährlichem Sonnenlauf separat messen kann?

Die Lösung vermittelt ein Sonne- Erde Modell, ein „Tellurium“ (Abb. 2). Es ist zunächst heliozentrisch montiert.

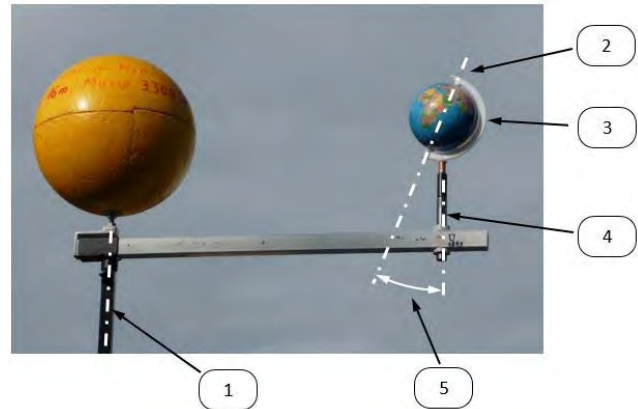


Abb. 2 Das Tellurium.

Zu Abb. 2: Die Erde läuft im Jahr einmal um die Sonne: Sonnenumlaufachse (1).

Zusätzlich vollzieht die Erde täglich eine Drehung um die Erdachse - im Modell die Globusachse (2). Die Drehgeschwindigkeit mag uns zwar langsam erscheinen, aber die Umfangsgeschwindigkeit am Äquator ist beträchtlich. Selbst Deutschlands Erdboden saust mit ca. 1000 km/h von West nach Ost. Die Erdkugel wirkt also als Kreisel, so dass die Richtung der Erdachse im Raum konstant bleibt.

So wie die Erdachse nördlich immer zum Himmelspol zeigt, gilt dies auch für die Globusachse. Beim Umlauf um die Sonne muss die Globus-Achsenhalterung - der Meridianbügel (3) - daher um die Ekliptikachse (4) gedreht werden! Wichtige Erkenntnis daher: Damit die zwei Modellachsen immer parallel mit „ihren Originalen“ verlaufen, sind Meridianbügel und Sternenhimmel „miteinander verbunden“.

Ferner sind die Ekliptikachse und die Erdachse um die „Schiefe der Ekliptik“ (5), derzeit  $23,435^\circ$ , winkelversetzt.

Weil diesen Anblick unseres Sonnensystems noch kein Mensch „original“ gesehen hat, wechseln wir nun die Perspektive (Abb. 3).

Wir Erdenbürger empfinden die Erde stillstehend und sehen die Sonne um uns kreisen. Das ist das geozentrische Weltbild: Die Ekliptikachse (4) spielt hier nun die Rolle der Sonnenumlaufachse, um diese läuft die Sonne im geozentrischen Weltbild. Das entspricht

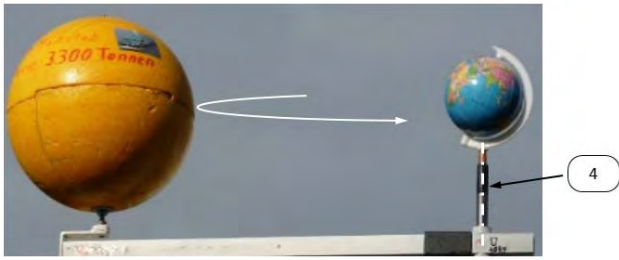


Abb. 3 Die geozentrische Sicht.

nur unserem Empfinden, ist aber physikalisch zumindest fragwürdig: Wäre die Erde 10 kg schwer, dann würde die Sonne 3300 Tonnen wiegen - also ist es keine Frage, „wer hier wen umkreist“!

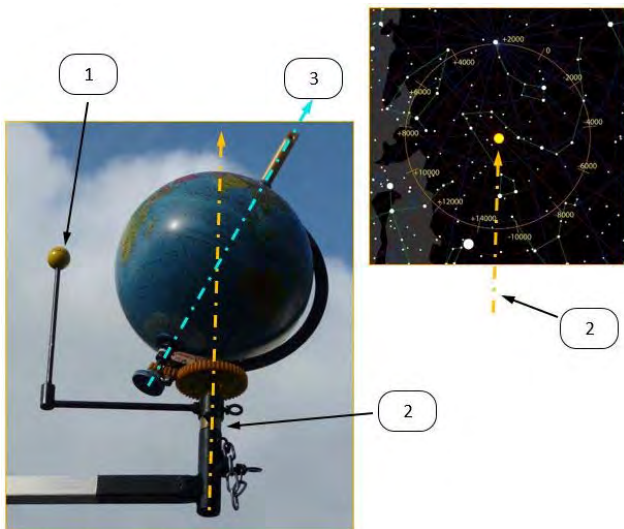


Abb. 4 Eine halb-geozentrische Anordnung

Zu Abb. 4: Die Sonne (1) ist hier klein dargestellt, die Ekliptikachse (2) weist zum nördlichen Ekliptikpol, sie ist als himmelsfest zu betrachten. Die Erdachse (3) weist zum Polarstern. In diesem (halb)-geozentrischen Bild dreht sich die Erde (noch) um die Erdachse (3), der Sonnenumlauf erfolgt um die Ekliptikachse (2).

Der Meridianbügel steht still, und mit ihm der unbewegliche Sternhimmel; im Bild sind Meridianbügel und Stern als verbunden zu betrachten.

Welchen Vorteil bringt diese „halb-geozentrische“ Vorführung? Sowohl bei heliozentrischer wie auch bei geozentrischer Montage steht ein Himmelskörper still, während sich der andere um zwei Achsen gleichzeitig dreht. Doch letzteres kann man nur schwer verfolgen. Hier aber rotiert die Erde schnell um ihre eigene Achse (3), und die Sonne läuft langsam in gleicher Richtung um sie herum. Man erkennt: Der Sonnentag dauert länger als der Sterntag, denn der Sternhimmel steht ja still. Auch das jährliche „Pendeln“ des subsolaren Punktes zwischen den Wendekreisen ist hier klar nachvollziehbar.

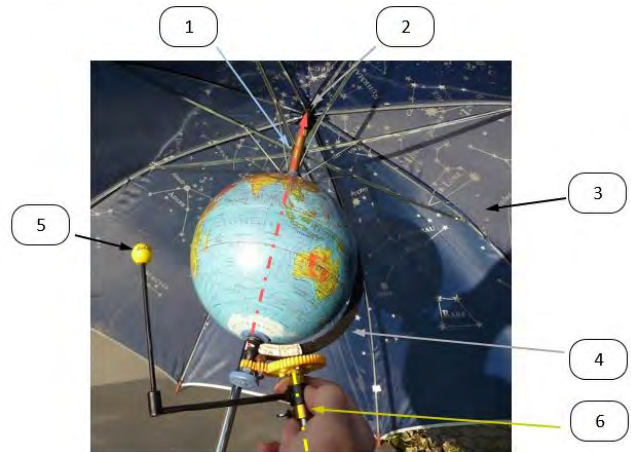


Abb. 5 Der Globus unter dem Sternhimmel.

Abb. 5 zeigt das „richtige“ geozentrische Weltbild. Nun ist der Globus fest mit dem Erdboden verbunden, er steht still. Die Erdrotation sehen wir als Drehung des Sternhimmels um die Erdachse (1), die zum Polarstern (2) weist. Da Fixsternhimmel (3) und Meridianbügel (4) – wie beschrieben – miteinander verbunden sind, drehen sich hier Meridianbügel samt Regenschirm in knapp 24 Stunden um die Erdachse (1).

Für den Umlauf um die Ekliptikachse (6) benötigt die Sonne ein ganzes Jahr. Der Winkelversatz der Ekliptikachse gegenüber der Erdachse erzeugt sowohl die Jahreszeiten wie auch kleine „Schwankungen der Tageszeiten, die sich in der Zeitgleichung auswirken (siehe letztes Kapitel).

**Das Prinzip der himmlischen Zeitmessung**

Wir sind die Zuschauer im Theater „Erde“. Auf dessen Freilichtbühne tanzen Sonne, Mond (der bleibt hier unberücksichtigt) und Sterne. Aus den Sichtwinkeln zu den Akteuren berechnen wir die verschiedenen Zeiten (Abb. 6).

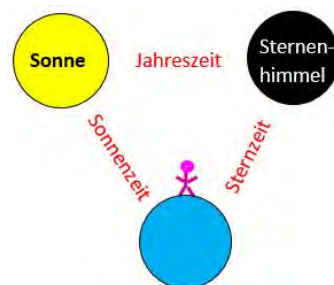


Abb. 6 Die himmlischen Zeiten

So weit die allgemeine Erklärung zur Globussonnenuhr. Vom geozentrischen Tellurium zur Globussonnenuhr (Abb. 7) sind es nun nur mehr wenige Schritte.

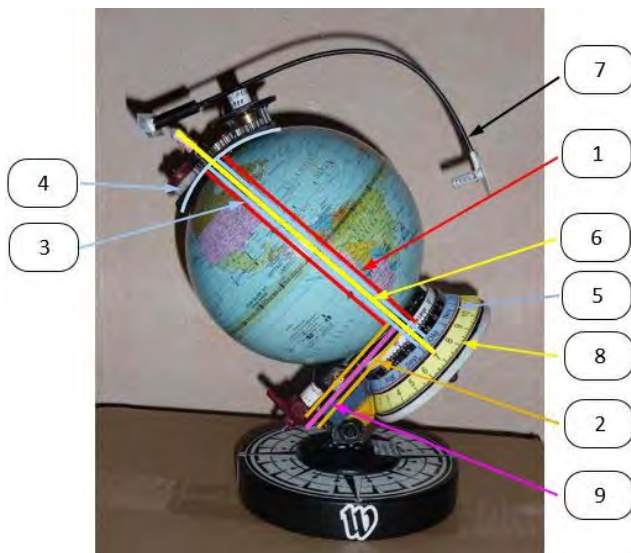


Abb. 7 Die beweglichen Teile der Globussonnenuhr.

Zu Abb. 7: Ein in Längsrichtung durchbohrter Rundstahl von 14 mm Durchmesser bildet die Erdachse (1) und hält die dem Standort entsprechend orientierte Globuskugel. Am Südpol ist rechtwinklig ein Abzweig (2) angeschweißt, der über ein Gelenk mit der Fußplatte verschraubt ist.

In der Erdachsenbohrung steckt eine 8 mm Hohlwelle. Diese Himmelsachse (3) ist oben mit dem Himmelsarm (4) und unten mit der Himmels-Anzeigscheibe (5) verbunden. In der Himmelsachse wiederum steckt die Sonnenachse (6). Sie überträgt die Drehung des Sonnenarms (7) zur Sonnen-Anzeigscheibe (8).

Auch der Abzweig (2) der Erdachse ist durchbohrt. Wird die darin steckende Bremsstange (9) mittels Schraube nach oben verschoben, drückt sie gegen die Himmelsachse und blockiert so die Sterntag-Drehung („Tagesbremse“).

### Der Himmelsarm im Detail

Die tägliche Drehung Erde um die Polachse erlebt man von der Erde aus als scheinbare Drehung des Sternenhimmels um die Himmelsachse. Abb. 8 zeigt die Einzelheiten des die verschiedenen Drehungen vermittelnden Getriebes.

Zu Abb. 8: Im Modell ist der Himmelsarm (ein gekürztes Stück des ursprünglichen Meridianbügels) mit dem Fixsternhimmel verbunden zu denken; er muss sich deshalb auch wie dieser drehen, in 23 h 56 min (das ist ein Sterntag) einmal im Uhrzeigersinn um die Himmelsachse (1). Drehrichtungen werden hier immer von oben betrachtet.

Der jährliche Erdumlauf um die Sonne erscheint uns als ein Sonnenumlauf in 365 Tagen durch die 13 Tierkreissternbilder. Dem entspricht eine Drehung um die Ekliptikachse (2). Folglich dreht sich auch der



Abb. 8 Das Getriebe für die Himmelsdrehungen.

Sonnenarm (3) einmal jährlich linksherum um die Modell-Ekliptikachse. Wie das Original ist auch sie um  $23,435^\circ$  gegen die Erdachse (4) geneigt. Dieser Winkelversatz erfordert 3 Zahnräder, welche die Jahresdrehung 1:1 über die Sonnenachse zur Sonnen-Anzeigscheibe (8) in Abb. 7 lenken.

Das vierte (weiße) Zahnrad kann man mittels einer Rändelmutter (5) festspannen; damit blockiert man die Jahresdrehung („Jahresbremse“).

Um die Ekliptikachse (2) sind auf einer Scheibe (6) die unterschiedlich breiten Segmente der 13 Sternbilder des Tierkreises aufgedruckt (die 12 gleich großen Segmente entsprechen den Tierkreiszeichen der Astrologie).

Die Ausrichtung des Sonnenarms zur Sonne geschieht über ein Lichtröhrchen, das „Sonnenvisier“ (7). Bei richtiger Orientierung scheint dort Sonnenlicht hindurch und erzeugt auf dem Globus einen kleinen Lichtfleck, der den subsolaren Punkt markiert, also jenen Ort, an dem die Sonne gerade im Zenit steht.



Abb. 9 Das Getriebe für die Himmelsdrehungen.

Zu Abb. 9: Am anderen Ende des Sonnenarms zeigt ein Wegweiser, in welcher Richtung sich die Erde momentan um die Sonne bewegt (mit ca. 30 km/s - diese Richtungsbestimmung unseres Jahresumlaufs ist ohne Hilfsmittel nicht einfach). Das rote Männchen wurde nur für das Foto in „Globus-Deutschland“ aufgestellt; es stellt also den Betrachter der Globussonnenuhr dar.

**Das Anzeigefeld im Detail:**

Die gewünschten Ablesegenauigkeiten erfordern vergleichsweise große Skalenscheiben, sie sind daher unter dem Globus-Südpol angeordnet (Abb. 10).

Zu Abb. 10: Die obere Skala in diesem „Paket“ (1) ist fest mit dem Globus verbunden, sie bezeichnet die Längengrade der Modellerde. So ist es leicht, die Uhrzeiten den jeweiligen geographischen Längen zuzuordnen. Der Ortsmeridian meines Wohnortes, 7,5°Ost (2), ist besonders gekennzeichnet. Die Himmelsrichtungen beziehen sich auf die waagrechte Aufstellfläche (4) der Globussonnenuhr.



Abb. 10 Die Skalenscheiben unter dem Südpol.

Unter dem Längengradring befindet sich die „Himmels-Anzeigescheibe“ (3). Sie vollzieht die tägliche Drehung des Sternenhimmels, so dass ihre obere (schwarze) Skala (4) die Sternzeit anzeigt. Diese die Astronomen interessierende „Zeit“ entspricht dem Winkel, den der Meridian des Beobachter-Standorts mit der Richtung zum Frühlingspunkt einschließt; sie ist eine Ortszeit und kann unter der geographischen Länge des Bezugsortes abgelesen werden (4). In Abb. 10 beträgt die Sternzeit am Ortsmeridian (7,5° Ost) ca. 6:22 h, in Greenwich 5:52 h.

Die zweite Anzeigescheibe ist die Sonnenscheibe. Ihre Beschriftung sowie die Datumsskala auf der Himmelscheibe werden weiter unten (zu Abb. 12) erklärt.

Zu Abb. 11: Auf der Unterseite der Himmelscheibe ist das Sternbild des großen Wagens (1) abgedruckt.

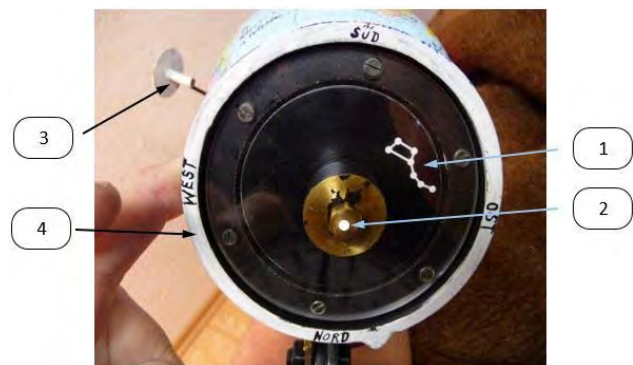


Abb. 11 Die Unterseite der Skalenscheiben.

Der Polarstern (2) in der Scheibenmitte ist der Drehpunkt. Somit erkennt man durch ein Plexiglasfenster in der Sonnenscheibe bei richtiger Datums-einstellung die Stellung des Sternenhimmels und bekommt damit eine anschauliche Verbindung von Tag und Nacht. Wird tagsüber die Uhr mittels der Sonne eingestellt, zeigt sie, „wie die Sterne stehen“. Nachts ist es umgekehrt: Man dreht den Himmels-wagen passend, und das Sonnenvisier zeigt den Sonnenstand unter dem Horizont. Die Himmels-richtungen beziehen sich auf die waagrechte Aufstell-fläche (4) der Globussonnenuhr.

Nun aber zurück zur Sonnenscheibe (Abb. 12): Die fortschreitende Jahreszeit erkennt man an der eklipti-kalen Länge der Sonne, die sich im Laufe des Jahres verändert.

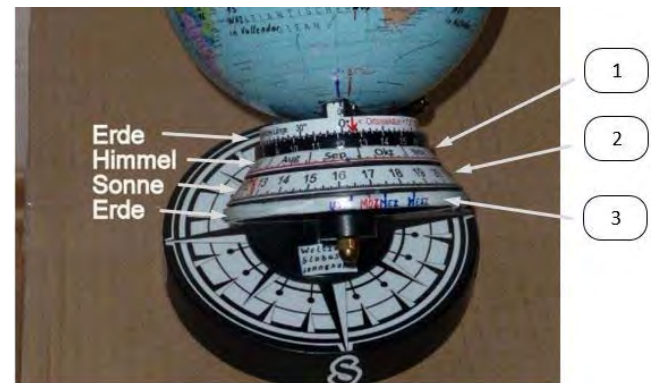


Abb. 12 Zur Ablesung der Jahreszeit.

Zu Abb. 12: Wenn sich „übers Jahr“ die Position der Sonne am Himmel verändert, müssen im Modell die Anzeigescheiben von Sonne und Himmel gegen-einander verdreht werden. Deshalb befindet sich auf der unteren Hälfte der Himmelscheibe die Datumsskala (1) und am oberen Rand der Sonnenscheibe (2) die entsprechende Datums-Einstellmarke („bei 12 Uhr“).

Bleibt nur noch die letzte Winkelbeziehung, jene zwischen Sonne und Erde. Sie entspricht unserem Tag, der Sonnenzeit. Ihre Skala ist logischerweise auf der Sonnenscheibe (2). Damit man nicht mühsam den Zeitbezug auf der obersten Skala suchen muss, sind auf dem festen Stahlring (3) unter der Sonnen-zeitskala die Ablesemarken für MEZ, MESZ, die Welt-zeit UT und die mittlere Ortszeit meines Heimatortes angebracht.

**Das Einstellen der Globussonnenuhr:**

Zu Abb. 13: Einstellen bei bekanntem Datum: Die Globussonnenuhr waagrecht stellen und gemäß Windrose ausrichten. Tagesbremse (1) und Jahres-bremse (2) lösen. Sonnenscheibe (3) auf 12 Uhr WOZ drehen und festhalten. Himmelscheibe (4)

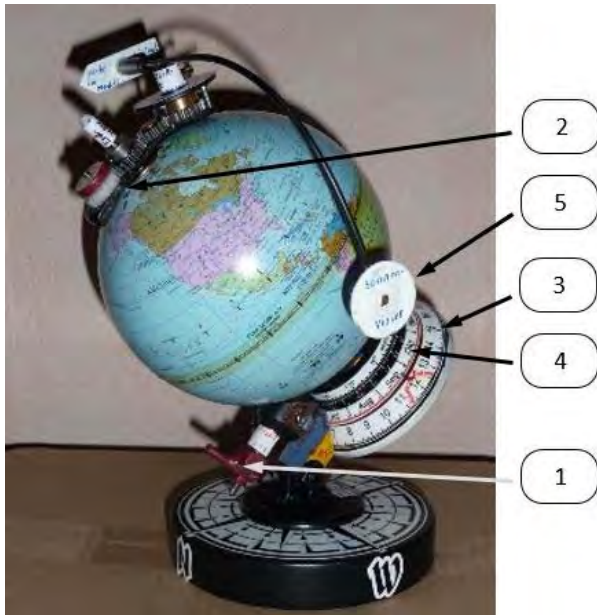


Abb. 13 Einstellen der Globussonnenuhr.

drehen, bis das heutige Datum über der Datumsmarke der Sonnenscheibe steht. Jahresbremse feststellen. Beide Scheiben sind jetzt fest miteinander verbunden und werden soweit gedreht, bis die Sonne durch das Sonnenvisier (5) scheint. Tagesbremse feststellen und Zeiten ablesen.

Ohne Kenntnis von Uhr- und Jahreszeit kann man auch beides „suchen gehen“; das ist etwas aufwändiger. Voraussetzung ist allerdings die Kenntnis, welche Jahreshälfte (1. oder 2.) gerade ist.

### Der Sonnenkompass

Soll die SU die Himmelsrichtungen anzeigen, werden Uhrzeit und Datum eingestellt, dann wird die Sonnenuhr gedreht, bis das Sonnenlicht durch das Visier

fällt. Nun zeigt die Windrose auf der Fußplatte die richtigen Himmelsrichtungen an.

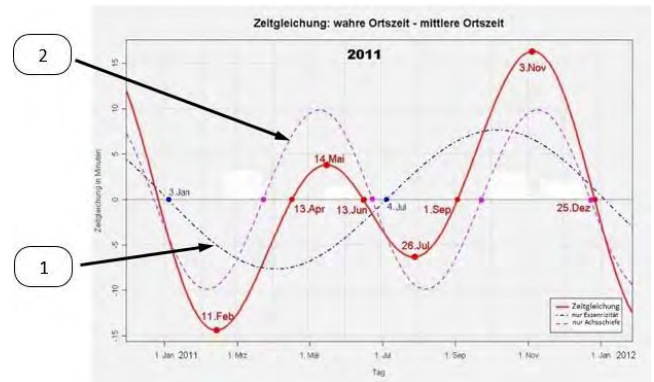


Abb. 14 Die Zeitgleichung.

### Die Zeitgleichung

Diese Sonnenuhr zeigt die mittleren und nicht, wie sonst üblich, die wahren Zeiten an, weil beide Komponenten der Zeitgleichung (Abb. 14) kompensiert werden.

Der Anteil (1) der Zeitgleichung mit einjähriger Periode entsteht durch die veränderliche Bahngeschwindigkeit der Erde auf ihrer elliptischen Umlaufbahn um die Sonne, die beim Periheldurchgang (derzeit am 3. Jänner) ihr Maximum erreicht. Die Datumsskala ist nach diesen Werten nichtlinear geteilt, somit wird dieser Anteil (1) der Zeitgleichung beim Einstellen des Datums auf der Globussonnenuhr berücksichtigt.

Der Anteil (2) der Zeitgleichung mit halbjähriger Periode ist durch den Neigungswinkel der Erdachse gegenüber der Ekliptikebene (die Schiefe der Ekliptik mit  $23,4^\circ$ ) bedingt, was durch die Konstruktion der Globussonnenuhr automatisch kompensiert wird.

## Wieder eine Sonnenuhr identifiziert

Armin Denoth, Innsbruck

Die im Rundschreiben Nr. 51 (Seite 24, Abb. 6) vorgestellte Sonnenuhr konnte von Armin Denoth identifiziert werden:

Ort: Wildermieming, Haus No 21 (vulgo: „Beim Wackerle“), erbaut 1779. [GSA0804]

GPS  $47^\circ 19' 8.3''$  N,  $11^\circ 0' 33.7''$  O; Foto 31. März 2017, 15:48 MESZ

Die Rokoko-Fresken und die Sonnenuhr an der Front stammen von Josef Anton Puellacher (1737-1799).

Sonnenuhr mit Kugelnodus und Stundenband; die Uhr ist nach Süden orientiert (Wandabweichung  $\sim 1^\circ$ ).

Die Inschrift lautet:

Mann baut Heißer (Häuser) Hoch und Best  
darein sein mier nur Fremde gäst  
und dises auf ein Kurze Zeit  
darnach miessen mir ins Haus der Ewigkeit



## Zum Nachdenken - eine Sonnenuhr für Franzosen

Kurt Descovich, Wien

Franzosen - jedenfalls viele, die ich in der kulinarisch hochstehenden Region um Lyon kennen gelernt habe - tafeln gern ausgiebig zu Mittag. Hier wird von einer Idee berichtet, wie ein paar findige Köpfe die vom Firmenchef ohnehin bereits großzügig zugestandene Mittagspause noch einmal deutlich verlängern konnten.

Der Direktor eines französischen Metallbaubetriebs hat grundsätzlich nichts einzuwenden gegen die vor allem den leitenden Angestellten lieb gewordene Gewohnheit, Mittagspausen recht ausgiebig in Restaurants zu zelebrieren, er will aber doch allzu frechen Übertreibungen vorbeugen.

Er lässt daher im Firmenhof und auch bei den beliebtesten Restaurants in der Umgebung identische Sonnenuhren errichten, die seine Angestellten an die Einhaltung der ohnehin reichlich zugestandenen Pausenzeit von 11h30 bis 14h00 (WOZ) mahnen sollen.

Es handelt sich um äquatorial montierte, aus Metall hergestellte WOZ-Uhren mit zum Himmelspol gerichtetem Polstab, der seinen Schatten auf eine zylindrisch geformte Skalenfläche wirft, auf welcher neben den üblichen Stundenmarken auch der Beginn und das Ende der Mittagspause deutlich gekennzeichnet sind (Abb. 1).



Abb. 1 Die französische Mittagspausen-Sonnenuhr.

Die Skalenfläche besteht aus einem sehr elastischen Bronzeblech, das mit seinen polachsenparallelen Kanten in der Montierung eingespannt ist, sodass es eine hohl gewölbte Form annimmt - eine elegante Idee, auf die der Firmenchef zu recht stolz ist!

Für unsere Überlegungen nähern wir die gewölbte Fläche durch einen Teil eines Drehzylindermantels an. Die Achse dieses Zylinders fällt nicht mit der des Polstabs zusammen, sondern liegt von der Skala um das Maß  $s$  weiter entfernt als dieser. Die geometrischen Abmessungen sind in Abb. 2 wiedergegeben.

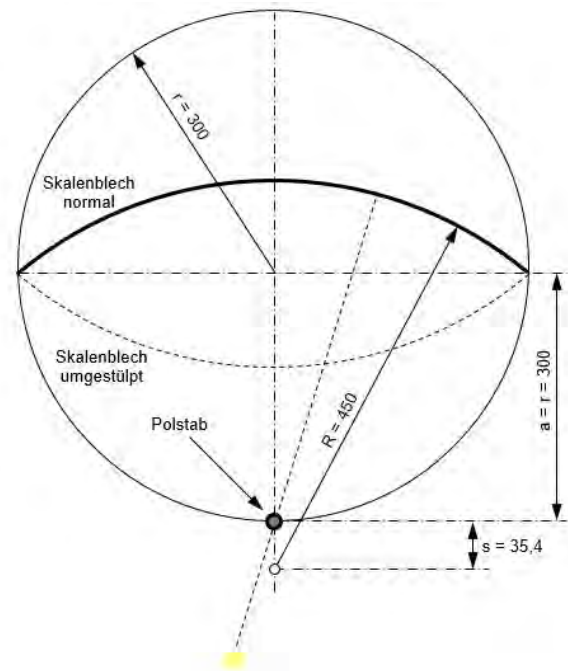


Abb. 2 Werkskizze der französischen Sonnenuhr, Projektion entlang der Polstabsachse.

Nun kommen die findigen Köpfe der Angestellten aber auf eine Idee: sie packen das elastische Blechband und stülpen es um, sodass es nunmehr konvex nach oben zwischen den Halterungen zu liegen kommt (Abb. 3).

***Von wann bis wann (auf 5 Minuten genau) dauert ab jetzt die auf diese Weise verlängerte Mittagspause?***



Abb. 3 Die „umgestülpte“ Version der französischen Mittagspausen-Sonnenuhr.

## Tagundnachtgleiche: Wann dauern Tag und Nacht wirklich gleich lang?

Kurt Descovich, Wien

Die Tagundnachtgleiche ist ein astronomisch wohlbesetzter Begriff. Es ist der Zeitpunkt, an dem die Sonne sich auf der geozentrischen ekliptikalen Länge Null bzw.  $180^\circ$  befindet. Wir wollen hier allerdings untersuchen, wann und wo auf der Erde für einen Beobachter die Zeitdauer zwischen einem Sonnenaufgang und dem darauf folgenden im Moment des Sonnenuntergangs genau halbiert wird. Um eingebürgerte Begriffe nicht zu strapazieren, wollen wir das die „*chronometrische Tagundnachtgleiche*“ nennen.

Hier dreht es sich einzig und allein um eine mathematische Fingerübung, die kaum wichtige Erkenntnisse liefert, der aber denkfreudige Köpfe doch vielleicht ein gewisses Interesse beimessen könnten.

Die Problemstellung ist mir vor einiger Zeit durch meinen lieben Freund, den versierten Astronomen Günter Paul Bolze, zugetragen worden:

*„Überlege einmal: Wann (und wo?) auf der (ideal glatten!) Erde erlebt ein Beobachter wirklich eine Tagundnachtgleiche in dem Sinn, dass der Tag von dem von ihm wahrgenommenen Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang, also vom ersten bis zum letzten von ihm sichtbaren Aufblitzen des Sonnenstrahls, genau so lange dauert wie die darauf folgende Nacht bis zum nächsten Sonnenaufgang?“*

Zur Lösung dieser Fragestellung ist zuerst einmal klar zu definieren, was unter „Sonnenaufgang“ zu verstehen ist - dieser ist in der phänomenologischen Astronomie streng definiert: Der „*scheinbare*“ oder „*sichtbare*“ Sonnenaufgang ist der Moment, in dem der Oberrand der Sonne den mathematischen Horizont berührt - unter Berücksichtigung der atmosphärischen Refraktion. Sonnenuntergang ist der Moment, in dem der Oberrand der (sinkenden) Sonne den mathematischen Horizont berührt, ebenfalls unter Berücksichtigung der atmosphärischen Refraktion.

Für unsere Betrachtungen nehmen wir für die Form der Erde das in der Geodäsie gebräuchliche Referenzellipsoid als Bezugsfläche an. Topographische Gegebenheiten wie Erhebungen, Senkungen oder Gebirge klammern wir bei diesen theoretischen Überlegungen aus.

### Die Kimmtiefe

In unsere Betrachtung zum „wahrgenommenen“ Sonnenauf- und -untergang wollen wir aber noch die *Kimm* oder *Kimmtiefe* [5] einfließen lassen, also den Umstand, dass ein groß gewachsener und aufrecht stehender Beobachter den Sonnenaufgang etwas früher und den Sonnenuntergang etwas später wahrnimmt als ein klein gewachsener, da der große Mensch ja etwas steiler auf den Horizont herabschaut als der kleine. Die eigentlich in der Nautik beheimatete Kimm in die Betrachtungen einzubeziehen war

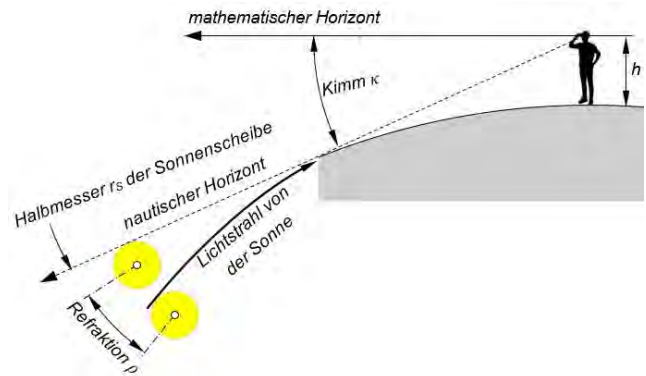


Abb. 1 Kimmtiefe, Refraktion und Sonnenscheibe.

ein spezielles Anliegen von Günter Paul Bolze, der im Rahmen von astronavigatorischen Workshops viel Zeit auf hoher See verbringt. Abb. 1 veranschaulicht die entsprechende Geometrie. Zur Kimmtiefe ist noch zu sagen, dass eine Vernachlässigung der Form des Erd-Referenzellipsoids gegenüber einer Kugelgestalt der Erde nur einen verschwindend kleinen Fehler ergibt, sodass die Kimmtiefe getrost als breiten- und blickrichtungsunabhängig angesehen werden kann. Nicht vernachlässigen wollen wir allerdings den Einfluss der Körpergröße des Beobachters und stellen unsere Berechnungen für einen groß gewachsenen Beobachter mit Augenhöhe 1,8 m an und für ein Kind mit Augenhöhe 0,9 m.

### Die Refraktion

Einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf den Zeitpunkt des sichtbaren Aufgangs bzw. Untergangs der Sonne hat die atmosphärische Refraktion, die Krümmung der Lichtstrahlen, die durch die unterschiedlich dichten Schichten der Atmosphäre zum Auge des Beobachters gelangen (Abb. 1).

Die Refraktion lässt den Beobachter die Sonne scheinbar in einer größeren Höhe wahrnehmen, als es die rein geometrischen Bedingungen ergeben würden. Die Refraktion hängt von der Luftdichte, also vom Luftdruck und von der Lufttemperatur ab, sie ist in [2] ausführlich behandelt und findet dort in einer tabellarischen Zusammenstellung ihren Niederschlag, aus der wir die folgenden Parameter herauslesen:



Standardatmosphäre:

$\rho_0 = 1013,25 \text{ hPa} (= 760 \text{ mm Hg}), T_0 = 15^\circ\text{C}$

- Refraktion:  $\rho_0 = 0,559454^\circ$
- Temperaturkoeffizient:  $dp/dT = -0,0032479 \text{ }^\circ/\text{K}$
- Druckkoeffizient:  $dp/dp = 0,0006626 \text{ }^\circ/\text{hPa}$

Mit diesen Daten bekommen wir die in Abb. 2 gezeigten Werte für den Refraktionswinkel  $\rho$  in Abhängigkeit von Luftdruck und -temperatur.

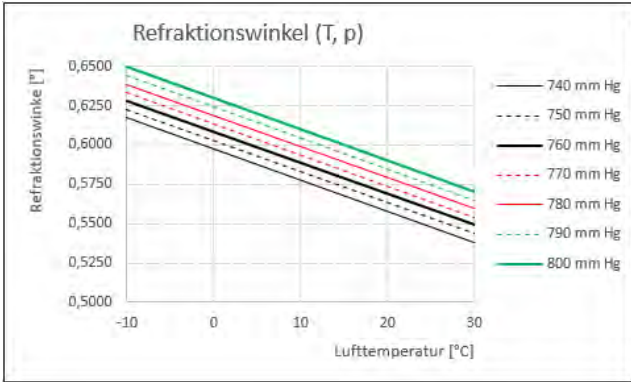


Abb. 2 Refraktionswinkel bei Zenitdistanz 90° (horizontal) in Abhängigkeit von Luftdruck und -temperatur

**Ein Klimamodell**

Wegen der großen Unsicherheit bezüglich der genauen atmosphärischen Bedingungen legen wir der Berechnung der Refraktion ein einfaches Klimamodell zu Grunde. Ausgangspunkt für die Überlegungen sind die folgenden Informationen über die saisonabhängigen Lufttemperaturen auf der Erde:

- 1) Die Temperaturen an den Polen (CNC steht für die nördliche Sommersonnenwende (Solstitium Cancri), CAP für die südliche (Solstitium Capricorni)):
  - am Nordpol:  $T_{N,CNC} = -15^\circ\text{C}, T_{N,CAP} = -35^\circ\text{C}$
  - am Südpol:  $T_{S,CNC} = -65^\circ\text{C}, T_{S,CAP} = -25^\circ\text{C}$
- 2) Die ungefähr saisonunabhängige Tagestemperatur am Äquator  $T_{\text{EQU}} = +27^\circ\text{C}$
- 3) Der jährliche Temperaturverlauf auf mittleren geographischen Breiten (Abb. 3). Er kann gut durch Sinusfunktionen mit Nulldurchgang zum Frühlings- und Herbstäquinoktium angenähert werden [4].

Bei der Beobachtung von Aufgang und Untergang der Sonne blickt der Beobachter längs eines (Vertikal-) Großkreises, der den Terminator<sup>1</sup> rechtwinklig schneidet. Für die Ermittlung der täglichen Temperaturerhöhung  $\Delta T_{A \rightarrow U}$  von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang gehen wir von einer mittleren Bestrahlungsintensität für die betrachtete geographische

<sup>1</sup> Der Terminator (vgl. Abb. 5) ist die Tag-Nacht-Grenze zwischen der durch einen Stern wie die Sonne angestrahlten Lichtseite und der unbelichteten Schattenseite eines Himmelskörpers.

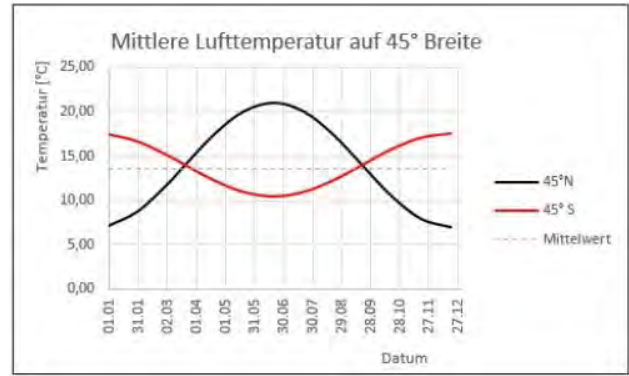


Abb. 3 Jahreszeitlicher Temperaturverlauf auf mittleren geographischen Breiten.

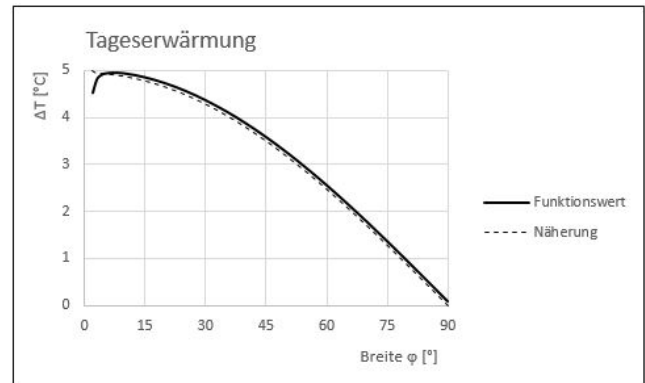


Abb. 4 Näherungswerte für die breitenabhängige Tageserwärmung.

Breite  $\varphi$  zum Zeitpunkt des chronometrischen Äquinoktiums aus. Dieser Zeitpunkt ist durch die Deklination bestimmt, bei der für den Blick des Beobachters zum Terminator die Sonnenhöhe  $\sigma$  ungefähr  $-0,8^\circ$  beträgt; die sphärische Trigonometrie für rechtwinklige Dreiecke liefert die Beziehung  $\delta \approx \arcsin[\sin(\sigma) / \sin(\varphi)]$ . Damit ergibt sich für jede Breite  $\varphi$  eine Deklination  $\delta$  und mit ihr ein Zeitpunkt, für den das Klimamodell eine Lufttemperatur liefert. So erhalten wir in guter Näherung die Formel  $\Delta T_{A \rightarrow U} = \Delta T_0 \cdot \cos(\varphi)$ , mit  $\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$  (Abb.4).

Die Refraktion ist wegen des starken Einflusses der Lufttemperatur abhängig von der Jahreszeit, von der Tageszeit und von der geographischen Breite. Sie wird im Rechenprogramm bei der Ermittlung der Äquinoktialisochronen genau berücksichtigt - natürlich mit allen Einschränkungen, die das gewählte Klimamodell mit sich bringt.

**Der Halbmesser der Sonnenscheibe**

Bei unserer Betrachtung des sichtbaren Sonnenaufgangs haben wir noch den Radius  $r_s$  der Sonnenscheibe zu berücksichtigen, der in sehr guter Näherung proportional zum Cosinus des Anomaliewinkels  $\nu$  der Keplerbahn (dessen Nullpunkt beim Periheldurchgang liegt) mit einer Amplitude von  $0,00446^\circ$  um einen Mittelwert von  $0,26677^\circ$  schwankt [3]:

$r_s [^\circ] \approx 0,26677 + 0,00446 \cdot \cos(\nu)$

## Die Höhe der Sonne bei Auf- und Untergang

Die Summe aus Kimmtiefe  $\kappa$ , Refraktion  $\rho$  und Sonnenhalbmesser  $r_S$  ergibt schließlich den (negativen) Höhenwinkel  $\sigma$ , unter dem der Mittelpunkt der Sonnenscheibe beim sichtbaren Auf- und Untergang (geometrisch) steht. Ausgehend von der Anomalie (dem Bahnwinkel)  $\nu$  der Erde auf ihrer Umlaufbahn, von einer gewählten geographischen Breite  $\varphi$  des Beobachterstandorts und einer betrachteten Kimmtiefe  $\kappa$  berechnen wir für jeden in Frage kommenden Punkt der Keplerbahn die geographische Länge, für welche die Bedingungen des chronometrischen Äquinoktiums („CEQ“) erfüllt sind, was uns zu den Äquinoktialisochronen führt, die wir anschaulich als Projektionen auf den Erdglobus darstellen wollen.

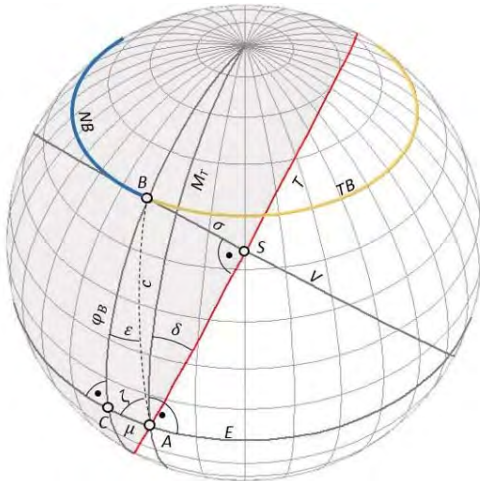


Abb. 5 Zur CEQ-Bedingung (globale Ansicht,  $\mu > 0$ , der Beobachter steht „hinter“ dem Terminator-Meridian  $M_T$ ).

## Die „CEQ“-Bedingung

Abb. 5 zeigt, wie die Bedingung für das chronometrische Äquinoktium („CEQ“) erfüllbar ist. Der Beobachter  $B$  auf der Breite  $\varphi_B$  befindet sich, um den Längswinkel  $\mu_i$  versetzt, vor ( $\mu_i < 0$ ) oder hinter ( $\mu_i > 0$ ) dem Terminator-Meridian  $M_T$ , der den Terminator  $T$  und den Äquator  $E$  im Punkt  $A$  schneidet, und erwartet mit Blick längs des Vertikalkreises  $V$  zum Zeitpunkt  $UT_0$  den ersten Sonnenaufgang, zum Zeitpunkt  $UT_1$  den Sonnenuntergang und zum Zeitpunkt  $UT_2$  den darauf folgenden Sonnenaufgang. Die Deklination der Sonne ist zu diesen Zeitpunkten  $\delta_i$ , der Höhenwinkel der Sonne ist  $-\sigma_i$  ( $i = 0,1,2$ ).

In Abb. 6 sind die Winkelverhältnisse für die CEQ-Bedingung nochmals mit Blickrichtung auf den Nordpol dargestellt. Die schattierten Bereiche deuten (überhöht) die Lage des Terminators mit seinem Meridian  $M_{Ti}$ , die Zeitpunkte  $UT_i$  und die Terminator-Rektaszensionen  $\alpha_i$  ( $i = 0,1,2$ ) an.

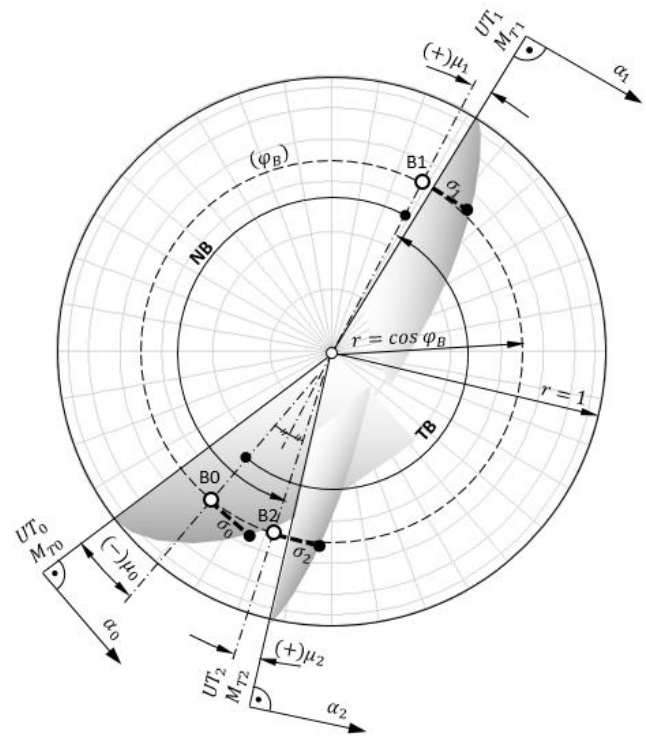


Abb. 6 Zur CEQ-Bedingung (Blick auf den Nordpol).

Diese Betrachtungen führen zu einer einfachen, analytisch formulierbaren „CEQ“-Bedingung für die Gleichheit von Tag- und Nachtbogen:

$$2\mu_1 + \mu_0 + \mu_2 = 0$$

Das Rechenprogramm tastet sich nun in ausreichend feinen Schritten für die Nordhemisphäre von der Herbsttagundnachtgleiche, bei der die Erfüllung der CEQ-Bedingung in Polnähe erwartet wird, über die Wintersonnenwende, bei der die CEQ-Bedingung in Äquatornähe erfüllt ist, bis zur Frühjahrs-tagundnachtgleiche, bei der wir wieder beim Nordpol landen. Für die Südhemisphäre erfolgt der Rechengang ähnlich, jedoch beginnend mit dem Süderbst (dem Nordfrühling) über die südliche Wintersonnenwende bis zur südlichen Frühjahrs-tagundnachtgleiche.

Wenn für eine gegebene geographische Breite der Zeitpunkt für die CEQ-Bedingung gefunden ist, liegt der exakte Anomaliewinkel  $\nu$  der Erde auf ihrer Umlaufbahn fest, somit die Rektaszension der Sonne, die rechtwinklig zum Terminator-Meridian steht. Aus diesen Werten lässt sich die Sternzeit des Greenwich-Meridians berechnen, und die Winkel-differenz zum Terminator-Meridian, korrigiert um den  $\mu$ -Versatz, ist die gesuchte geographische Länge des Beobachter-Standorts, von dessen geographischer Breite ausgegangen worden ist.

Die Verbindungslinie der auf diese Weise aufgefundenen Wertepaare von Breite und Länge ergibt sich als dreidimensionaler Spline<sup>2</sup>, dessen Projektion auf eine passend orientierte Erdglobusdarstellung ein

anschauliches Bild der gesuchten Äquinoktialisochrone ergibt. Abb. 7 zeigt, getrennt, eine solche Globusdarstellung und ein Spline-Ergebnis des Rechenprogramms.

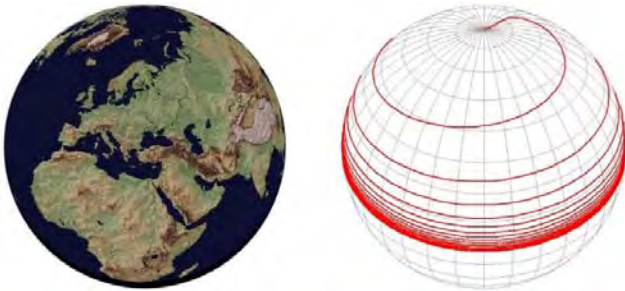


Abb. 7 Eine Erdglobusdarstellung (aus RedShift4) und ein dazu passend orientierter Spline, der auf diese zu übertragen ist.

Diese Ergebnisse erlauben uns, die Äquinoktialisochronen anschaulich darzustellen (Abb. 8) und einige ihrer besonderen Eigenschaften zu betrachten. Man erkennt zum Beispiel, dass die Äquinoktialisochronen um den Zeitpunkt der Sonnenwenden sehr eng in Äquatornähe komprimiert sind (bis auf minimal ca.  $\pm 2,1^\circ$  Breite) und kurz vor bzw. kurz nach den (astronomischen) Äquinoktien weit auseinanderlaufend eine Art sphärischer Spirale zum Pol hin bilden.

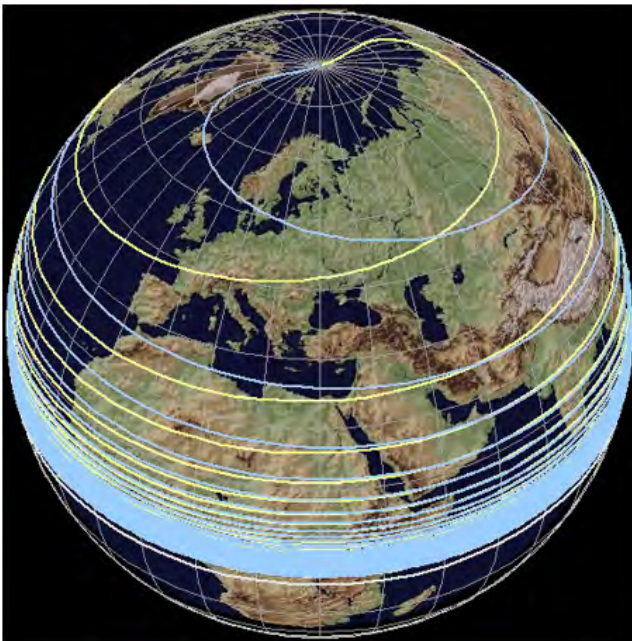


Abb. 8 Die Äquinoktialisochrone für Herbst (gelb) und Winter 2017 (blau) auf der Nordhemisphäre.

<sup>2</sup> Ein Spline ist eine aus einzelnen Bogen- oder Streckenabschnitten zusammengesetzte ebene oder räumliche Kurve. Hier werden lineare Splines betrachtet, also aus (kurzen) Geradenstücken zusammengesetzte Kurven.

## Augenhöhe und Polnähe

In Abb. 9 sind die Äquinoktialisochronen für den Nordherbst 2017 dargestellt, und zwar für zwei verschiedene große Beobachter, den groß gewachsenen Skandinavier Sven mit 1,8 m Augenhöhe und seinen kleinen Sohn Arne mit 0,9 m Augenhöhe. Man sieht, dass sich Arne vor allem in hohen geographischen Breiten ziemlich weit entfernt von seinem Vater befinden muss, um wie er das chronometrische Äquinoktium zu erleben.

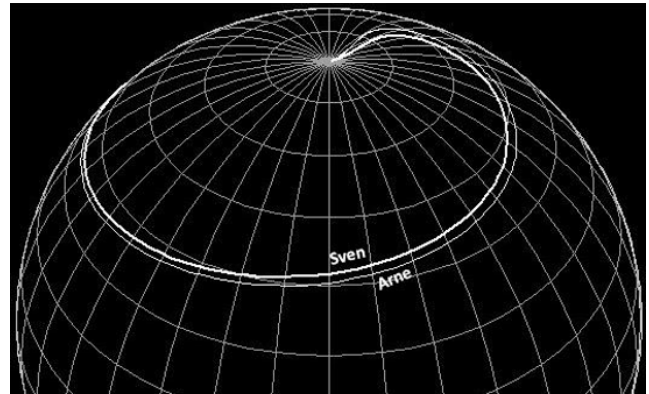


Abb. 9 Äquinoktialisochronen im Herbst 2017 für Augenhöhen 1,8 m und 0,9 m. Winkelraster  $10^\circ$ .

Schließlich sehen wir uns noch die Äquinoktialisochronen an, die für einige aufeinander folgende Jahre ermittelt wurden. Sie unterscheiden sich in ihrer grundsätzlichen Gestalt kaum voneinander, sind jedoch um die Polachse jeweils um ca.  $90^\circ$  gegeneinander verdreht. Darin spiegelt sich der Umstand wider, dass die Umlaufdauer der Erde ungefähr 365,25 Tage beträgt; die Erde gelangt also im jeweils „nächsten“ Jahr an denselben Ort ihrer Umlaufbahn, beispielsweise zum Perihel, in einer Drehstellung, die sich um ungefähr ein Viertel einer Umdrehung von der des Vorjahres unterscheidet (Abb. 10).

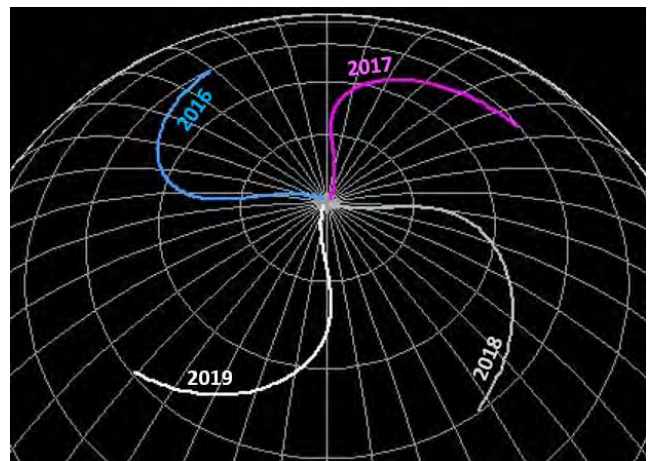


Abb. 10 Äquinoktialisochronen für aufeinander folgende Jahre.

## Proben aufs Exempel

Für einige Ergebnisse habe ich die Erfüllung des chronometrischen Äquinoktiums mit dem Astronomieprogramm Redshift4 überprüft - ohne allerdings zu wissen, wie dort die Refraktion bzw. eine allfällige Kimmtiefe (wahrscheinlich Null) berücksichtigt werden. Die Fehlerangaben sind auf die Dauer eines Tages (Tagbogen+Nachtbogen) bezogen:

154°15'36"W 75°02'24"N:

Aufgang 0	25.9.2017 06:06 h	
Untergang 1	25.9.2017 18:07 h	Fehler -0,138%
Aufgang 2:	26.9.2017 06:12 h	

83°14'24"E 51°55'12"N:

Aufgang 0	24.9.2017 06:17 h	
Untergang 1	24.9.2017 18:18 h	Fehler 0
Aufgang 2:	25.9.2017 06:19 h	

21°21'00" E 33°59'24"N:

Aufgang 0	16.3.2017 05:43 h	
Untergang 1	16.3.2017 17:43 h	Fehler +0,035%
Aufgang 2:	17.3.2017 05:42 h	

51°24'36"W 47°57'00"S:

Aufgang 0	19.9.2017 06:20 h	
Untergang 1	19.9.2017 18:19 h	Fehler 0
Aufgang 2:	20.9.2017 06:18 h	

Wertvolle Hinweise verdanke ich unserem Mitglied Franz Vrabec. Sie haben mich auf den rechten Weg zur mathematischen Lösung des Problems geführt.

Das Skriptum zur Berechnung der Äquinoktialisochronen kann heruntergeladen werden von <https://1drv.ms/b/s!AINaX04zUbR2hDqqAqALLI3WIW7S>.

Quellen:

- [1] K. DESCOVICH, Die Astronomische Sonnenuhr in Allentsteig, <https://1drv.ms/b/s!AINaX04zUbR2hDube-xoN9ENJ-sod>
- [2] LAWRENCE H. AUER and E. MYLES STANDISH, Astronomical Refraction: Computational Methods for all Zenith Angles, 20.1.2000. National Science Foundation to Yale University, NSF GP-20774 and GP-26495; Office of Naval Research N00014-67-A-0097-0018 project NR 044-239, Table 2 Computed Refraction, <http://iopscience.iop.org/article/10.1086/301325/fulltext/200020.text.html>
- [3] [https://de.wikipedia.org/wiki/Apsis\\_\(Astronomie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Apsis_(Astronomie)) und <https://de.wikipedia.org/wiki/Erdbahn>
- [4] <https://de.wikipedia.org/wiki/Lufttemperatur>
- [5] [https://de.wikipedia.org/wiki/Horizont#Horizont\\_in\\_der\\_Nautik.2C\\_Kimmlinie](https://de.wikipedia.org/wiki/Horizont#Horizont_in_der_Nautik.2C_Kimmlinie)

## Uralte Spuren astronomischer Beobachtungen?

Walter Hofmann, Wien

In seinem Buch „Das Bergheiligtum am Pfitscher Sattel bei Meran“ stellt Roland Gröber (Deutschland) umfassend die Ergebnisse von 10 Jahren eigener Untersuchungen vor, die auf ebenfalls 10 Jahren Arbeit von Aribert Egen (Deutschland) aufbauen. Vorbereitet wurden beider Forschungen durch die Aufzeichnungen des Meraner Frauenarztes Dr. Franz Haller. Das Fragezeichen im Titel der folgenden Buchbesprechung soll andeuten, dass Indizien noch keine Beweise sind. Das räumt auch der Autor des Buches ein.

Einige Male war ich bereits dem Begriff „Schalensteine“ begegnet. Ich schaute daher neugierig auf das Buch, das bei einer Sitzung des Österreichischen Astronomischen Vereins vor Dr. Hans Katzgraber lag. Er schenkte es mir.

Es ist schwer vorstellbar, dass große Felsstücke während sehr langer Zeiträume ihre Stellung kaum ändern, wenn es sich nicht um freiliegenden gewachsenen Fels handelt. Es dürfte aber dennoch so sein. Auf zahlreichen Plätzen und in vielen Teilen der Welt finden sich auf solchen Felsstücken oder auf Steinplatten Ausnehmungen mit verschiedenen Durchmesser ab wenigen Zentimetern und Tiefen von 2 mm bis zu mehreren Zentimetern. Nicht alle Felsstücke befinden sich in ihrer ursprünglichen Lage. Die Ausnehmungen haben die Form von Kugelkappen oder Hohlkegeln und sind oft so regelmäßig, dass sie von Menschen hergestellt worden sein dürften. Sie werden Schalen, Schälchen oder Näpfchen genannt, die Steine „Schalensteine“. Manchmal sind auf Steinen auch Figuren eingraviert, Spuren menschlicher Arbeit.

Der Autor beschreibt zuerst Schalensteine auf verschiedenen Plätzen in Südtirol und wendet sich dann einem großen Vorkommen am Pfitscher Sattel in der Texelgruppe nordwestlich von Meran ( $\lambda = -11,106^\circ$ ,  $\varphi = 46,727^\circ$ , Seehöhe 2150 m) zu. Zum Teil erhaltene, zum Teil verfallene Trockensteinmauern begrenzen dort in Form eines unregelmäßigen Fünfecks einen Bereich von ungefähr 1600 m<sup>2</sup>. Innerhalb und vereinzelt auch außerhalb dieses Bereichs befinden sich 29 Schalensteine, in einer weitaus größeren Dichte als an anderen Orten. Früher waren es vielleicht mehr. Sichtachsen im Fünfeck und Peilungen über Schalenpaare lassen Bezüge zur Astronomie vermuten.

Wir erwarten zunächst nicht, dass sich in der Vorzeit Menschen zumindest wochenlang in dieser Seehöhe aufgehalten haben. Datierte archäologische Funde bestätigen das allerdings. Was aber hat Menschen der Vorzeit veranlasst, am Pfitscher Sattel etwas zu schaffen, das eine steinerne Bibliothek sein könnte? Eine Reihe von Wegen führt auf den Sattel, die durch

Schalensteine gekennzeichnet sind. Befand sich dort eine Kultstätte, ein frühes Observatorium?

Zehn Jahre lang verbrachte Dr. Aribert Egen, seines Zeichens Geodät, viele Wochen auf dem Sattel, betreut vom Wirtsehepaar Schnitzer auf einer nahen Alm. Er vermaß den Landschaftshorizont und die Peilrichtungen, die auf einer Platte über ein gemeinsames Zentrum zu den Aufgängen von Gestirnen am Landschaftshorizont weisen. Besondere Ausführungen kennzeichnen die Schalen für die Sonne, den Mond und die 18 hellsten Sterne.

Die Stellen des Landschaftshorizonts, wo die Sonne zu den beiden Sonnenwenden und der Mond zur großen oder kleinen nördlichen oder südlichen Mondwende, ebenso wo Sterne aufgehen, können berechnet werden. Während sich die Richtungen zu den Aufgängen von Sonne und Mond im Lauf der Zeit wenig ändern, wandern die Aufgangspunkte der 18 Sterne zufolge der Präzession. So konnte Dr. Egen seine Peilungen mit Rekonstruktionen alter Anblicke des Sternenhimmels aus Sternentafeln vergleichen. Er datierte die Entstehungszeit der Schalen für die Sternpeilungen um 2450 v. Chr. Vermutlich sind Markierungen einiger Beobachtungen bereits früheren Datums.

Weitere zehn Jahre lang befasste sich der Buchautor, Diplomingenieur der Nachrichtentechnik, mit dem angesammelten Material, überprüfte die Ergebnisse von Dr. Egen mit dem Astronomieprogramm Stellarium und konnte sie bestätigen. Außerdem entdeckte er Neues: Er legte rote Kugeln in die Schalen und erkannte in den Figuren, die sich so ergaben, eine Reihe uns vertrauter Sternbilder. Die Schalen der Hauptsterne der Sternbilder sind größer als die anderen Schalen und dienen zum Anpeilen des betreffenden Sternaufgangs.

Was hat das nun alles mit Sonnenuhren zu tun? Im Buch werden Peilungen erwähnt, die zu den Stellen

der Sonnenaufgänge am Landschaftshorizont zu den Sonnenwenden weisen. Den Funden nach wurde die Nordsüdrichtung mit guter Genauigkeit ermittelt.

Im Eifer des Forschens werden Vermutungen angestellt, die sich später als irrig herausstellen können. Freundlicherweise hat mir der Autor eine Skizze von Schalen entlang einer Nordsüdlinie auf einer Steinplatte mit von Herrn Dr. Egen eingetragenen Maßen geschickt. Und da kann ich die Annahme im Buch nicht nachvollziehen, drei bestimmte Schälchen entlang einer Nordsüdlinie wären Datumspunkte für den Schatten eines lotrechten Gnomons und somit Teil einer Sonnenuhr.

Der Rezensent sieht den Wert des Buches in der Dokumentierung zahlreicher gesammelter Daten sowie darin, dass es auf Spuren einer alten Kultur aufmerksam macht und zu deren Schutz aufruft. Die Beschäftigung mit dem Buch regt dazu an, sich mit Themen der Geologie, der Mineralogie und der Urgeschichte zu befassen. Wissenswertes über die Zeit, auf die die Funde am Pflitscher Sattel zurück gehen, ist im Südtiroler Archäologiemuseum in Bozen zu erfahren.

Der Preis für das liebevoll und sorgfältig ausgestaltete Bändchen beträgt € 8,-, zuzüglich der Portogebühr.

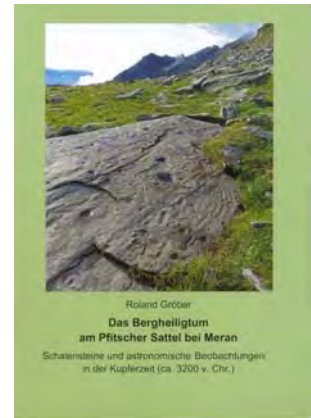
Bei Interesse bestellen Sie bitte die Sendung direkt beim Autor:

[rgroeber@gmx.de](mailto:rgroeber@gmx.de)

oder

Roland Gröber, Dresdener Straße 2, 51373 Leverkusen, Deutschland.

Das Buch ist im August des vorigen Jahres erschienen.



## Mein Weg zu den Sonnenuhren

Günter Brucker, Bad Ischl

Stein ist ein wunderbares Material. Farben und Zeichnungen von Granit oder Marmor sind überraschend schön, Kanten und herausgearbeitete Formen genau und beständig. Von Beruf Steinmetz, konnte der Autor im Lauf der Jahre rund 30 Sonnenuhren mit ebenen Zifferblättern entwerfen und die Entwürfe auf Steinblöcken verwirklichen.

Ich wurde 1975 in Bad Ischl geboren und bin im elterlichen Steinmetzbetrieb aufgewachsen. Für mich war der Wunsch von klein auf klar, einmal Gegenstände aus Naturstein herzustellen.

Der Steinmetzbetrieb wurde 1890 von meinem Ur-Ur-Großvater gegründet und wird von mir in fünfter Ge-

neration seit ungefähr 15 Jahren weitergeführt. Ich bin verheiratet und Vater von drei Kindern. Damit stehen die Chancen gut, dass auch einer meiner Söhne den Betrieb übernehmen wird.

Von 1988 bis 1993 besuchte ich die Fachschule für Steinmetze in Hallein. Durch Zufall entdeckte ich

unter den Fachbüchern das Buch „Sonnenuhren 1“ von Heinz Schumacher und beschloss sofort, eine Sonnenuhr aus Naturstein zu fertigen. In wochenlanger Arbeit entstand mittels Handwerkzeugen ein Untersberger Steinblock mit darauf ruhender Weltkugel. Die Erdachse aus Messing dient als Schattenwerfer für das WOZ-Zifferblatt (Abb. 1). Ich schenkte die Sonnenuhr meinem Vater.



Abb. 1 Die Sonnenuhr aus dem Untersberger Steinblock [GSA5246].

Die Begeisterung für handwerklich hergestellte Zeitmesser ohne Uhrwerk ließ mich nicht mehr los, und so entwarf ich immer wieder neue Sonnenuhren, für mich und für Kunden. Sehr hilfreich dafür sind oft die modernen Maschinen, mit denen wir sonst hauptsächlich Küchenarbeitsplatten aus Naturstein und Keramik fertigen. Neben CNC-Zentren läuft da auch eine 3D - Wasserstrahlschneideanlage, mit der sich jegliches Material mit 3800 Bar Wasserdruck schneiden bzw. bearbeiten lässt.

Neben Vertikaluhren stellte ich auch Äquatorialuhren her (Abb. 2), des weiteren Uhren mit einem zum Äquator parallelen Ziffernring für eine „digitale“ Zeitanzeige, zunächst für die Wahre Ortszeit. Meine jüngste Sonnenuhr ist eine Uhr mit einem verstellbaren Ziffernring. Auf ihr können die MEZ und die MESZ abgelesen werden (Abb. 3). Die Stundenzahlen sind aus dem Edelstahlring ausgeschnitten. Das ebene Zifferblatt ist parallel zur Erdachse und nach Süden gerichtet.

Der Block mit dem Zifferblatt ist aus schwarzem Nero Assoluto Gabbro. (Wikipedia: Dieser Stein ist durch



Abb. 2 Äquatorialuhr in der Nähe von Strobl am Wolfgangsee [GSA5245].

das langsame Abkühlen basaltischen Magmas in meist mehr als fünf Kilometern Tiefe entstanden.) Der Block misst ungefähr 85 cm x 65 cm x 10 cm. Die Edelstahlteile und die Mechanik fertigte mein Freund Johann Wieser in seiner Firma BIWAT in Bad Ischl an. Ihm und seinem Mitarbeiter Thomas Mayr gebührt für die perfekte Ausführung und die Geduld bis zur endgültigen Konstruktion großer Dank.



Abb. 3 Äquatorialuhr mit „digitaler“ Zeitanzeige [GSA5247].

Das Zifferblatt ist nicht glatt poliert, sondern in der Oberflächenbearbeitung „Leather“ geschliffen. Die Außenkontur des Blocks ist grob gesprenkt. Die Zeit wird an der Mittellinie des Zifferblattes abgelesen. Auf ihr sind die Stellen für die Deklination der Sonne zu den jeweiligen Ersten des Monats eingetragen. Der

Spruch auf dem Zifferblatt ist „MEMENTO VIVERE - DENK DRAN ZU LEBEN“.

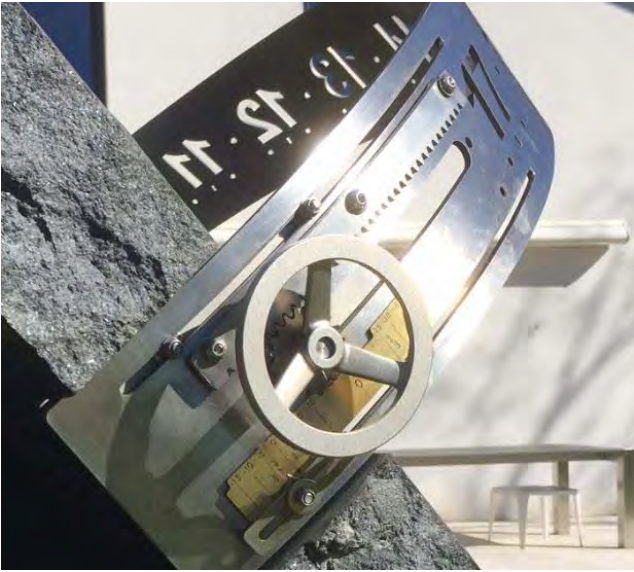


Abb. 4 Der Mechanismus zur Einstellung des Ziffernringes. Hierfür die Sommerzeit eingestellt.

Der Mechanismus für die Anzeige von MEZ und MESZ ist für 15° östlicher Länge justiert (Abb. 4). Der Ziffernring wird mittels eines Handrads auf das jeweilige Datum eingestellt, das dabei auf einer seitlich angebrachten Messingskala angezeigt wird. Das Handrad wirkt über Zahnräder auf eine Achse, die horizontal durch die Mitte der Steinplatte geht und die über Zahnräder auch das Handrad auf der gegenüber liegenden Seite bewegt. Damit wird der Ziffernring gleichmäßig rund um die erdachsparelle Mittellinie des Zifferblatts bewegt. Alle drehbaren Teile haben Edelstahlpendellager, um auch in Zukunft perfekt zu funktionieren.

Wegen Platzmangels sind auf der Platte mit dieser Skala den jeweiligen Monatsanfängen Zahlen zugeordnet (Jänner 1, Februar 2, ...). Durch die Stunden-, Halbstunden- und Viertelstundenmarkierungen im Ziffernring ist die Zeit gut ablesbar.

Die Uhr ist in meinem Garten in Aigen Voglhub (in der Nähe von Strobl am Wolfgangsee) aufgestellt, ebenso eine ältere Äquatorialuhr (Abb. 5). Vor kurzem

wurde auch eine Vertikaluhr an der Außenwand meiner Werkstätte fertig (Abb. 6).

Durch einen Zufall stieß ich im Internet auf die Arbeitsgruppe Sonnenuhren, der ich im Jänner 2017 beitrug. Ich freue mich schon auf die Sonnenuhrtagung im September und das Treffen mit Gleichgesinnten.



Abb. 5 Eine ältere Äquatorialuhr [GSA5248].



Abb. 6 Die Sonnenuhr an der Außenwand meiner Werkstätte [GSA5249].

## Errata

Walter Hofmann, Wien

Leider kommen immer wieder Fehler vor, so in der Tabelle 2 des Aufsatzes über "Temporalstunden, heute betrachtet" im Rundschreiben Nr. 52. Auch in der Herleitung der Formeln, die zu den Zahlen der Tabelle führen, gibt es eine Ungenauigkeit, die sich numerisch allerdings kaum auswirkt. In dem Aufsatz wurde gezeigt, dass die Anzeigen an

den antiken Sonnenuhren die Zeiten zwischen dem Aufgang und dem Untergang der Sonne nur angenähert in zwölf gleich lange Abschnitte teilen. Ursachen dafür sind die Refraktion und die ständige Änderung der Deklination der Sonne. Die Anzeigen an zwei Arten von Stundenlinien in Halbkugelsonnenuhren wurden miteinander und mit einer

Teilung in möglichst gleich lange Abschnitte „lichter Tage“ in Stichproben verglichen. Während Theoretiker für die Stundenlinien alle Parallelkreisbögen zum Äquator zwischen ihren Schnittpunkten mit einem horizontalen Großkreis in zwölf gleiche Teile teilen, können in den praktischen Ausführungen Großkreisbögen zwischen den Teilungen auf den Datumskreisen der Sonnenuhr für die Sonnenwenden und die Tagundnachtgleichen angenommen werden.

Schon lange verfolgt unser Mitglied Franz Vrabec aufmerksam meine Arbeit an dem Thema. Er hat mich in dankenswerter Weise darauf hingewiesen, dass in der für den Aufsatz verwendeten Tabelle die Deklinationen der Sonne der Mittleren, nicht der Wahren Zeit zugeordnet sind, und

hat eine quadratische Interpolation für die Zuordnung der Mittleren zur Wahren Zeit vorgeschlagen. Damit können fiktive Sonnenuhren mit Standorten auf dem Meridian von Greenwich betrachtet, aber auch die „lichter Tage“ in Mittlerer Zeit geteilt werden.

In der Tabelle 2 des Aufsatzes sind Zeilen verwechselt worden, was nun ebenfalls korrigiert werden soll, ebenso die Vorzeichenfehler bei den Werten für das Ende der sechsten Stunde. (Die Anzeige  $A_1$  entspricht einer Teilung in angenähert gleiche Zeitabschnitte, die Anzeige  $A_2$  der Teilung aller Parallelkreisbögen in gleich lange Teile, die Anzeige  $A_3$  der Annäherung durch Großkreisbögen. Zeitabschnitte sind in [min:sec] angegeben.)

Geographische Breite	30°	42°	47°	52°	65°
Stundenwinkel, 3. Stunde	- 50,2066°	- 53,0410°	- 54,5860°	- 56,4935°	- 65,2508°
Zeitdifferenz „ $A_3-A_1$ “	1:09	1:03	0:54	0:33	- 8:43
Zeitdifferenz „ $A_2-A_1$ “	1:15	1:24	1:31	1:41	2:43
Stundenwinkel, 6. Stunde	0,0385°	0,0708°	0,0903°	0,1166°	0,2862°
Zeitdifferenzen „ $A_3-A_1$ “, „ $A_2-A_1$ “	- 0:09	- 0:17	- 0:22	- 0:28	- 1:09
Stundenwinkel, 9. Stunde	50,2835°	53,1825°	54,7664°	56,7265°	65,8230°
Zeitdifferenz „ $A_3-A_1$ “	- 1:22	- 1:27	- 1:25	- 1:13	7:03
Zeitdifferenz „ $A_2-A_1$ “	- 1:27	- 1:48	- 2:02	- 2:21	- 4:23

Die richtiggestellte Tabelle 2.

## Zum Nachdenken - die Auflösung der Aufgabe aus Rundschreiben Nr. 52

Kurt Descovich, Wien

### Die Aufgabe:

*Vor nicht langer Zeit erschien in einer astronomischen Zeitschrift ein Foto ähnlich dem untenstehenden (Abb. 1) mit folgendem Kommentar: Es ist noch dunkel, früh am Morgen, die Nacht war klar und trocken, es herrscht hervorragende Weitsicht. Mondaufgang im Osten.*

*Aber halt! Bei Vollmond steht doch die Sonne dem Mond gegenüber, also im Westen, demnach ist es Abend! Was ist da bloß los?*

### Lösung:

Wir sehen den „grauen Mond“. Der Mond wird von der aus der Sicht des Mondes vollen Erde, die sehr hell strahlt, so stark beleuchtet, dass wir seine Nachtseite gut sehen können.

Das untenstehende Bild (Abb. 1) zeigt die Situation wie zuletzt und daneben (Abb. 2), etwa 5 Minuten später, die dünne abnehmende Mondsichel, wenn der Mond vor Sonnenaufgang voll aufgegangen ist.



Abb. 1 Ein prachtvoller Mondaufgang früh am Morgen.



Abb. 2 Dieselbe Situation, 5 Minuten später.