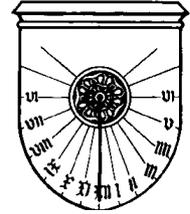


# Rund um die Sonnenuhr (1)

## ARBEITSGRUPPE SONNENUHREN Gnomonicae Societas Austriaca (GSA) Österreichischer Astronomischer Verein

---



### Rundschreiben 1998

#### Rundschreiben Nr. 6 (Nov. 1992)

Liebe Sonnenuhrenfreunde ! .....	1
Jahrestagung 1992 in Wals bei Salzburg vom 3. - 4. Oktober 1992.....	2
Vorträge.....	3
StR Arnold ZENKERT: Erscheinungsbild vertikaler Sonnenuhren .....	3
Mag. Peter HUSTY : Die Sammlung der Sonnenuhren des Salzburger Museums Carolino Augusteum.....	4
<i>Dr. -Ing. Hugo PHILIPP: Aktueller Nutzen 'alter Linien' auf Sonnenuhren.....</i>	6
<i>Michael KORN: Holographische Sonnenuhr .....</i>	7
Dipl. Ing. Herbert RAU: <i>Das Sonnenuhrendorf Taubenheim an der Spree/Sachsen ....</i>	8
Dipl. Ing. Karl SCHWARZINGER: <i>Die stereographische Sonnenuhr.....</i>	9
Robert WILHELM: <i>Einige interessante Sonnenuhren aus dem Elsaß. ....</i>	10
Besichtigung von Sonnenuhren in Salzburg und Umgebung .....	11
Uhren des Salzburger Erzbischofes Leopold Anton Eleutherius .....	11
Rund um die Sonnenuhr (1) .....	12

GNOMONICAE  
SOCIETAS  
AUSTRIACA

Anno MCM condita

## ÖSTERREICHISCHER ASTRONOMISCHER VEREIN Arbeitsgruppe Sonnenuhren

Leiter: Hofrat i.R. Dipl. Ing. Karl Schwarzinger  
A-6073 Sistrans, Am Tigls 76a  
Tel.: 0512 / 78 868

6 / 1992

November 1992

# RUNDSCHREIBEN Nr. 6

## Liebe Sonnenuhrenfreunde !

Das wichtigste Ereignis für unserer Arbeitsgruppe in der letzten Zeit war wohl die Jahrestagung in Wals bei Salzburg Anfang Oktober d.J. Darüber wird in diesem Rundschreiben ausführlich berichtet.

Weiters hat die Wahl eines Logos (oder eines Signet, wenn Sie wollen) ein Ende gefunden. Das graphisch verbesserte Sieger-Logo, die Sonnenuhr am Stephansdom in Wien von 1451, schmückt bereits den Kopf dieses RUNDSCHREIBENS. Weiteres darüber auf der nächsten Seite.

Unsere Arbeitsgruppe wächst weiter. Seit Juli 1992 sind 6 Sonnenuhrenfreunde der AG beigetreten, so daß sie nun 51 Mitglieder umfaßt.

In der Reihenfolge ihres Beitritts sind sie hier namentlich angeführt:

Johann JINDRA, Weiten N. Ö:  
Michael KORN, Salzburg  
Erwin OVERKAMP, D-4005 Meerbusch  
Dipl. Ing. Adalbert von MESZAROS,  
D-8000 München

Lajos BARTHA, Budapest  
Ing. Karl ELLER, Innsbruck

Bis zum vorigen Jahrhundert gab es genug Leute, welche die Kunst des Sonnenuhrenbauens beherrschten. Heute sind diese Personen in ganz Europa Mangelware. Zum Glück haben sich in den

letzten zwei Jahrzehnten in fast jedem europäischen Staat Vereinigungen von Sonnenuhrenfreunden gebildet, welche sich mit der Pflege der Gnomonik beschäftigen. Ihre Aufgabe soll es auch sein, eine Art Sonnenuhr-Volksbildung zu betreiben.

In unserer AG gibt es viele Sonnenuhren-Neulinge, die sich Kenntnisse in der Sonnenuhrenkunde aneignen wollen. Es gibt zwar eine umfangreiche Sonnenuhr-Literatur, aber das meiste ist für Anfänger weniger geeignet. Dazu kommt noch, daß die Fachausdrücke, Kürzel usw. in der Gnomonik nicht genormt sind. Das verwirrt den Neuling sehr. In den folgenden RUNDSCHREIBEN werden unter dem Titel

### Rund um die Sonnenuhr

in zwangloser Folge Artikel erscheinen, welche den Lernprozeß unserer Mitglieder unterstützen sollen. Alle Fachleute in unserer AG sind eingeladen, bei der Verfassung dieser Artikel mitzuwirken.

Am Beginn dieser Gnomonikreihe wird festgelegt, welche Abkürzungen und Zeichen, für welche Begriffe in diesem Blatt verwendet werden sollen. Ein ständiger Wechsel der termini technici, wie es in der Sonnenuhr-Literatur leider der Fall ist, bringt viel Verwirrung mit sich. Eine Vereinheitlichung wird es wahrscheinlich in nächster Zukunft nicht geben.

## Jahrestagung 1992 in Wals bei Salzburg vom 3. - 4. Oktober 1992

Samstag. 3. Oktober 1992

### Eröffnung

Der Leiter der AG, Dipl. Ing. Karl Schwarzinger, konnte im voll besetzten Tagungsraum des Gasthof 'Laschenskyhof' 55 Personen, Gäste und Mitglieder unserer AG, begrüßen. Besonders erfreulich war, daß sehr viele Sonnenuhrenfreunde aus dem benachbarten Ausland gekommen waren, aus Deutschland (15), Frankreich (2), Italien' Südtirol (2), der Schweiz (2) und Ungarn (4).

Die prominentesten Gäste der Tagung waren der Präsident der ungarischen astronomischen Vereinigung, Herr Aurel PONORI THEWREWK mit Gattin aus Budapest, der Vorsitzende des Arbeitskreises Sonnenuhren in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie, Herr Dr. -Ing. Hugo PHILIPP aus Hilden und der Vorsitzende des Österr. Astronomischen Ver

eins, Herr Sen Rat Dipl. Ing. Johann ALBRECHT samt Gattin aus Wien. Sie überbrachten Grußadressen.

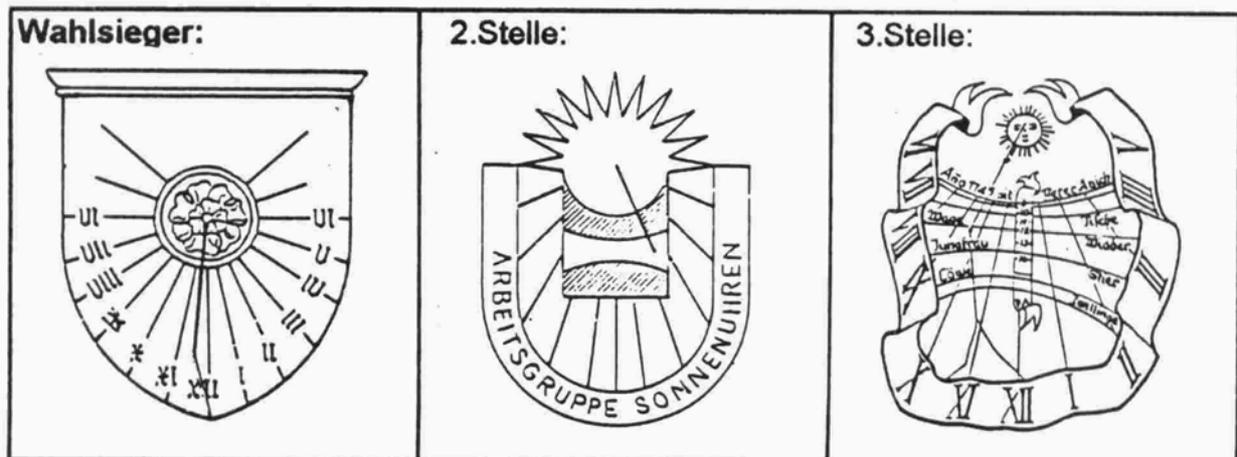
Herr SenRat Dipl.Ing.Albrecht ernannte Herrn Lajos BARTHA aus Budapest für seine großen Verdienste, die er sich um die Kontakte der beiden astronomischen Vereine in Ungarn und Österreich auf dem

Gebiet der Sonnenuhren erworben hat, zum Förderer der Arbeitsgruppe Sonnenuhren Im Österreichischen Astronomischen Verein.

Dipl. Ing. Schwarzinger berichtete über die Aktivitäten der AG im abgelaufenen Vereinsjahr. Die Schwerpunkte lagen wieder bei der Mitwirkung zur Erhaltung historischer sowie der Neuschaffung von Sonnenuhren. Dank der Mithilfe der Mitglieder wurden aber 200 weitere Sonnenuhren in Österreich registriert

Die Zunahme der Mitglieder der AG hat sich auf den Bekanntheitsgrad der AG ausgewirkt. Immer öfter werden AGMitglieder bei der Restaurierung von Sonnenuhren herangezogen.

Abschluß der LOGO-Wahl: 34 Stimmzettel sind eingelangt. Von den im RUNDSCHREIBEN Nr. 5 abgebildeten 16 Vorschlägen ging Vorschlag Nr. 14 als Sieger hervor. An 2. und 3. Stelle landeten Nr. 9 bzw. 10. Die Herren Mag. Hofmann und Prof. Dipl. Ing. Weyss, haben bereits die graphische Ausarbeitung des Logo (oder Signet) veranlasst (siehe Kopf des RUNDSCHREIBENS)



Die Ausgabe einer 2. verbesserten Auflage des vergriffenen 'Katalogs der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich' durch den Österr. Astronom. Verein ist demnächst zu erwarten.

RUNDSCHREIBEN: 6 Folgen sind bisher erschienen. Da die Zusammenstellung dieses Nachrichtenblattes unserer AG viel Zeit in Anspruch nimmt, ist eine konstante Aussendung nicht garantiert. Erfreulicherweise wird in ausländischen Sonnenuhrenzeitschriften, wie zum Beispiel im Bulletin des niederländischen De Zonnewijzerkring von den RUNDSCHREIBEN unserer AG berichtet.

Vor zwei Jahren wurde der jetzige Leiter der AG, Dipl.Ing. Schwarzinger, in diese Funktion gewählt. Nach seiner Meinung ist es sinnvoll,

diese Funktion 4 Jahre auszuüben. Nach Ablauf dieser Periode im Herbst 1994, wird Dipl. Ing. Schwarzinger diese Funktion zurücklegen und den ASTRO-Verein ersuchen, eine Neuwahl zu veranstalten.

Zum Abschluß dankte der Leiter der AG allen, die zur Organisation der Jahrestagung beigetragen haben. Besonders bedankt wurde Herr Bruno Moltinger als örtlicher Organisator sowie Herr Mag. Peter Husty, der bereits am Vormittag 29 Teilnehmern unserer Tagung die Sonnenuhrensammlung des Salzburger Museums Carolino Augusteum zeigte und anschließend eine Stadtbesichtigung ermöglichte

## Vorträge

### StR Arnold ZENKERT: Erscheinungsbild vertikaler Sonnenuhren

Der weitaus größte Teil der Sonnenuhren befindet sich an vertikalen Wänden. Die Anzahl der fehlerhaften Sonnenuhren ist nicht gering, einige von ihnen kann man auch als Pseudosonnenuhren bezeichnen. Im folgenden werden die wichtigsten Kriterien zur Fehlererkennung genannt. Für die Beurteilung sind keine Hilfsmittel erforderlich, sondern die Kenntnis aus der Gnomonik zur Zifferblattgestaltung und Positionierung des Schattenwerfers, also das Erscheinungsbild.

**Vertikale Süduhr (VS)** "Harmonisches", symmetrisches Zifferblatt.

Stundenlinien für 6 und 18 Uhr bilden mit der Mittagslinie einen rechten Winkel (Achsenkreuz). Substilare und Mittagslinie fallen zusammen. Bei WOZ bildet die Mittagslinie die Symmetrielinie für die Stundenlinien.

Der Erhebungswinkel des Schattenwerfers beträgt  $90^\circ - \varphi$  ( $\varphi =$  geogr. Breite des Standortes). Bei Datumslinien: Äquinoktiallinie schneidet die Mittagslinie rechtwinkelig. Die gekrümmten Linien für das

Winterhalbjahr befinden sich oberhalb der Äquinoktiallinie. Bei den Horizontaluhren ist es umgekehrt.

**Abweichende (deklinierende) vertikale Sonnenuhr (VSO, VSW).**

Die Linie für 12 Uhr WOZ (wahrer Mittag) muß stets senkrecht verlaufen (wichtiger Test).

Linien für 6 und 18 Uhr verlaufen nicht waagrecht, zur Mittagslinie besteht keine Symmetrie. Je nach Wandabweichung kommt es auf der Vormittagsseite (Ostabweichung) bzw. auf der Nachmittagsseite (Westabweichung) zu einer dichteren Scharung der Stundenlinien. Oberhalb der Waagrechten kann es keine Stundenlinien geben. Ist die Linie für 6 Uhr nach unten gerichtet: Ostabweichung. Trifft dies für 18 Uhr zu: Westabweichung.

Die Substilare bildet mit der 12 Uhr-Linie einen Winkel, liegt diese auf der Vormittagsseite: Ostabweichung, auf der Nachmittagsseite: Westabweichung. Maximaler Substilarwinkel:  $90^\circ - \varphi$ .

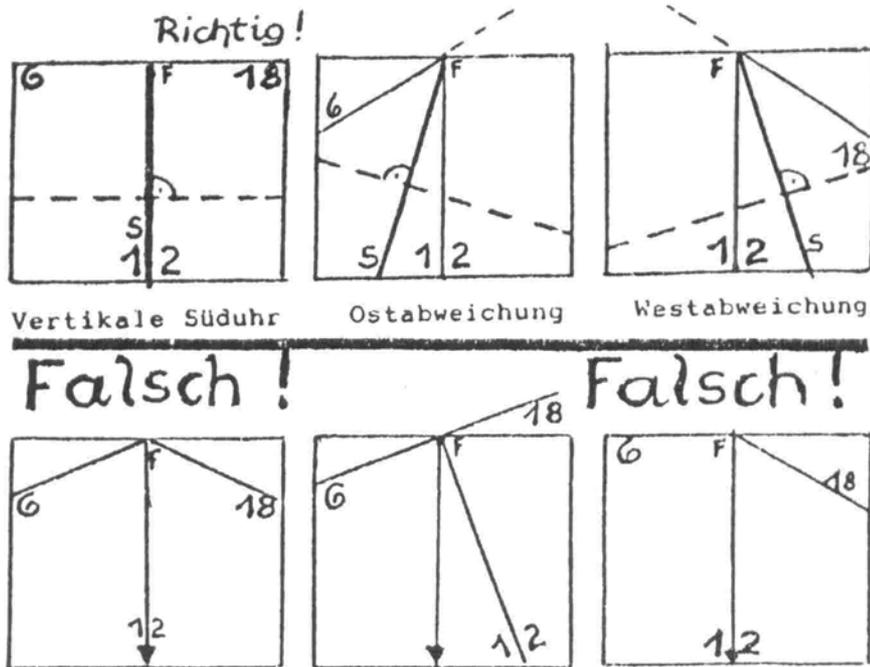


Abb. 1

Der Erhebungswinkel des Schattenwerfers ist stets kleiner als  $90^\circ - \varphi$ . Die Größe der Wandabweichung kann am Substilar- und Erhebungswinkel geschätzt werden.

Bei Datumslinien: Äquinoktiallinie (Tag- u. Nachtgleiche) bildet mit der Substilaren einen rechten Winkel, liegt aber nicht waagrecht. Bei Ostabweichung: Äquinoktiallinie verläuft von links nach rechts abwärts, bei Westabweichung von links nach rechts aufwärts. Bei zunehmender Wandabweichung "verflachen" die Datumslinien, sie nähern sich denen einer polaren Ost- bzw. Westuhr. Die Krümmung nimmt ab, die Abstände der Linien für den 21.6. und 21.12.v.d. Äquinoktiallinie

gleichensich an.

#### Sonnenuhren mit Ortszeitkorrektur (MEZ bei Zeitgleichung 0)

Linie für 12 Uhr "MEZ" verläuft nicht mehr senkrecht, sondern in Richtung Vormittag (westlich von Görlitz bzw. Gmünd N.Ö.). Der Winkel ist klein, beträgt zum Beispiel für  $52^\circ$  Breite,  $10^\circ$  Länge und  $40^\circ$  Wandabweichung nur  $3,8^\circ$ . Der Zeitpunkt des wahren Mittags (örtl. Sonnenhöchststand) sollte markiert werden. Für Orte östl. von Görlitz (bzw. Gmünd in N.Ö.) verläuft die Linie für 12 Uhr "MEZ" in Richtung Nachmittag.

### Mag. Peter HUSTY : Die Sammlung der Sonnenuhren des Salzburger Museums Carolino Augusteum.

Die Sammlung der Sonnenuhren im Salzburger Museum Carolino Augusteum umfasst eine bedeutende Anzahl von über 80 Instrumenten, die sich durch große Vielfalt in Bezug auf Formen und Materialien auszeichnen. Bereits seit der Gründung des Museums im Jahre 1834 wurden diese kulturgeschichtlich interessanten Objekte, nachdem sie durch serielle Produktion me

chanischer Uhren ihren Wert verloren hatten, vermehrt im Museum gesammelt.

Mittelalterliche und frühe Belegstücke fehlen allerdings völlig - die beiden ältesten Exemplare ein Teil einer Klappsonnenuhr von Hieronimus Reinmann und eine erhaltene Klappsonnenuhr - beide aus Elfenbein - stammen aus den Jahren 1562 und 1575.

Salzburg war nie ein wichtiges Zentrum der Uhrmacherkunst wie etwa Augsburg oder Nürnberg. Im Barock, das für dieses Gebiet eine besondere Neigung empfand, und gerade in der 1. Hälfte des 18. Jh. wurden in Salzburg vermehrt Sonnenuhren hergestellt. Unter dem Erzbischof Leopold Anton Eleutherius von Firmian (1727 -1744), [siehe Seite 11] der ein großes persönliches Interesse für die Zeitmessung hegte, entstanden die interessantesten und merk Stücke des Museums: Polyedrische Sonnenuhren aus Untersberger Marmor, die über 20 Einzeluhren auf einem Block vereinen (Abb.2) oder etwa Horizontal, bestehend aus vergoldeten und feinst gravierten Messingplatten, die zahlreiche astronomische Angaben aufweisen oder eine Becher aus geätztem und bemaltem Glas (Abb.3).

Neben solchen Prunkstücken besitzt das Museum auch eine Reihe "kleinerer" Chronometer, die meist aus dem 18. Jh. stammen: Reiseäquatorialsonnenuhren (Abb.4) Augsburg Provenienz, die als Gebrauchsgegenstände in den Salzburger Handel kamen, Bauern, die den dörflichen Lebensrhythmus einteilten, zweifache Sonnenringe, die wegen ihrer Präzision bereits exakte Zeitbestimmungen ermöglichten, Klappsonnenuhren, die eine weitverbreitete Handelsware darstellten oder auch Horizontalsonnenuhren, deren Ziffer meist durch Steinätzung auf Solnhofer Kalk entstanden.



Abb.2

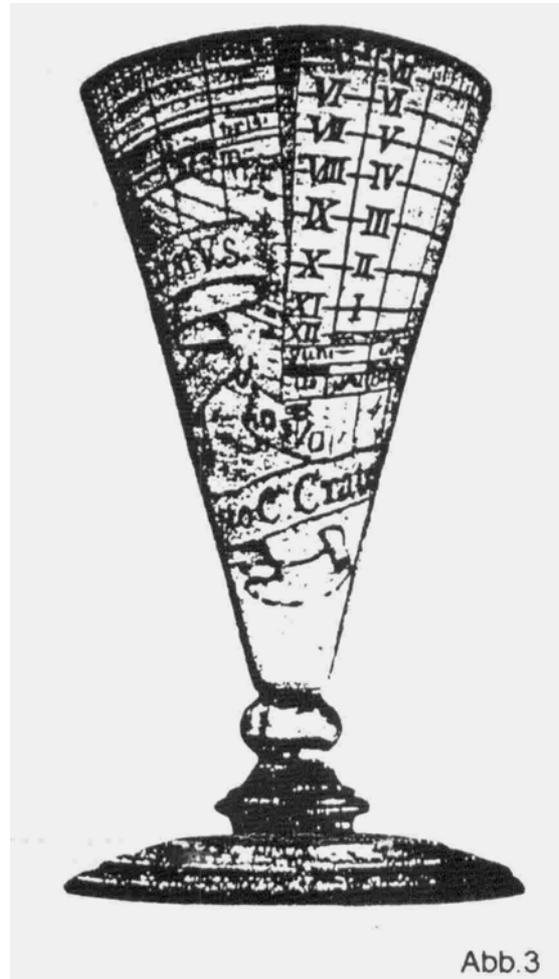


Abb.3

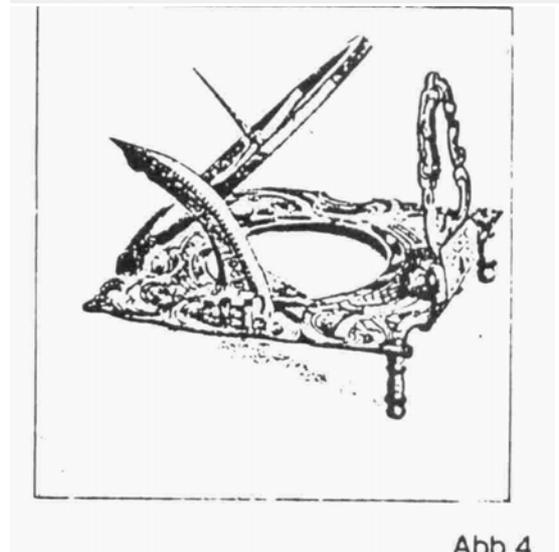


Abb.4

Die Sammlung wurde bereits 1908 durch den Kustos Alphons Haupolter grundlegend bearbeitet. Der damals entstandene Katalog beschreibt bereits 67 Stücke. Leider ist er längst vergriffen.

### **Dr. -Ing. Hugo PHILIPP: Aktueller Nutzen 'alter Linien' auf Sonnenuhren.**

Ist es insbesondere für den Laien schon schwierig, eine einfache Sonnenuhr abzulesen, so ist es ihn vielfach bei jenen Sonnenuhren geradezu unmöglich, bei denen versucht wird, die Genauigkeit der 'Uhr am Handgelenk' nachzuvollziehen.

Außerdem sind der Genauigkeit von Sonnenuhren aufgrund natürlicher Gegebenheiten Grenzen gesetzt; z. B. ist die Ablesemöglichkeit an den Zeitgleichungsschleifen in den Wochen um die Sonnenwenden sehr eingeschränkt und ungenau. Was soll also der Wettlauf zwischen Hase und Igel' ?

Aber es gibt Linien auf historischen Sonnenuhren, die man auf neuzeitlichen Zifferblättern realisieren sollte, geben sie doch Informationen, die dem modernen Zeitgenossen von anderer Seite trotz aller Technik nicht so einfach gegeben werden.

1.) Wahre Ortszeit, bei der 12 Uhr Mittag tatsächlich die Mitte des Tages ist. Nach dieser Zeit richtet sich die Natur und auch der Mensch tut gut daran, sich nach dieser natürlichen Zeit zu richten und sich z. B. nicht der brennenden Mittagsglut auszusetzen.

2.) Anstelle Deklinationslinien dem Tierkreis entsprechend, solche Linien einzuzichnen, für die gilt, daß an diesem Tage die Längen von lichtem Tag (Sonnenaufgang bis - untergang) und der Nacht volle Zahlen von Stunden sind.

2a) Eine begrenzt genaue Angabe sind bestimmte Tage, also Geburtstag und Hochzeitstag, auf der Sonnenuhr; zu den Sonnenwenden sollte man sie nicht anstreben.

3) Italische und Babylonische Stunden nutzen. Erstere geben mit geänderter Zählung die *Stunden bis zum Sonnenuntergang*, Angaben von einiger Nützlichkeit für Wanderer, Gärtner und Parkbesucher. 4) Sonnenhöhen. Es ist bekannt, daß je kürzer der Weg der Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre, um so mehr hautschädigende

Strahlen auf die Erde gelangen. Sonnenhöhen-Linien auf Sonnenuhren können Bereiche anzeigen, in denen je nach Hauttyp bestimmte Verhaltensweisen zum Schutz der Haut angezeigt sind.

Auf einfache Weise sind am Strand derartige Markierungen mittels Stab und Bindfaden in den Sand zu geben.

Es wird besonders darauf hingewiesen, daß alle Arbeiten an der Wand oder auf dem Gerüst so vorzubereiten sind, daß sie dort mit geringstem Aufwand und in kürzester Zeit erledigbar sind. Das bedeutet zwar mehr Arbeit am Schreibtisch, aber umso weniger bei den handwerklichen Arbeiten.

Hierzu als Praxisbeispiel das Aufzeichnen italischer Linien: Es wird ähnlich wie beim Aufzeichnen üblicher Stundenlinien, ein Hilfsrahmen benutzt. Auf diesem liegen berechnete Punkte, die, miteinander verbunden, die italischen Stundenlinien und die Äquinocientlinie ergeben. Die Lage der Schnittpunkte der Deklinationslinien mit den italischen Linien wird berechnet und auf letzteren abgemessen; diese Punkte verbunden, ergeben Deklinationslinien.

Eine bewährte Ausführung des Stabes ist die mit zwei Stützen, für dessen Montage lediglich zwei winkelrechte Löcher in die Wand zu bohren sind; eine in Stundenbruchteilen zu erledigende Arbeit.

#### **Anmerkung der Schriftleitung:**

*Dr Philipp ist Vorsitzender des deutschen 'Arbeitskreis Sonnenuhren', der sich mit der Registrierung der ortsfesten Sonnenuhren in der BRD befaßt. Sollten Sie Adressen von Sonnenuhren in Deutschland kennen oder Fotos besitzen, senden Sie diese bitte an: Dr. Ing. Hugo Philipp. D-4010 Hilden. Düsseldorfstr 73. Auf Wunsch erhalten Sie Meldeblätter zugeschickt.*

## Michael KORN: Holographische Sonnenuhr

Die Holographie macht es möglich, eine Sonnenuhr zu konstruieren, die ganz ohne Schatten Zeit und Datum anzeigt. Ein holographischer Zeiger ersetzt somit den gewohnten Schattenwerfer. Das Hologramm rekonstruiert einen dreidimensionalen Zeiger der geradewegs durch die Hologrammebene geht. Blickt man entlang des Zeigers, ähnlich wie durch ein Fernrohr, so visiert man einen bestimmten Punkt auf der dahinterliegenden Skala an.

Der Schnittpunkt der Zeigerrichtung mit der

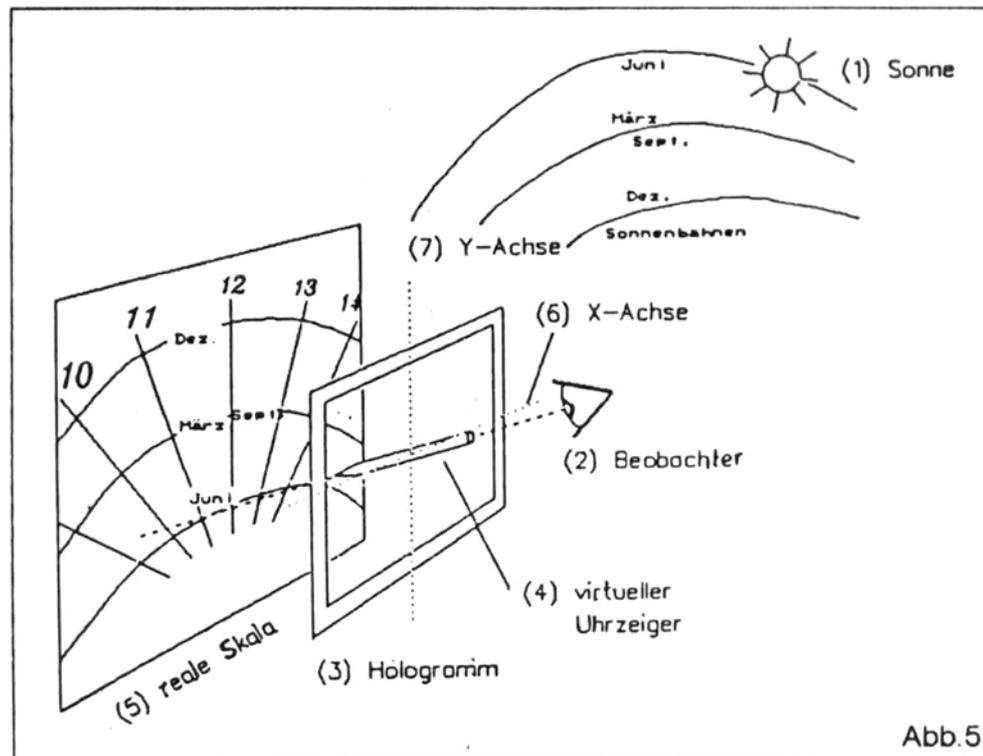


Abb.5

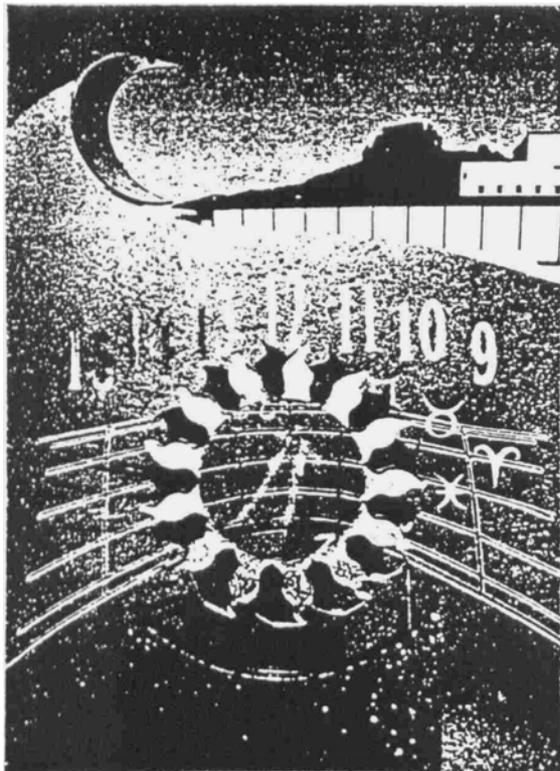


Abb.6

Skalenebene zeigt die Zeit und das Datum an. Durch die scheinbare Bewegung der Sonne während des Tages beginnt sich auch der optische Zeiger zu drehen und weist somit auf ständig neue Punkte des Zifferblattes.

Zur Schaffung der holographischen Sonnenuhr waren drei wesentliche Schritte notwendig:

- 1.) Berechnung des Sonnenstandes.
- 2.) Das Verhalten des holographischen Zeigers auf verschiedene Einfallsrichtungen der Rekonstruktionsquelle mußte ermittelt werden.

Die ermittelten Meßpunkte wurden durch Annäherung in mathematische Gleichungen umgewandelt. Da die Sonne an die Stelle der Rekonstruktionslichtquelle tritt, ergeben sich durch den berechneten Sonnenstand die Einfallswinkel der Sonne auf das Hologramm. Mittels der aus der Vermessung erstellten Gleichungen ist es möglich, für einen bestimmten Sonnenstand die Richtung, in die der holographische Zeiger weist, zu berechnen.

3.) Diese Richtung wird im letzten Schritt mit einer festgelegten Skalenebene zum Schnitt gebracht, wodurch man den Beschriftungspunkt eines Zeitpunktes an einem gewissen Datum erhält.

Mit einem Hologramm kann ein Bereich von sechs Stunden am Tag angezeigt werden. Setzt man zwei Hologramme mit unterschiedlicher Ausrichtung ein, läßt sich dieser Bereich auf zwölf Stunden erweitern. Die Genauigkeit der holographischen Sonnenuhr entspricht jener traditioneller Sonnenuhren und wird hauptsächlich durch die Ablesegenauigkeit bestimmt, die im Bereich von weniger als 5 Minuten liegt.

Eine weitere Variante der holographischen Sonnenuhr besteht im umgekehrten Aufbau. Dabei wird ein berechnetes Skalenmodell (Zifferblatt einer Sonnenuhr) holographiert, das sich dann bei der Rekonstruktion durch die

Sonne an einem realen Zeiger, der fest vor dem Hologramm montiert ist, vorbeibewegt. Schwierigkeiten ergeben sich durch den eingeschränkten Sichtbarkeitsbereich des Hologramms. Für die Aufstellung einer holographischen Sonnenuhr ergeben sich vielfältige individuelle Lösungen. Die Größe wird durch den Abstand der Skala zum Hologramm bestimmt. Je weiter die Skala vom Hologramm entfernt ist, desto größer wird sie.

Für die Entwicklung der holographischen Sonnenuhr benötigte der Vortragende einen Zeitraum von 1 ½ Jahren. Ein Prototyp wurde bei der Tagung von Herrn Korn vorgestellt. Der Vortragende, der sich mit der Weiterentwicklung holographischer Sonnen beschäftigt, hat die Firma M. Korn Holo-Sonnenuhren in A-5020 Salzburg, M. Pacher Str. 32, ins Leben gerufen.

### **Dipl. Ing. Herbert RAU: *Das Sonnenuhrendorf Taubenheim an der Spree/Sachsen***

Ein gutes Dutzend Sonnenuhren befindet sich in dem Dorf Taubenheim, im Oberlausitzer Bergland. Der Ort liegt ca. 40 km östlich von Dresden, an der Grenze zur CSFR.

Taubenheim wurde 1250 gegründet. Heute bestimmen zahlreiche Umgebendhäuser das Bild des etwa 2000 Einwohner zählenden Ortes.

Zwei Männer machten Taubenheim zu einem Sonnenuhren-Dorf. Ein Ende des 18. Jh eingewanderter böhmischer Uhrmacher und Goldschmied und der heute im Ort ansässige, 84 jährige Grafiker und Sonnenuhrenfreund, Martin Hölzel.

Auf den Uhrmacher aus Böhmen gehen die beiden ältesten Eck-Sonnenuhren im Ort, aus den Jahren 1792 und 1798, zurück. M. Hölzel ist der Restaurator dieser beiden Sonnenuhren und seit 15 Jahren Schöpfer neuer Sonnenuhren. Er schuf für die betreffenden Häuser eine in der Oberlausitz charakteristische Sonnenuhrenart.

Es sind dies die Eck

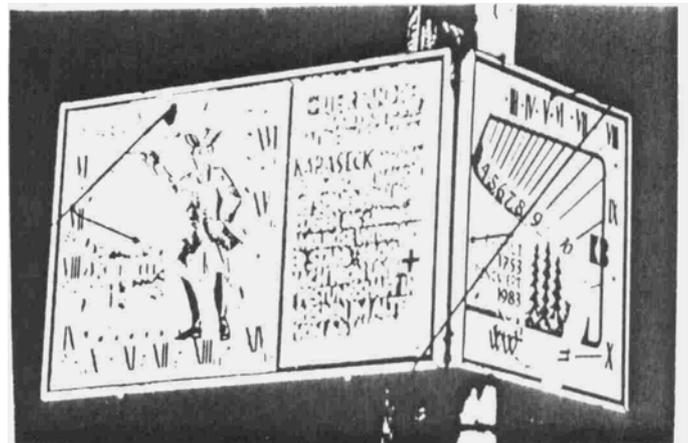


Abb. 7



Abb. 8

Sonnenuhren mit zwei jeweils um 900 versetzten Zifferblätter. Dazu illustrieren auf den Zifferblättern historische Darstellungen und Texte die Vergangenheit der jeweiligen Häuser und ihrer Bewohner.

So die Eck-Sonnenuhr am Kramerhaus SCHMIEDSLOB'L, - am Haus des Bauern und Feuerwehrhauptmannes SCHENKSLIEB, - an der ehemaligen NIEDERMÜHLE, an der Unterkunft des Räuberhauptmannes KARASECK (Abb.7) und - an der ehemaligen BLEICHE (Abb.8).

Alle Sonnenuhren von M. Hölzel zeigen WOZ und WOZ + 1 Stunde an. Auf Grund der Längendifferenz zu Görlitz (- 0,5°) beträgt in Taubenheim die WOZ = WOZ (G) - 2 Minuten.

Zum Schluß wurden Modellfälle der Zifferblattanordnung für Eck-Sonnenuhren und deren Eigenschaften in mittleren geographischen Breiten diskutiert.

### **Dipl. Ing. Karl SCHWARZINGER: Die stereographische Sonnenuhr.**

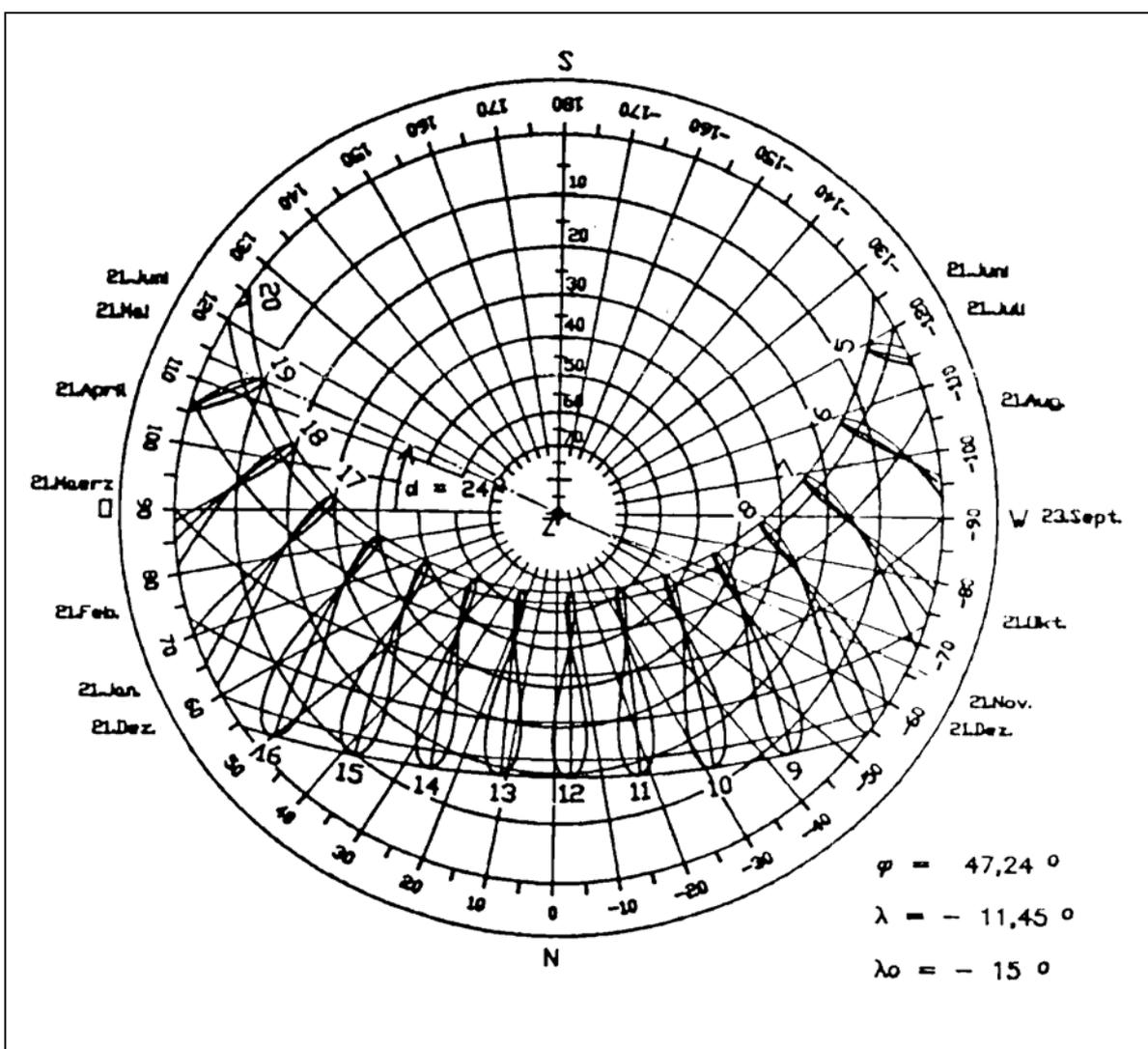


Abb.9:

Stereographische Sonnenuhr für Zonenzeit. Eingetragen ist weiters eine vertikale Fläche mit einer Abweichung von  $d = 24^\circ$  (strichpunktiert). Berechnung dieses Zifferblattes unter Verwendung eines Computerprogramms von F. J. de Vries /Eindhoven/NL.

**Grundlagen:**

Grundlage bildet die stereographische Projektion. Darunter versteht man eine Zentralprojektion der Kugelfläche von einem ihrer Punkte. Die Abbildung der Himmelskugel erfolgt vom Nadir auf die Horizontalebene. Hauptvorteil der Projektion ist die kreistreue. Alle Kreise der Kugel (z. B. die Tagbögen der Sonne sowie die Stundenkreise) werden wieder als Kreise abgebildet. Kreise die durch das Projektionszentrum gehen (z. B. der Ortsmeridian) werden zu Geraden.

**Der Oughtred'sche Sonnenkompaß:**

Der engl. Mathematiker und Astronom William OUGHTRED (1574-1660) veröffentlichte 1636 eine Schrift über die stereographische Sonnenuhr. Obwohl Oughtred sicher nicht Erfinder dieses Sonnenuhrentyps ist, wird sie oft als Oughtred-Sonnenuhr bezeichnet. Er kombinierte die stereographische Sonnenuhr mit einer gewöhnlichen Horizontal-Sonnenuhr und machte damit die Konstruktion zu einem Sonnen-Kompaß.

**Verwendungsmöglichkeiten:**

Richtet man die Meridianlinie der horizontalen stereographischen Sonnenuhr" nach Norden

aus, so läuft der Schatten einer im Zenit stehenden Senkrechten durch die Projektion des augenblicklichen Sonnenstandortes. Damit wird die Projektion zur Sonnenuhr. Die wichtigsten Anwendungsmöglichkeiten:

- 1.) Zeitablesung am Tagbogen, welche der augenblicklichen Deklination der Sonne (Datum) entspricht. Gleichzeitig kann man Sonnen-Höhe und Azimut bestimmen.
- 2.) Sonnenauf- und Untergang können an den Schnittpunkten der Tagbögen mit dem Horizont abgelesen werden. Dadurch läßt sich die Länge des lichten Tages festlegen.
- 3.) Mittels der Azimutstrahlen können die Entfernung der Auf- und Untergangspunkte der Sonne von der Ost-West-Achse abgelesen werden.
- 4.) Verwendung der stereographischen Sonnenuhr als Kompaß siehe oben.

-----  
Hinweis: Bei der Tagung verteilte der Vortragende eine 6seitige Schrift über die 'Stereographische Sonnenuhr'. Diese kann Sonnenuhrenfreunden gegen Rückporto zugeschickt werden.

Fehler-Berichtigung in dieser. Schrift: Auf Seite 2 lautet die Formel (4) richtig:

$$Y_{MS} = R \cdot \text{tg } \varphi$$

**Robert WILHELM: Einige interessante Sonnenuhren aus dem Elsaß**

Der Vortragende stellte in einem Diavortrag aus der Vielzahl der Sonnenuhren aus dem Elsaß folgende vor:

- 1.) Römische Hohlkugel-Sonnenuhr aus der Römerzeit (Rohanschloß Straßburg) sowie Nachahmungen aus der Gegenwart.
- 2.) Kanoniale Sonnenuhren an Kirchenmauern und getragen von Statuen (z. B. Straßburger Münster).
- 3.) Die älteste Polos-Sonnenuhr des Elsaß aus 1493 am Straßburger Münster (Abb.10)
- 4.) Drei Sonnenuhren des 16. Jh. an der Südfassade (Giebel) des Straßburger Münsters.
- 5.) Blocksonnenuhren aus Vogesensandstein vergangener Jahrhunderte (z. B. Otilienberg).
- 6.) Sonnenuhren der Gegenwart.

Herr Wilhelm stellte eine großes Sortiment selbst hergestellter tragbarer Sonnenuhren und Astrolabien vor, die sehr bewundert wurden.



Abb. 10

Adressen der Vortragenden :

Mag. Peter **HUSTY**, Löwenstemstr. 3, A-5400 Hallein / Michael **KORN**, Michael Pacher Str. 32, A-5020 Salzburg / Dr.- Ing. Hugo **PHILIPP**, Düsseldorferstr.73, D-W-4010 Hilden / Dipl. Ing. Herbert **RAU**, Kurt-Fischer-Str. 1, D-0-1110 Berlin / Dipl. Ing. Karl **SCHWARZINGER**, Am Tigls 76 a, A-6073 Sistrans / Robert **WILHELM**, 7 rue Joliot Curie, F-67800 Hoenheim / StR Amold **ZENKERT**, Seestr.17, D-O-1560 Potsdam

**Sonntag. 4. Oktober 1992**

## Besichtigung von Sonnenuhren in Salzburg und Umgebung

Mit dem Bus gings in den Salzburger Flachgau zu folgenden Orten: Elixhausen, (Schl. Ursprung), Obertrum a. See, (Schule), Mattsee, (Weyerbucht), Berndorf bei Salzburg, (Kirche), Schleedorf, HNr. 106, Köstendorf, (Dekanatskirche), Seekirchen a. Wallersee (Schloß Seeburg, Haus 'Jansen', Dekanatskirche) u. Henndorf.

Von den 29 in Salzburg bekannten Sonnenuhren wurden die schönsten und sehenswertesten aufgesucht: Pfarrkirche Gnigl,

Mozartplatz 7, Waag Platz 1, Universitätsplatz, (Bodensonnenuhr), Max-Reinhardt Platz (Universität), 2. St.Peter-Hof, Stiftshof St. Peter, Franziskanerkloster, Schloß Hellbrunn und zum Abschluß Marienheim in Glasenbach.

Unter der fachkundigen Reisebegleitung von Herrn Mag. Husty wurde die Fahrt zu den Sonnenuhren trotz teilweise kaltem und windigem Wetter zu einem Vergnügen.

\*\*\*\*\*

## Uhren des Salzburger Erzbischofes Leopold Anton Eleutherius Freiherr von FIRMIAN (1727 -1744)

AG-Mitglied Mag. Peter HUSTY, vom Museum Carolino Augusteum Salzburg hat in eigener Sache folgende Bitte an alle Sonnenuhrenfreunde:

"FÜR EINE AUSSTELLUNG DER UHREN DES SALZBURGER ERZBISCHOFES FIRMIAN BITTE ICH ALLE SONNENUHRENFREUNDE UM AUFMERKSAMKEIT UND HILFE. DIE SAMMLUNG DER MECHANISCHEN UHREN UND HELIOCHRONOMETER WURDE NACH DEM TOD DES ERZBISCHOFES IN ALLE WINDE ZERSTREUT -ANLÄßLICH DER AUSSTELLUNGSVORBEREITUNG TAUCHEN ZAHLREICHE EXEMPLARE ERNEUT AUF. VIELE SONNENUHREN LASSEN SICH DURCH CHRONOGRAMME, IN-SCHRIFTEN, NAMENSBEZEICHNUNGEN UND VOR ALLEM DAS WAPPEN DES ERZBISCHOFES FIRMIAN IDENTIFIZIEREN. EINIGE DIESER HELIOCHRONOMETER VERWENDEN SOGAR DIE INITIALEN ODER EINZELNE TEILE DES WAPPENS ALS SCHATTENWERFER. SOLLTEN IHNEN DERARTIGE SONNENUHREN BEKANNT SEIN ODER IRGENDWO AUFFALLEN, ERSUCHTE ICH SIE, MIR DIES MITZUTEILEN".

Wappenbeschreibung: Geviertet mit Mittelschild, in letzterem in Silber auf rotem Kissen eine Grafenkrone. Im 1. und 4. Feld zwei silberne Querbalken, begleitet von sechs (3,2,1) gestürzten Halbmonden. Im 2. und 3. Feld in blau eine schräg rechts gelegte Hirschstange mit goldenen Sternen (Abb.11).

**Mitteilungen an: Peter Husty, Löwensternstr. 3, A-5400 Hallein, Tel. : 08245 / 3033.**



Abb.11

Karl Schwarzinger

## Rund um die Sonnenuhr (1)

### EINLEITUNG

Unter 'Rund um die Sonnenuhr' werden ab diesem RUNDSCHREIBEN Artikel über Theorie und Praxis der Sonnenuhren erscheinen. Alle Veröffentlichungen werden meist so verfaßt, daß sie auch für Gnomonik-Anfänger verständlich sind.

Jedes Fachgebiet besitzt eine spezielle Terminologie, also Fachausdrücke und Abkürzungen. Das gilt auch für die Gnomonik (Lehre der Sonnenuhren). Diese Grundbegriffe, sozusagen das Handwerkzeug, wird zu Beginn vorgestellt.

### ERD- UND HIMMELSKUGEL

Sowohl bei der Festlegung eines Standortes auf der Erde als auch von Himmelskörpern haben wir es astronomisch gesehen mit Kugelflächen zu tun. Zumindest wird diese Hypothese für alle Rechnungen verwendet.

Punkte auf einer Kugel werden mit sphärischen Koordinaten (Winkeln) festgelegt. Mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie werden Berechnungen (Dreiecksberechnungen, Transformationen usw.) auf Kugelflächen ausgeführt. Sie müssen aber nicht unbedingt die sphärische Trigonometrie beherrschen, um Sonnenuhrberechnungen auszuführen. Die Formeln werden Ihnen ins Haus geliefert.

Es ist aber sinnvoll zu wissen, mit Hilfe welcher Koordinaten ein Ort auf der Erdkugel (Standort der Sonnenuhr) sowie der Standpunkt der Sonne (so wie jeder andere Himmelskörper

auch) auf der Himmelskugel festgelegt wird. Koordinaten sind zugeordnete Größen. Für die Festlegung eines Punktes auf einer Kugel genügen 2 Winkel, sofern man als Basis für die Koordinaten Bezugsflächen bzw. Bezugskreise (Schnittlinien der Flächen mit der Kugel) definiert.

Erd- und Himmelskugel haben eine gemeinsame Achse und Äquatorebene. Daher kann man Koordinaten der Erdkugel auf die Himmelskugel übertragen.

Abb.12 zeigt die Himmelskugel. Der Punkt O ist der Standort der Sonnenuhr. Der Großkreis Z-S-NA-N-Z entspricht dem Schnittkreis der Ortsmeridianebene mit der Himmelskugel. Es ist übrigens für die Berechnungen völlig egal wie groß man den Radius der Himmelskugel wählt. Der Erdkugel-Radius ist überhaupt auf Null zusammengeschrumpft. Die Erd- und Himmels-

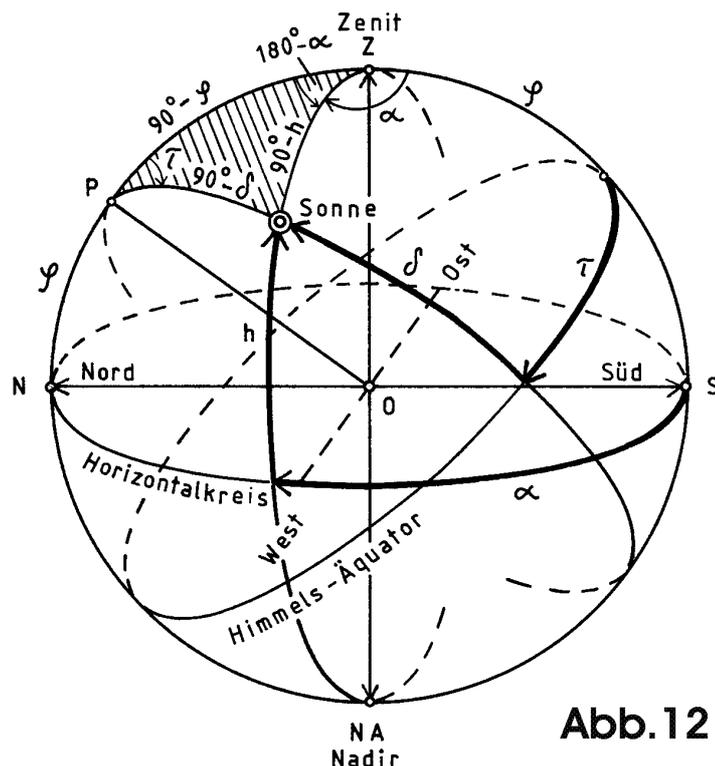


Abb.12

achse ist durch die Gerade O - P angedeutet. Sie steht natürlich senkrecht auf der Äquatorebene.

In Abb.12 wurde das sphärische Dreieck : P (Himmelspol) - Z (Zenit) - Sonne schraffiert. Wie Sie sehen, sind auf einer Kugel auch die Seiten nicht im Längen- sondern im Winkelmaß angegeben. So entspricht zum Beispiel der Winkel  $\varphi$  (geogr. Breite) dem Winkel N-O-P (Zentriwinkel).

Im schraffierten Dreieck sind die wichtigsten Koordinaten (  $\varphi$ ,  $\delta$ ,  $\tau$ , h und a ) enthalten. Ihre Wechselbeziehungen sind darin erkennbar.

*Anmerkung: Alle Formeln werden mit runden Klammern am rechten Rand nummeriert. Für Hinweise auf eine Formel genügt dann zum Beispiel: siehe (1).*

### BENENNUNGEN, ABKÜRZUNGEN, SYMBOLE

In den Kästchen wird jeweils links der Begriff und rechts das Symbol angegeben, welche für Formeln verwendet wird.

#### Geographische Koordinaten

<b>Geographische Breite</b>	$\varphi$
-----------------------------	-----------

Vom Äquator aus positiv nach Norden und negativ nach Süden gezählt.

<b>Geographische Länge</b>	$\lambda$
----------------------------	-----------

Vom Nullmeridian durch Greenwich aus nach Osten negativ (!).

Die geogr. Koordinaten können Sie aus topographischen. Karten (Österr. Karte 1:25000 bis 1:100000 oder Generalkarte 1:200000 in genügender Genauigkeit (Fehler  $\pm 1$  Winkelminute tolerierbar) herausgemessen werden.

#### Koordinaten der Sonne im festen Äquatorsystem :

'Fest' bedeutet, daß Erd-und Himmelskugel eine ruhende Einheit bilden und nur die Himmelskörper (z.B. Sonne) auf der Himmelskugel ihre Kreise ziehen (Hypothese).

<b>Deklination der Sonne</b>	$\delta$
------------------------------	----------

Winkelabstand der Sonne vom Himmelsäquator. Nach Norden positiv. Ihre Maximalwerte -  $\pm 23,45^\circ$  entsprechen der Schiefe der Ekliptik ( Symbol:  $\epsilon$  ).

Die **Deklination der Sonne** benötigen Sie für alle vom Kalender abhängigen Linien. Dazu gehören das Lineament für alle mittleren Zeiten (z.B. MEZ) und die Datums-(Deklinations-) Linien. Es gibt Formeln zur Berechnung der Deklination. Einfacher ist es, die Deklination der Sonne für bestimmte Tage des Jahres aus Tabellen (z.B. Kosmos 'Das Himmeljahr') zu entnehmen.

<b>Stundenwinkel der Sonne</b>	$\tau$
--------------------------------	--------

Winkel zwischen dem Großkreis durch die Sonne und die Himmelspole und dem Orts-Meridian, gezählt vom Orts-Meridian aus von Süd über West positiv und von Süd nach Ost negativ.

$$[ 180^\circ > \tau <= - 180^\circ ]$$

Der Stundenwinkel für die wahre Ortszeit (WOZ) für eine beliebige Tageszeit k (0 bis 24 Stunden) kann aus Formel (1) berechnet werden.

$$\tau = 15 \cdot (k - 12) \quad (1)$$

#### Koordinaten der Sonne bezogen auf die Horizontalebene des Standorts

<b>Sonnenhöhe</b>	$h$
-------------------	-----

Winkelabstand der Sonne vom Horizont, positiv zu zählen über, negativ unter dem Horizont.

Die Refraktion (Beugung eines Lichtstrahls in der Erdatmosphäre) bewirkt, daß die gemessene Höhe eines Himmelskörpers größer ist als seine tatsächliche Höhe. Sie wirkt sich vor allem bei kleinen Sonnenhöhen aus

(Sonnenaufgang). Bei Sonnenuhr-Berechnungen kann sie in der Regel vernachlässigt werden.

<b>Sonnenazimut</b>	<b>a</b>
---------------------	----------

Winkel zwischen der Ortsmeridianebene und der Ebene eines Großkreises durch die Sonne und dem Zenit. Von Süden aus gezählt nach Westen positiv, nach Osten negativ.

### Festlegung eines ebenen Zifferblattes in beliebiger Lage

(siehe Abb.13)

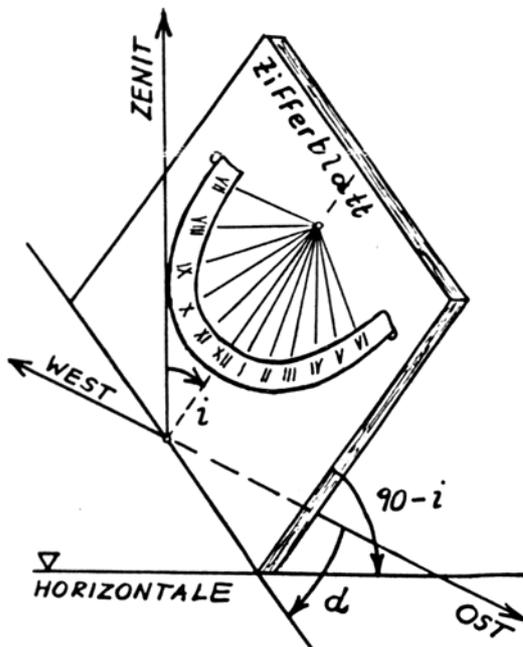


Abb.13

<b>Deklination (bzw. Abweichung) der Zifferblattebene</b>	<b>d</b>
---	----------

Winkel zwischen der Schnittgeraden der Zifferblattebene mit der Horizontalebene und der Ost-West-Richtung. Für abweichende Zifferblätter nach Westen ist d positiv und nach Osten negativ.

<b>Inklination (bzw. Neigung) der Zifferblattebene</b>	<b>i</b>
--	----------

Winkel zwischen Nadir-Richtung und der Zifferblattebene. Bei einem vertikalen Zif-

ferblatt ist  $i = 0^\circ$  und bei einem horizontalen ist  $i = 90^\circ$ . Ist das Zifferblatt nach vorne geneigt, dann ist  $i$  negativ.  
 $[ 180^\circ > i > -180^\circ ]$

### Zeitmaße

In diesem Kapitel werden nur die für die Sonnenuhr-Berechnung wichtigsten Zeitmaße behandelt. Gleichzeitig werden die Formeln für die Berechnung des Stundenwinkels  $\tau$  für die einzelnen Zeitmaße angegeben:

<b>Wahre Ortszeit</b>	<b>WOZ</b>
-----------------------	------------

Dieses Zeitmaß ist das natürlichste aller Zeitmaße. Es gibt den wahren Lauf der Sonne wieder und ist daher für Sonnenuhren am einfachsten nachvollziehbar.

Der Zeitwinkel der wahren Sonne wird von 0 bis 24 Uhr gezählt, beginnend mit dem Durchgang der Sonne durch den unteren Meridian (Mitternacht).

Für die heutige Zeit hat es den Nachteil, daß sie nicht mehr unserer Gebrauchszeit entspricht. Der Grund dafür liegt in der Ungleichförmigkeit ihres Ablaufes.

Bestimmung des Stundenwinkel für WOZ siehe Formel (1) auf Seite 13

<b>Mittlere Ortszeit (Sonnenszeit)</b>	<b>MOZ</b>
--	------------

Die mittlere Sonne ist eine fiktive Sonne, welche 'scheinbar' mit konstanter Geschwindigkeit die Erde in der Äquatorebene umkreist und damit ein gleichförmiges Zeitmaß garantiert.

Ihr Zeitwinkel wird analog jener der wahren Ortszeit definiert, nur daß sie auf der fiktiven mittleren Sonne aufbaut.

Die mittlere Zeit ersetzte etwa vor 200 Jahren die wahre Ortszeit.

<b>Zeitgleichung</b>	<b>ZG</b>
----------------------	-----------

Unter Zeitgleichung versteht man die Differenz zwischen WOZ und MOZ.

$$\boxed{ZG = WOZ - MOZ} \quad (2)$$

Sie ist vom Kalender-Datum abhängig und kann Werte bis zu + 16 bzw. - 15 Minuten annehmen. Viermal im Jahr ist sie Null. Man kann die Zeitgleichung berechnen. Einfacher ist es, die Zeitgleichung (als Minutenwert) aus Tabellen oder Diagrammen abzulesen.

$\tau$  für die mittlere Zeit für die Stunde  $k$  :

$$\boxed{\tau = 15 \cdot (k - 12 + ZG)} \quad (3)$$

Die Zeitgleichung ist nicht in Minuten, sondern im Stundenmaß einzusetzen.

$$\boxed{ZG \text{ (Min)} = ZG/60 \text{ (Stunden)}} \quad (4)$$

<b>Zonenzeit</b>	<b>ZZ</b>
------------------	-----------

Zonenzeiten sind mittlere Ortszeiten der Meridiane (Längengrade), die ein vielfaches von 15° sind. Ihre Einführung als amtliche Zeit erfolgte weltweit im Jahre 1893.

<b>Mitteleuropäische Zeit</b>	<b>MEZ</b>
-------------------------------	------------

Zonenzeit für den Längengrad  $\lambda = - 15^{\circ}$  östl.von Greenwich.

$$\boxed{\tau = 15 \cdot (k - 13 + ZG) - \lambda} \quad (5)$$

<b>Mitteleuropäische Sommerzeit</b>	<b>MESZ</b>
-------------------------------------	-------------

Zonenzeit für den Längengrad  $\lambda = - 30^{\circ}$  östl.von Greenwich. Sommerzeiten wurden erstmals in Österreich im 1. Weltkrieg eingeführt.

$$\boxed{\tau = 15 \cdot (k - 14 + ZG) - \lambda} \quad (6)$$

**Allgemeine Gnomonik - Formeln**

Herr StR Arnold Zenkert stellte mir freundlicherweise eine Sammlung von Formeln zur Verfügung, die bei Sonnenuhr-Berechnungen von Nutzen sind.

**Sonnenhöhe  $h$**

$$\sinh = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau \quad (7)$$

$$\cosh = \frac{\cos\delta \cdot \sin\tau}{\sin a} \quad (8)$$

$$\cosh = \frac{-\cos\varphi \cdot \sin\delta + \sin\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\tau}{\cos a} \quad (9)$$

$$\sinh = \sinh_k \cdot \cos\tau \quad (10)$$

$h_k$  = Kulminationshöhe

**Sonnenazimut  $a$**

$$\tan a = \frac{\sin\tau}{\sin\varphi \cdot \cos\tau - \cos\varphi \cdot \tan\delta} \quad (11)$$

$$\cos a = \frac{\sin\delta - \sin\varphi \cdot \sinh}{\cos\varphi \cdot \cosh} \quad (12)$$

$$\sin a = \frac{\cos\delta \cdot \sin\tau}{\cosh} \quad (13)$$

**Stundenwinkel der Sonne  $\tau$**

$$\cos\tau = \frac{\sinh - \sin\varphi \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta} \quad (14)$$

$$\sin\tau = \frac{\cosh \cdot \sin a}{\cos\delta} \quad (15)$$

$$\tan\tau = \frac{\cosh \cdot \sin a}{\sinh \cdot \cos\varphi + \cosh \cdot \sin\varphi \cdot \cos a} \quad (16)$$

$$\cos\tau = \frac{\cos\varphi \cdot \sinh + \sin\varphi \cdot \cosh \cdot \cos a}{\cos\delta} \quad (17)$$

**Deklination der Sonne  $\delta$**

$$\sin\delta = \sinh \cdot \sin\varphi - \cosh \cdot \cos a \cdot \cos\varphi \quad (18)$$

$$\cos\delta = \frac{\cosh \cdot \sin a}{\sin\tau} \quad (19)$$

$$\cos\delta = \frac{\sinh \cdot \cos\varphi + \sin\varphi \cdot \cos a \cdot \cosh}{\cos\tau} \quad (20)$$

**Halber Tagbogen  $T_H$** 

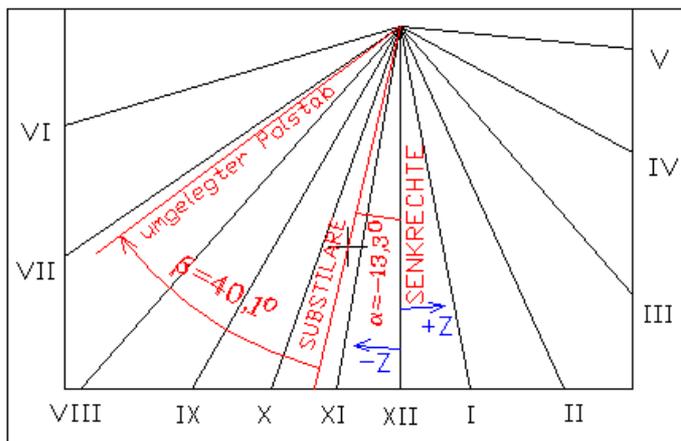
$$\cos T_H = \tan \varphi \cdot \tan \delta \quad (21)$$

Ergebnis mit 2 multiplizieren und dann ins Zeitmaß umrechnen.

**Ebene, vertikale und deklinierende Sonnenuhr.**

**Berechnung der Stundengeraden der wahren Ortszeit (WOZ) und Lage des Schattenstabes.** (Abb.14)

Vertikale deklinierende Sonnenuhr



$d = -15,3^\circ$   $\varphi = 48,1^\circ$  Abb.14

Folgende Koordinaten und Daten werden benötigt:

geogr. Breite ( $\varphi$ ), Deklination der Zifferblattebene ( $d$ ). Die Messung der Wand-Deklination (Abweichung von Ost-West-Richtung) wird zu einem späteren Zeitpunkt beschrieben. Eine genaue Bestimmung der r Wandabweichung auf etwa  $0,5^\circ$  ist anzustreben.

Die Inklination der Zifferblattebene ( $i$ ) ist  $0^\circ$ , kommt daher in den Formeln nicht vor.

$$\tan \alpha = \frac{\sin d}{\tan \varphi} \quad (22)$$

$$\sin \beta = \cos \varphi \cdot \cos d \quad (23)$$

$$\tan z = \frac{\cos \varphi}{\cos d \cdot \text{ctg} \tau + \sin d \cdot \sin \varphi} \quad (24)$$

<b>Substilarwinkel</b>	$\alpha$
<b>Erhebungswinkel</b>	$\beta$

Die **Substilare** ist die Normalprojektion des Schattenstabes auf das ebene Zifferblatt.

Der Schattenstab muß erdachsparallele sein. Seine Lage wird durch die beiden Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  bestimmt:

**Substilarwinkel  $\alpha$**  : Winkel zwischen der Senkrechten durch Ansatzpunkt des Schattenstabes (K) und der Substilare. Bei einem positiven Deklinationwinkel (Westabw.) ist  $\alpha$  positiv und die Substilare liegt rechts von der XII-Uhr-Geraden. Bei negativem Deklinationwinkel (Ostabw.) ist  $\alpha$

negativ und die Substilare liegt auf der linken Seite des Zifferblattes.

**Erhebungswinkel  $\beta$**  : Winkel zwischen der Substilare und dem Schattenstab.

Die **Winkel  $z$**  sind die Winkel von der XII-Uhr-Vertikalen zu den Stundengeraden.

Mit Formel (24) können die berechnet werden. Sie sind für die Vormittagstunden negativ und für die Nachmittagstunden positiv.

**Ende des 1. Teiles**

Abschließend möchte ich allen Mitgliedern und Freunden unserer Arbeitsgruppe frohe Weihnachtsfeiertage und im kommenden Neuen Jahr Gesundheit und weiterhin Freude mit den Sonnenuhren wünschen.