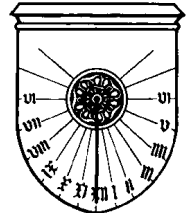


ARBEITSGRUPPE SONNENUHREN
Gnomonicae Societas Austriaca (GSA)
Österreichischer Astronomischer Verein



Rundschreiben 1998

Rundschreiben Nr. 8 (April 1994)

Liebe Sonnenuhrenfreunde!	1
Ruf an die gnomonische Fachwelt Europas!.....	1
Neuigkeiten aus dem Kreis unserer Mitglieder.....	2
Die Auswirkung der Refraktion auf die Länge des lichten Tages	3
Europäische Sonnenuhren -Vereinigungen.....	4
Els quadrants mallorquins - Die Balearen und die Sonnenuhren.....	4
Neue Kataloge ortsfester Sonnenuhren "in spe"	4
Frankreich	5
Balearen	5
Jahrestagung 1993 der Arbeitsgruppe Sonnenuhren.....	6
Rund um die Sonnenuhr (3).....	7

ÖSTERREICHISCHER ASTRONOMISCHER VEREIN

Arbeitsgruppe Sonnenuhren

Leiter: Hofrat i. R. Dipl. log. Karl Schwarzingger
A-6073 Sistrans, Am Tigls 76A
Tel.: 0512/ 37 88 68.

8/1994

April 1994

RUNDSCHREIBEN Nr. 8

Liebe Sonnenuhrenfreunde!

Es ist ein Jahr vergangen, seit das RS Nr. 7 auf Ihrem Tisch gelandet ist. Sie werden sich über diese lange Zeit des Stillschweigens gewundert haben. Schuld daran war in erster Linie der Zeitmangel. Im letzten Jahr erschien die 2. Auflage des "Katalogs der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich". Die Redaktion und der Vertrieb des Katalogs verschlangen eine Menge Zeit

Zum Glück war die Nachfrage nach dem Katalog sehr groß. Einige Exemplare sind noch vorhanden. Die Sonnenuhrendatei wird weitergeführt. Bitte senden Sie mir weiterhin Adressen und Fotos von neuen Sonnenuhren.

Inzwischen sind weitere 6 Sonnenuhrenfreunde unserer Arbeitsgruppe beigetreten. Ihre Namen möchte ich Ihnen nicht vorenthalten:

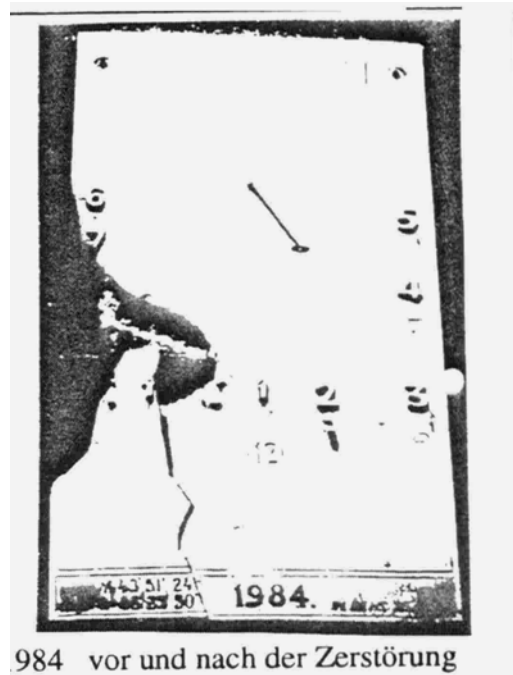
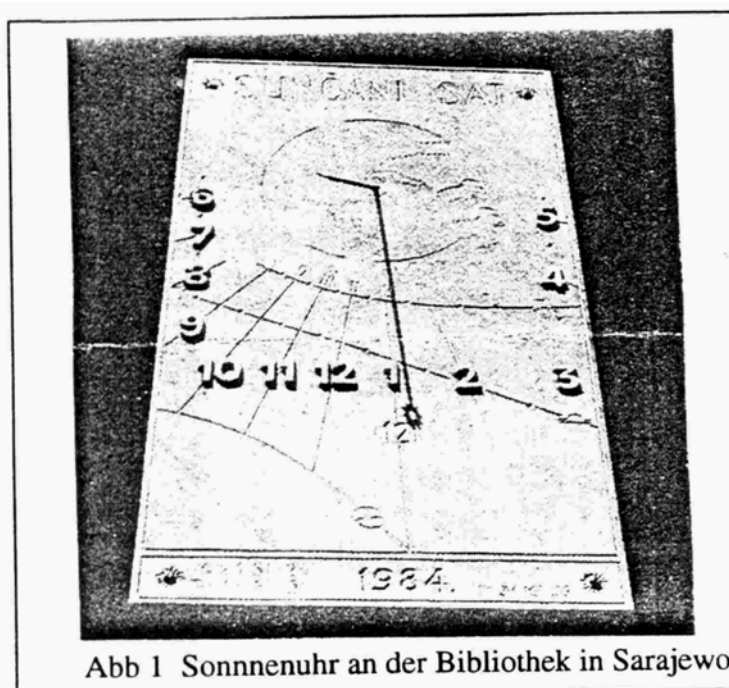
- 56 Jutta EICH MAG ART, Altmünster / O.Ö.
- 57 Heinrich STOCKER, Lienz / Osttirol
- 58 Wolfgang FROLIK, Ottensheim / O.Ö.
- 59 Univ. Doz. Dr. Herwig EGERT, St. Pölten
- 60 Johann VONASEK, Wien
- 61 Franz BERCHTOLD, Feldkirch -Altenstadt

Es würde uns alle freuen, die neuen Mitglieder bei einer Jahrestagung kennen zu lernen.

Ruf an die gnomonische Fachwelt Europas!

Vor etwa einem Monat erhielt ich einen Brief von Herrn Herbert Rau, Mitglied unserer Arbeitsgruppe aus Berlin. Dieser Brief ist an die Präsidenten und Vorsitzenden der Sonnenuhrenvereinigungen in

Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden, Spanien, Ungarn und Österreich gerichtet und hat abgekürzt folgenden Wortlaut:



"Mich bewegt ein Einzelfall des Aufschreies vom friedliebenden Teil der Bevölkerung im ehemaligen Jugoslawien. Der 39-jährige Pazifist und Sonnenuhrenfreund, Doz. Dr. Milutin Tadic von der Universität Sarajewo, ursprünglich Fakultät für Mathematik / Departement Geographie, ist dort am Ort seit über 2 Jahren eingeschlossen. Seine Frau und seine beiden Kinder leben derzeit irgendwo in Serbien. Herr Tadic lebt in großer Bedrängnis".

Milutin Tadic ist der Verfasser vieler Publikationen über Sonnenuhren, der Herausgeber eines „Katalogs der antiken und mittelalterlichen Sonnenuhren im [ehemaligen] Jugoslawien" und hat Sonnenuhren in Sarajewo geschaffen wie zum Beispiel auf der Bibliothek in Sarajewo, welche bereits zerstört ist (siehe Abb.1, Seite 1). Die letzte Nachricht von Milutin Tadic erhielt Herr Rau am

5. Feb. 1994.

Wie kann man M. Tadic helfen aus dem zerstörten Sarajewo herauszukommen? Hat jemand Verbindung zur UNPROFOR? Herr Rau regt auch an, einen Fond zu gründen, um M. Tadic mit Geld zu versorgen.

Vor wenigen Tagen teilte mir Herr Rau mit, daß die Deutsche Gesellschaft für Chronometrie durch den österr. Uhrenfreund Dr. Grabner, der beste Beziehungen nach Rest-Jugoslawien und Sarajewo unterhält, (auch heute noch) versuchen wird, mit Herrn Tadic Verbindung aufzunehmen. Andere Vereinigungen wollen finanziell helfen.

Vielleicht haben Sie auch eine Idee oder wissen einen Weg, unserem Sonnenuhrenfreund in Sarajewo zu helfen. Wenn ja, schreiben Sie Herrn Dipl. Ing. Herbert RAU, Herrmann-HesseStr.1, D-13156 Berlin, Tel: (0049)-30-48 30 421.

In Memoriam Hofrat i. R. Dipl. Ing. Karl Juen

Karl JUEN, Mitglied unserer Arbeitsgruppe, starb im 70. Lebensjahr am 7. Mai 1993 an Herzversagen. Das traurige Ereignis trat während der Jahrestagung des "Deutschen Arbeitskreises Sonnenuhren" in Furtwangen ein. An diesen Jahrestagungen nahm Hofrat Juen schon viele Jahre teil. Auch bei unserer AG-Jahrestagung im Oktober 1992 in Wals bei Salzburg war Sonnenuhrenfreund Juen anwesend. Viele unserer Mitglieder haben ihn als einen freundlichen und für alle Dinge des Lebens aufgeschlossenen Menschen kennengelernt. Er erzählte gern von seinen selbst geschaffenen Sonnenuhren und gab jedem, der es wünschte, Ratschläge zur Lösung von mathematisch-gnomonischen Problemen. Wir werden Freund Juen als einen der freundlichsten und hilfsbereitesten Sonnenuhrenfreunde in Erinnerung behalten. Unser tiefes Mitgefühl gilt seiner liebenswerten Gattin und seiner Familie.

Neuigkeiten aus dem Kreis unserer Mitglieder

In dieser Rubrik werden Arbeiten unserer Mitglieder auf dem Gebiet der Gnomonik veröffentlicht. Sollten auch Sie eine interessante Sonnenuhr berechnet oder hergestellt haben oder in anderer Weise gnomonisch tätig gewesen sein, so teilen Sie es mir bitte mit. Auch die anderen Mitglieder möchten davon erfahren. Senden Sie mir einen kurzen Bericht und nach Möglichkeit ein Foto.

Sonnenuhrenaussstellung im Museum Carolino Augusteum

Unser Mitglied Mag. Peter HUSTY aus Hallein bei Salzburg ist allen in guter Erinnerung, die bei der Jahrestagung 1992 in Wals b. Slbg. dabei waren. Er arbeitet derzeit an der Zusammenstellung einer Sonderausstellung der tragbaren Sonnenuhren und Heliochrometer dieses Museums. Die Eröffnung dieser Schau ist für den 26. Juli 1994 geplant. Zur Ausstellung gibt es auch einen Katalog mit allen Sonnenuhren des Museums.

STAR OBSERVER 5/93 (Magazin der Astronomie)

Frau Dr. Ilse Fabian aus Wien, ebenfalls Mitglied unserer AG, beschäftigt sich mit Sonnenuhren unseres südlichen Nachbarn Italien. Bei Ihren Reisen durch dieses Land knüpft sie Verbindungen mit örtlichen Sonnenuhrenvereinigungen an. Ihre "Gnomonischen Reiseeindrücke aus Italien" wurden in der astronomischen Zeitschrift "STAR OBSERVER" 5/93, November/ Dezember veröffentlicht. Zu diesem literarischen Erfolg herzliche Glückwünsche.

Die Auswirkung der Refraktion auf die Länge des lichten Tages

Arnold Zenkert

Berechnet man die Größe des halben Tagbogens mit der Formel $\cos \tau = -\tan \varphi \cdot \tan \delta$, so wird die Refraktion dabei nicht berücksichtigt. Will man auf die etwas umständliche Formel verzichten, kann der Betrag in unseren geographischen Breiten um 5 Minuten vergrößert werden. Die Refraktion verlängert den lichten Tag (ganzer Tagbogen) um rund 10 Minuten.

Die Vergrößerung des halben Tagbogens infolge Refraktion beträgt am Äquator 2 min 33 sec. Für die Sonne ist die Vergrößerung des halben Tagbogens noch größer, da hier zur Refraktion von 35' (= 0,58°) noch der Sonnenradius von 16' (= 0,27°) hinzuzuzählen ist. Die Verlängerung des halben Tagbogens der Sonne beträgt also 51' (= 0,85°), d. s. 3 min 24 sec. Das bedeutet dort eine Verlängerung des gesamten lichten Tages von 7 min 12 sec. Mit zunehmender geogr. Breite wird dieser Betrag größer und erreicht bei 52° Werte um 10 min. An den Polen wird der Betrag gegenstandslos.

Für die beiden Erdpole ergeben sich dadurch einige interessante Aspekte. So beginnt am Nordpol der halbjährige Polartag bereits, wenn die Sonne 0° 51^{min} unter dem Horizont ist. Die Refraktion bedingt aber auch, daß die Sonne gleichzeitig für beide Pole über bzw. gerade am Horizont sichtbar ist, und zwar während der Zeit, in der die Deklination der Sonne sich von -0° 51^{min} bis auf -0° 51^{min} geändert hat. Die tägliche Deklinationsänderung beim Über- bzw. Unterschreiten des Himmelsäquators (Äquinoktium) beträgt fast 24^{min}, so daß daraus eine Verlängerung des Polartages von nahezu 2,5 Tagen folgt.

Die Sommergrenzen liegen demnach beim 19.3. und 25.9. für den Nordpol und beim 20.9. und 24.3. für den Südpol. Infolge des Schaltjahrzyklus können sich diese Daten um einen Tag verschieben.

Den nördlichen und südlichen effektiven Polarkreis dürfen wir wegen der Refraktion auch nicht mit 90° -23,44° = 66,56° ansetzen, sondern mit 66,56° -0,85° = 65,71°, also weiter südlich bzw. nördlich. Für das Winterhalbjahr folgt, daß die Sonne erst bei einer Breite von 67,25° unsichtbar wird. Streng genommen, müßte man zwei Polarkreise zu Beginn und Ende des betreffenden Sommers einführen, die um den Betrag von zweimal 51', d. i. 1°42^{min} (= 1,7°) auseinanderliegen und in ihrer Mitte der mathematische Polarkreis liegt. Überträgt man diese Werte auf die Erde, muß man bedenken, daß 1° Breitenunterschied 111 km entspricht.

Ebenso liegen die Breitenkreise, bis zu denen im Sommer eine astronomische. Dämmerung

möglich ist, um den Betrag von 51^{min} (= 0,85°) näher zum Äquator hin.

Abschließend sei unsere Überlegung auf den Mond ausgedehnt. Trotz der angenäherten Gleichheit des scheinbaren Monddurchmessers mit dem der Sonne macht sich die Refraktion beim Auf- und Untergang nicht bemerkbar. Horizontalrefraktion und Horizontalparallaxe heben sich fast ganz auf. Der Mond wird wegen seiner Parallaxe von 57^{min} (= 0,95°) um fast den gleichen Betrag wieder gesenkt, wie ihn die Refraktion plus Mondhalbmesser hebt.

Wie lange dauert das Auf- und Untergehen der Sonnenscheibe ?

Manchem mag vielleicht beim Sonnenuntergang der Gedanke gekommen sein, mit einer Stoppuhr die Zeit zu messen, die die Sonnenscheibe zum Verschwinden benötigt. Diese Prozedur ist nicht erforderlich~ es gibt dafür eine einfache Formel :

Zeitdauer (in Minuten) = 2 / cos (φ)

Für die Breite von 0° (Äquator) gilt 2^{min} ; für 47° (Brenner, Graz) 2,93^{min} und für 55° (Insel Sylt) bereits 3,49^{min} .

Kleine Aufgabe: Der "Doppelgängertag"

Tage mit gleicher Sonnendeklination haben auf derselben geogr. Breite die gleiche Länge, den gleichen Tagbogen und die gleiche Kulminationshöhe. Jeder Tag hat somit einen „Doppelgängertag“, einen Gegentag, -ausgenommen sind davon der 21. Juni und 21. Dezember.

Vergleichen wir einmal zum Beisp. bei gleicher Deklination von -15° den 8. Februar mit seinem Gegentag, dem 3. November und sehen wir uns die Zeiten für die Auf- und Untergänge der Sonne auf der Breite von 48° an, so finden wir eine Diskrepanz

Tag	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang
8. Februar	7h 18min	17h 12min
3. November	6h 49min	16h 39min

Wie sind diese beachtlichen Unterschiede zu erklären? Die Sonnenuhrenfreunde sollen die Erklärung selbst finden - es ist die Zeitgleichung.

:

Europäische Sonnenuhren - Vereinigungen

Diesmal möchte ich Ihnen zwei Sonnenuhrenvereine in Spanien vorstellen:

LA ASOCIACION DE AMIGOS DE LOS RELOJES DE SOL

Der Präsident dieser Gesellschaft ist Herr Luis Hidalgo Velayos, Pz Pablo Garnica 1, E-28030 MADRID. Die Gesellschaft gibt eine Zeitschrift mit der Bezeichnung "**Analema**" heraus in castellano und ein wenig englisch.

SOCIETAT CATALANA DE GNOMONICA

Präsident: Herr Eduard Farré i Olivé, Atenes 3, E-08006 Barcelona. Die Zeitschrift dieses Vereins hat den Titel "**La Busca de Paper**", und erscheint in catalán, castellano und englisch.

Leider kenne ich die genannten Zeitschriften nicht. Ein Abonnement der Zeitschriften ist sicher möglich.

Els quadrants mallorquins - Die Balearen und die Sonnenuhren

Karl Schwarzingner

Allgemein wird behauptet, je weiter man in den Süden kommt, um so weniger Sonnenuhren findet man. Diese Behauptung trifft vermutlich nicht für alle südlichen Länder zu, am wenigsten für Spanien und schon gar nicht für die Balearen.

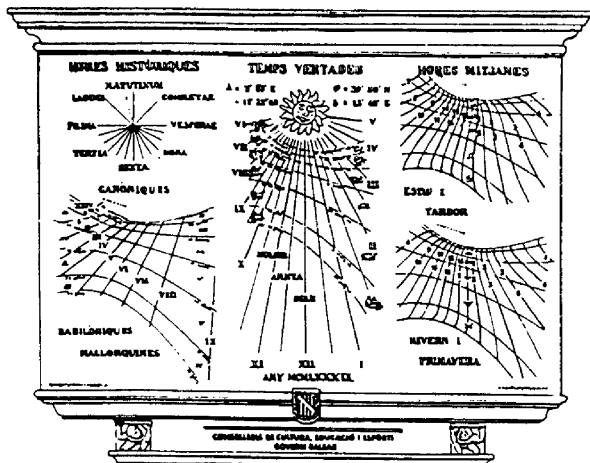


Abb 2, Sonnenuhr im Kloster Lluc/Mallorca

Im letzten Herbst waren meine Frau und ich auf Mallorca. Im Hafen von Palma de Mallorca fanden wir zwei herrliche Pfeilersonnenuhren, die von Señor Rafael Soler Gayá vor wenigen Jahren geschaffen wurden.

Zu Hause angekommen, erhielt ich einen Brief von Herrn Günther Berger aus München, Mitglied unserer AG, in dem er mir mitteilt, daß er nicht weniger als 60 Sonnenuhren auf

Mallorca fotografiert hat. Da wurde ich stutzig (und im stillen ein wenig neidisch (!)).

Inzwischen habe ich mich mit Señor Rafael Soler Gayá in Palma de Mallorca in Verbindung gesetzt und erfahren, daß er bereits über 50 Sonnenuhren auf den Balearen geschaffen hat. Herr Soler Gayá ist übrigens der technische Direktor der Hafenbehörde der Balearen und deshalb befinden sich die meisten seiner sehenswerten Sonnenuhren im Bereich von Häfen.

Herr Señor Soler Gayá hat zwei Bücher geschrieben:

"**El Tiempo Verdadero**" (Die wahre Zeit). Es ist ein Bildband mit mehr als 100 Sonnenuhren mit historischen Informationen. Das Buch habe ich bestellt und werde es im nächsten RUNDSCHREIBEN beschreiben. Es kostet PTS 7.500.-- und kann bei Editorial FORMENTOR A.M., Carrer Muntanya, Polig. De Marratxí, E-07141 MARRATXÍ / MALLORCA bestellt werden.

"**Diseño y Construcción de Relojos de Sol. Métodos Gráficos y Analíticos**". Das Buch habe ich bereits erhalten. Es enthält eine sehr umfassende Theorie der Sonnenuhren mit vielen technischen Zeichnungen und Abbildungen. Preis: PTS 4.950 Sie können es bei Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos Almagro, 42 -E-28010 MADRID, Tel: (91) 308 19 88, bestellen.

Neue Kataloge ortsfester Sonnenuhren "in spe"

Deutschland / Schweiz

Wie der Vorsitzende des "Arbeitskreises Sonnenuhren" in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie, Dr.-Ing. Hugo PHILIPP, bei der Jahrestagung 1993 in Furtwangen berichtete,

wurden innerhalb dieses Arbeitskreises bis Mitte 1993 die Adressen und Daten von mehr als 5000 ortsfesten Sonnenuhren in Deutschland und rund weitere 1500 Schweizer Sonnenuhren in einer

Datei gesammelt Diese Zahl wird sich inzwischen wohl um mindestens 1000 Sonnenuhren erweitert haben.

Im heurigen Jahr plant der deutsche "Arbeitskreis Sonnenuhren" die Ausgabe eines dreibändigen Katalogs (Band 1: Schweiz, Band 2: Süddeutschland und Band 3: Norddeutschland). Er wird wahrscheinlich der weltweit größte Sonnenuhrenkatalog sein, der je erschienen ist.

Bei der Sammlung und Aufbereitung der



Abb 3, Sonnenuhr an der Kirche in Grono, Graubünden / Schweiz

Daten waren auch Mitglieder unserer AG maßgeblich beteiligt, nämlich die Herren Herbert RAU, Arnold ZENKERT und Daniel ROTH. Letzterer war insbesondere der Sammler der Schweizer Sonnenuhren.

Frankreich

Auch in Frankreich sammelt man seit Jahren die Adressen und Daten der ortsfesten Sonnenuhren. Es gibt in Frankreich über 8000. Zuständig für diese Sammeltätigkeit ist die Commission des Cadrans Solaires in der Société Astronomique de France sein, die von Monsieur Denis SAVOIE in Paris geleitet wird

Ein Sonnenuhrenfreund aus Frankreich teilte mir mit, daß man in seinem Land plant, heuer einen Katalog der Sonnenuhren herauszubringen.

Es ergibt sich die Frage, ob der deutsche oder der französische der größere Katalog wird und welcher früher erscheinen wird.

Balearen

Über die Baleraren und ihre vielen Sonnenuhren habe ich schon berichtet Senor Rafael SOLER GAYÁ aus Palma schreibt mir, ein Liebhaber von Sonnenuhren namens Senor Garcia ARRANDO, ebenfalls ein Mallorciner arbeitet derzeit an einem Buch über die 600 (!) noch existierenden Sonnenuhren auf den Baleraren. Dieses Buch wurde von der Regierung von Mallorca (Conselleria de Cultura del Consell Insular de Mallorca) in Auftrag gegeben. Somit scheint ein Geldgeber vorhanden zu sein und das ist immer günstig.

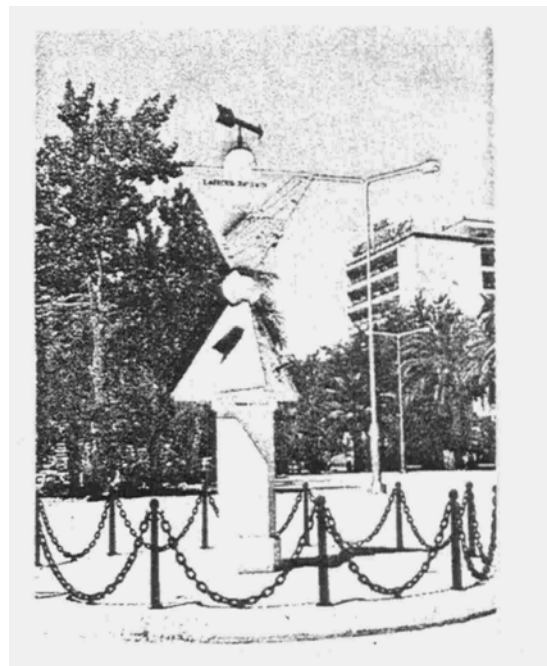


Abb 4: Pfeilersonnenuhr (Doppelpyramide) in Palma de Mallorca, Hafengelände

Sachsen

Mitglieder des "Freundeskreises Gnomonik Sachsen" arbeiten seit Jahren an einem Katalog der ortsfesten Sonnenuhren im deutschen Bundesland Sachsen. Das Sachsenland ist reich an historischen und modernen Sonnenuhren. Mehr als 500 hat man registriert. Der Katalog soll 1994 erscheinen.

Zur gegebenen Zeit werde ich Sie über die Herausgabe der genannten Kataloge informieren. Sollten Sie Informationen über andere Katalogprojekte besitzen, so teilen Sie es mir bitte mit. Darüber wird dann im RUNDSCHREIBEN berichtet

Jahrestagung 1993 der Arbeitsgruppe Sonnenuhren

Auf Einladung des Ungarischen Astronomischen Vereins wurde die Jahrestagung im Rahmen des II. Internationalen Österreich-Ungarischen Sonnenuhrensymposiums vom 1. - 3. Oktober 1993 in Szombathely in Westungarn abgehalten.

19 Mitglieder unserer AG meist mit Gattinnen sowie einige Sonnenuhrenfreunde aus Deutschland kamen, um mit ungarischen Amateurastronomen und Sonnenuhrfreunden, an der Spitze der Präsident des Ungarischen Astronomischen Vereins, Herr Aurel PONORI THEWREWK, Budapest, eine gut organisierte Tagung zu erleben.

Im Konferenzsaal des Kulturzentrums des Komitats Vas wurden mit Simultanübersetzung folgende Kurzreferate gehalten:

A. BUKA, Gyula: "Über die ungarischen Gartensonnenuhren" ; **Dr. Ilse FABIAN, Wien:** "Gnomonische Reiseerlebnisse in Italien"; **Mag. Peter HUSTY, Hallein:** "Sonnenuhrensammlung des Museums Carolino-Augusteums in Salzburg"; **Dipl. Ing. Sandor KESZTHELYI, Pécs:** "Katalogisierung der ungarischen Sonnenuhren"; **Simon MORODER, St. Ulrich i. Gröden:** "Sonnenuhren im Gröden/Südtirol" (Videofilm); **Daniel ROTH, Köln:** "Reise in die Sonnenuhrengegend der Schweiz"; **Dipl. Ing.**

Karl SCHWARZINGER, Sistrans: "Katalogisierung der österr. Sonnenuhren"; **Dr. Gy TOTH, Szombathely :** "Berechnung und Konstruktion von Sonnen- und Monduhren"; **M. VILMOS, Nagykanizsa :** "Die lebendige Sonnenuhr' in Nagykanizsa"; **Prof. Dipl. Ing. Norbert WEYSS, Mödling:** "Mittelalterliche Fassadensonnenuhren in Armenien und Holmzahlen"; **Gy. ZAJACS, Debrecen :** "Über die AnalemmaKurve"

Ein Besuch des Smith Museums, der Diözesanbibliothek und des Astrophysikalischen Observatoriums "Gothard" einschließlich der amateurastronomischen Beobachtungsstation in Szombathely sowie eine Busreise in die historische Stadt Kőszeg und zu einer ungarischen Csarda rundeten die schöne Tagung ab. Dem örtlichen Organisator, Herrn Ernő VERTES, Kulturreferent des Komitats Vas sowie dem Sekretär des Ungar. Astronom. Vereins, Herrn Lajos BARTHA, gebührt ein besonderer Dank für die geleistete Arbeit zur Gestaltung der gesamten Tagung. Wahrscheinlich war es nicht die letzte Tagung, die wir gemeinsam mit unseren ungarischen Freunden veranstalteten.

PS: Herr Lajos BARTHA arbeitet an einer Dokumentation der Tagung, die allen Teilnehmern zugeschickt wird.



Abb 5, Die Tagungsteilnehmer bei der Sonnenuhrenexkursion in Kőszeg / Ostungarn

Karl Schwarzingen

Rund um die Sonnenuhr (3)

Einleitung

Im 1. Teil dieser Reihe (RS Nr. 6) habe ich Ihnen die Definition und Bedeutung der wichtigsten gnomonischen Größen sowie deren Benennungen, Abkürzungen und Symbole vorgestellt. Mit diesem „Werkzeug“ werden wir in Zukunft bei der Berechnung von Sonnenuhren arbeiten. Weiters finden Sie dort auch die Formeln für die Berechnung der Stundengeraden auf einem ebenen, vertikalen und deklinierenden Sonnenuhr - Zifferblatt. Im 2. Teil (RS Nr. 7) ging es um die Bestimmung der Wanddeklinanation.

Fehler und Ergänzungen zum Artikel „Rund um die Sonnenuhr (2)“

RS 7, Seite 8 :

Bei den Beispielen haben sich einige „wilde“ Fehler eingeschlichen. In dankenswerter Weise wurde ich von einigen Lesern darauf aufmerksam gemacht. Sie erhalten daher die Seiten 7 und 8 des RS 7 mit diesem Brief nochmals. Bitte tauschen Sie das Blatt gegen das fehlerhafte aus.

RS 7, Seite 10 :

In Punkt 4 wurde die Methode der Bestimmung der **Wandabweichung mittels einer genau konstruierten anderen Sonnenuhr** behandelt. Einige Sonnenuhrenfreunde meldeten Bedenken zu diesem Verfahren an, die ich an Herrn Arnold Zenkert weiterleitete. Herr Zenkert schreibt mir, das Verfahren ist sehr wohl anwendbar aber die Formel (30) ist nicht in Ordnung. Die Formel lautet richtig :

$$\tau = (\text{WOZ} - \text{WOZ}_{\text{EICH}}) \cdot 15 \quad (30)$$

Der auf diese Weise ermittelte Stundenwinkel τ ist in die Formel (11) zur Berechnung des Sonnenazimuts einzusetzen. Das ermittelte Azimut entspricht der Wandabweichung d .

Zum Eichen mittels einer „Mutter-(Eich-) Sonnenuhr“ ist es zulässig, die Polachse mit dem Stundenlinienbündel um den Fußpunkt aus der Nord-Süd-Ebene unter Beibehaltung von φ herauszuschwenken. Beim Anlegen der Eichsonnenuhr ist darauf zu achten, daß keine Verkantungen (bei vertikaler Sonnenuhr) bzw. Schräglage (horizontale Sonnenuhr) auftritt. Es handelt sich dabei praktisch um ein wiederholtes Einschwenken auf eine immer andere geogr. Länge gleichen Breitenkreises. Die Eichsonnenuhr soll eine Zeitunterteilung von 10 Min (besser 5 Min) aufweisen. Man kann die Genauigkeit erhöhen, wenn man konzentrisch zur Zeiteinteilung eine Gradeinteilung von je 90^0 (12 Uhr : 0^0 , 6 und 18 Uhr : 90^0) anbringt und den Stundenwinkel (Schattenwinkel) daran abliest. Durch Umstellen der Formel zur Berechnung der Stundenlinienwinkels (z)

$$\tan z = \sin \varphi \cdot \tan \tau$$

wird der Stundenwinkel, der für die Azimutformel benötigt wird, ohne die Zeitdifferenz ($\text{WOZ} - \text{WOZ}_{\text{EICH}}$) berechnet: $\tan \tau = \tan z / \sin \varphi$. Abschließend sei bemerkt, daß die Eichuhr nicht zu klein sein darf, ein Durchmesser von 20 cm ist anzustreben.

Literatur: W. STEENBECK : „**Impulse und Wirkungen**“, Verlag der Nation, 2. Aufl. 1978, Berlin (DDR), Kapitel „Sonnenuhren und Atombomben“, Seite 182 und Heinz SCHUMACHER : „**Sonnenuhren 1**“, Kapitel 18 „Eichen einer Sonnenuhr bei Sonnenschein“, Seite 136.

Umrechnung von Zonenzeit (ZZ) in die Wahre Ortszeit (WOZ) und umgekehrt

In Mitteleuropa leben wir mit zwei Zonenzeiten, im Herbst und Winter mit der Mitteleuropäischen Zeit (MEZ) und im Frühjahr und Sommer mit der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ). Die entsprechenden Definitionen finden Sie im Teil 1, Seite 15. Bei der Umrechnung der jeweiligen Zonenzeit (ZZ) in die WOZ spielt sowohl die Zeitgleichung (ZG) als auch die Längendifferenz zwischen **Zonenmeridian** (abgekürzt : λ_0) und Ortsmeridian

eine Rolle. Für Mitteleuropa gilt der 15. Längengrad östl. von Greenwich ($\lambda_0 = - 15^0$) als Zonenmeridian.

Umrechnung der MEZ bzw. MESZ in die WOZ :

$$\text{WOZ} = \text{MEZ} + \Delta t_{\min} + \text{ZG}_{\min} = \text{MESZ} + \Delta t_{\min} - \text{ZG}_{\min} - 1^{\text{h}} \quad (31)$$

Umrechnung der WOZ in die MEZ bzw. MESZ :

$$\text{MEZ} = \text{WOZ} - \Delta t_{\min} - \text{ZG}_{\min} \quad (32)$$

$$\text{MESZ} = \text{WOZ} - \Delta t_{\min} - \text{ZG}_{\min} + 1^{\text{h}} \quad (33)$$

$$\Delta t_{\min} = (\lambda_0 - \lambda) \cdot 4 \quad (34)$$

In Formel (34) ist für λ_0 der Wert -15^0 einzusetzen. Sie erhalten den Wert $\Delta t_{\min}$ in Minuten. $\text{ZG}_{\min}$ bedeutet, daß die Zeitgleichung in den Formeln (31) bis (33) in Minuten einzusetzen ist. Aus Tabelle 1 können Sie diesen Wert entnehmen.

Beispiele :

Am 10. März soll $11^{\text{h}} 22^{\text{min}}$ (MEZ) in die WOZ für Mödling ($\lambda = -16,4^0$) umgerechnet werden. An diesem Tag beträgt die $\text{ZG} = -10$ min. Zur Umrechnung werden die Formeln (31) und (34) verwendet :

$$\text{WOZ} = 11^{\text{h}} 22^{\text{min}} + 6^{\text{min}} - 10^{\text{min}} = 11^{\text{h}} 18^{\text{min}}$$

Am 21. August ($\text{ZG} = -3^{\text{min}}$) an einer Sonnenuhr in Bregenz ($\lambda = -9,8^0$) die Wahre Ortszeit (WOZ) um $9^{\text{h}} 47^{\text{min}}$ abgelesen. Umrechnung der WOZ in die MESZ mit Formel (33) und (34) :

$$\text{MESZ} = 9^{\text{h}} 47^{\text{min}} + 21^{\text{min}} + 3^{\text{min}} + 1^{\text{h}} = 11^{\text{h}} 11^{\text{min}}$$

Tabelle 1 - Zeitgleichung in Minuten für jeden Tag des Jahres :

Tg/Mo	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
1.	-3	-14	-12	-4	+3	+2	-4	-6	0	+10	+16	+11
2.	-4	-14	-12	-4	+3	+2	-4	-6	0	+11	+16	+11
3.	-4	-14	-12	-3	+3	+2	-4	-6	+1	+11	+16	+10
4.	-5	-14	-12	-3	+3	+2	-4	-6	+1	+11	+16	+9
5.	-5	-14	-12	-3	+3	+2	-5	-6	+1	+12	+16	+9
6.	-6	-14	-11	-2	+3	+1	-5	-6	+2	+12	+16	+9
7.	-6	-14	-11	-2	+3	+1	-5	-6	+2	+12	+16	+9
8.	-7	-14	-11	-2	+4	+1	-5	-6	+2	+12	+16	+8
9.	-7	-14	-11	-2	+4	+1	-5	-6	+3	+13	+16	+8
10.	-8	-14	-10	-1	+4	+1	-5	-5	+3	+13	+16	+7
11.	-8	-14	-10	-1	+4	0	-5	-5	+3	+13	+16	+7
12.	-8	-14	-10	-1	+4	0	-6	-5	+4	+13	+16	+6
13.	-9	-14	-10	-1	+4	0	-6	-5	+4	+14	+16	+6
14.	-9	-14	-9	0	+4	0	-6	-5	+4	+14	+16	+5
15.	-9	-14	-9	0	+4	0	-6	-4	+5	+14	+15	+5
16.	-10	-14	-9	0	+4	-1	-6	-4	+5	+14	+15	+4
17.	-10	-14	-8	0	+4	-1	-6	-4	+5	+15	+15	+4
18.	-10	-14	-8	+1	+4	-1	-6	-4	+6	+15	+15	+3
19.	-11	-14	-8	+1	+4	-1	-6	-4	+6	+15	+15	+3
20.	-11	-14	-8	+1	+4	-1	-6	-3	+7	+15	+14	+2
21.	-11	-14	-7	+1	+3	-2	-6	-3	+7	+15	+14	+2
22.	-12	-14	-7	+1	+3	-2	-6	-3	+7	+16	+14	+1
23.	-12	-13	-7	+2	+3	-2	-6	-3	+8	+16	+14	+1
24.	-12	-13	-6	+2	+3	-2	-6	-2	+8	+16	+13	+1
25.	-12	-13	-6	+2	+3	-3	-6	-2	+8	+16	+13	0
26.	-13	-13	-6	+2	+3	-3	-6	-2	+9	+16	+13	0
27.	-13	-13	-5	+2	-3	-3	-6	+2	+9	+16	+12	+1
28.	-13	-13	-5	+3	+3	-3	-6	-1	+9	+16	+12	-1
29.	-13	-13	-5	+3	+3	-3	-6	-1	+10	+16	+12	-2
30.	-13		-5	+3	+3	-4	-6	-1	+10	+16	+11	-2
31.	-134		-4				-6	0		+16		-3

Sie können zur Zeitumrechnung MEZ in die WOZ oder WOZ in die MEZ auch ein Nomogramm verwenden. Damit ersparen Sie sich Rechenarbeit. Aus Platzmangel kann ich Ihnen erst im nächsten RUNDSCHREIBEN ein Nomogramm abdrucken.

Ebene, vertikale und deklinierende Sonnenuhren

Die meisten stationären Sonnenuhren befinden sich auf vertikalen Wänden und sind deklinierend, d.h. der Winkel der Schnittgeraden der Zifferblattebene mit der Ost-West-Richtung (d) ist ungleich Null.

Im Artikel „Rund um die Sonnenuhr (1)“, Seite 16 wurden bereits Formeln für diesen Sonnenuhrtyp veröffentlicht. Diesmal möchte ich Ihnen Formeln zur punktweisen Berechnung der Stundengeraden für die Wahre Ortszeit (WOZ) und für die Datumslinien angeben. Sehr geeignet ist die Verwendung eines Computers oder eines programmierbaren Taschenrechners.

Der Punkt K (Schnittpunkt der Stundengeraden) befindet sich auf dem Zifferblatt (Abb 6).

Abb. 6 zeigt ein Sonnenuhrzifferblatt dieses Typs. Es deckt sich übrigens mit Abb. 14 (1. Teil), nur daß zusätzlich die sogenannten Datumslinien des Tierkreises eingezeichnet wurden. Darunter versteht man die Linien jener Tage des Jahres, in denen ein Wechsel des Tierkreises stattfindet (siehe Tabelle 2).

Berechnung des (rechtwinkligen) Schattendreiecks :

Zuerst sollten Sie mit Hilfe der Formel (22) den Substilarwinkel α und mit Formel (23) den Erhebungswinkel β berechnen (siehe Teil 1, Seite 16)). Mit diesen beiden Winkeln ist die Lage des Polstabes im Raum festgelegt. Es ist sinnvoll, den Normalabstand g des schattenwerfenden Punktes P festzulegen und aus g und dem Winkel β das sogenannte Schattendreieck (K - F - P) zu berechnen.

In Abb. 7 ist dieses rechtwinklige Dreieck in 2,5 facher Vergrößerung dargestellt. Es steht senkrecht auf dem Zifferblatt und f (Strecke K - F) liegt in der Substilaren. In der Abb. 6 bzw. 7 ist es in die Zeichenebene umgelegt. Sie können nun die Strecken p (K-P) und f (K - F) berechnen :

$$f = \frac{g}{\tan \beta} \quad (35)$$

$$p = \frac{g}{\sin \beta} \quad (36)$$

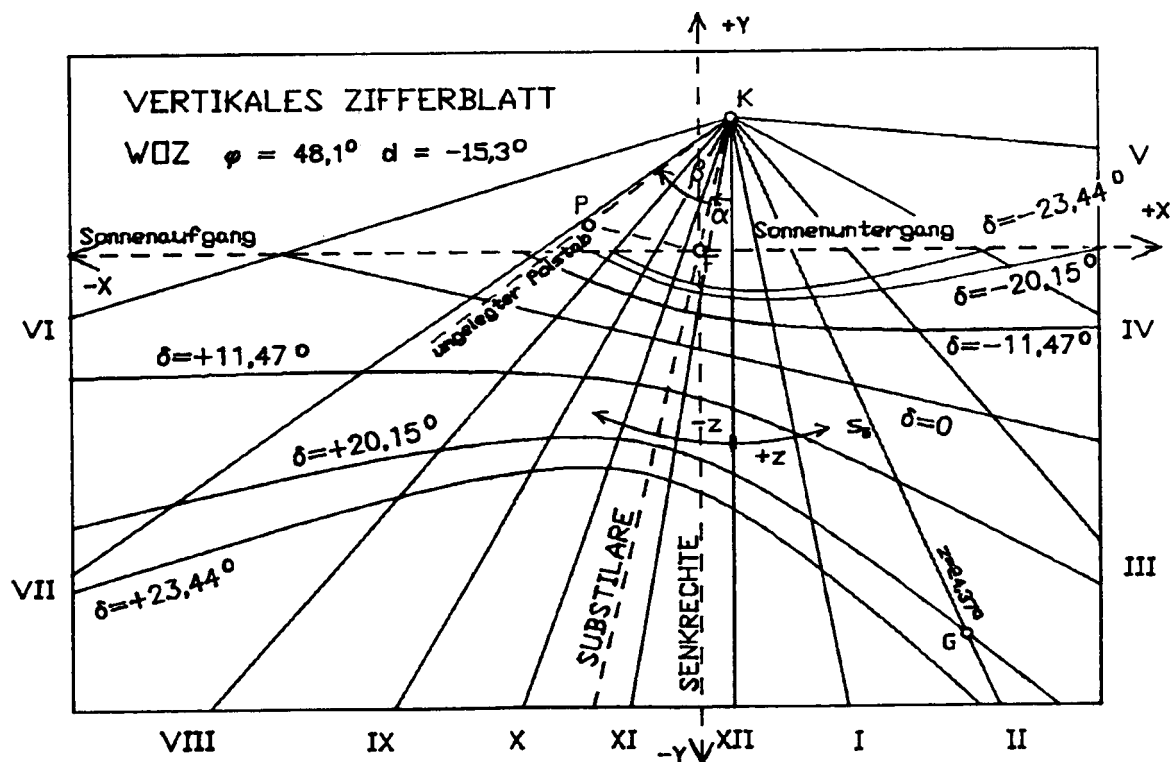


Abb 6

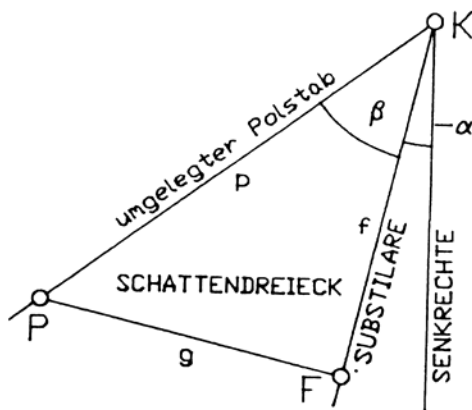


Abb 7

Sie können auf den Polstab gänzlich verzichten und einen Stab in der Länge von g senkrecht über dem Punkt F des Zifferblattes anbringen. Der Schattenpunkt des Endes dieses Stabes dient dann zur Ablesung auf dem Zifferblatt.

Berechnung der Zeitgeraden für WOZ

Man kann diese Geraden für die WOZ des Standortes oder für die WOZ des Zonenmeridians berechnen. Im ersteren Fall müssen Sie für die Umrechnung der Sonnenuhrenzeit in die Zonenzeit (MEZ oder MESZ) die Formel (32) bzw. (33) benützen. Es ist zweckmäßig diese Korrekturwerte für eine bestimmte Sonnenuhr im Jahreslauf zu berechnen und in einer Tabelle einzutragen.

Werden die Stundengeraden für die WOZ des Zonenmeridians (für die MEZ ist $\lambda_0 = -15^\circ$) berechnet, ist zur Umrechnung in die Zonenzeit (z.B. MEZ) nur die Zeitgleichung zu berücksichtigen.

Die Winkel z für die Stundengeraden werden mit Formel (24) berechnet. Die Werte für τ sind wie folgt zu berechnen :

Für die WOZ des Standorts ist τ aus Formel (1) zu berechnen : $\tau = 15 \cdot (k - 12)$. Für die WOZ des Zonenmeridians für die MEZ ($\lambda_0 = -15^\circ$) ist

$$\tau = 15 \cdot (k - 13) - \lambda \quad (37)$$

k ist im Stundenmaß einzutragen.

Punktweise Berechnung der Datumslinien

Datumslinien auf einem ebenen Zifferblatt in unseren Breiten sind Hyperbeläste. Eine Ausnahme ist die Datumslinie für die Tag- und Nachtgleichen ($\delta = 0^\circ$), also jener Tage in

denen die Sonne in der Äquatorebene liegt. (Sie ist eine Gerade).

Es gibt einige Möglichkeiten zur Berechnung der Datumskurven. Am einfachsten ist eine punktweise Berechnung der Kurven. Berechnet wird jeweils die Entfernung eines Kurvenpunktes längs einer Zeitgeraden vom Punkt K.

Wird der Abstand eines Punktes einer Datumslinie vom Punkt K mit s bezeichnet, so gilt folgende Formel :

$$s = p \frac{\cos \delta}{\cos(U + \delta)} \quad (38)$$

Die Strecke p entspricht der Länge $K - P$.

Berechnung des Hilfs winkels U :

$$\cos U = \sin \varphi \cdot \cos z + \cos \varphi \cdot \sin z \cdot \sin d \quad (39)$$

Liegen die Stundengeraden weit auseinander, ist es sinnvoll, Halbstunden oder Viertelstunden-geraden zu berechnen.

Man kann für jeden Tag des Jahres eine Datumslinie berechnen und im Zifferblatt darstellen. Das Zifferblatt soll aber übersichtlich bleiben. Die entsprechende Deklination der Sonne (δ) für einen bestimmten Tag können Sie einem astronomischen Jahrbuch entnehmen oder wie folgt berechnen :

$$\sin \delta = \sin L \cdot \sin \varepsilon \quad (40)$$

ε ist die Neigung der Ekliptik $\approx 23,44^\circ$

$$\sin \varepsilon = 0,3978$$

$$L = L^0 + 0,425 \cdot \sin L^0 + 1,867 \cdot \cos L^0 - 0,018 \cdot \sin(2L^0) + 0,009 \cdot \cos(2L^0) \quad (41)$$

$$L^0 = \left(D \cdot \frac{360}{365,2422} - 80,566 \right) \quad (42)$$

D ist die Tagnummer. Sie wird vom Beginn des Kalenderjahres gezählt. Der 1. Jänner hat $D = 1$, der 2. Jänner hat $D = 2$ usw.

Die Koeffizienten in Formel (41) gelten streng genommen für das Jahr 1994. Im Laufe der nächsten Jahre ändern sie sich nur geringfügig.

Berechnung eines Beispiels (Abb.6):

Berechnet soll der in der Abbildung 6 mit G bezeichnete Punkt werden. G liegt auf der Stundengeraden für II Uhr nachmittags ($\tau = +30^\circ$) und auf der Deklinationslinie für $\delta = +20,15^\circ$.

Mit Formel (24) wird der Winkel z berechnet.

$$\tan z = \frac{\cos(48,1)}{\cos(-15,3) \cdot \operatorname{ctg}(30) + \sin(-15,3) \cdot \sin(48,1)}$$

$$= 0,4530$$

$$z = 24,37^0$$

Der Winkel z wird von der Senkrechten durch K nach rechts positiv und nach links negativ aufgetragen. Berechnung der Strecke s_G ($= K - G$) mit den Formeln (38) und (39) :

$$\cos U = \sin(48,1) \cdot \cos(24,37) + \cos(48,1) \cdot \sin(24,37) \cdot \sin(-15,3) = 0,6053$$

$$U = 52,751^0$$

$$s_G = 3,11 \frac{\cos(20,15)}{\cos(52,75 + 20,15)} = 9,93 \text{ cm}$$

Der Punkt K (Schnittpunkt der Stundengeraden) befindet sich nicht auf dem Zifferblatt (Abb. 8)

Bei vertikalen Zifferblättern, die stark nach Osten oder Westen gerichtet sind, werden die Strecken p und s des Schattendreiecks sehr lang und der Punkt K liegt außerhalb des Zifferblattes. Die Berechnung der Winkel z für die Stundengeraden und der Strecken s für die

Konstruktion der Schnittpunkte mit den Datumslinien ist nicht mehr sinnvoll. Deshalb wird eine andere Lösung vorgeschlagen.

Schattenwerfender Punkt P

Ein Polstab kann auf dem Zifferblatt nur zum Teil realisiert werden. Sie können aber auf einen Polstab gänzlich verzichten und dafür senkrecht auf dem Punkt F einen Stab mit der Länge g errichten. Der Schatten des Endpunkts dieses Stabes (P) dient als Ablesepunkt auf dem Zifferblatt.

Punktweise Berechnung der Stundengeraden und der Datumslinien

Wir definieren ein rechtwinkeliges Koordinatensystem. Der Ursprung des Systems fällt mit dem Punkt F (Fußpunkt des Gnomons) zusammen. Die Y -Achse liegt in der Senkrechten und die X -Achse in der Waagrechten durch F . X positiv wird nach rechts und Y positiv nach oben gezählt. Die Substilare schließt mit der Y -Achse den Winkel α ein.

Nun werden Schnittpunkte der Stundengeraden mit den Datumslinien mit nachfolgenden Formeln berechnet :

$$x = g \cdot \frac{\cos d \cdot \sin \tau - \sin d (\sin \varphi \cdot \cos \tau - \cos \varphi \cdot \tan \delta)}{\sin d \cdot \sin \tau + \cos d (\sin \varphi \cdot \cos \tau - \cos \varphi \cdot \tan \delta)} \quad (43)$$

$$y = -g \cdot \frac{\cos \varphi \cdot \cos \tau + \sin \varphi \cdot \tan \delta}{\sin d \cdot \sin \tau + \cos d (\sin \varphi \cdot \cos \tau - \cos \varphi \cdot \tan \delta)} \quad (44)$$

Berechnung eines Beispiels (Abb. 8):

Berechnet wird der Punkt $G1$ auf der Stundengeraden für 13 Uhr und der Datumslinie für $\delta = -23,44^0$. Die Stundengeraden wurden in Abb. 17 für die WOZ für $\lambda = -15^0$ berechnet.

Deshalb wurden die Stunden auch zum Gegensatz in Abb.6 mit arabischen Ziffern angeschrieben. Die Stundenwinkel τ sind mit Formel (37) ($\tau = 15 \cdot (k - 13) - \lambda$) zu berechnen.

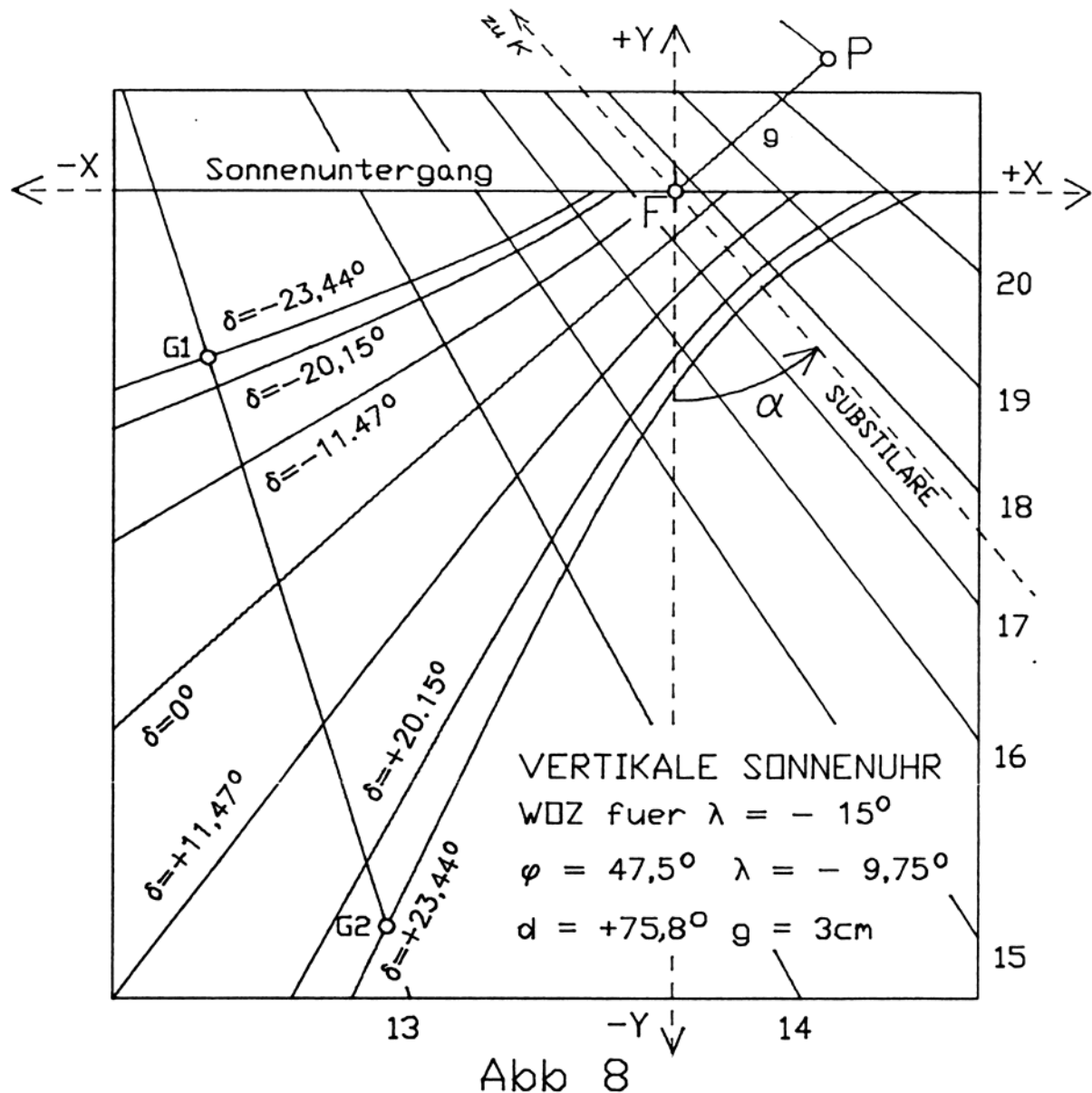
$$\tau = 15 \cdot (13 - 13) + 9,75^0 = +9,75^0.$$

$$x = 3 \cdot \frac{\cos(75,8) \cdot \sin(9,75) - \sin(75,8) \cdot (\sin(47,5) \cdot \cos(9,75) - \cos(47,5) \cdot \tan(-23,44))}{\sin(75,8) \cdot \sin(9,75) + \cos(75,8) \cdot (\sin(47,5) \cdot \cos(9,75) - \cos(47,5) \cdot \tan(-23,44))}$$

$$x = -6,86 \text{ cm}$$

$$y = 3 \cdot \frac{\cos(47,5) \cdot \cos(9,75) + \sin(47,5) \cdot \tan(-23,44)}{\sin(75,8) \cdot \sin(9,75) + \cos(75,8) \cdot (\sin(47,5) \cdot \cos(9,75) - \cos(47,5) \cdot \tan(-23,44))}$$

$$y = -2,51 \text{ cm}$$



Es hat natürlich nur einen Sinn jene Linien auf einem Zifferblatt zu berechnen und zu zeichnen, auf die im Laufe des Jahres ein Schatten des schattenwerfenden Punktes P fällt. Es muß somit die Besonnungsdauer des Zifferblattes berechnet werden. Diese Aufgabe soll im nächsten Teil dieses Artikels behandelt werden.

Tabelle 2: Tierkreiszeichen (von - bis)

♈	SCHÜTZE	22.11.- 22.12.	♌	LÖWE	23.7. - 23.8.	♈	WIDDER	20.3. - 20.4.
♏	SKORPION	23.10.- 22.11.	♍	KREBS	21.6. - 23.7.	♐	FISCHE	18.2. - 20.3.
♎	WAAGE	23.9. - 23.10.	♊	ZWILLINGE	21.5. - 21.6.	♑	WASSERMA.	21.1. - 18.2.
♍	JUNGFRAU	23.8. - 23.9.	♉	STIER	20.4. - 21.5.	♒	STEINBOCK	22.12.- 21.1.