

19. S T E R N F R E U N D E - S E M I N A R , 1 9 9 1

Planetarium der Stadt Wien - Zeiss Planetarium
und Österreichischer Astronomischer Verein

S O N N E N U H R E N

- 1 - 2 Titelseite; Inhaltsverzeichnis. 19 Jahre Österreichische Sternfreunde-Seminare zur Weiterbildung der Amateure.
- 3 - 16 Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren samt Computerprogrammen zur Berechnung und Zeichnung von Sonnenuhren-Lineaturen (Prof.Hermann Mucke, Wien). Weitere Angaben in den einzelnen Referaten.
- 17 - 28 Aus der Geschichte der Sonnenuhren (Renate Weiland, Wien).
- 29 - 48 Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren (Prof.Hermann Mucke, Wien).
- 49 - 76 Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung (StR.Arnold Zenkert, Potsdam, Deutschland). Dazu: Bastelheft "Sonnenuhren" und Sonnenuhren-Bastelbögen.
- 77 - 102 Theorie der Sonnenuhren. Sonnenuhren auf Ebenen in allgemeiner Lage, auf Zylinder- und Kugelflächen (OStR.Prof. Mag.Walter Hofmann, TGM Wien 20). Mit Demonstrations-Modellen.
- 103-110 Errichtung einer Sonnenuhr auf dem Gebäude des Vermessungsamtes in Eisenstadt (Dipl.Ing.Reinhard Jandl, Leiter des Vermessungsamtes Eisenstadt und Neusiedl sowie Vorsitzender der Dr.Adalbert Jeszenkovitsch-Gesellschaft, Eisenstadt). Mit Demonstration der originalen 1:1 - Vorlage zur Übertragung von Lineatur, Schrift und Symbolen auf die Uhrfläche.
- 111-112 Eine Spiegelsonnenuhr aus Jena (Dr.Ludwig Meier, Jena); Beilage.
- 113-118 Sinnsprüche, Chronogramme und Wortspiele auf Sonnenuhren - Die "Weisheit der Sonnenuhren" (StR.Arnold Zenkert, Potsdam, Deutschland). Beilage.
- 119-124 Einiges zu Sonnenuhren aus der Sicht des Restaurators und Künstlers (Mag.Art.August Kicker, Akademischer Maler und Restaurator, Wien).
- 125-128 Die Sonnenuhr in der Denkmalpflege (Dipl.Ing.Karl Neubarth, Bundesdenkmalamt, Wien).

- 129-165 Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.- Beschreibung von 49 interessanten Sonnenuhren in Österreich in Wort und z.T. auch Bild. Mit Ortskatalog (Zusatzkatalog) zum Katalog von 1953 ortsfesten Sonnenuhren in Österreich (Hofrat Dipl.Ing.Karl Schwarzinger, Leiter der Arbeitsgruppe Sonnenuhren des Österreichischen Astronomischen Vereins, Sistrans, Tirol).
- 166 Hinweise: Österreichischer Astronomischer Verein und Himmelskalender, Kurzkalender 1900-2000, Sternenbote.

Besonderer Dank gilt der Wiener Urania, die Räumlichkeiten zur Abhaltung dieses Seminars während der Bauarbeiten im Wiener Planetarium zur Verfügung stellte.

Seminarleiter: Prof.Hermann Mucke, Planetarium/Uraniasternwarte Wien.

⇒ Wiedergabe dieser Papiere oder deren Teile ist nicht gestattet. ←

19 Jahre Österreichische Sternfreunde-Seminare

Veranstaltet vom Planetarium der Stadt Wien und dem Österreichischen Astronomischen Verein, wurde jeweils ein Teilgebiet der Himmelskunde eingehender und aktueller, als dies in den einschlägigen Handbüchern der Fall sein kann, behandelt. Die Seminare und ihre Papiere dienen der Weiterbildung der Amateurastronomen und Lehrer in Österreich: 2088 Seiten DIN A4.

- 1973 Astronomische Koordinatensysteme
- 1974 Gebrauch astronomischer Jahrbücher
- 1975 Himmelskarten und ihr Gebrauch
- 1976 Fernrohre und ihr Gebrauch
- 1977 Astronomische Phänomenologie
- 1978 Amateurastronomie, Theorie und Praxis
- 1979 Astronomische Finsternisse
- 1980 Die Kometen
- 1981 Der Mond
- 1982 Die Kleinplaneten
- 1983 Die Doppelsterne
- 1984 Die Sonne
- 1985 Himmelskunde und Kleinrechner
- 1986 Die Meteore
- 1987 Veränderliche Sterne
- 1988 Die Galaxien
- 1989 Planet Erde
- 1990 Die Milchstraße
- 1991 Sonnenuhren

Herausgeber der Papiere: Österreichischer Astronomischer Verein. Bestellungen: Astronomisches Büro, Hasenwartg.32, A-1238 Wien, Österreich, Telephon/FAX 0043 222 889 34 41. Ab Ausgabe 1979 einschließlich noch lieferbar.- *Res severa est verum gaudium!*

Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

1. Astronomie

- Pfleiderer, J.: Astronomie für Jedermann. Unter Mitarbeit von M. Gruber. Pinguin Verlag, Innsbruck 1983.
- Becker, F.: Geschichte der Astronomie. BI Hochschultaschenbücher, 298/298a, Bibliographisches Institut, 3.Aufl., Mannheim 1968.
- Cornell, J.: Die ersten Astronomen. Eine Einführung in die Ursprünge der Astronomie. Birkhäuser Verlag, Basel 1983.
- Schiaparelli, G.: Die Astronomie im Alten Testament. J.Ricker'sche Verlagsbuchhandlung, Gießen 1904.
- Reuter, O.S.: Germanische Himmelskunde. Untersuchungen zur Geschichte des Geistes. J.Lehmanns Verlag, München 1934.
- King, D.: Islamic Mathematical Astronomy. Variorum Reprints, London 1986.
- Dick, J.: Grundtatsachen der sphärischen Astronomie. Johann Ambrosius Barth Verlag, 2.Aufl., Leipzig 1965.
- Woolard, E.W., Clemence, G.M.: Spherical Astronomy. Academic Press, New York 1966.
- Planet Erde. Papiere des 17.Österreichischen Sternfreundeseminars, Planetarium der Stadt Wien und Österreichischer Astronomischer Verein, Wien 1989. Enthält u.a. "Bewegungen der Erde" mit dem besonders für die Sonnenuhren-Thematik wichtigen Dreh- und Umlaufverhalten der Erde; samt Formeln (Prof.K.Bretterbauer, TU Wien). Erhältlich vom Astronomischen Büro, A-1238 Wien.
- Meeus, J.: Astronomical Formulae for Calculators. Willmann-Bell, 3.Aufl., Richmond VA, USA.
- Mucke, H.: Astronomische Kurzkalender 1900 bis 2000, Astronomisches Büro, A-1238 Wien 1989.
- Mucke, H.: Himmelskalender 1991. Ein kleines Astronomisches Jahrbuch für Österreich, 35.Jahrgang, Astronomisches Büro, A-1238 Wien, 1990.
- Winnenburg, W.: Humboldt-Astronomie-Lexikon. Meyers Lexikonredaktion, Humboldt-Taschenbuchverlag Jacobi KG, München 1990.

1. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

2. Zeitrechnungswesen und Zeitbestimmung

- Ginzel, F.K.: Handbuch der Mathematischen und Technischen Chronologie. Das Zeitrechnungswesen der Völker in drei Bänden:
1. Babylonier, Ägypter, Mohammedaner, Perser, Inder, Südostasiaten, Chinesen, Japaner und Zentralamerikaner.
 2. Juden, Naturvölker, Römer, Griechen und Nachträge zu Bd.1.
 3. Makedonier, Kleinasier, Syrer, Germanen, Kelten, des Mittelalters, Byzantiner und Russen, Armenier, Kopten, Abessinier, der Neuere Zeit und Nachträge zu Bd.2 und 3.
- J.Hinrichs'sche Buchhandlung, Leipzig 1906, 1911, 1914. Unveränderter Neudruck, Deutsche Buch-Export und Import GmbH, Abt. Antiquariat, Leipzig 1958. Besonders auch Tagesteilung behandelt.
- Bickerman, E.: Chronologie. B.G.Teubner Verlagsgesellschaft, 2. Aufl., Leipzig 1963.
- Zemanek, H.: Kalender und Chronologie. Bekanntes & Unbekanntes aus der Kalenderwissenschaft. R.Oldenbourg Verlag, 2.Aufl., München 1981.
- King, H.C.: Geared to the Stars. The evolution of planetariums, orreries, and astronomical clocks. In collaboration with J.R. Milburn. University of Toronto Press, Toronto 1978.
- Lunardi, H.: 900 Jahre Nürnberg - 600 Jahre Nürnberger Uhren. Universitäts-Verlagsbuchhandlung W.Braumüller, Wien 1974.
- Sawelski, F.S.: Die Zeit und ihre Messung. Von der billionstel Sekunde bis zu Jahrhunderten. Verlag MIR, Moskau und VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1977.
- Bachmann, P.: Die Zeit aus der Sicht der Meßtechnik. Dokumentation eines Vortrags, gehalten am 20.März 1973 im Planetarium der Stadt Wien. Erhältlich vom Astronomischen Büro, 1238 Wien.
- Melde, F.: Theorie und Praxis der Astronomischen Zeitbestimmung. Mit Zugrundelegung vorbereitender Lehren und unter Berücksichtigung einfacher Hilfsmittel. Laupp'sche Buchhandlung, Tübingen 1876.

3. Zur Geschichte der Sonnenuhren

Kurzdarstellungen in folgenden größeren Werken:

- Zenkert, A.: Faszination Sonnenuhr. Deutsch, Thun-Frankfurt/M. 1984.

2. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

Rohr, R.R.: Die Sonnenuhr. Geschichte, Theorie, Funktion. G.W.D. Callwey, München 1982.

Löschner, H.: Über Sonnenuhren. Beiträge zu ihrer Geschichte und Konstruktion, nebst Fehlertheorie. Leuschner-Lubensky, Graz 1905.

Sonnendorfer, R.: Theorie und Construction der Sonnenuhren auf Ebenen, Kegel-, Cylinder- und Kugelflächen, nebst historischer Skizze über Gnomonik. W. Braumüller, Wien 1864.

Ausführliche Darstellungen:

Drecker, J.: Theorie der Sonnenuhren. Aus E.v. Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Bd.1, E. W. de Gruyter, Berlin 1925. Behandlung vom Altertum bis in die Neuzeit.

	Seite
Vorwort	XI
I. Kapitel: Theorie und Konstruktion der Sonnenuhr in den Schriften der Alten	1
1. Vitruvius	1
2. Ptolemaeus	4
II. Kapitel: Allgemeine Natur der Stundenlinien	12
Besondere Formen der antiken Sonnenuhr	
III. Kapitel: Kugeluhren	21
1. Die Gnomonspitze liegt im Mittelpunkt der Kugel	21
2. Die Gnomonspitze liegt auf der Oberfläche der Kugel	25
Untersuchung der hemisphärischen Sonnenuhr im Berliner Museum	31
3. Die Gnomonspitze liegt im Innern aber nicht im Mittelpunkt der Kugel	34
IV. Kapitel: Kegeluhr	37
V. Kapitel: Die antike Äquatorialuhr	40
VI. Kapitel: Senkrechte Zylinderuhren	41
VII. Kapitel: Die Horizontaluhr	43
VIII. Kapitel: Die Vertikaluhr	48
IX. Kapitel: Berechnung von Stundenpunkten auf Vertikaluhren	51
Die Sonnenuhren am Turm der Winde in Athen	52
X. Kapitel: Besondere Linien auf antiken Sonnenuhren	55
XI. Kapitel: Verbundene Sonnenuhren	57
XII. Kapitel: Tragbare antike Sonnenuhren	58
XIII. Kapitel: Sonnenuhren für italische und babylonische Stundenzählung	67
XIV. Kapitel: Verwendung der Sonnenuhr in der Astrologie	72
XV. Kapitel: Sonnenuhren mit einem zur Erdaxe parallelen Zeiger	76
Nachtrag: Arabische Polos-Uhren	82
XVI. Kapitel: Tragbare Sonnenuhren	84
1. Der Zylinder	84
2. Der astronomische Quadrant	86
3. Sonnenringe	90
4. Der Universalring	91
5. Das allgemeine Uhrtäfelchen	93
6. Sonnenuhren mit Magnethülse	96
7. Azimutal-Sonnenuhren	98
8. Sonnenuhren mit homogenen Stundenlinien	102
9. Die Bifilar-Sonnenuhr	103
XVII. Kapitel: Wahre und mittlere Zeit	106
XVIII. Kapitel: Atmosphärische Refraktion	108

3. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

Martini, G.H.: Abhandlung von den Sonnenuhren der Alten. Crusius, Leipzig 1777.

Bilfinger, G.: Die Zeitmesser der antiken Völker. Stuttgart 1885.

Stephens, S.: Sonnenuhren, astroarchäologische und astronomische Kunst. Bietigheim-Bissingen, 1985.

Spackmann, H.S.: The Timepiece of Shadows. A history of the sun dial. W.Comstock, New York 1895.

Zinner, E.: Deutsche und Niederländische Astronomische Instrumente des 11.-18. Jahrhunderts. C.h.Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 2. Aufl., München 1967.

Syndram, D.: Wissenschaftliche Instrumente und Sonnenuhren. G.D.W. Callwey, München 1989.

Bobinger, E.: Alt-Augsburger Kompaßmacher. Sonnen-, Mond- und Sternuhren, Astronomische und mathematische Geräte, Räderuhren. H.Rösler Verlag, Augsburg 1966.

Monographien Großbauten:

Wood, J.W.: Sun, Moon and Standing Stones. Oxford University Press, Oxford 1978.

Müller, R.: Sonne, Mond und Sterne über dem Reich der Inka. Verständliche Wissenschaft, Bd.110. Springer, Berlin 1972.

Reiche, M., Kern, H.: Peruanische Erdzeichen. Kunstraum München e.V., 2.Aufl., München 1975.

Kern, H.: Kalenderbauten. Frühe Astronomische Großgeräte aus Indien, Mexico und Peru. Die Neue Sammlung, München 1976.

Dhama, B.L.: A Guide to the Jaipur Astronomical Observatory. Jaipur, Ausgabe 1980.

Nath, L.B.: A Handbook of Maharajah Jaisingh's Astronomical Observatory, Delhi. Pt. Shib Lai, Ex-caretaker, Jantar Mantar, New Roxy Press, New Delhi, Ausgabe 1980.

Monographien Zeitmessung, Gnomonik, astronomisches Umfeld

Borchardt, L.: Altägyptische Zeitmessung. Aus E.v.Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Bd.1, B. W.de Gruyter, Berlin 1920.

4. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

Van der Waerden, B.: Die Anfänge der Astronomie. Aus Erwachende Wissenschaft, Bd.2. Birkhäuser, Basel 1968. Mesopotamien, u.a.

Vitruvius, P.: De architectura. 10 Bücher. Zweisprachige Ausgabe, Übersetzung von C.Fensterbusch. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1976. Auszüge bei Drecker, s.o.

Ptolemaios, C.: Buch über das Analemma, griechische Originalfassung unbekannt, doch überliefert: Claudii Ptolemaei Liber de analemmate a F.Commandino illustr., Romae 1562. In Claudii Ptolemaei Opera astronomica minora, Edit.Heiberg, Leipzig 1907. Auszüge bei Drecker, s.o.

Schoy, K.: Gnomonik der Araber. Aus E.Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Bd.1, F. W.de Gruyter, Berlin 1923.

	Seite
Vorwort	3
Bibliographische Einleitung	3
I. Kapitel: Der Gnomon, Schattenmesser, Schattenwerfer	5
II. Kapitel: Die Schattenfläche der ebenen Uhren	8
III. Kapitel: Über den Schatten und die Schattentafeln	9
Tafel der Horizontalschatten	12
IV. Kapitel: Berechnung des Azimuts aus der Sonnenhöhe	17
V. Kapitel: Elementare Theorie der ebenen Sonnenuhren	22
VI. Kapitel: Die arabische Horizontalsonnenuhr oder Basita	27
1. Konstruktion der Parallelkreise und Stundenlinien	27
Teile der Stunden in den nördlichen Sternbildern	31
Teile der Stunden in den südlichen Sternbildern	32
2. Die Qibla	33
Tafel der Sonnenhöhe des Azimuts der Qibla	42
3. Das 'Aşr	43
Tafel der Bogengrade von der Tagesmitte bis zur Zeit des ersten 'Aşr	53
VII. Kapitel: Sonnenuhren, welche die Zeit durch eine Schattenlänge allein angeben	54
VIII. Kapitel: Vertikale und geneigte ebene Uhren	59
1. Der Vertikal über der Mittagslinie	59
Tafel des Azimuts auf dem Nordsüdvertikal, wenn der Schatten dem Gnomon gleich ist	62
2. Der Ostwestvertikal	63
3. Deklinierende (abweichende) Vertikaluhren	66
4. Die inklinierende und deklinierende Uherebene	67
5. Kombinierte Sonnenuhren	70
1. Die Muğannaḥa oder die Gefügelte	70
2. Der Mutakāfi	71
3. Die Miknasa	71
4. Die Miknasa, bei der der Rücken des Winkels in der Ostwestlinie ist	71
5. Die deklinierenden Makānis	71
6. Die Makānis, deren Rücken mit der Mittagslinie in der Ebene des Meridians liegt	71
7. Die Makānis, deren Rücken mit der Ostwestlinie in der Ebene des ersten Vertikals liegt	71
8. Die Makānis, deren Rücken zur Mittags- und Ostwestlinie dekliniert	71
IX. Kapitel: Konstruktion der Zylinder-Kegel- und Kugeluhren	72
X. Kapitel: Bestimmung der geographischen Breite eines Ortes aus der Lineatur der Sonnenuhr, die ursprünglich für diesen Ort konstruiert war	75
1. Breitebestimmung mittels der Basita	75
2. Das Aufsuchen der Breite am Nordsüdvertikal	76
3. Wie man die Breite an der Vertikaluhr über der Ostwestlinie finden kann	77
4. Breitebestimmung an der abweichenden Vertikaluhr	77

5. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

	Seite
Anmerkungen und Zusätze	78
Zu Kapitel III:	
a) Abhandlung über den Schatten	78
b) Die Länge des miqjās sei = 1	79
Zu Kapitel IV:	
a) Zahlenbeispiel zur Azimutbestimmung	79
b) Tabelle des Ihtilāf al-ufq für die Breite von Bagdād	81
Tabelle des Sinus der Morgenweite für die Breite von Bagdād	81
Zu Kapitel VI ₁ :	
a) Geschichtliche Notiz zur größten Sonnendeklination	82
b) Zusammenhang zwischen den zeitlichen und gleichen Stunden	82
Zu Kapitel VI ₂ :	
1. Berechnung der Qiblarichtung nach Ibn al-Haiṭam	83
2. Berechnung der Qiblarichtung nach Abū'l Wafā'	84
Zu Kapitel VIII ₁ :	
a) Die Wiederauffindung des verlorenen Gnomons	86
b) Zahlenbeispiel zur Berechnung der Linie des Horizontes	88
Zu Kapitel VIII ₂ :	
a) Zahlenbeispiel zur Berechnung einer Azimutstunde	90
Zu Kapitel VIII ₄ :	
a) Frage nach dem Urheber der abendländischen Sonnenuhr	90
Namen- und Sachnachweis	92
Ergänzungen und Berichtigungen	95

4. Sonnenuhren allgemein

Zenkert, A.: Faszination Sonnenuhr. Verlag H. Deutsch, Thun und Frankfurt/Main 1984.

1. Aus der Geschichte der Sonnenuhren	9	2.6. Mittagshöhe der Sonne	38
1.1. Schatten und Schattenstab	9	2.7. Wahre Ortszeit	39
1.2. Sonnenuhren im Altertum und in der Antike	11	2.8. Mittlere Ortszeit	40
1.3. Gnomonik der Araber	15	2.9. Mitteleuropäische Zeit	40
1.4. Mittelalterliche Sonnenuhren	16	2.10. Mitteleuropäische Sommerzeit	42
1.5. Sonnenuhren mit polwärts gerichteten Schattenstäben	25	3. Berechnung und Konstruktion von Sonnenuhren	43
1.6. Blütezeit des Sonnenuhrenbaues	27	3.1. Überblick über die wichtigsten Sonnenuhrenarten	43
1.7. Die kunstvolle Sonnenuhr	29	3.2. Äquatoriale Sonnenuhr	44
1.8. Sonnenuhren heute	30	3.3. Horizontale Sonnenuhr	46
2. Kleiner mathematisch-astronomischer Kurs	32	3.4. Vertikale Sonnenuhren	49
2.1. Scheinbare Himmelskugel	32	3.4.1. Vertikale Süduhr	49
2.2. Astronomische Koordinatensysteme	33	3.4.2. Vertikale Norduhr	50
2.3. Bewegung im Tagesverlauf	34	3.4.3. Abweichende Vertikaluhr	51
2.4. Bewegung im Jahresverlauf	34	3.5. Polare Sonnenuhren	65
2.5. Einfluß der geographischen Breite	36	3.5.1. Polare Süduhr	65
		3.5.2. Polare Ost- bzw. Westuhr	66
		3.6. Analemmatische Sonnenuhr	67

6. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

3.7. Sonnenuhren auf gekrümmten Flächen . . .	70	5.3.3. Datumslinien auf vertikalen Süduhren . . .	107
3.7.1. Kugelsonnenuhr	70	5.3.4. Datumslinien auf abweichenden Vertikaluhren	107
3.7.2. Hohlkugelsonnenuhr	72	5.3.5. Datumslinien auf polaren Sonnenuhren . . .	107
3.7.3. Zylindersonnenuhr	73		
3.8. Wanderstab-Sonnenuhr	76	5.4. Berechnung der Datumslinien	108
3.9. Quadrantsonnenuhr	77	5.5. Datumsuhr	110
3.10. Universales Uhrentäfelchen	79	5.6. Der Mittagskalender	111
3.11. Ringsonnenuhr	80		
3.12. Sonnenuhren auf geometrischen Körpern . .	81	6. Selbstbau von Sonnenuhren	112
3.13. Sonnenuhren auf anderen geographischen Breiten	82	6.1. Anfertigung des Zifferblattes	112
		6.1.1. Diaprojektor als Hilfsmittel	112
		6.1.2. Uhr als Hilfsmittel	114
4. Anzeige der Tageszeit	85	6.2. Gestaltung des Schattenwerfers	115
4.1. Ortszeitkorrektur	85	6.3. Bastelvorschläge	116
4.2. Weltzeitzifferblatt	86	7. „Weisheit“ der Sonnenuhren	120
4.3. Zeitgleichungskorrektur	87	8. Brevier der gnomonischen Praxis	123
4.4. Genauigkeit von Sonnenuhren	92	9. Kleines gnomonisches Lexikon	125
5. Anzeige des Datums	94	10. Tafeln	129
5.1. Datums- oder Tierkreislinien	94	Literaturverzeichnis	133
5.2. Lage des Mittagsschattens	95	Sachwörterverzeichnis	135
5.3. Konstruktion der Datumslinien	96		
5.3.1. Datumslinien auf Äquatorialuhren	96		
5.3.2. Datumslinien auf Horizontaluhren	105		

Rohr, R.R.: Die Sonnenuhr. Geschichte, Theorie, Funktion. G.D.W. Callwey, München 1982.

	Vorwort	7
	I Anfänge und Entwicklung der Sonnenuhr	8
II Grundbegriffe der Himmelskunde	1 Allgemeines	34
	2 Geographische Koordinaten	34
	3 Die Bewegungen der Erde	35
	4 Das Azimutsystem	37
	5 Äquatoriale Koordinaten	38
	6 Die Sonne	40
	7 Die Zeitmessung	41
	8 Der Mond	43
	9 Das Bestimmen der Nord-Südrichtung	44
	10 Bestimmung einer Mauer- richtung und der Neigung einer schiefen Ebene	46
	11 Bestimmung der geographischen Koordinaten	48
III Die Polos-Sonnenuhren	1 Allgemeines	54
	2 Äquatoriale Sonnenuhren	56
	3 Horizontaluhren	59
	Handwerkliche Herstellung	60
	Konstruktion mit Zirkel und Lineal	62
	Konstruktion durch Berechnung	63
	4 Vertikaluhren	64
	Allgemeines	64
	Nicht abweichende Vertikaluhren	64
	Abweichende Vertikaluhren	65

7. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

IV Die inklinierenden Sonnenuhren	1 Allgemeines	80
	2 Inklinierende Süd- und Norduhren	80
	3 Inklinierende Ost- und Westuhren	81
	4 Polare Sonnenuhren	81
	5 Inklinierende und deklinierende Sonnenuhren	81
V Sonnenkalender	1 Die Veränderungen der Sonnendeklination und ihre Abbildung auf der Sonnenuhr	94
	2 Zeichnung der Datumslinien	95
	3 Die Mittagsweiser	98
	4 Babylonische und italische Stunden	104
	5 Zeichnung der babylonischen und italischen Stundenlinien	106
	6 Sternzeitsonnenuhren	109
	7 Sonnenuhren für temporale, jüdische oder biblische und Planetenstunden	110
	8 Höhe und Azimut der Sonne	113
VI Analemmatische Sonnenuhren	1 Allgemeines	118
	2 Theorie	120
	3 Konstruktion der analemmatischen Sonnenuhr	122
	4 Die Sonnenuhr von Parent	123
	5 Die Lambertsche Uhr	124
	6 Die rektilineare Uhr	127
	7 Oughtreds stereographische Sonnenuhr	128
	8 Orthographische Projektion	128
VII Mond- und Gezeitenuhren	1 Monduhren	132
	2 Gezeitenuhren	134
VIII Tragbare Höhen-, Azimutal-, Polos- und andere Sonnenuhren	1 Höhengonnenuhren	140
	2 Azimutaluhren	147
	3 Poloszeiger- und andere Uhren	148
IX Von ungewöhnlichen Sonnen- und Sternuhren aus alter und neuerer Zeit		158
X Die Sonnenuhren des Islam		168
XI Beachtenswerte Sonnenuhren von einst und jetzt		180
XII Sonnenuhrensprüche		200
Anhang	Tabellen	206
	Literaturverzeichnis	210
	Personen- und Sachregister	212
	Bildnachweis	215

Loske, L.M.: Die Sonnenuhren. Kunstwerke der Zeitmessung und ihre Geheimnisse. Verständliche Wissenschaft, Bd.69. Springer, Berlin 1959.

Mayall, R.N und W.M.: Sundials. How to know, use and make them. Sky Publishing Corporation, 2.Aufl., Cambridge, Mass., USA 1973.

8. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

5. Konstruktion und Berechnung von Sonnenuhren

Möller, M.: Orientierung nach dem Schatten. Studien über eine Touristenregel. A.Hölder, Wien 1905.

Penther, J.F.: Gnomonica fundamentalis. Wolffs Erben, Augspurg 1734.

Littrow, J.J.von: Gnomonik oder Anleitung zur Verfertigung aller Arten von Sonnenuhren. C.Gerold, 2.Aufl., Wien 1836.

Sonndorfer, R.: Theorie und Construction der Sonnenuhren auf Ebenen, Kegel-, Cylinder- und Kugelflächen, nebst einer historischen Skizze über die Gnomonik. W.Braumüller, Wien 1864.

Löschner, H.: Über Sonnenuhren. Beiträge zu ihrer Geschichte und Konstruktion, nebst Aufstellung einer Fehlertheorie. Leuschner & Lubensky, Graz 1905.

Schoy, K.: Gnomonik der Araber. Aus E.v.Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Bd.1, F. W.de Gruyter, Berlin 1923.

Drecker, J.: Theorie der Sonnenuhren. Aus E.v.Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, Bd.1, E. W.de Gruyter, Berlin 1925.

Hnatek, A.: Über die Berechnung einer Sonnenuhr bei beliebiger Neigung und beliebigem Azimut der Uhrfläche. Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Math.-Nat. Klasse, Abt.IIa, 158.Bd., 6-10.Heft. Springer, Wien 1950.

Waugh, A.E.: Sundials, their theory and construction. New York 1973.

Taylor, G.E.: Equiangular Sundials (Gleiche Zeitintervalle entsprechen gleichen Winkeln auf der Lineaturfläche). Journal British Astronomical Association, Vol.86,1. London 1975.

Michnik, H.: Theorie einer Bifilarsonnenuhr. Astronomische Nachrichten, 217, 1923.

Wunderlich, W.: Zur analemmatischen Sonnenuhr. Elemente der Mathematik, 7.Jg., Birkhäuser, Basel 1952.

Vilkner, H.: Ist die Sonnenuhr sekundengenau? Uhren und Schmuck, 1975/6.

Hanke, W.: Verstellbare Zifferblätter für Ortszeitdifferenz, Zeitgleichung und Sommerzeit bei Horizontal- und Vertikalsonnenuhren.

9. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

Uhren und Schmuck, 1981/3.

Meier, Steinbach, Weßlau: Grundlagen der Konstruktion von Sonnenuhren. Feingerätetechnik 1981/10.

Vilkner, H.: Sehr genaue Sonnenuhren. Uhren und Schmuck, 1985, p.92.

Vilkner, H.: Formeln zur Konstruktion von Sonnenuhren. Uhren und Schmuck, 1985/6, 1986/2, 1986/3, 1986/5.

Lippolt, H.: Zur Theorie der analemmatischen Sonnenuhr. Die Sterne, 1987/4.

Zenkert, A.: Über die Genauigkeit bei sehr großen Sonnenuhren. Uhren und Schmuck, 1989/5.

Programme für IBM- und IBM-compatible Personal Computer

De Vries, F.J.: Berechnung und Zeichnung (Plottung) von ebenen und bifilaren sowie Spiegelsonnenuhren in beliebiger Lage. Lineatur für Wahre Ortszeit, Mittlere Ortszeit (Achterschleifen), Babylonische, Italienische, Antike Stunden sowie für Islamische Gebetsstunden; ferner Datumslinien sowie Deklination, Höhe und Azimut der Sonne. Konvertierung des Berechnungsfiles zur Weiterverarbeitung mit AUTOCAD ist möglich.- Bestellungen an: F.J.De Vries, Rooseveltlaan 96, NL-5625 PC Eindhoven, unter Beischluß eines Eurochecks, ausgestellt auf Dfl.28.- und versehen mit Scheckkartennummer; anderenfalls nur Intern.Postanweisung. Bitte angeben, ob 3,5" oder 5,25" Diskette gewünscht.

Sonderegger, H.: SONNE.EXE. Das Programm leistet mit

Eingabe des Datums, der geographischen Länge und Breite:

- * Berechnung des Sonnenauf- und Sonnenunterganges
- * Berechnung von Azimut und Höhe der Sonne für gegebene Uhrzeit
- * Berechnung der Uhrzeit zu diesem Sonnenstand
- * Zeitgleichung oder

Eingabe von geographischer Länge und Breite:

- * Zeichnung/Plottung der Lineatur einer horizontalen Sonnenuhr
- * Zeichnung/Plottung der Lineatur einer vertikalen Sonnenuhr für jede Wandrichtung
- * Lineatur einer zylindrischen Sonnenuhr.

Die Datums- und Stundenlinien können mit oder ohne Berücksichtigung der Zeitgleichung dargestellt werden und gestatten die Ablesung der Zonenzeit (MEZ). Wahlweise bei horizontalen und verti-

10. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

kalen Sonnenuhren auch noch italienische und babylonische Stunden. Zeigerlänge und bei Vertikaluhren Wandabweichung von der Südrichtung frei wählbar. Sonnenstandsberechnung nach der Ephemeride 1990 mit der Genauigkeit, die für Sonnenuhren ausreicht. Bildschirm- und Plotterbild stimmen in etwa überein. Das Programm ist selbst-erklärend; Eingabefehler sollten vom Programm abgefangen werden.

Voraussetzung:

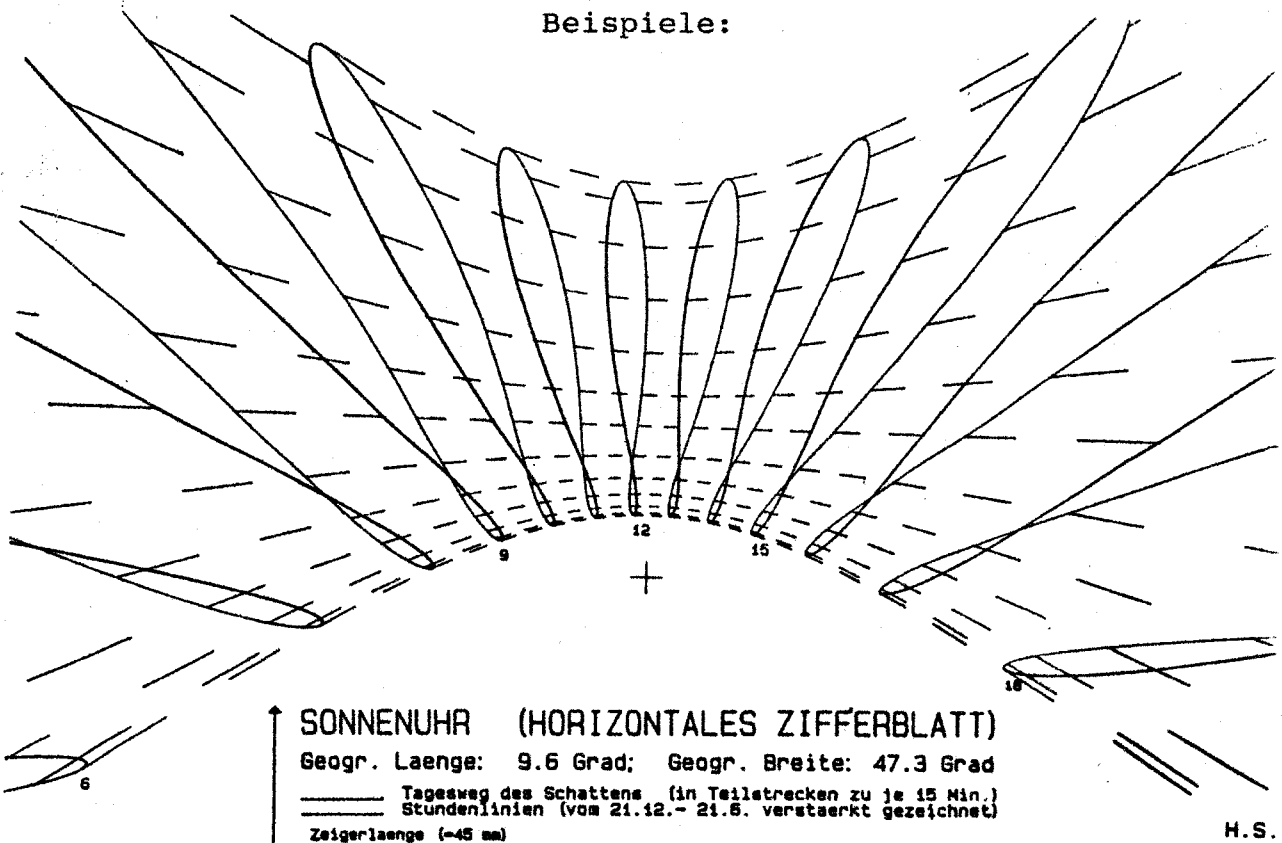
IBM oder IBM-compatibler Personal Computer mit Betriebssystem DOS und gängiger Bildschirmpkarte (CGA, EGA, VGA oder Herkules). Je nach Graphikkarte können sich auf dem Bildschirm leichte Verzerrungen ergeben. Deshalb wird zur Kontrolle die Zeigerlänge in beiden Achsenrichtungen auf dem Bildschirm angegeben.

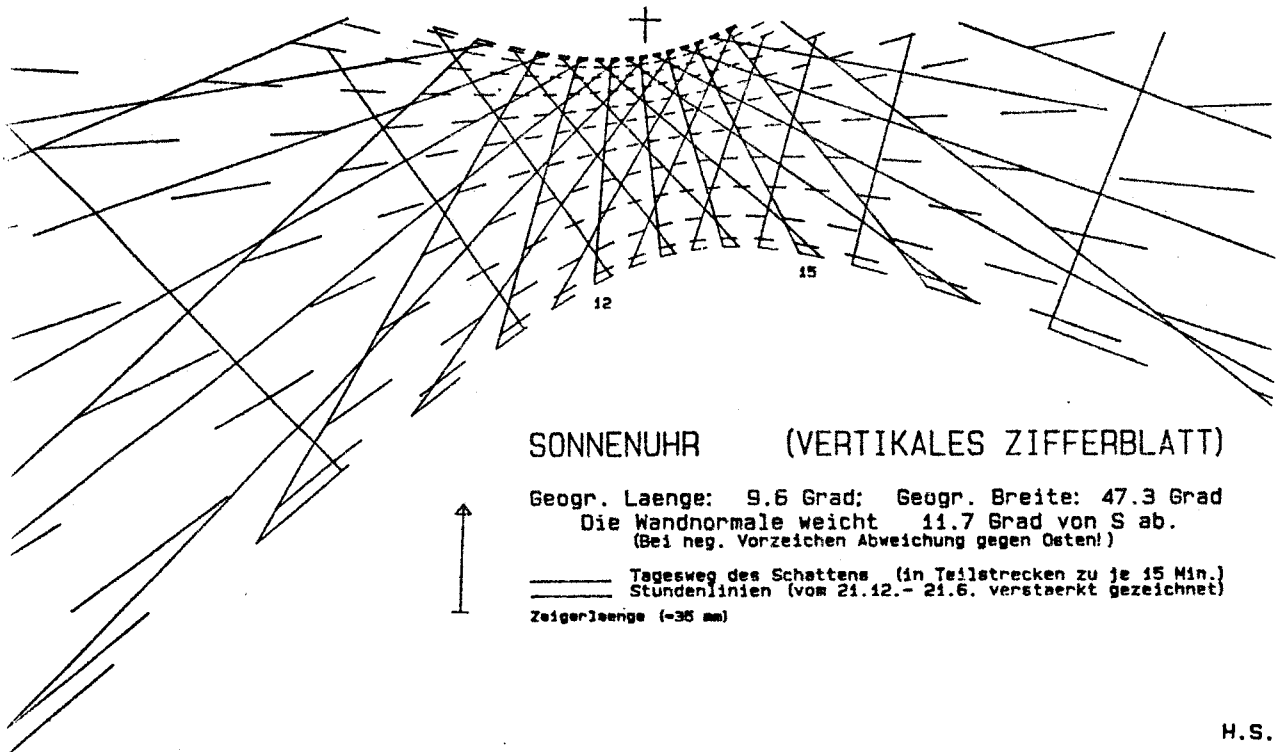
Zur Plottung ist ein DIN A3 - Plotter, der mit der Plottersprache HPGL angesteuert werden kann, erforderlich. Die Plotterbefehle werden zur Kontrolle gleichzeitig auch auf dem Bildschirm ausgegeben.

Das Programm ist in TURBO-PASCAL geschrieben und wird kompiliert zur Verfügung gestellt.-

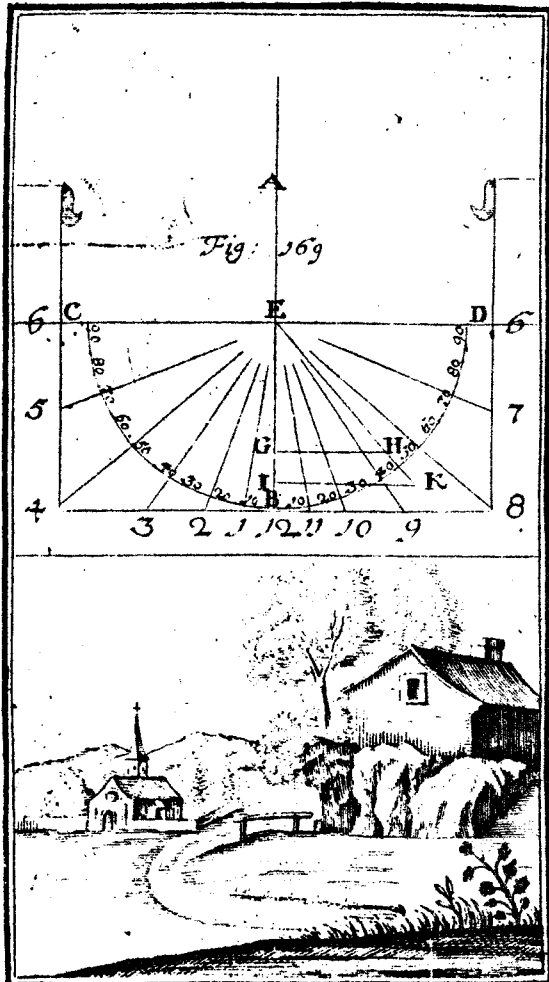
Bestellungen an: Dr.H.Sonderegger, Sonnengasse 24, A-6800 Feldkirch, mit gleichzeitiger Einsendung von öS 50.- (+Porto). Bitte angeben, ob 3,5" oder 5,25" Diskette gewünscht.

Beispiele:





6. Sonnenuhren-Praxis



Die Kunst
 gute Sonnen-Uhren
 zu machen
 oder
 Practische Anweisung
 alle Arten
 der üblichen
Sonnen-Uhren
 geometrisch und arithmetisch
 zu verfertigen
 mit Kupfern



Ulm, Frankfurt und Leipzig, 1762.
 Auf Kosten der Bäumlischen Handlung

12. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

- Sallaberger, M.: Sonnenuhren. Anleitung zur Selbsterstellung von Sonnenuhren aller Art, Sonnenringen und Universaluhren. Mit 2 Modellbogen. Aus der Reihe Spiel und Arbeit, Nr.79. Verlag O. Maier, Ravensburg, um 1925.
- Reichert, E.: Die Sonnenuhr. Modellbogen zum Ausschneiden und Zusammenkleben. Eine Uhr zum Miterleben des Sonnengangs. Astro-Media, Vertrieb Würzburg Georg und Daniel Hünig, 1983.
- Zenkert, A.: Sonnenuhren. Bastelheft für Kinder von 8 Jahren an. Sonnenuhr mit senkrechtem Stab (Nadel-Sonnenuhr); Doppel-Sonnenuhr; Sommersonnenuhr; Pultsonnenuhr; Würfelsonnenuhr. Verlag für Lehrmittel, Pössneck, Deutschland Ost, 1988.
- Zenkert, A.: Bastelbogen für Sonnenkompaß, Analematische Sonnenuhr, Sternenuhr, Horizontale Sonnenuhr. Astronomisches Zentrum Bruno H.Bürgel, Potsdam; Separata vom vorigen Titel.
- Hünig, K.: Die Lebende Sonnenuhr. Bausatz für eine auf waagrechter, glatter Fläche im Freien zu malenden analematischen Sonnenuhr. Wer auf die dem Datum entsprechende Stelle des Analemmas tritt und den Arm senkrecht hebt, zeigt mit dessen Schatten die Uhrzeit. Zum Bausatz gehört der für den Ort berechnete Plan. Astro-Media im Neue Wege Verlag, Schäfersheim b.Weikersheim, 1989.
- Mitsumasa, A.: Anno's Sonnenuhren. Die Zeit erleben. Übersetzt von M.Röthlisberger. Verlag Sauerländer, Aarau, 1987. Ein Experimentierbuch mit beim Öffnen der Seiten aufklappenden Strukturen.
- Embacher, F.: Sonnenuhren bauen leicht gemacht. Fachwissen für Heimwerker. Verlagsgesellschaft R.Müller, Köln-Braunsfeld 1984.
- Schumacher, H.: Sonnenuhren 1. Gestaltung, Konstruktion, Ausführung. Eine Anleitung für Handwerk und Liebhaber. G.D.W.Callwey, München 1973.
- Peitz, A.: Sonnenuhren 2. Tabellen und Diagramme zur Berechnung. Eine Anleitung für Handwerk und Liebhaber, G.D.W.Callwey, München 1978.
- Schumacher, H., Peitz, A.: Sonnenuhren 3. 303 Beispiele aus 12 Ländern. G.D.W.Callwey, München 1981.
- Eigen, G.: Sonnenuhren für Haus und Garten. Frech, Stuttgart 1969.

13. Fortsetzung Referat: Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren

7. Bildmaterial und Kataloge

Bildmaterial

Sadler, H.: Sonne, Zeit und Ewigkeit. Alte Sonnenuhren. Die bibliophilen Taschenbücher, Nr. 376. Harenberg, Dortmund 1983.

Giudiceandrea, L., Ruatti, R.: Die Spur der Sonne. Sonnenuhren in Südtirol. Fotos: G. Neumair und F. Oberkofler. Arunda, Kulturzeitschrift aus Südtirol, Buchband Nr. 25. Schlanders 1989.

Moltinger, B.: Sonnenuhren - Fotokalender 1991. Arbeitsgruppe Astronomie, Haus der Natur Salzburg und Salzburger Volkssternwarte auf dem Voggenberg, 1990.

Reiches Bildmaterial findet sich auch in den hier genannten Bänden von Zenkert, Rohr, Schumacher-Peitz, Syndram, Zinner und auch Bobinger sowie in Katalogen von Museen.

Kataloge

Zinner, E.: Alte Sonnenuhren an europäischen Gebäuden. Alphabetische Liste von 5000 Standorten. Leider teilweise überholt. Verlag F. Steiner GmbH, Wiesbaden 1964.

Zenkert, A.: Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR. Veröffentlichung Nr. 12 der Archenhold Sternwarte, Berlin-Treptow, 1984. 924 Standorte in der DDR.

Neuaufgabe in Vorbereitung: 1400 Standorte in Deutschland-Ost mit Berlin-West. Subskription läuft: DM 15.- pro Stück, DM 13,50 pro Stück bei Zahlung von 5, DM 12.- pro Stück bei Zahlung von 10. Bestellungen können an die Archenhold-Sternwarte, Alt-treptow 1, DO-1193 Berlin, Deutschland, gerichtet werden.

Schwarzinger, K.: Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich. 1953 Standorte. Österreichischer Astronomischer Verein, Arbeitsgruppe Sonnenuhren, Am Tigls 76a, A-6073 Sistrans.

Alte **Uhren**
und moderne Zeitmessung

Redaktion
Christian Pfeiffer-Belli
Callwey Verlag
Streitfeldstraße 35
8000 München 80
Tel. (089) 436005-0

13. Jahrgang 1990

Prof. Hermann Mucke, Hasenwartgasse 32, A-1238 Wien

Referat: Aus der Geschichte der Sonnenuhren

Die Geschichte der Sonnenuhren ist eng verbunden mit jener der Zeitrechnung. Schon in frühesten Zeiten boten der Wechsel von Tag und Nacht, die verschiedenen Lichtgestalten des Mondes und dann auch der Ablauf der Jahreszeiten Hilfen bei der Erfassung des Ablaufes der Zeit.

Die Beobachtung des täglichen Sonnenlaufs über auffallende Landschaftsmarken führte zu primitiver Zeitbestimmung. Bezeichnungen wie "Elferkogel", "Mittagsberg" oder ähnliche sind bis heute gebräuchlich. Die Veränderung der Schatten ringsum wird wohl Anregung gewesen sein, auf den Schatten des eigenen Körpers oder den eines senkrechten Stabes zu achten.

1. AUS DER FRÜHGESCHICHTE DER SONNENUHREN

1.1. Steinsetzungen und Bodenlinien für Kalenderzwecke:

Mit ihrer Hilfe konnten die Auf- und Untergangsstellen der Sonne und des Mondes im Jahreslauf verfolgt werden.

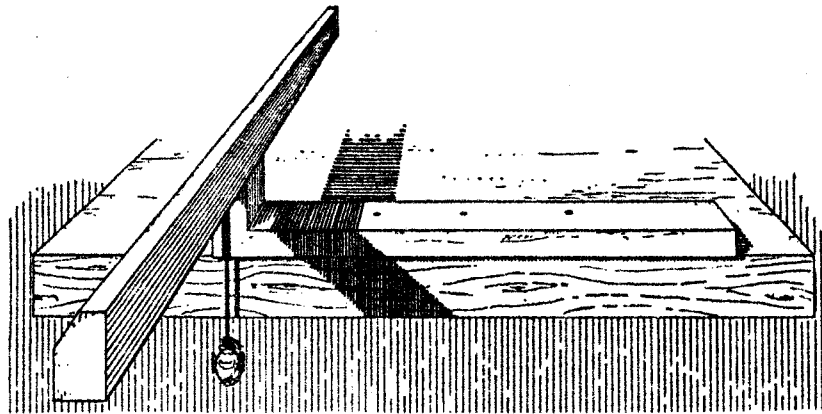
Um -1500 Stonehenge errichtet. Wohl bedeutendste bekannte Anlage dieser Art. Nahe Salisbury in Südengland: Rundgraben 114m Ø, innerhalb Ring aus 30 mit einander verbundenen, 4,1m hohen Pfeilern, der konzentrisch einen Kreis von 49 kleineren, aufrecht stehenden Steinblöcken umschließt. Darin liegt ein Hufeisen aus 5 mächtigen Steintoren. Die Mitte bildet eine Art "Altar"-Stein und nahe der Mitte des Zugangs, außerhalb der Pfeiler des äußeren Ringes, steht der "Heel"-Stein. Die Zugangssachse weist zum ersten Sonnenstrahl beim Aufgang der Sonne zur Sommersonnenwende. Die Anlage markierte viele himmelskundlich wichtige Sehrichtungen und bot einen verlässlichen Kalender. Sie hätte auch Sonnen- und Mondfinsternisse signalisieren können.

Weitere: Bei Crucuno, nahe der Bucht von Quiberon, Nordwestfrankreich, Steinsetzung in Rechteckform. In den Bighorn-Bergen, Wyoming, USA, Steinanhäufungen in Linienform. Auf der südperuanischen Hochebene bei Nazca, Netz von Scharrlinien.- Bezüge zu Gestirnen und deren Jahreslauf sind offensichtlich.

1. Fortsetzung Referat: Aus der Geschichte der Sonnenuhren

1.2. Sonnenlauf und Uhrzeit

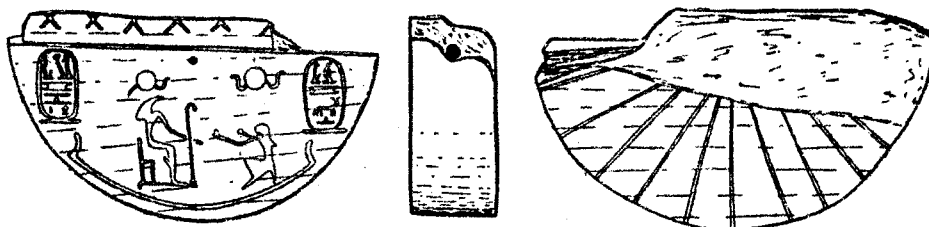
- 2000 bis -1580 Ägypten, Mittleres Reich: Erwähnung des "Zählens des Schattens": "Man merkt nicht, wann es Mittag wird, man *zählt* den Schatten nicht" (Ostrakon 25224, Museum Kairo). Die Schattenlänge ändert sich um Mittag nur unmerklich.
- 1500 bis -1447 Ägypten, Thutmosis III: Tragbare Sonnenuhren in Form eines flachen Lineals mit vierkantigem Aufsatz an einem Ende und fünf Stundenmarken an der Oberfläche, deren gegenseitige Abstände vom Aufsatz weg wachsen. Auf den Aufsatz wird ein scharfkantiger Stab quer zur Linealrichtung gelegt.



Borchardt

Zum Gebrauch wird das Lineal in Ost-West-Richtung auf eine horizontale Fläche aufgelegt. Das kann durch nächtliche Polbeobachtung und durch ein Lot überprüft werden. Der vom Aufsatz auf die Skala geworfene Schatten verkürzt sich am Vormittag; zu Mittag wird das Lineal in die Gegenrichtung gedreht und am Nachmittag verlängert sich der Schatten. Der auflegbare Querstab sorgt dafür, daß auch bei weniger steilen Sonnenbahnen der Schatten auf das Lineal fällt. Die Verwendung nur einer Stundenskala für alle Tage des Jahres bringt allerdings grundsätzlich Fehler mit sich.

- 1223 bis -1210 Ägypten, Merenptah: Sonnenuhr mit senkrechter Auffangfläche, die im Ost-Westvertikal liegt und einen



Borchardt

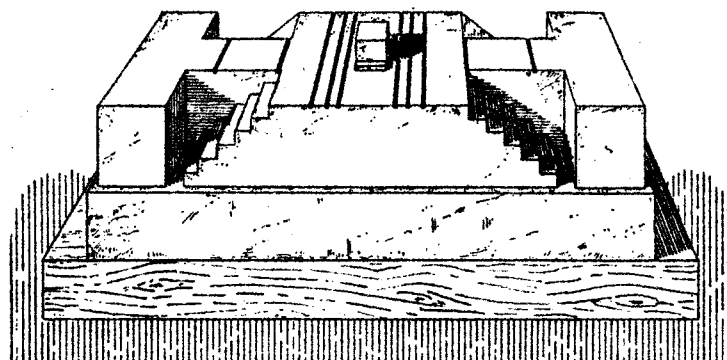
2. Fortsetzung Referat: Aus der Geschichte der Sonnenuhren

waagrechten Schattenstab besitzt. Sie besteht aus einer fast halbkreisförmigen Elfenbeinscheibe, die auf der Vorderseite das Zifferblatt und auf der Rückseite eine Anbetungsszene zeigt. Die Stundenanzeige erfolgt hier nur aus der Schattenrichtung. Die obere Linie muß waagrecht und das Zifferblatt in Ost-West-Richtung liegen. Die Theorie dieser Uhr unterstellt, daß der Schatten des waagrechten, Nord-Süd gerichteten Stiftes in gleichen Zeiten um gleiche Wege fortschreitet.

Um -900 Tabelle der Schattenlängen auf einer Weihelle aus der Zeit eines Osorkon, Karnak.

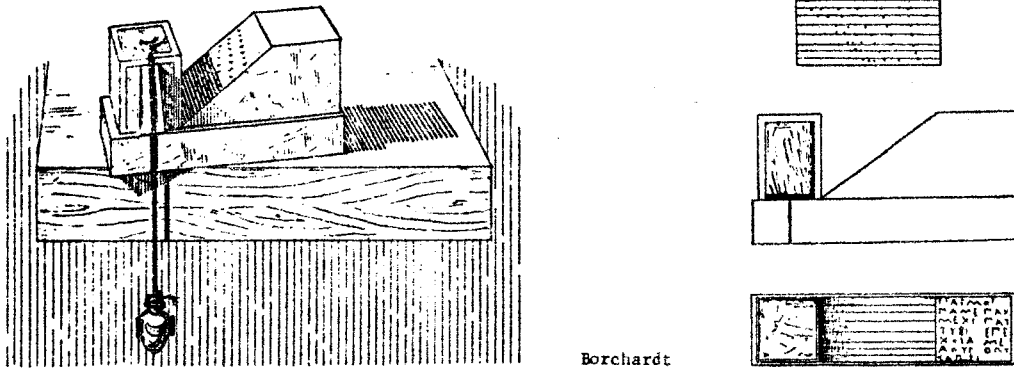
Um -700 wurde der Text MUL APIN verfaßt; mehrere Exemplare aus Assur und der Bibliothek Assurpanipals in Ninive. Eine Tafel trägt auf der Rückseite den Vermerk "Kopie aus Babylon". Der Text enthält auch Angaben über die Schattenlänge für die Sonnenwenden und die Tagundnachtgleichen; jedesmal wird zu der gegebenen Schattenlänge die Tageszeit angegeben. Dazwischen könnte linear interpoliert worden sein.

-600 bis -330 Ägypten: Sonnenuhrmodell mit drei Arten Sonnenuhren, nicht ganz fertiggestellt. Ein kantiger Aufsatz wirft seinen Schatten vor- und nachmittags auf eine waagrechte Fläche, eine abfallende Treppe und eine geneigte Fläche. Durch die große Breite war auch das Auflegen eines Querstabes unnötig. Orientierung Ost-West. Auf Stundenmarken in Treppenform beziehen sich auch die Bibel-Stellen vom Rückwärtsgehen des Schattens auf der Treppe des Ahas (Jesaias 38,8 und 2 Könige 20,10-11). Erst auf geneigten Auffangflächen wurde versucht, Skalen für die unterschiedlichen Taglängen im Jahr anzubringen.



3. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

Um -320: Streiflicht-Sonnenuhr, die eine geneigte Auffangfläche besitzt und die zur Ablesung mit den Längsflächen in Sonnenrichtung gedreht werden muß - auf diesen "streift" das Sonnenlicht. Der Schatten des kantigen Aufsatzes zeigt auf sieben Skalen für die zugehörigen Monate die Stunden an. Mittels Lot wird die waagrechte Aufstellung überprüft. Das gezeigte Stück stammt aus Quantara, Ägypten.



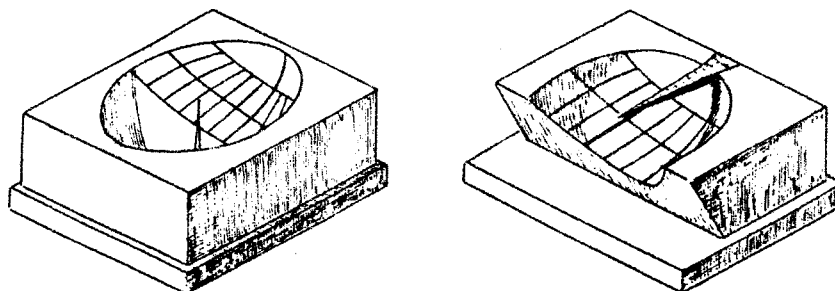
Borchardt

Hier wird der Versuch deutlich, die verschiedenen Tageswege der Sonne im Jahr zu berücksichtigen.

2. SONNENUHREN IM ALTERTUM

Im Altertum wurden im täglichen Leben Tageszeiten benannt; bestand Bedarf nach genauerer Angabe, wurden Temporalstunden gezählt, die sich aus der Zwölftteilung des Tag- und Nachtweges der Sonne ergaben. Diese Teilung legte der wandernde Schatten nahe. Nur zur Zeit der Tagundnachtgleichen war daher eine Tagstunde so lang wie eine Nachtstunde und dann sprach man von "gleichlangen" oder Äquinoktialstunden im Gegensatz zu den "ungleichlangen" Temporalstunden.

Um -640 lehrt Berosos aus Babylonien auf der Insel Kos Astrologie und Astronomie aus babylonischen Quellen. Auf ihn geht die Verbreitung der hohlkugelförmigen Sonnenuhr (Skaphe) im Mit-



Rohr

4. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

telmeerraum zurück: Die Tageswege der Sonne werden als Wege des Schattenendes eines Gnomons auf die Innenfläche einer Hohlkugel abgebildet. Der Gnomon hat seine Spitze in der Kugelmitte und steht senkrecht (Hemisphaerium, rechts) oder liegt waagrecht (Hemicyclium, rechts; hier ist der unnötige Kugelteil entfernt). Die Mittellinie der Auffangfläche liegt im Meridian. Erwähnt von Vitruvius, De architectura VIII,9. Dieser Berossos darf nicht mit dem späteren Geschichtsschreiber und Verfasser der "Babylonika" verwechselt werden.

Um -450 berichtet Herodot (Historien II,109): "Denn die Uhr für den Wechsel der Jahreszeiten, die Sonnenuhr und die zwölf Teile des Tages übernahmen die Griechen von der Babylonern".

-292 wird in Rom nahe dem Jupiter-Quirinus-Tempel erstmals eine Sonnenuhr aufgestellt. Von dieser Hohlsonnenuhr berichtet Plinius (Naturalis Historia VII,213).

Um -150 beobachtet Hipparchos an einem großen, äquatorealen Ring in Alexandria Tagundnachtgleichen nach Datum und Uhrzeit.

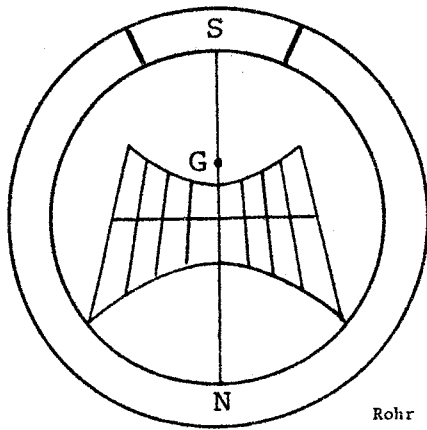
Um -25 verfaßt Vitruvius das Werk "De architectura" und geht im 8.u. 9. Buch auf Sonnenuhren ein. Er beschreibt die Konstruktionsgrundlagen und führt auch mehrere Sonnenuhrenarten an: Hemicyclium des Berossos / Skaphe (Kugeluhr) und Discus in plano des Aristarchos / Arachne des Eudoxos / Plinthium des Skopinas / Posta istoroumena des Parmenion / Pros pan klima des Theodosios / Peleciton des Patroklos / Conus des Dionysodoros / Köcher des Apollonios. Er erwähnt auch den Turm der Winde in Athen, jedoch nicht die dortigen 8 Sonnenuhren.

-8 Augustus weiht auf dem Marsfeld in Rom eine mehrere hundert Meter große horizontale Sonnenuhr ein, deren Gnomon ein Obelisk aus Ägypten war. In Ägypten wurden Obelisk jedoch nie als Gnomone verwendet. Die Sonnenuhr zeigte auch das Datum.

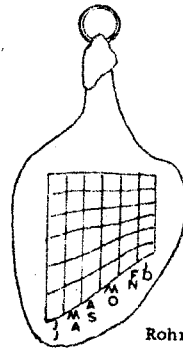
Um 50: "Schinken von Portici", so nach dem Fundort genanntes tragbares Gerät zur Bestimmung des Eintrittes der Sonne in die Tierkreiszeichen. (senkrechte Linien) und der Stunden (waagrechte Linien). Der Gnomon befand sich auf der Höhe der obersten, waagrechteten Linie.

Um 150: Tragbare römische Sonnenuhr, gefunden in Forbach bei Metz. Nachbildung des korrodierten Originals, außen münzenähnlich.

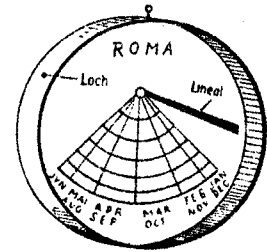
5. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren



Horizontale Uhr, Lineatur



Sonnenuhr in Schinkenform

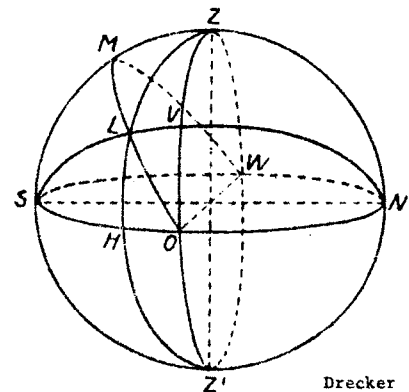


Zenkert

Taschensonnenuhr. Lineal wird auf das Datum gedreht, Licht fällt durch das Loch.

Claudios Ptolemaios verfaßt die "Syntaxis", das fundamentale Astronomiewerk des Altertums. Unter seinen kleineren astronomischen Werken bezieht sich das nicht im Original erhaltene "Buch über das Analemma" auf Sonnenuhren. Ptolemaios bedient sich eines eigenen Koordinatensystems auf der Kugel, das er mittels Horizont-, Meridian- und Ostwestvertikalebene erhält. Die Schnittgeraden dieser drei Ebenen nennt er Meridiana, Aequinoctialis und Gnomon. Jede Ebene ist um zwei dieser Achsen drehbar. Er dreht die Horizontabene um die Aequinoctialis, die Meridianebene um die Meridiana und die Ostwestvertikalebene um den Gnomon. Werden die Ebenen bis zum Schnitt in dem auf der Kugel zu bestimmenden Punkt L gedreht, so sind die Bögen von L zum Ost- oder Westpunkt, von L zum Nord- oder Südpunkt und die Abschnitte auf den festen Kreisen für eine bestimmte Sonnendeklination und geographische Breite zu bestimmen.

Ptolemaios erläutert auch, wie das Analemma, die Projektion der Sonnenwege, nun tatsächlich zu konstruieren ist. Ferner beschreibt er speziell die Konstruktion der Horizontal- und der Vertikaluhr und mit welchen Methoden und Materialien diese Sonnenuhren verfertigt werden sollen.- Das Werk wurde von Commandinus überliefert (Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren I, Lieferung E, J.Drecker, Theorie der Sonnenuhren, Berlin 1925).



Drecker

6. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

3. SONNENUHREN IM MITTELALTER

Um 605 verfügt Papst Sabinianus die Anbringung von Sonnenuhren an allen Kirchen.

690 Sonnenuhr auf dem senkrechten Balkenrest eines Kreuzes am Friedhof von Bewcastle, Cumberland, England. Sie entspricht im Prinzip der ägyptischen Sonnenuhr aus der Zeit des Merenptah (s.1.Forts.) und wird nun wegen ihrer hauptsächlich religiösen Verwendung zur Festlegung von Gebetszeiten "kanonisch" genannt.

Um 700 verfaßt der Mönch Beda (Beda Venerabilis) sein Gnomonikwerk "De mensura horologii".

Um 800: Älteste arabische Schattentafel, von Al-Chwarizmi.

822 Älteste deutsche Sonnenuhr: Michaeliskirche von Fulda, mit Vierteilung des Tages.

Um 900 beschreibt Al Battani die horizontale Sonnenuhr, die unter der Bezeichnung "Basita" im arabischen Kulturkreis sehr verbreitet war, sowie Vertikaluhren.- Tabit be Qurra verfaßt mehrere grundlegende Gnomonik - Werke; ihm ist bekannt, daß die Spitze eines Schattens auf einer waagrechten Fläche täglich eine Kegelschnittslinie durchläuft. Durch die im Koran vorgeschriebenen 5 Gebetszeiten erfährt die Gnomonik starke Impulse. Auf den Lineaturflächen der horizontalen Sonnenuhren wird vom Gnomonfußpunkt die "Quibla", die Azimutlinie nach Mekka, als Gebetsrichtung eingetragen. Gerbert, der spätere Papst Silvester II., fügt den Sonnenuhren die Magnetnadel zur Orientierung bei.

Um 1000 verfaßt Ibn Iunis bedeutende Beiträge zur Gnomonik. Sonnenquadrant mit Schieber um diese Zeit in Spanien.

Um 1050: Säulchensonnenuhr von Hermann dem Lahmen erfunden.

Um 1260 konstruiert Abul Hassan von Marokko Sonnenuhren für die gleichlangen Stunden (Äquinoktialstunden). Für astronomische Zwecke war diese Stundenteilung schon im Altertum in Gebrauch.

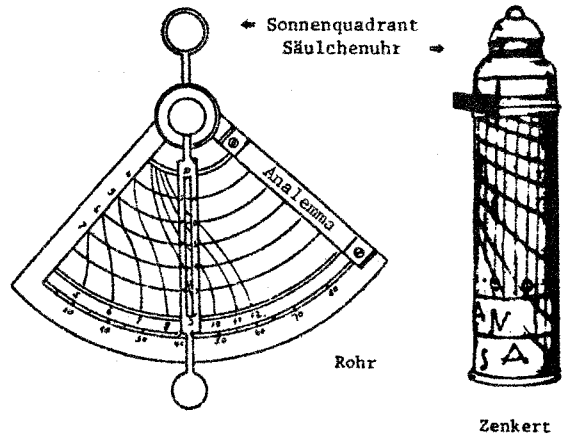
1336 Aufstellung der ersten Schlaguhr in Mailand. Räderuhren zeigten gleichlange Stunden und mit ihrer Verbreitung geht die Verwendung der ungleichlangen Stunden (Temporalstunden) zurück.

7. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

1359-1447 Ibn al-Magdi, ägyptischer Astronom, kennt sowohl den senkrechten als auch den polwärts gerichteten Schattenstab. Er hatte darin einen Vorgänger in Sa'id ibn Chafif aus Samarkand: "Über das Ziehen der Stunden der Inhiraf's der Wände, der Bestimmung der Schatten und der Azimute" aus dem 14. Jhd.

1431 Reisesonnenuhr mit Kompaß, äquatorialem Zifferblatt und Polstab von N. Heybach erwähnt.

1436 Johannes von Gmunden beschreibt den Sonnenquadranten für gleichlange Stunden. Hier Bestimmung der Uhrzeit aus der Sonnenhöhe. Bei den analemmatischen Uhren (s. Forts. 8,9) aus dem Azimut.

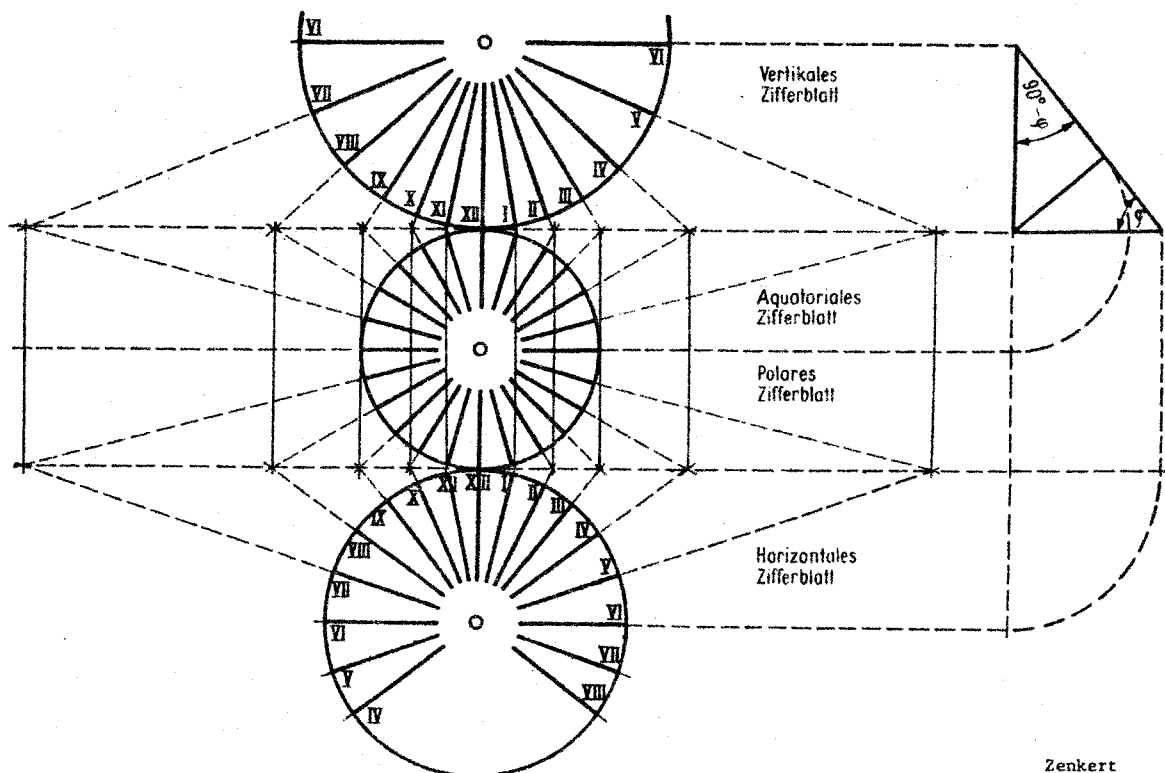


Um 1450: Polstab-Sonnenuhr am Wiener Stephansdom, vermutlich Georg von Peuerbach. Wohl älteste Polstabuhr in Österreich.

1471 Johannes Regiomontanus berechnet Polstabuhren für jede Fläche.

1474 Johannes Regiomontanus gibt sein "Allgemeines Uhrtäfelchen" an.

Um 1500 Albrecht Dürer: Konstruktionsanleitung für Polstabuhren.

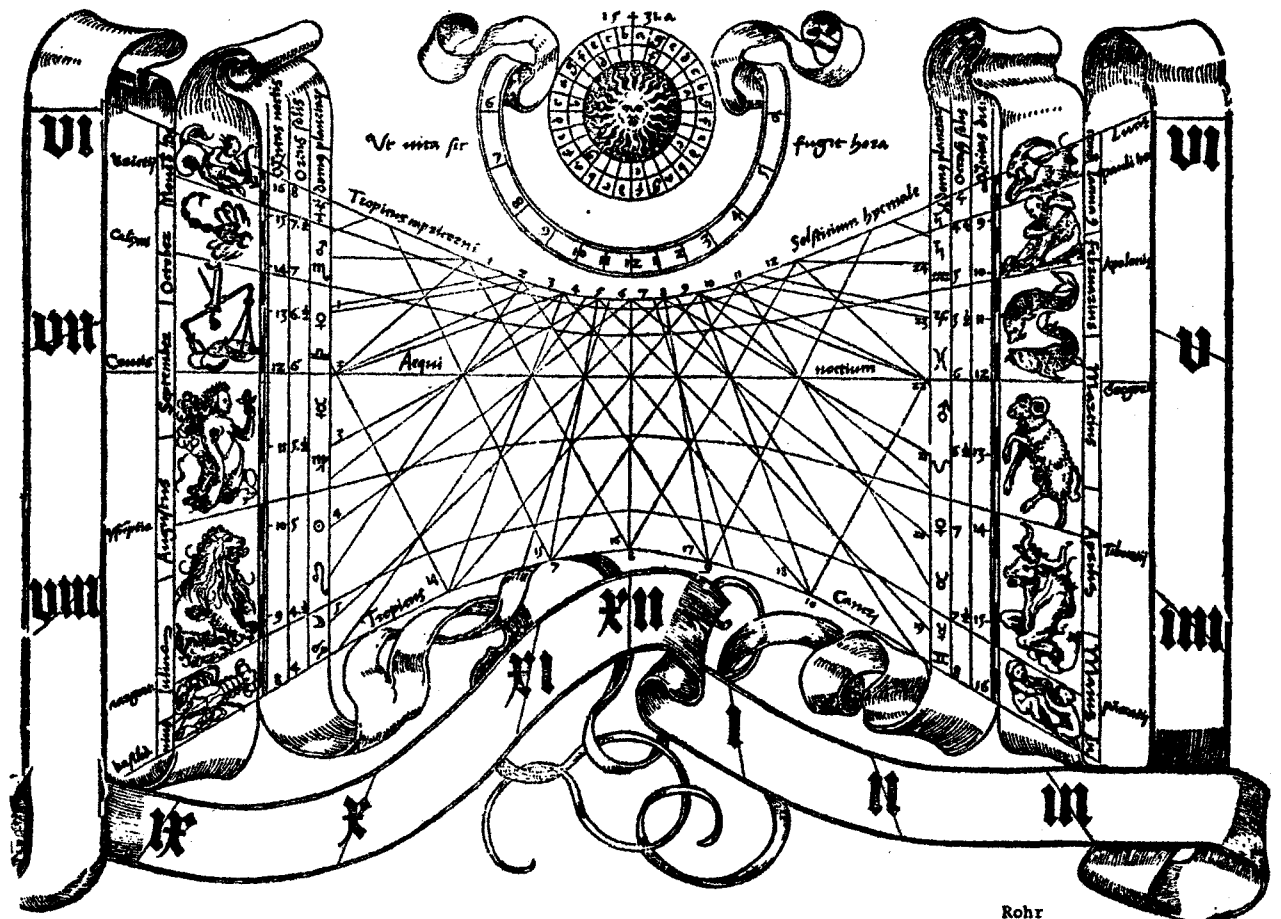


Diese Vorlage könnte auch heute noch verwendet werden.

8. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

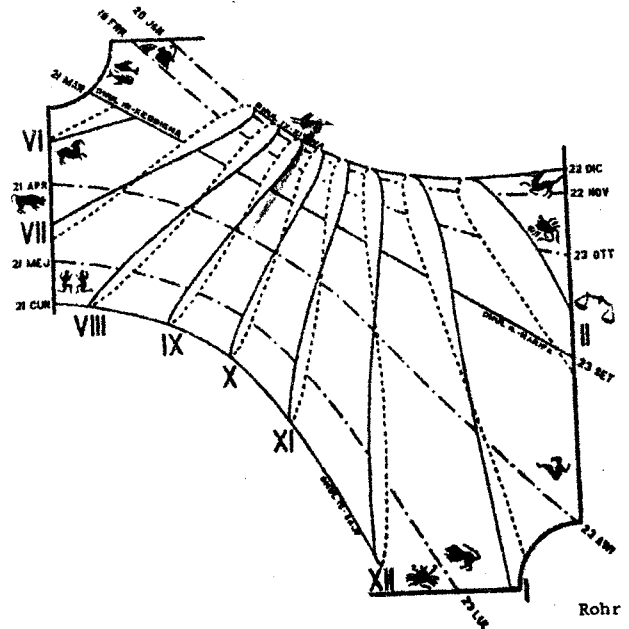
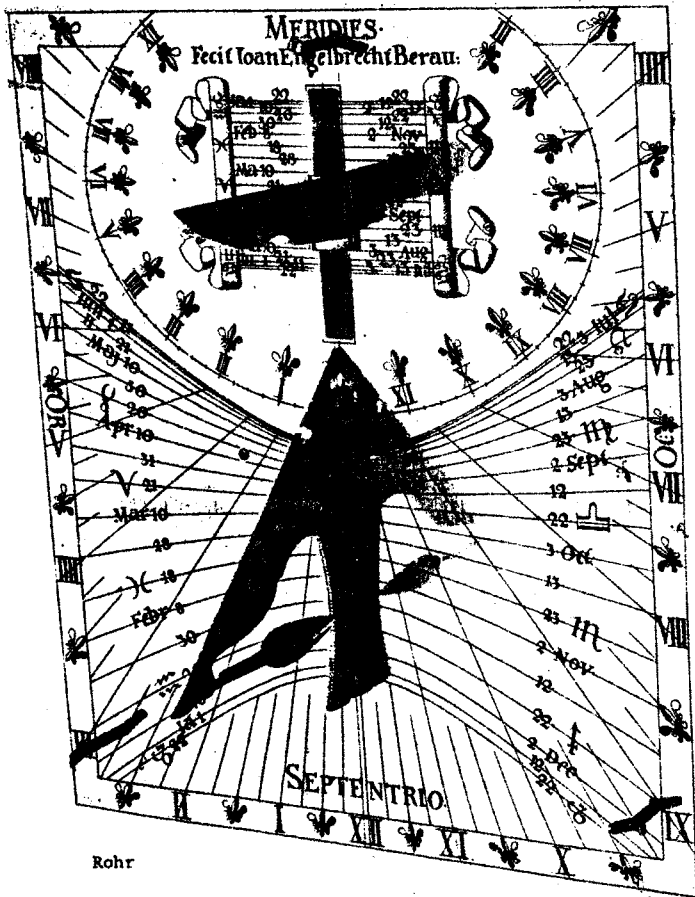
4. SONNENUHREN IN DER NEUZEIT

- 1517 Spiegelsonnenuhr von Copernicus. Das Sonnenlicht wird zu einer im Schatten liegenden Auffangfläche geleitet.
- 1518 Fenstersonnenuhren von Veit Bild. Die Sonnenuhren werden auf Fenster gemalt.
- 1526 Georg Hartmann: Sonnenuhren mit Anzeige der Lage des Tierkreises zum Horizont - Markierung der Häuserspitzen.
- 1531 Sebastian Münster: Süduhr mit Temporalstunden, Äquinoktialstunden in böhmischer = italienischer Zählung (ab Dunkelheitsbeginn), Tierkreiszeichen, Tag- und Nachtlänge, Auf- und Untergang der Sonne, Häuserspitzen. Beispiel für vermehrte Angaben.



- 1633 Kircher beschreibt Sonnenuhren an Wänden, die durch ein Loch Sonnenlicht erhalten.
- 1644 Vaulesard erfindet die analemmatische Sonnenuhr. Der Schattenstab ist auf das Datum am Analemma zu schieben.
- 1665 Huygens veröffentlicht eine Tabelle der Zeitgleichung. Nun entstehen auch Sonnenuhren für Mittlere Sonnenzeit.

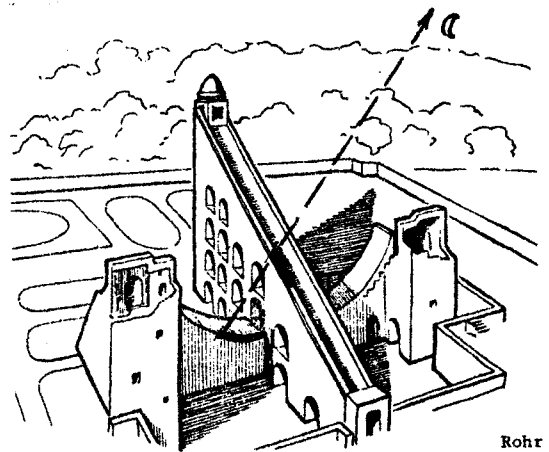
9. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren



Oben: Auf Zeitgleichung korrigierte Sonnenuhren-Lineatur.

Links: Oben analemmatische Uhr und unten horizontale Uhr mit Polstab. Platte ist zur Orientierung zu drehen, bis beide Uhren gleiche Zeit anzeigen.

1734 entsteht die freisichtige Sternwarte in Jaipur, Indien, mit bis 28m hoch ansteigender Gnomontreppe mit Deklinationsteilung, die von den Stundenwinkelskalen an den Seitenbögen zum Gestirn anvisiert werden konnte. Dazu u.a. 12 ähnliche, zum Ekliptiknordpol zu bestimmten Sternzeitstunden ausgerichtete Anlagen für die Bestimmung von entsprechenden Größen im ekliptikalen System.



Es handelte sich bei den Gnomontreppen mit den Bögen nicht primär um Sonnenuhren, sondern um Instrumente von freisichtiger Messung von Position eines Gestirns am Himmel und Uhrzeit. Zwei Beobachter waren nötig: Der eine bewegte sich längs der bogenförmigen Stundenwinkelskala bis er das Gestirn an der Kante der Gnomontreppe sah. Dann wies er den zweiten Beobachter auf der Treppe ein, den Kanten-

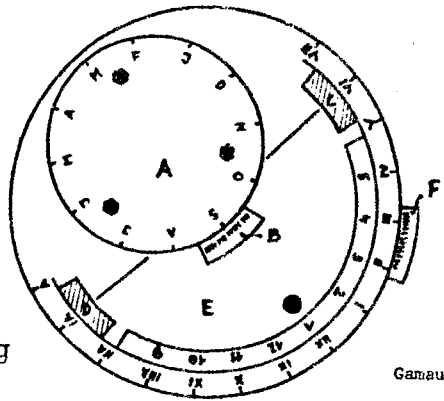
10. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

- punkt auf der dort angebrachten Deklinationsskala zu markieren und dann die Deklination abzulesen. In Delhi gibt es ausser einem solchen "Samrat Yantra" noch ein "Misra Yantar", das außer der beschriebenen Verwendung noch Visierbögen für Meridiane anderer Orte besitzt. Die Anlagen in Jaipur und Delhi wurden renoviert, andere in Benares und Ujjain sind schlecht erhalten und die in Mathura wurde abgerissen.- In die erste Hälfte des 18. Jahrhunderts fällt der Bau von kleinen, hochgenauen Sonnenuhren als "Probiruhren" für Räderuhren. Sie besaßen eine großen Kompaß, eine genaue Libelle und einen feinen Diopter; die Diopterdreherung wurde mit Zahnrädern auf ein Zeigerpaar für Stunden und Minuten übertragen. Die im Kunsthistorischen Museum in Wien stammt von J. Rowley.
- 1777 Lambert gibt nach dem Vorgang Fosters eine analemmatische Sonnenuhr an, deren Skala durch entsprechende Neigung des senkrechten Schattenstabes von einer Ellipse zu einem Kreis wird: Foster-Lambert-Uhr.
- 1780 Mittlere Ortszeit erstmals in Genf eingeführt. Es folgen 1792 London, 1810 Berlin und 1816 Paris.
- 1812 und 1815: Gnomonique Graphique et Analytique in zwei Teilen von J. Mollet. Hier wird erstmals der Entwurf von Lineaturen auf krummen Flächen mit Hilfe der darstellenden Geometrie erläutert. Das Werk wurde richtungsweisend.
- 1838 Gnomonik von J. J. Littrow in erweiterter Form und ebenfalls unter Einbeziehung der Analytik. Noch viel eingehender ist:
- 1864 Theorie und Konstruktion der Sonnenuhren nebst historischer Skizze über die Gnomonik von R. Sondorfer, ebenfalls Wien.
- 1884 Internationaler Kongreß in Washington: Zeitählung von mittlerer Mitternacht des Meridians von Greenwich an und Zeit-zonen von 15° Breite vorgeschlagen, jedoch zögernde Annahme: Japan als erstes Land 1888. Österreichische Staatsbahn fährt ab 1891 nach MEZ und ab 1892 beginnt die Annahme im öffentlichen Leben Österreichs. Deutschland folgt 1892/93, Schweiz 1894.
- Um 1900 Heliochronometer auf französischen Bahnhöfen zur Prüfung der Bahnuhren. Sie zeigten die Zeit auf Minuten. Ähnliches vermag ein Sonnenchronometer nach Gibbs seit 1908 im Stadt-

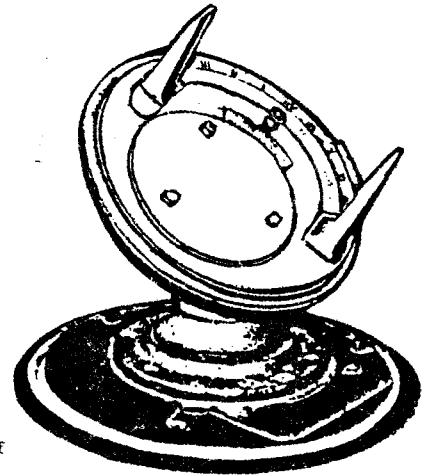
11. Fortsetzung Referat: Zur Geschichte der Sonnenuhren

park Baden, NÖ:

Die Scheibe A wird auf Monat und Tag eingestellt und damit einer der Diopter intern um den Betrag der Zeitgleichung verstellt. Dann



Gamauf



muß das Diopterpaar auf die Sonne gedreht werden und an der Stundenskala der Scheibe E und an der Minutenskala auf F kann die Uhrzeit abgelesen werden.

1905 Fehlertheorie der Sonnenuhren von H.Löschner.

1922 Konstruktion einer siderischen Sonnenuhr von H.Michnik. Sie zeigt Sternzeit.

1923 Theorie einer Bifilarsonnenuhr von H.Michnik.

1960 Einführung der von Schwankungen der Erdrotation freien Ephemeridenzeit. Der jeweiliger Unterschied gegenüber der auf der Erdrotation beruhenden Weltzeit muß beobachtet und kann nur genähert berechnet werden.

1969 Keulenförmiger Schattenwerfer auf einer Armillaruhr, um die Zeitgleichung zu berücksichtigen.

1984 Ephemeridenzeit wird durch Terrestrische Dynamische Zeit ersetzt. Der Unterschied ist für die Gnomonik völlig unbedeutend.

1991 In Österreich erscheint nun auch ein Katalog ortsfester Sonnenuhren: K.Schwarzinger nennt 1953 Standorte in Österreich.

ABBILDUNGSNACHWEIS (Literatur allgemein siehe Literaturreferat)

- Borchardt, L.: Altägyptische Zeitmessung. E. von Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, W. de Gruyter, Berlin 1920.
Rohr, R.: Die Sonnenuhr. G.Callwey, München 1982.
Zenkert, A.: Faszination Sonnenuhr. H.Deutsch, Thun/Frankfurt M. 1984.
Drecker, J.: Theorie der Sonnenuhren, Bassermann-Jordan, Geschichte der Zeitmessung und der Uhren, W. de Gruyter, Berlin 1925.
Gamauf, R.: Sonnenchronometer in Baden, Sternenbote 1990/9, Astronomisches Büro, Wien 1990.

Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Zunächst wird die Sonnenuhren-Astronomie erläutert, dann folgen die entsprechenden Formeln samt Beispielen für ihre Anwendung.

1. ERDE UND HIMMEL

1.1. Erddrehung und Himmel

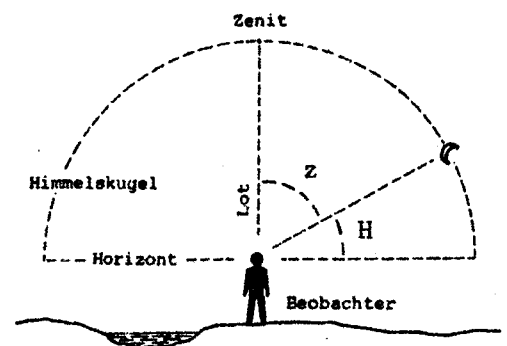
1.1.1. Horizont und Himmelskugel

Wir treten hinaus unter den dunklen Abendhimmel. Die Gestirne erscheinen "unvorstellbar weit" und wir haben das deutliche Gefühl, auf die Innenseite einer Kugel zu schauen, die durch die unregelmäßige Linie des Landschaftshorizonts begrenzt wird. Lassen wir in unserer Vorstellung ihren Halbmesser über alle Grenzen wachsen, so wird sie zur Himmelskugel. Dann ist es unbedeutend geworden, wo sich unser Beobachtungsort in ihr befindet, denn alle Entfernungen stehen zu ihrer Größe im Verhältnis eines Punktes. Wir wählen die Sonnenmitte, die Erdmitte oder unser Auge.

Wir halten ein Lot vor uns hin, es weist zum Zenit. Blicken wir nach oben und drehen uns langsam, so bleibt nur der Zenit "stehen", die Sterne spiegeln die Drehung wider. Alle Punkte, die um 90° vom Zenit abstehen, bilden den mathematischen Horizont.

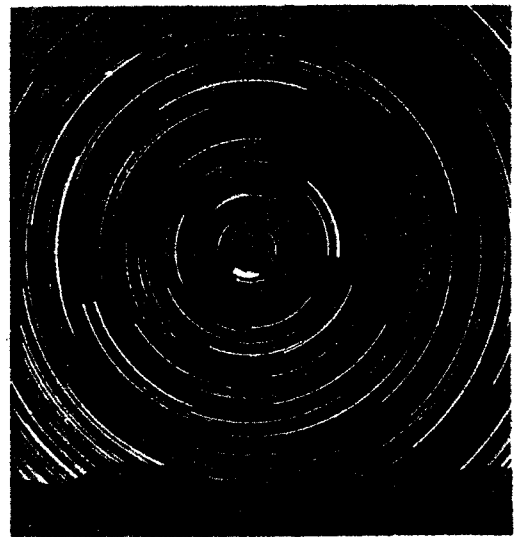
Die Gestirne stehen verschieden weit vom Zenit ab, wir sprechen von verschiedenen Zenitdistanzen z und können sie als Winkel zwischen Blickrichtung und Lot etwa mit einem Pendelquadranten so messen, wie es der Stich von 1546 zeigt. Die Ergänzung von z auf 90° heißt Höhe $H = 90^\circ - z$.

Wir wollen mit solch einem Quadranten (Kopiervorlage zum Selbstbau im Gastvortrag "Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung, 26.Fortsetzung) die Höhe eines



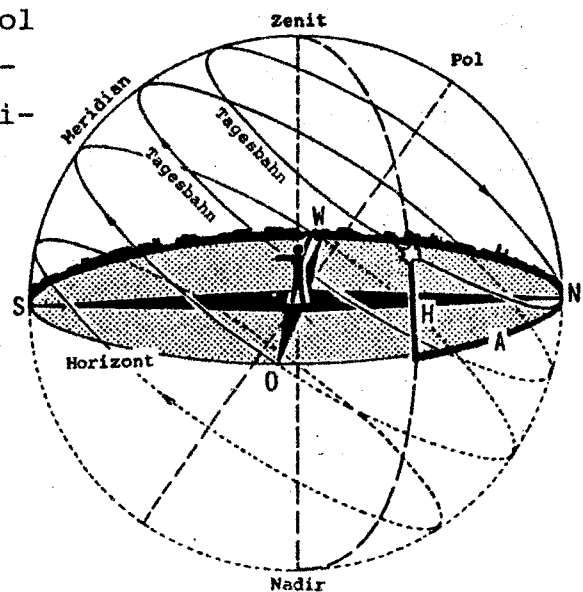
1. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Gestirns über 1-2 Stunden weg messen: In der Osthälfte der Himmelkugel steigen sie empor, in der Westhälfte sinken sie herab. Sie beschreiben jeweils eine bestimmte Tagesbahn. Ausgedehntere Beobachtung zeigt, daß die Tagesbahnen der Gestirne Kreisbogenstücke um einen unbewegten Punkt sind, der bei uns in etwa halber Himmelshöhe im Norden liegt: Der Himmelspol oder genauer der nördliche Himmelspol. Ihm gegenüber liegt, tief unter der Erde, der südliche Himmelspol. Ähnlich liegt gegenüber dem Zenit der Nadir. Mit einer einfachen Kamera, die wir so in einen Sessel lehnen, daß sie etwa in die halbe Himmelshöhe nach Norden sieht, läßt sich auf hochempfindlichem Film in einer Zeitbelichtung - eine Stunde genügt schon - der Himmelspol als Mitte aller Tagesbahnen-Kreisbogenstücke sichtbar machen.



1.1.2. Horizontales Koordinatensystem

Auf diesen "handgreiflichen" Tatsachen beruht das horizontale Koordinatensystem. Wir legen durch Pol und Zenit einen größten Kreis. So erhalten wir den Meridian, der den Horizont im Nordpunkt N und Südpunkt S schneidet. Er verbindet die höchsten und tiefsten Punkte aller Tagesbahnen. Ein im Meridian stehendes Gestirn befindet sich in der Mitte seiner Tagesbahn, wir sagen, es stehe in oberer oder unterer Kulmination - wahrer Mittag oder wahre Mitternacht, wenn es um die Sonne geht.



Der Stern in unserer Abbildung hat eine polnahe Tagesbahn. Sie geht durch den Nordpunkt und begrenzt den Bereich der zirkumpolaren Gestirne, die gegenwärtig nicht untergehen.

Unser Stern hat das Azimuth A, gezählt im Horizont von Nord über

2. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

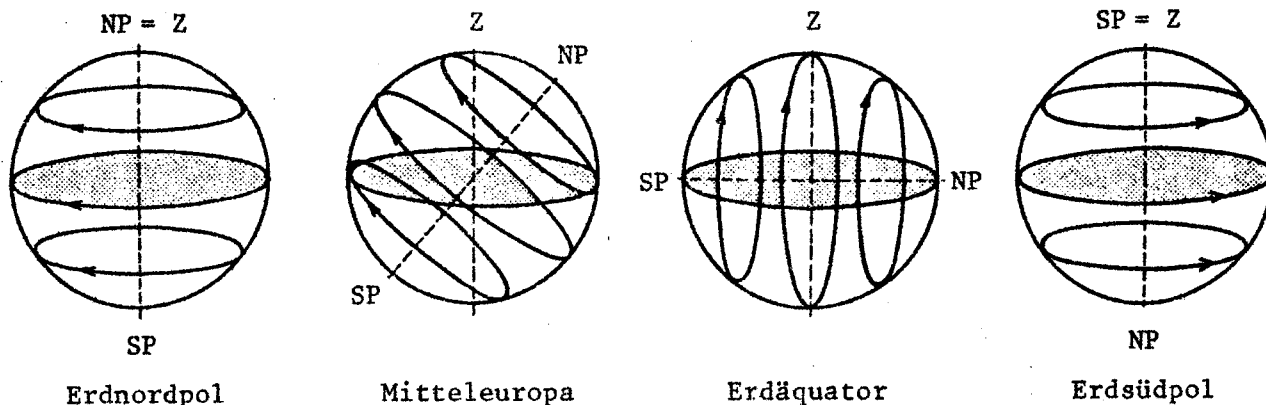
Ost, Süd, West bis Nord von 0° bis 360° , und die Höhe H , gemessen im Vertikalkreis vom Horizont bis zum Zenit von 0° bis 90° . Einen wichtigen Vertikalkreis kennen wir schon - den Meridian. Ein weiterer ist der Ost-West-Vertikal. Auf jeweils einer Hälfte eines solchen Vertikalkreises haben wir gleiches Azimut, vom Nadir bis zum Zenit; zur anderen Hälfte gehört das um 180° unterschiedliche Azimut. Die Kreise gleicher Höhe, parallel zum Horizont gelegen, werden zum Zenit ($H > 0$) und zum Nadir ($H < 0$) immer kleiner.

1.1.3. Auf- und Untergang eines Gestirns

Dort, wo die Tagesbahn den Horizont kreuzt - Kimm für 0m Seehöhe -, liegt der Auf- bzw. Untergangspunkt des Gestirns. Die Strahlenbrechung in der Erdlufthülle, die Refraktion R , bewirkt eine von der Gestirnhöhe H abhängige Hebung auf $H^* = H + R$, die wir tatsächlich messen. Ein im Horizont "gesehenes" Gestirn steht in Wirklichkeit $0,6^\circ$ tiefer und ist für Seehöhen > 0 auch ab bzw. bis zur tieferen Kimm sichtbar. Bei Sonne und Mond beziehen sich Auf- und Untergang auf den Oberrand; für 0m Seehöhe heißt Aufgangszazimut -90° Morgenweite, Untergangszazimut -270° Abendweite.

1.1.4. Tagesbahnen und Beobachtungsort

Befänden wir uns auf dem Erdnordpol, stünden wir also "auf der Erdachse", so könnten wir den Himmelsnordpol NP im Zenit sehen. Die Tagesbahnen der Gestirne wären parallel zum Horizont. Bis zum Erdäquator richten sie sich bis zur Senkrechten auf und bis zum Erdsüdpol nimmt ihre Schräge wieder bis zur Parallelität mit dem Horizont ab. Der Himmelsüdpol SP stünde dort im Zenit. Die Lage der Tagesbahnen hängt somit von der geographischen Breite B des Beobachtungsortes ab; der Himmelsnordpol hat immer die Höhe B .



3. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

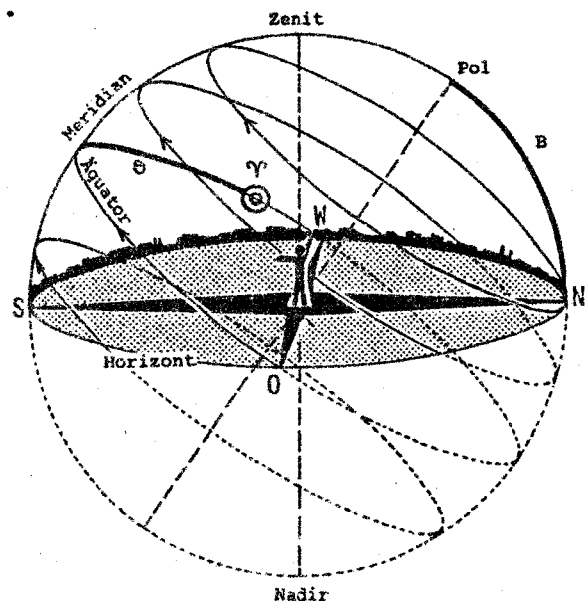
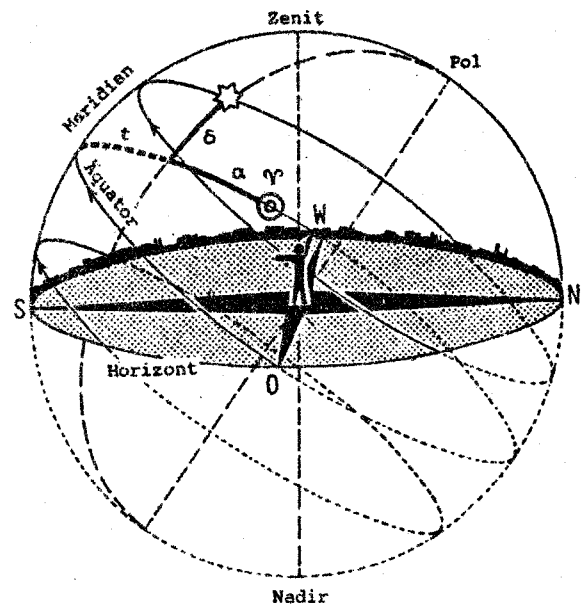
1.1.5. Äquatoriales Koordinatensystem

Die Erddrehung spiegelt sich im Wandern der Gestirne in ihrer täglichen Bewegung wider: Es ändern sich deren Azimute und Höhen ständig. Ähnliches bewirkt auch der Übergang von einem Beobachtungsort auf einen anderen. Wollen wir uns von diesen Änderungen freimachen, so brauchen wir das Koordinatensystem nur nach den Tagesbahnen, also nach der Erddrehung, auszurichten.

Statt Zenit und Nadir wählen wir Himmelsnord- und Himmelssüdpol, die Rolle des Horizonts spielt die größte aller Tagesbahnen, die durch Ost- und Westpunkt geht und die wir Himmelsäquator nennen. Er steht von den Himmelpolen um 90° ab und als mitdrehenden Nullpunkt wählen wir den Frühlingspunkt Υ . Seine Bedeutung werden wir später erkennen.

Der Stern in unserer Abbildung hat die Rektaszension α , im Himmelsäquator gezählt vom Frühlingspunkt entgegen der täglichen Bewegung von 0^h bis 24^h . Das Zeitmaß ist, wie wir noch sehen werden, wegen der Kupplung von Rektaszension und Uhrzeit hier praktisch; 1^h entspricht 15° . Seine Deklination δ , gemessen im Stundenkreis vom Himmelsäquator bis zum Himmelsnordpol, entspricht dem Abstand seiner Tagesbahn vom Himmelsäquator.

Auf jeweils einer Hälfte eines solchen Stundenkreises haben wir gleiche Rektaszension, vom Himmelssüdpol bis zum Himmelsnordpol; zur anderen Hälfte gehört die um 12^h unterschiedliche Rektaszension. Die Kreise gleicher Deklination, parallel zum Himmelsäquator gelegen, werden zum Himmelsnordpol ($\delta > 0$) und zum Himmelssüdpol ($\delta < 0$) immer kleiner. Seit der oberen Kulmination unseres



4. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Sterns hat sich das äquatoriale Koordinatensystem um dessen Stundenwinkel t weitergedreht.

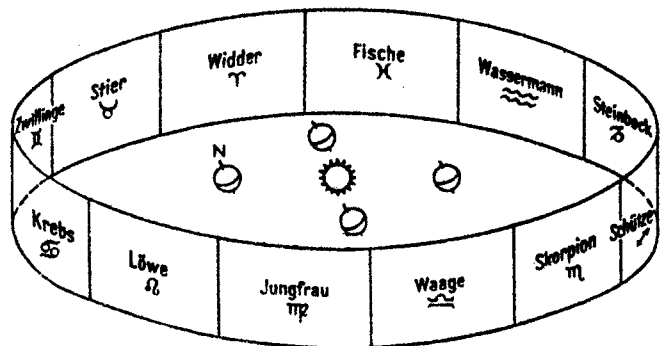
Um nun angeben zu können, wie in jedem Augenblick für unseren Beobachtungsort mit der geographischen Länge L und Breite B das äquatoriale System zum Horizontsystem liegt, müssen wir angeben, wie groß der Drehwinkel um die Polachse und der Kippwinkel um die Ost-West-Achse gerade ist.

Den Winkel, um den sich das äquatoriale System seit der oberen Kulmination des Frühlingspunktes Υ weitergedreht hat, nennen wir die Sternzeit ϑ ; sie ist also der Stundenwinkel des Frühlingspunktes. Deshalb gilt $\vartheta = \alpha + t$. Als Maß für den Kippwinkel verwenden wir die Polhöhe, die gleich der geographischen Breite B des Beobachtungsortes ist. Dessen geographische Länge L steckt wegen des Bezuges auf seinen Meridian schon in der zugehörigen Sternzeit und tritt nur bei der Umrechnung der Sternzeit eines anderen Meridians - etwa jenes von Greenwich - auf unseren zutage.

1.2. Erdumlauf und Himmel - die Ekliptik

Könnten wir Mittag für Mittag die Sterne hinter der Sonne beobachten, so würden wir bemerken, daß das Zentralgestirn unseres Sonnensystems eigentlich ein Wandelgestirn ist: Täglich rückt sie um fast zwei ihrer Durchmesser vor dem Sternenhintergrund "nach links" weiter. Dies ist die Widerspiegelung der Umlaufbewegung unserer Erde, die fast normal auf die Blickrichtung zur Sonne "waagrecht nach rechts" geht.

Die Sonnenmitte zieht durch die recht ungleich langen Tierkreissternbilder eine Bahn, die wir Ekliptik nennen. Schon im Altertum dachte man sich die entsprechenden Ekliptikstücke gleichlang und gab diesen Tierkreiszeichen



die Namen der zugehörigen Tierkreissternbilder sowie Tierkreiszeichensymbole, wie sie unsere obige Abbildung zeigt. Die 4 Erdstellungen entsprechen Sonnenorten am Anfang der Tierkreiszeichen Widder Υ , Krebs \varnothing , Waage Ω und Steinbock ♄ : Es sind besondere Punkte der Ekliptik im äquatorialen Koordinatensystem, wie uns

5. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

die nebenstehende Abbildung zeigt.

Die Ekliptik ist ein Großkreis, der um die Schiefe der Ekliptik ϵ , gegenwärtig rund $23,4^\circ$, gegen den Himmelsäquator geneigt ist.

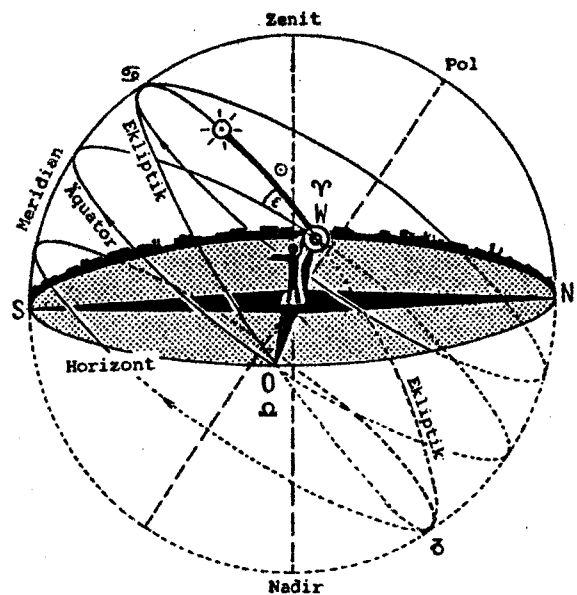
Wir haben eine Uhrzeit gewählt, zu welcher der nördlichste Ekliptikpunkt \odot gerade oben bzw. der südlichste Ekliptikpunkt \ominus gerade unten kulminiert: Stünde die Sonne dort, würde sie in der längsten bzw. in der kürzesten aller ihrer Tagesbahnen stehen, wir hätten dann

Sommersonnenwende (Sommeranfang) bzw.

Wintersonnenwende (Winteranfang). Die Schnittpunkte der Ekliptik

Υ bzw. Ω liegen gerade im Horizont: W, O. Stünde die Sonne dort, befände sie sich im Himmelsäquator, der vom Horizont genau halbiert wird. Wir hätten Tagundnachtgleiche (Frühlings- bzw. Herbstanfang). Unsere Abbildung zeigt diese drei besonderen Tagesbahnen und auch die ekliptikale, geozentrische Länge der Sonne \odot für ein Datum ungefähr in der Mitte des Frühlings. Sie wird vom Frühlingspunkt Υ in Richtung der ekliptikalen Sonnenbewegung auf der Ekliptik von 0° bis 360° gezählt. Nach der Zeichenteilung hätten wir für jeweils 0° der Zeichen: Widder 0° , Stier 30° , Zwillinge 60° , Krebs 90° , Löwe 120° , Jungfrau 150° , Waage 180° , Skorpion 210° , Schütze 240° , Steinbock 270° , Wassermann 300° und Fische 330° . Beispielsweise entspricht 15° Stier $15^\circ + 30^\circ = 45^\circ$, astronomisch nichts weiter als eine Ortsangabe auf der Ekliptik.

Der Frühlingspunkt hat als Schnittpunkt von Ekliptik und Himmelsäquator die Deklination 0° , seine obere Kulmination erfolgt also in der Höhe $90^\circ - B$. Wird eine Mittagshöhen-Reihe der Sonne in den Tagen vor und nach der Frühlings-Tagundnachtgleiche gemessen, so folgt jedesmal ein Deklinationswert $\delta = H - 90^\circ - B$. Für $\delta = 0^\circ$ bezeichnet die Sonnenmitte den Frühlingspunkt. Wir bestimmen ihn also aus der Höhenänderung der Tageswege der Sonne, die um diese Zeit rund $0,4^\circ/\text{Tag}$ ausmacht. Streng genommen sind die Sonnenwege über den Himmel somit nicht die parallelen Tagesbahnen, sondern sehr flache Spiralenstücke; die Sonne "schraubt" sich im "Sonnen-gürtel" zwischen den Wendekreisen alljährlich über den Himmel.



6. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

1.3. Uhrzeit und Datum

1.3.1. Sternzeit

Steht der Frühlingspunkt in oberer Kulmination, ist es 0^h Sternzeit am Beobachtungsort und allen Orten, die seine geographische Länge L haben. Bis zu seiner nächsten oberen Kulmination ist ein Sterntag mit 24 Sternzeitstunden vergangen.

Dies läßt sich jedoch nicht direkt beobachten, denn der Frühlingspunkt ist ja "unsichtbar". Wir beobachten deshalb die obere Kulmination eines Sterns mit der Rektaszension α : Sie erfolgt um α später und es ist dann α^h Sternzeit. Nun verstehen wir, warum es so praktisch ist, die Rektaszension im Zeitmaß anzugeben. Weil der Himmelsäquator die längste aller Tagesbahnen ist, ziehen äquatornahe Sterne am raschesten und ihre Meridiandurchgänge lassen sich am genauesten beobachten. Jeder Stern gibt uns somit mit seiner oberen Kulmination ein präzises Sternzeitsignal: $\theta = \alpha$. Wir müssen aber beachten, daß sich die Stern-Rektaszensionen zufolge verschiedener Einflüsse langsam ändern: Auch Sterne sind eigentlich Wandelgestirne. So hat sich der Tierkreissternbilder-Ring seit der Namenübertragung auf den Tierkreiszeichen-Ring im Altertum bis heute gegen ihn um rund ein Zeichen in höhere Rektaszensionen verdreht: Präzession. Sternörter im Himmelskalender.

1.3.2. Wahre Ortssonnenzeit

Steht die Mitte der Sonnenscheibe in oberer Kulmination, so ist es 12^h wahre Ortssonnenzeit WOZ am Beobachtungsort und allen Orten mit dessen geographischer Länge L . Bis zu ihrer nächsten oberen Kulmination vergeht ein wahrer Sonnentag mit 24 Stunden wahrer Sonnenzeit.

Dies läßt sich beispielsweise am Schatten eines Gnomons beobachten, der dann in die Mittellage für den Tag, genau in Richtung Süd-Nord, fällt. Er ist dann auch am kürzesten für den Tag, aber daraus erhalten wir kein genaues Ergebnis, weil die Änderung der Schattenlänge nahe dem wahren Mittag unmerklich klein wird.

Unser Zeitgeber, die Sonne, bewegt sich im Netz der Himmelskoordinaten wie ein Wandelgestirn, und zwar entgegen der täglichen Himmelsdrehung: Der wahre Sonnentag ist daher um rund 4 Minuten länger als der Sterntag und nicht so gleichförmig - die Länge des

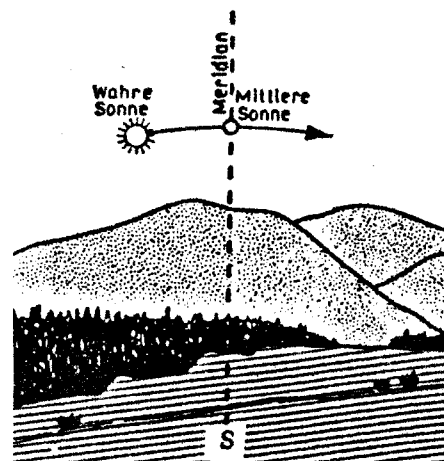
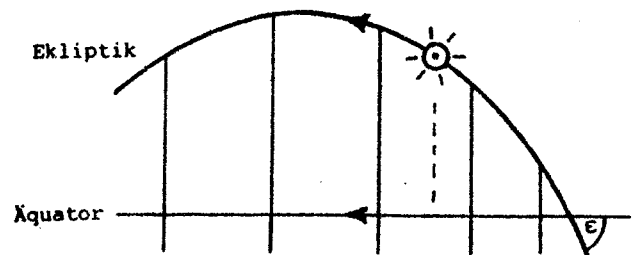
7. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

wahren Sonnentages kann um bis zu einer halben Minute schwanken. Weil wir im Gegensatz zur Sternzeit die wahre Ortssonnenzeit von der unteren Kulmination der Sonne (Mitternacht) an zählen, gilt: Wahre Ortssonnenzeit WOZ = Stundenwinkel der wahren Sonne + 12h.

1.3.3. Mittlere Ortssonnenzeit

Die Ekliptik, die von der Sonne einmal im Jahr durchlaufen wird, liegt schräg zum Himmelsäquator, in dessen Ebene sich die tägliche Himmelsdrehung und damit die Uhrzeitmessung vollzieht. Gleichlange Ekliptikbögen, auf den Himmelsäquator projiziert, entsprechen also ungleich langen Bögen am Himmelsäquator. Wegen der geringfügig ungleichförmigen Umlaufgeschwindigkeit der Erde (2. Kepler'sches Gesetz) ist die Sonnenbewegung in der Ekliptik ebenfalls ein wenig ungleichförmig: In gleichen Zeiten durchmißt die Sonne etwas unterschiedlich lange Ekliptikbögen. Die zum Himmelsäquator verschieden schräge und verschieden schnelle Sonnenbewegung sind die Ursachen der Ungleichförmigkeit der wahren Sonnentage: Gemessen im Himmelsäquator, bewegt sich die wahre Sonne über das Jahr weg unterschiedlich schnell.

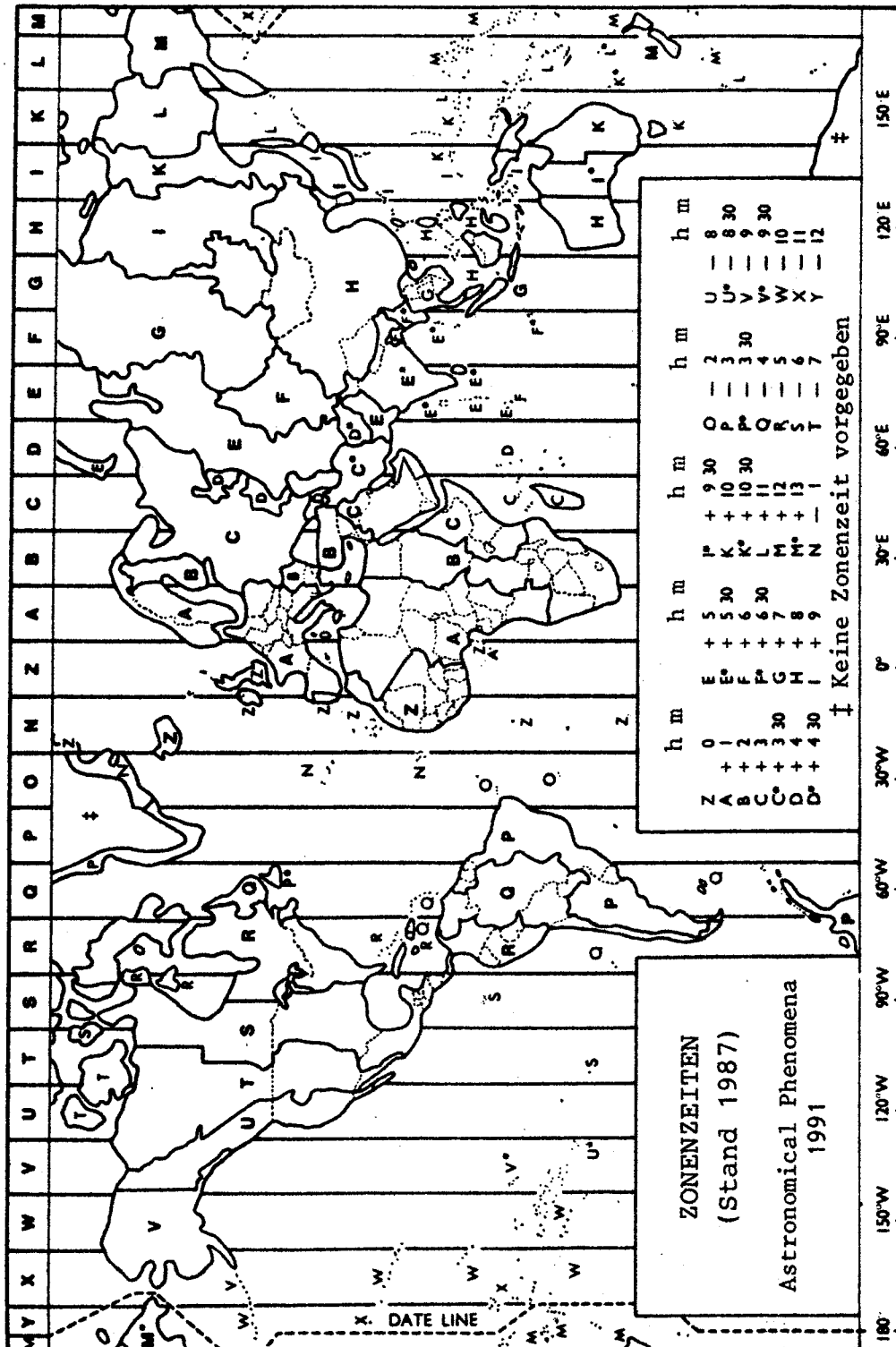
Wir lassen nun eine gedachte, mittlere Sonne im Himmelsäquator gleichförmig schnell mit gleicher Umlaufzeit wie die wahre wandern und verwenden diese als Zeitgeber. Die mittlere Ortssonnenzeit MOZ ist das gleichförmige Gegenstück zur ungleichförmigen wahren Sonnenzeit WOZ. Ein Sterntag ist um $3^m 56^s$ kürzer als ein mittlerer Sonnentag: $366,2422$ Sterntage = $365,2422$ mittlere Sonnentage im Jahr. Die mittlere Sonne kulminiert früher, gleichzeitig oder später als die wahre Sonne; der Unterschied heißt Zeitgleichung $Z = WOZ - MOZ$. Die Abbildung zeigt die Situation etwa um die Mitte Februar.



8. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

1.3.4. Uhrzeit und Beobachtungsort; Zonenzeiten

Sternzeit, wahre und mittlere Ortssonnenzeit gelten für Beobachtungsorte der geographischen Länge L . Im gleichen Augenblick ist es je 1° westlich um 4 Minuten früher (Merkregel: West weniger), östlich später. Zonenzeiten sind Ortszeiten, die für größere Gebiete gelten. Weltzeit ist die mittlere Ortszeit Greenwich, $L=0^\circ$.



Um die im betreffenden Bereich A...Z gültige Zonenzeit zu erhalten, addiere man das zugehörige Zeitintervall aus der Tabelle zur Weltzeit. Dieses Zeitintervall entspricht der geographischen Länge des dortigen Zonenmeridians L_z , die hier nach Osten negativ zu zählen ist. Beispiel: Q Chile) $-4h$; 9^hWeltzeit \rightarrow 5^h.

9. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

1.3.5. Sommerzeit in Österreich

Die in Österreich verwendete Zonenzeit, die Mitteleuropäische Zeit MEZ, ist die mittlere Ortssonnenzeit des Meridians 15° östlicher Länge von Greenwich. Er geht durch den Ostrand von Gmünd NÖ, und ist dort durch einen "Meridianstein" bezeichnet. Um das Tageslicht besser zu nutzen, wurde aus wirtschaftlichen Gründen auch in Österreich "Sommerzeit", genauer Mitteleuropäische Sommerzeit MESZ, eingeführt. Es gilt: $MESZ = MEZ + 1^h$. MESZ stand in Österreich in Geltung von

1916 04 30, 23^h MEZ = 1916 05 01, 0^h MESZ bis
1916 10 01, 1^h MESZ = 1916 10 01, 0^h MEZ

1917 04 16, 2^h MEZ = 1917 04 16, 3^h MESZ bis
1917 09 17, 3^h MESZ = 1917 09 17, 2^h MEZ

1918 04 15, 2^h MEZ = 1918 04 15, 3^h MESZ bis
1918 09 16, 3^h MESZ = 1918 09 16, 2^h MEZ

1919 keine Sommerzeit in Österreich

1920 04 05, 2^h MEZ = 1920 04 05, 3^h MESZ bis
1920 09 13, 3^h MESZ = 1920 09 13, 2^h MEZ

1921 bis 1939 keine Sommerzeit in Österreich

1940 04 01, 2^h MEZ = 1940 04 01 3^h MESZ und
1941 ganzjährig Sommerzeit bis
1942 11 02, 3^h MESZ = 1942 11 02, 2^h MEZ

1943 03 29, 2^h MEZ = 1943 03 29, 3^h MESZ bis
1943 10 04, 3^h MESZ = 1943 10 04, 2^h MEZ

1944 04 03, 2^h MEZ = 1944 04 03, 3^h MESZ bis
1944 10 02, 3^h MESZ = 1944 10 02, 2^h MEZ

1945 04 02, 2^h MEZ = 1945 04 02, 3^h MESZ bis
zur Besetzung durch die Alliierten, in Wien bis
1945 04 12, anderenorts spätestens 1945 04 23

1946 04 14, 2^h MEZ = 1946 04 14, 3^h MESZ bis
1946 10 07, 3^h MESZ = 1946 10 07, 2^h MEZ

1947 04 06, 2^h MEZ = 1947 04 06, 3^h MESZ bis
1947 10 05, 3^h MESZ = 1947 10 05, 2^h MEZ

1948 04 18, 2^h MEZ = 1948 04 18, 3^h MESZ bis
1948 10 03, 3^h MESZ = 1948 10 03, 2^h MEZ

1949 bis 1979 keine Sommerzeit in Österreich

1980 04 06, 0^h MEZ = 1980 04 06, 1^h MESZ bis
1980 09 27, 24^h MESZ = 1980 09 27, 23^h MEZ

1981 03 29, 2^h MEZ = 1981 03 29, 3^h MESZ bis
1981 09 27, 3^h MESZ = 1981 09 27, 2^h MEZ

1982 03 28, 2^h MEZ = 1982 03 28, 3^h MESZ bis
1982 09 26, 3^h MESZ = 1982 09 26, 2^h MEZ

1983 03 27, 2^h MEZ = 1983 03 27, 3^h MESZ bis
1983 09 25, 3^h MESZ = 1983 09 25, 2^h MEZ

1984 03 25, 2^h MEZ = 1984 03 25, 3^h MESZ bis
1984 09 30, 3^h MESZ = 1984 09 30, 2^h MEZ

10. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

1985 03 31, 2^h MEZ = 1985 03 31, 3^h MESZ bis
1985 09 29, 3^h MESZ = 1985 09 29, 2^h MEZ
1986 03 30, 2^h MEZ = 1986 03 30, 3^h MESZ bis
1986 09 28, 3^h MESZ = 1986 09 28, 2^h MEZ
1987 03 29, 2^h MEZ = 1987 03 29, 3^h MESZ bis
1987 09 27, 3^h MESZ = 1987 09 27, 2^h MEZ
1988 03 27, 2^h MEZ = 1988 03 27, 3^h MESZ bis
1988 09 25, 3^h MESZ = 1988 09 25, 2^h MEZ
1989 03 26, 2^h MEZ = 1989 03 26, 3^h MESZ bis
1989 09 24, 3^h MESZ = 1989 09 24, 2^h MEZ
1990 03 25, 2^h MEZ = 1990 03 25, 3^h MESZ bis
1990 09 30, 3^h MESZ = 1990 09 30, 2^h MEZ
1991 03 31, 2^h MEZ = 1991 03 31, 3^h MESZ bis
1991 09 29, 3^h MESZ = 1991 09 29, 2^h MEZ

Wird die mit 1981 begonnene Praxis beibehalten, so beginnt die Sommerzeitperiode jeweils mit dem letzten Sonntag im März, 2^h MEZ = 3^h MESZ und endet mit dem letzten Sonntag im September, 3^h MESZ = 2^h MEZ.

In Österreich gab es niemals "doppelte Sommerzeit" = MEZ + 2^h.
Daten aus STERNENBOTE, Jg.23, Heft 5, p.82, Astronom.Büro, Wien.

1.3.6. Dynamische Zeit

Die Drehdauer der Erde vergrößert sich sehr langsam und unregelmäßig; die mittlere Ortssonnenzeit ist aber für Sonnenuhrenzwecke in unserem Jahrhundert trotzdem genügend gleichförmig.

Auf der Voraussetzung unveränderlicher Drehverhältnisse der Erde beruht die 1960 eingeführte Ephemeridenzeit, die heute dynamische Zeit DT oder genauer terrestrische dynamische Zeit heißt. Diese "künstliche" mittlere Sonnenzeit dient zur Berechnung von Himmelserscheinungen. Um die in dynamischer Zeit erhaltenen Termine in Weltzeit und damit in die Wirklichkeit überführen zu können, muß der jeweilige Unterschied ΔT = Dynamische Zeit minus Weltzeit kennen. Er kann im nachhinein aus Beobachtungen bestimmt oder ge-
nähert auch berechnet werden.

Im 20. Jahrhundert beträgt ΔT höchstens 1^m; für +1000 30^m, für 0 2^h38^m, für -1000 6^h25^m, für -2000 11^h53^m.

1.3.7. Datum

Die Sonne durchläuft die Ekliptik in 365,2422 mittleren Sonnentagen; um kleinste Veränderungen dieses tropischen Jahres brauchen wir uns hier nicht zu kümmern. Ein Kalender kennt zwar nur ganze

11. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Tage, sollte aber praktischerweise bei der Wiederkehr der Sonne zum gleichen Ort in der Ekliptik möglichst den gleichen Jahrestag nach Monat und Tag angeben.

Die Bestimmung der Jahrlänge muß über die Bestimmung von Sonnenorten in der Ekliptik durch möglichst genaue Höhenmessungen erfolgen, wie wir (siehe 5. Fortsetzung) gesehen haben. Es ist daher verständlich, daß zunächst das Rundjahr mit 360, dann das Wandeljahr mit $365 = 12 \times 30 + 5$ Tagen wie im alten Ägypten und schließlich das julianische Jahr mit durchschnittlich 365,25 Tagen die wahre Jahrlänge annäherte. Letzteres ergab sich durch ein 366-tägiges Schaltjahr in allen Jahren mit restlos durch 4 teilbaren Jahrzahlen nach jeweils 3 Gemeinjahren mit 365 Tagen; wir sprechen vom julianischen Kalender oder von der Rechnung nach altem Stil.

Eine wesentliche Verbesserung brachte die von Papst Gregor XIII. veranlaßte Einführung der Rechnung neuen Stils, der gregorianische Kalender: 1582 Okt.5 (alter Stil) = 1582 10 15 (neuer Stil). Er setzte sich jedoch erst nach und nach durch und besonders in den Jahren kurz nach 1582 empfiehlt sich Sorgfalt bei der Interpretation eines Datums. Das gregorianische Jahr mit durchschnittlich 365,2425 Tagen ergibt sich, wenn die Schaltjahre des julianischen Kalenders mit nicht durch 400 restlos teilbaren Jahrzahlen zu Gemeinjahren mit 365 Tagen gemacht werden, z.B. 1700, 1800, 1900, 2100.

Die übliche historische Zählung der Jahre "vor Christi Geburt" und "nach Christi Geburt" kennt kein Jahr 0, weshalb in der Himmelskunde die astronomische Zählung gebraucht wird: So wird etwa aus ... 2 v.Chr., 1 v.Chr., 1 n.Chr. ... -1, 0, +1 ... , somit eine algebraisch brauchbare Zählung.

Sehr praktisch ist es, die Tage fortlaufend zu zählen. Dies geschieht in der julianischen Periode ab -4712 Jan.1 (alter Stil), 12^h Weltzeit; dies entspricht dem julianischen Datum JD 0,000. Beispielsweise gehört zu +1991 04 09, 19^h MESZ: JD 2 448 356,208.

2. MASS UND ZAHL AM HIMMEL

In Umfang und Genauigkeit beschränken wir uns auf das für die Thematik "Sonnenuhren" Nötige; ein programmierbarer Taschenrechner genügt und erleichtert die Berechnungen wesentlich.

12. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

2.1. Kalender und julianische Tagzählung

Durch fortlaufende Zählung der Tage und Angabe ihrer Tagnummer JD in der julianischen Periode können leicht Zeitintervalle ermittelt werden. Wir gehen vom gregorianischen oder julianischen Kalender aus, dessen Jahre astronomisch, also mit Jahr 0, gezählt werden und berechnen JD wie folgt:

Der Termin liegt in der Form JJJJ,MMTTdd vor und wird getrennt gespeichert: JJJJ; MM; TT,dd in je einen Speicher laden.

JJJJ Jahrzahl mit Vorzeichen; es darf nur bei JJJJ bleiben.

MM Monatszahl

TT Tagzahl; daran werden die Dezimalen ab 0^h Weltzeit angefügt.

Nun werden die Hilfsgrößen j und m berechnet:

$j = \text{JJJJ} - 1$ und $m = \text{MM} + 12$, wenn $\text{MM} = 1$ oder 2

$j = \text{JJJJ}$ und $m = \text{MM}$, wenn $\text{MM} > 2$.

Wird der gregorianische Kalender benützt, wird noch B gebraucht:

$B = 2 - A + \text{Int}(A/4)$, wobei $A = \text{Int}(j/100)$.

$\text{Int}(x)$ bedeutet den ganzen Teil der Zahl x.

$\text{JD} = \text{Int}(365,25 \cdot j - 0,75) + \text{Int}(30,6001(m+1)) + \text{TT,dd} + 1720994,5$ für $j < 0$.

$\text{JD} = \text{Int}(365,25 \cdot j) + \text{Int}(30,6001(m+1)) + \text{TT,dd} + 1720994,5 + B$ für $j \geq 0$.

Die Größe B wird in der zweiten Formel für JD nur addiert, wenn man den gregorianischen Kalender benützt.

Beispiele: +1900 01 01,000 gregorianisch JD 2 415 020,500
-2071 04 13,250 julianisch JD 964 727,750

2.2. Weltzeit und Dynamische Zeit

Für die Berechnung von Sonnenörtern benötigen wir die gleichförmige dynamische Zeit DT. Der Unterschied ΔT gegenüber Weltzeit UT kann für einen bestimmten Termin JD genähert berechnet werden:

$$T^* = (\text{JD} - 2\,415\,020,000) / 36\,525 \quad (1)$$

$$\Delta T = 0,0003^d + 0,00084 \cdot T^* + 0,000346 \cdot T^{*2} \quad (\text{Tagesdezimalen}) \quad (2)$$

$$T = (\text{JD} + \Delta T - 2\,415\,020,000) / 36\,525 \quad (3)$$

Beispiel: JD = 964 727,75 $\Delta T = 0,514^d$ T = -39,706 823 71

13. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

2.3. Zonenzeit und Sternzeit für den Beobachtungsort

Um die Sternzeit ϑ zur Zonenzeit T_z des Zonenmeridians der geographischen Länge L_z (östlich negativ, westlich positiv) und umgekehrt für den Beobachtungsort der geographischen Länge L zu berechnen, ist die Sternzeit Greenwich um 0^h UT mit T^* aus (1) nötig:

$$\vartheta_0 = 6,646\,07^h + 2\,400,051\,262 \cdot T^* + 0,000\,025\,81 \cdot T^{*2}, \quad (4)$$

in Stunden und Dezimalen der Stunde. Ergebnis notfalls um ganze Tage erniedrigen: Durch 24 dividieren, ganzen Teil weglassen und Dezimalteil mit 24 multiplizieren. Dann erhalten wir:

$$\vartheta = (T_z + L_z) / 0,997\,269\,566 + \vartheta_0 - L \quad (5)$$

$$T_z = (\vartheta + L - \vartheta_0) \cdot 0,997\,269\,566 - L_z \quad (6)$$

ϑ_0 ist für den Tag zu nehmen, in dem T_z liegt. Alle Größen in Stunden und deren Dezimalen verwenden und erst am Schluß in Stunden, Minuten und Sekunden umsetzen. Karte der Zonenzeitbereiche, Zonenmeridiane und Umrechnung auf andere Orte (Meridiane): Siehe 8. Fortsetzung. ϑ_0 findet sich täglich auch im Himmelskalender.

<u>Beispiele:</u>	Wien,	Rio de Janeiro,
	Urania Sternwarte	National-Observatorium
L	$-1^h 05^m 32,5^s$	$2^h 52^m 53,5^s$
L_z	-1^h	3^h
Datum greg.	1977 12 07	1977 05 28
JD, 0^h UT	2 443 484,500	2 443 291,500
T_z	$20^h 30^m 00^s$	$12^h 58^m 18^s$
ϑ_0	$5^h 02^m 36^s$	$16^h 21^m 41^s$
ϑ	$1^h 41^m 21^s$	$5^h 29^m 43^s$

2.4. Koordinaten-Transformationen

Es bedeuten: A Azimut (gezählt von N über O, S, W bis N); H Höhe; α Rektaszension, δ Deklination, λ Ekliptikale Länge, β Ekliptikale Breite (alle bezogen auf Äquinoktium des Datums); ϵ Mittlere Schiefe der Ekliptik; B Geographische Breite des Beobachtungsortes; t Stundenwinkel; ϑ Sternzeit; x, y, z Hilfsgrößen.

Für die Ermittlung von t, A, α , λ aus dem Tangens verwenden wir nicht den Arcustangens, sondern die in vielen Rechnern vorhandene Koordinatentransformation "rechtwinkelig \rightarrow polar", die aus Zähler und Nenner des nicht auszudividierenden Bruches quadrantenrich-

14. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

tige Werte des Polarwinkels gibt.

2.4.1. Horizontale in äquatoriale Koordinaten

$$x = -\cos H \cdot \sin A$$

$$y = \sin H \cdot \cos B - \cos H \cdot \cos A \cdot \sin B$$

$$z = \sin H \cdot \sin B + \cos H \cdot \cos A \cdot \cos B$$

$$\tan t = x / y$$

$$\alpha = \vartheta - t \quad (7)$$

$$\tan \delta = z / \sqrt{x^2 + y^2} \quad (8)$$

2.4.2. Äquatoriale in horizontale Koordinaten

$$t = \vartheta - \alpha \quad (9)$$

$$x = -\cos \delta \cdot \sin t$$

$$y = \sin \delta \cdot \cos B - \cos \delta \cdot \cos t \cdot \sin B$$

$$z = \sin \delta \cdot \sin B + \cos \delta \cdot \cos t \cdot \cos B$$

$$\tan A = x / y \quad (\text{wenn } A \text{ negativ, } 360^\circ \text{ addieren}) \quad (10)$$

$$\tan H = z / \sqrt{x^2 + y^2} \quad (11)$$

2.4.3. Ekliptikale in äquatoriale Koordinaten

Von 1883 bis 1959 $\epsilon = 23,45^\circ$, von 1960 bis 2036 $\epsilon = 23,44^\circ$.

$$\epsilon = 23,452^\circ - 0,01301 \cdot T - 0,0000016 \cdot T^2 + 0,0000005 \cdot T^3 \quad (12)$$

$$x = \cos \beta \cdot \cos \lambda$$

$$y = \cos \beta \cdot \sin \lambda \cdot \cos \epsilon - \sin \beta \cdot \sin \epsilon$$

$$z = \cos \beta \cdot \sin \lambda \cdot \sin \epsilon + \sin \beta \cdot \cos \epsilon$$

$$\tan \alpha = y / x \quad (\text{wenn } \alpha \text{ negativ, } 24^h \text{ addieren.}) \quad (13)$$

$$\tan \delta = z / \sqrt{x^2 + y^2} \quad (14)$$

2.4.4. Äquatoriale in ekliptikale Koordinaten

ϵ siehe oben, 2.4.3.

$$x = \cos \delta \cdot \cos \alpha$$

$$y = \cos \delta \cdot \sin \alpha \cdot \cos \epsilon + \sin \delta \cdot \sin \epsilon \quad (15)$$

$$z = \sin \delta \cdot \cos \epsilon - \cos \delta \cdot \sin \alpha \cdot \sin \epsilon \quad (16)$$

16. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Für Sonnenuhrenzwecke sind die beiden Korrekturen recht unbedeutend.

Wenn wir deren Berücksichtigung wünschen, wählen wir entsprechend dem Ort der Sonnenuhr mittlere Temperatur und Druck.

Seehöhe Barometerstand auf 0°C red.

0 m	760 mm
200	741
400	723
600	705
800	688
1000	671
1200	654
1400	638
1600	622
1800	607
2000	592
2200	577
2400	563
2600	549
2800	535
3000	522
3200	509
3400	497

Korrektion für Lufttemperatur
Argument: Mittlere Refraktion R und Temperatur T

R \ T	- 30°	- 25°	- 20°	- 15°	- 10°	- 5°	0°
1'	+ 10"	+ 8"	+ 7"	+ 6"	+ 5"	+ 3"	+ 2"
2	+ 20	+ 17	+ 14	+ 12	+ 9	+ 7	+ 4
3	+ 30	+ 26	+ 22	+ 18	+ 14	+ 10	+ 7
4	+ 40	+ 35	+ 29	+ 24	+ 19	+ 14	+ 9
5	+ 51	+ 44	+ 37	+ 30	+ 24	+ 17	+ 11
6	+ 62	+ 53	+ 45	+ 37	+ 29	+ 21	+ 14
7	+ 74	+ 63	+ 53	+ 43	+ 34	+ 25	+ 16
8	+ 86	+ 74	+ 62	+ 50	+ 40	+ 29	+ 19
9	+ 99	+ 84	+ 71	+ 58	+ 45	+ 33	+ 22
10	+ 112	+ 96	+ 80	+ 65	+ 51	+ 38	+ 25

R \ T	+ 30°	+ 25°	+ 20°	+ 15°	+ 10°	+ 5°	0°
1'	- 4"	- 3"	- 2"	- 1"	0	+ 1"	+ 2"
2	- 8	- 6	- 4	- 2	0	+ 2	+ 4
3	- 12	- 9	- 6	- 3	0	+ 3	+ 7
4	- 16	- 12	- 8	- 4	0	+ 4	+ 9
5	- 20	- 16	- 11	- 5	0	+ 6	+ 11
6	- 25	- 19	- 13	- 7	0	+ 7	+ 14
7	- 29	- 22	- 15	- 8	0	+ 8	+ 16
8	- 34	- 26	- 18	- 9	0	+ 9	+ 19
9	- 39	- 30	- 20	- 10	0	+ 11	+ 22
10	- 44	- 34	- 23	- 12	0	+ 12	+ 25

Korrektion für Barometerstand
Argument: R = Mittl. Refrakt. + Temperaturkorr. und Barometerstand B auf 0°C red.

R \ B	500 mm	550 mm	600 mm	650 mm	700 mm	750 mm	800 mm	B \ R
1'	- 0' 21"	- 0' 17"	- 0' 13"	- 0' 9"	- 0' 5"	- 0' 1"	+ 0' 3"	1'
2	- 0 41	- 0 33	- 0 25	- 0 17	- 0 9	- 0 2	+ 0 6	2
3	- 1 2	- 0 50	- 0 38	- 0 26	- 0 14	- 0 2	+ 0 10	3
4	- 1 22	- 1 6	- 0 51	- 0 35	- 0 19	- 0 3	+ 0 13	4
5	- 1 43	- 1 23	- 1 3	- 0 44	- 0 24	- 0 4	+ 0 16	5
6	- 2 4	- 1 40	- 1 16	- 0 52	- 0 29	- 0 5	+ 0 19	6
7	- 2 25	- 1 57	- 1 29	- 1 1	- 0 33	- 0 6	+ 0 23	7
8	- 2 45	- 2 14	- 1 42	- 1 10	- 0 38	- 0 6	+ 0 26	8
9	- 3 6	- 2 31	- 1 55	- 1 19	- 0 43	- 0 7	+ 0 29	9
10	- 3 27	- 2 48	- 2 8	- 1 28	- 0 48	- 0 8	+ 0 32	10

R beeinflusst einen horizontalen Ort (A,H) nur in H, den äquatorialen bzw. ekliptikalen Ort in $(\alpha, \delta), (t, \delta)$ bzw. (λ, β) : Hier in (A,H) transformieren, R an H anbringen und rücktransformieren.

2.4.6. Sonne

Örter

Es bedeuten: $\bar{\odot}$ Mittlere ekliptikale Länge der Sonne geozentrisch; M Mittlere Anomalie; e Numerische Exzentrizität; a Große halbe Bahnachse; f Mittelpunkts-Gleichung; \odot Ekliptikale Länge der Sonne, geozentrisch und bezogen auf das Äquinoktium des Datums, auf $\pm 0,01^\circ$ oder $\pm 0,6'$ genau; r Radiusvektor; SD Winkelhalbmeser. Die Horizontalparallaxe der Sonne ($0,002^\circ$) bleibt unberücksichtigt. Aus dem Termin in Weltzeit UT erhalten wir T nach (3).

17. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

$$\bar{\odot} = 279,70^\circ + 36\,000,7689 \cdot T + 0,000\,303 \cdot T^2$$

$$M = 358,48^\circ + 35\,999,0498 \cdot T - 0,000\,150 \cdot T^2 - 0,000\,003\,3 \cdot T^3$$

$$e = 0,016\,75 - 0,000\,041\,8 \cdot T - 0,000\,000\,13 \cdot T^2$$

$$a = 1,000\,00 \text{ AE}$$

Es sind sovielen Stellen angegeben, wie zur Wahrung der genannten Genauigkeit im Bereich von -2000 bis etwa 4000 erforderlich sind. Im Intervall von 1600 bis 2200 können die T^2 - und T^3 -Glieder weggelassen werden.

$$f = 114,59^\circ \cdot e \cdot \sin M + 71,62^\circ \cdot e^2 \cdot \sin 2M + e^3 \cdot (62,07^\circ \cdot \sin 3M - 14,32^\circ \cdot \sin M)$$

$$\odot = \bar{\odot} + f \quad (20)$$

$$\tan \alpha = \sin \odot \cdot \cos \epsilon / \cos \odot$$

(Transformation "rechtwinkelig \rightarrow polar" anwenden) (21)

$$\sin \delta = \sin \odot \cdot \sin \epsilon \quad (22)$$

Entfernung und Winkelhalbmesser

$$r = 1 - e \cdot \cos M + 0,5 \cdot e^2 \cdot (1 - \cos 2M) - 0,375 \cdot e^3 \cdot (\cos 3M - \cos M) \quad (\text{in AE}) \quad (23)$$

$$SD = 0,267^\circ / r \quad (24)$$

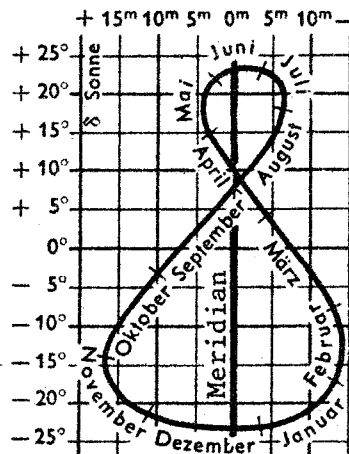
Beispiele

	Sonne	Sonne
Termin	1977 04 14 greg, 18 ^h 00 UT	-596 05 01 jul, 16 ^h 00 UT
JD (UT)	2 443 248,250	1 503 490,167
ΔT	0,001 ^d	0,195 ^d
T	0,772 847 392 2	-24,956 321 37
ϵ	23,44°	23,76°
$\bar{\odot}$	22,80°	33,13°
M	100,25°	154,58°
e	0,016 72	0,017 71
f	1,88°	0,85°
\odot	24,68°	33,98°
α	22,86° = 1 ^h 31,4 ^m	31,67° = 2 ^h 06,7 ^m
δ	+9,56°	+13,02°
r, SD	1,003 2 AE, 0,27°	1,016 1 AE, 0,26°

19. Fortsetzung Referat: Astronomische Grundlagen der Sonnenuhren

Zufolge der Schaltpraxis des gregorianischen Kalenders schwanken die zu gleichen ekliptikalischen Sonnenörtern gehörenden Daten kurz- und langperiodisch. Unsere Tabelle gibt für 0^hUT Mittelwerte für die Zeitgleichung und Sonnendeklination im Bereich 1582 - 2400.

(Astronomical Phenomena, 1989). Die Tafelwerte werden in diesem Bereich höchstens 1,5 Tage früher oder später erreicht. Tatsächliche Z-Werte:
Mit ϑ_{\odot} für 0^hUT
Greenwich aus (6),
 α_{\odot} für 0^hDT und



WAHRE SONNE IM MERIDIAN:
Z- Mittlere Sonne westl.
Z+ Mittlere Sonne östl.

EXTREMA / NULLSTELLEN Z
Mittel für Termine in UT

Feb.	11,5	-14 ^m 16 ^s
Apr.	15,6	0 00
Mai	14,0	+ 3 43
Jun.	13,5	0 00
Jul.	26,0	- 6 28
Sep.	1,4	0 00
Nov.	3,5	+16 25
Dez.	25,3	0 00

(25)

ΔT aus (2), aber in (^s), gilt: $Z = 12^h + \vartheta_{\odot} - \alpha_{\odot} - 0,0002738 \cdot \Delta T$

Die wahre Sonne tritt in die Tierkreiszeichen im Mittel (UT) am:

= Jan.20,1; ♋ Feb.18,7; ♌ Mär.20,6; ♍ Apr.20,1; ♎ Mai 21,1; ♏ Jun.21,4;
♐ Jul.22,9; ♑ Aug.23,2; ♒ Sep.23,1; ♓ Okt.23,4; ♈ Nov.22,3; ♉ Dez.21,9.

2.6. Aufgang, Untergang und Kulmination der Sonne

Es bedeuten: ϑ_K Sternzeit der oberen Kulmination, ϑ_A des Auf- und ϑ_U des Unterganges und α_{\odot} Rektaszension der Sonne; h Seehöhe in m; t_{\odot} Stundenwinkel des Sonnenauf-/unterganges samt Refraktion R in Grad für $H = 0^{\circ} - 0,0295 \cdot \sqrt{h}$, Halbmesser SD (Oberrand), Seehöhe h.

$$\cos t_{\odot} = - \tan \delta \cdot \tan B + (\cos (90^{\circ} + R + SD + 0,0295 \cdot \sqrt{h})) / \cos \delta \cdot \cos B$$

$$\vartheta_A = \alpha_{\odot} - t_{\odot}; \quad \vartheta_U = \alpha_{\odot} + t_{\odot}; \quad \vartheta_K = \alpha_{\odot} \quad (26)$$

Die Sternzeiten des Aufganges, Unterganges und der Kulmination sind nach (6) in zugehörige Zonenzeiten T_{ZA} , T_{ZU} , T_{ZK} umzurechnen. Mit diesen genäherten Zonenzeiten wird die Rechnung getrennt für Aufgang, Untergang und Kulmination nochmals geführt.

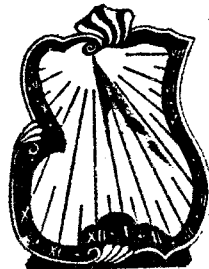
Beispiel: 1991 04 09, $L = -1^h 05^m 32,5^s$, $B = 48,212^{\circ}$, $h = 0$ m, $R = 0,6^{\circ}$.

$\alpha_{\odot} = 1^h 10,7^m$, $\delta_{\odot} = 7,50^{\circ}$, $SD = 0,27^{\circ}$, $t_{\odot} = 6^h 39,1^m$, $\vartheta_A = 18^h 32,6^m$,
 $\vartheta_U = 7^h 49,5^m$, $T_{ZA} = 5^h 19^m$ sowie $T_{ZU} = 18^h 34^m$ MEZ. Die Endrechnung ergibt $T_{ZA} = 5^h 18$ und $T_{ZU} = 18^h 36$ MEZ wie im Himmelskalender. Für $h = 194$ m folgen $T_{ZA} = 5^h 15$ und $T_{ZU} = 18^h 38$ MEZ.

Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

1. SONNENUHREN UND ASTRONOMISCHES GRUNDWISSEN

VMBRA DOCET



1.1. Bildungsmittel Sonnenuhr

Die Beschäftigung mit der Astronomie unterscheidet sich grundlegend von anderen Fächern und Wissensgebieten. Man kann die Objekte sehen und beobachten, jedoch nicht unmittelbar wahrnehmen, anfassen oder zerlegen. Diese Objektferne erfordert viel Vorstellungskraft, der mitunter vor dem Wissen der Vorzug zu geben ist. (A. EINSTEIN: "Vorstellungskraft ist wichtiger als Wissen!"). An das Abstraktionsvermögen werden gewisse Anforderungen gestellt, denen nicht alle Schüler gewachsen sind. Vor allem sind Grundkenntnisse aus anderen Fächern (Geographie, Physik, Mathematik) unumgänglich.

In der Astronomie ist der Modellcharakter stark ausgeprägt. Vieles läßt sich nur mittels eines Modells veranschaulichen. Ferner wird auf das Beobachten, Messen und Registrieren großer Wert gelegt, ohne dabei an ein kompliziertes Instrumentarium zu denken. Einfache und selbst hergestellte Instrumente sowie Vorrichtungen stehen am Beginn der astronomischen Tätigkeit. Dabei konnte ich immer wieder feststellen, daß der Sonnenuhr viel zu wenig bzw. kaum Beachtung geschenkt wird. Man unterschätzt dabei die Bildungspotenz der Sonnenuhr oder man ist mit der Problematik der Gnomonik nicht vertraut. Letzteres konnte ich bei den Prüfungen der Astronomielehrer oft feststellen. Selbst dem einfachen Schattenstab auf dem Schulgelände schenkt man kaum Beachtung, und ich schätze, daß höchstens 3% aller Schulen darüber verfügen. Es ergibt sich daraus die Forderung, noch vielmehr zu tun, um wenigstens einige Elemente der Gnomonik in den Bildungsprozeß mit einzubeziehen.

Die entscheidende Bildungsarbeit bleibt dem Einzelnen überlassen. Dieser ist in jedem Fall imstande, sich Sonnenuhren zu basteln, daran die Begriffe zu erarbeiten und das Zeitgeschehen zu erleben - also selbst auch tätig zu sein.

Wer sich mit Sonnenuhren befaßt, muß sich mit folgenden Sachverhalten und Begriffen auseinandersetzen und diese beherrschen:

Sonnenhöhe, Sonnenrichtung (-azimut), Horizont, Meridian, Himmelspol, Stundenwinkel, Deklination, Ost-West-Vertikal, Zenit, Auf- und Untergangszimut der Sonne, Himmelsäquator.

Vergessen wir aber über die Aufzählung nicht einen ganz wichtigen Punkt: Es ist die Freude am Erkennen.

1. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

1.2. Sonnenuhren in der pädagogischen Arbeit

Der Sinnspruch UMBRA DOCET ist nicht nur im moralisierenden Sinne zu verstehen, sondern vorwiegend im bildungspädagogischen. Die Sonnenuhr enthält eine Vielzahl von Potenzen der himmelskundlichen Bildung.

Bedauerlicherweise gibt es an den Schulen noch viel zu wenig Sonnenuhren. Ihren pädagogisch-didaktischen Wert hat man noch nicht richtig erkannt. Die Sonnenuhr wird hauptsächlich als Schmuckelement oder als Zeitanzeiger angesehen.

Auch in der doch recht umfangreichen gnomonischen Literatur findet man kaum Hinweise darüber. Dies trifft auch auf die didaktischen und methodischen Werke der Astronomie zu: In "Diesterwegs populärer Himmelskunde werden auf wenigen Seiten einige sachliche Hinweise zur Sonnenuhr gegeben. Keine Erwähnung der Sonnenuhr findet man in "Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie" von Alois Höfler (1913), in "Methode und Praxis des Unterrichts in der Himmelskunde" von Hans Seitz (1957) sowie in allen methodischen Werken zum Astronomieunterricht der ehem. DDR.

Tatsache ist, daß die Gnomonik nirgendwo im Schulunterricht einen Platz gefunden hat. Dies trifft auch für die Länder (UdSSR, ehem. DDR) mit obligatorischem Astronomieunterricht (Kl.10) zu. Bei der Fülle des Lehrstoffes ist dies verständlich: Möglicherweise gibt es sachkundige und interessierte Lehrer, die Zeit finden, um die Sonnenuhr in ihren Astronomieunterricht mit einzubeziehen. Ihre Zahl dürfte aber verschwindend klein sein.

Die Behandlung der Gnomonik kann nur im Rahmen der außerschulischen Arbeit erfolgen. Je nach Schulstruktur, örtlichen Möglichkeiten und den persönlichen Voraussetzungen der Lehrkräfte kann hier eine recht erfolgreiche Arbeit zustandekommen. Gedacht ist hierbei an Schülerarbeitsgemeinschaften, an Zirkel in Freizeitzentren und astronomischen Einrichtungen (Sternwarten, Planetarien).

Die außerschulische Arbeit hat auch den Vorteil, daß bereits in den mittleren Klassenstufen (5 - 8) eine sinnvolle und fachvorbereitende Freizeitbeschäftigung ermöglicht wird und man nicht bis zum Astronomieunterricht der Kl. 10 oder Kl. 11-13 (Gymnasien) warten muß.

Aus meiner Planetariumstätigkeit weiß ich, daß gerade jüngere Schüler eine überaus große Aufgeschlossenheit und Wißbegierde an den Tag legen. Selbst Schüler der Kl. 2 bis 4, die im Planetarium mit ca. 23% die größte Besuchergruppe stellten, waren an einfachen Fragen der Astronomie stark interessiert. Dies trifft in stärkerem Maße für die Schüler der Kl. 5 bis 8 zu, deren Kenntnisse durch den Fachunterricht besser fundiert sind. Die Astronomieunterricht in Kl. 10 birgt den Nachteil in sich, daß der Schüler auf seine Fragen, die ihn bewegen, vorher keine befriedigende Antworten bekommt und auf den Astronomieunterricht "vertröstet" wird. Es ist daher auch recht schwierig, bis zur Kl. 9 Arbeitsgemeinschaften für Astronomie zu schaffen. In wenigen Fällen engagiert sich der Astronomielehrer, die meisten halten die Kenntnisse der Schüler für dieses Fach für nicht zureichend. Bei 51 Schulen in der Stadt Potsdam gelang es uns mit viel Aufwand, ein bis zwei Schülerarbeitsgemeinschaften der Kl.5-8 durchzuführen. Dies lag ausschließlich am Engagement der Lehrer, die sich für die Astronomie nicht für kompetent hielten - die Begeisterung der Schüler war vorhanden.

Günstiger liegen die Verhältnisse in der Kl. 10, wo der Astronomielehrer unter Einbeziehung interessierter Schüler der Kl. 9, Arbeitsgemeinschaften mit einem festen Lehrprogramm bildet. Die Anzahl solcher Arbeitsgemeinschaften lag in den letzten Jahren zwischen 15 und 20 in Potsdam.

2. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Die Bedeutung astronomischer Arbeitsgemeinschaften für die Gnomonik

Hat es überhaupt einen Sinn, mit den Schülern der mittleren Schuljahrgänge - evtl. schon ab Kl. 4 - zu arbeiten, da die fachlichen Voraussetzungen nicht vorhanden sind? Im Gegensatz dazu haben es andere Fächer leichter (Biologie, Geographie usw.), da diese unterrichtet werden und somit eine wechselseitige Beziehung zwischen Unterricht und außerschulischer Arbeit besteht.

Arbeitsgemeinschaften - gleich welcher Art - haben nur in geringem Maße berufsorientierende Aufgaben. Für die Altersstufe der Schüler in Kl. 5 bis 8 ist das fluktuierende Interesse stark ausgeprägt. Man wechselt öfter auch einmal das Interessengebiet und die Arbeitsgemeinschaft. Diese Tatsache sollte aber keinen AG-Leiter entmutigen. Erst in den Klassen 9 bis aufwärts festigt sich das Interesse, und der Schüler hat, besonders in den technischen Zweigen, bestimmte Berufsbilder.

Ich halte dies auch gar nicht für entscheidend. Ausgehend von seinen Interessen und Fähigkeiten soll der Schüler lernen, wie man seine Freizeit sinnvoll und nutzbringend anwendet und seine geistigen und auch körperlichen Kräfte ausbildet. Arbeitsgemeinschaften können entscheidend zur Persönlichkeitsbildung beitragen. Man ist immer ein wenig stolz, wenn man nach Jahren Ärzte, Wissenschaftler, Techniker u.a. trifft, die einmal als kleine Astro-Enthusiasten ins Planetarium kamen und mit denen man Sonnenuhren bastelte.

Es kann nicht unsere Aufgabe sein, Sonnenuhren-Erbauer heranzubilden. In der außerschulischen Arbeit hat die Beschäftigung mit der Gnomonik vorbereitenden Charakter, speziell für die Fächer Geographie und Astronomie (bzw. astronomische Sachverhalte und Themen in Physik und Mathematik). Auch die Gnomonik kann einen Teil zur Verwirklichung der nachstehenden pädagogischen Zielstellungen beitragen:

- Herausbildung von Wissen und Können auf einem speziellen Gebiet.
- Entwicklung differenzierter Interessen und Neigungen sowie Förderung von Begabungen und Talenten.
- Wecken der Freude am Entdecken, Knobeln, Nachdenken - und Forschen.
- Lernen durch Spielen - Spielend lernen!
- Entwicklung von Fähigkeiten und Fertigkeiten im Umgang mit einem der ältesten astronomischen Instrumente, der Sonnenuhr.
- Schulung der Beobachtungsfähigkeit, des Messens und Experimentierens.
- Kennenlernen mathematischer Methoden.
- Entwicklung von Einstellungen und Charaktereigenschaften, wie Liebe zur Wissenschaft, Forscherdrang, Exaktheit und Ausdauer.

Zu berücksichtigen ist auch, daß man in der Arbeit mit jüngeren Schülern auf einfache Praktiken zurückgreifen muß. Die Lehr- und Arbeitsmittel der oberen Klassen eignen sich nur bedingt, sie sind ausschließlich für die Klasse 10 bzw. für die Rahmenplan-AGs konzipiert worden. Unter diesem Gesichtspunkt erhält die Bastel-Sonnenuhr ihren spezifischen Bildungswert.

Fachliche Voraussetzungen für die Arbeit mit Sonnenuhren

Wie in jeder Wissenschaftsdisziplin sind auch hier Vorkenntnisse unerläßlich. Man ist oft erstaunt, wie wenig Schüler der oberen Klassen über ganz einfache Sachverhalte Bescheid wissen, wie Tagbogen der Sonne, jahreszeitliche Veränderung der Sonnenhöhe, Stand der Sonne zu bestimmten Tageszeiten, Auf- und Untergangspunkte der Sonne. - Es ist schon sehr lange her, seitdem dies in Kl. 3 in Verbindung mit dem Wettergeschehen in mehr oder weniger guten Qualität behandelt worden ist. Manch einem Unterstufenlehrer fehlen dafür auch die fachlichen Voraussetzungen, eine Tatsache, die zugegeben wird. Vielfach wurde

3. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

der Lehrstoff an der Tafel vermittelt, es fehlte jede räumliche Anschauung.

Mit der Ausarbeitung eines Programmes für das Planetarium betrat ich damals Neuland, Kollegen rieten mir damals ab. Es ging mir dabei keineswegs um astronomische Sachverhalte, sondern einzig um den "Tagbogen der Sonne in den Jahreszeiten", wie der Titel der Veranstaltung lautete. Von dem Ansturm der Kl. 2 bis 4 (Schwerpunkt Kl. 3) war ich überrascht. Die Besucherzahl lag um ca. 5% höher als beim Astronomieunterricht, der obligatorisch war, während die Klassen der Unterstufe freiwillig kamen. Die Lehrer sahen die Veranstaltung als eine große Unterrichtshilfe an und erhielten Impulse, um den Stoff weiter zu verarbeiten und zu vertiefen.

Die Schüler erlebten in 45 Min. alle Jahreszeiten mit der wechselnden Sonnenhöhe, den Tageslängen und den verschiedenen Punkten am Horizont, wo die Sonne auf- und untergeht. Mittels eines Dias wurde der betreffende Merkmalsstoff eingeblendet, so z.B.: Sommer - warm. Lange Tage - kurze Nächte, dazu ein Bild des Tagbogens mit einer Thermometerdarstellung. Der Lehrer erhielt ein Merkblatt mit Beobachtungsaufgaben.

Ich erwähne dies deshalb, weil ich diesen Lehrstoff, der nie wieder behandelt wird (auch nicht in der Geographie!) auch für unser Anliegen für grundlegend halte. Mir hat die Arbeit mit den Schülern dieser Altersstufe viel Freude bereitet und ich habe dabei zahlreiche methodische Anregungen erhalten. In Kl. 4 konnte man die Anforderungen erhöhen und mit Problemfragen kommen. Eine davon möchte ich hier nennen, nämlich die Antwort der Schüler in der Kl. 10 keineswegs besser war (!):

Stellen wir uns vor, wir müßten für jeden Tag den Tagbogen der Sonne zeichnen! Wieviele solcher Bögen müßten wir zeichnen? -- Die Antwort war rasch zur Stelle: 365 natürlich! Mit ein wenig Hilfe und einigen Zwischenfragen kam man schließlich zum richtigen Ergebnis: Zwei für den 21.6. und 21.12. und die Hälfte von 363! -- Meldete sich da ein Schüler der Kl. 4 und sagte: "Jeder Tag hat einen Doppelgänger, nur zwei nicht!" --

Aufgabe des Heimatkundeunterrichts ist es auch, das Interesse an Naturbeobachtungen zu wecken und ihre Beobachtungsfähigkeit zu entwickeln. Die Gnomonik bietet dafür eine Fülle von Möglichkeiten, die mit einfachen Mitteln genutzt werden können.

So wie einst am Beginn der Zeitmessung der Schattenstab (Gnomon) stand, soll der Schüler damit beginnen. Wo die Verhältnisse erlauben, sollte ein Schattenstab auf dem Schulgelände nicht fehlen. Die ihn umgebende horizontale Fläche muß genügend groß sein und Möglichkeiten bieten, um Markierungen vornehmen zu können.

Es genügt aber auch schon ein "gnomonisches Arbeitsbrett" in der Größe von 60x60 cm und einem Schattenstab. Die Fläche enthält Entfernungskreise zum schnelleren Ermitteln der Schattenlänge. Auch hier ist es wichtig, Markierungen und Eintragungen vorzunehmen zu können, das bloße Anschauen genügt nicht.

Für die häusliche Arbeit des Schülers kann ein kleines Schattendreieck angefertigt werden, dessen senkrechte Seite als Gnomon dient.

Die Arbeit mit dem Schattenstab wird als Hilfsmittel zur Erkenntnisgewinnung leider noch nicht genügend beachtet. Diese Erfahrung konnten wir immer wieder bei den Veranstaltungen im Planetarium machen. Vor Beginn stellten wir einen Schattenstab auf, markierten Schattenrichtung und -länge. Frage an die Schüler: Wo wird der Schatten nach etwa einer Stunde sein? Wird er noch die gleiche Länge haben? -- Die Antworten waren oft niederschmetternd, es fehlte jede Vorstellung über den scheinbaren täglichen Sonnenlauf und die Himmelsrichtungen. -- Nach der

4. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Veranstaltung im Planetarium überzeugte man sich von den veränderten Schattenverhältnissen.

Wenn ich hier etwas ausführlicher geworden bin, so deshalb, weil ich den Kenntniserwerb der nachstehenden Fakten in den Kl. 2 bis 4 für obligatorisch halte. Vor Beginn des Fachunterrichtes in der Kl. 5 ist folgendes Wissen Voraussetzung:

- Die Schattenlänge ist abhängig von der Sonnenhöhe. Der kürzeste Tagesschatten ist zu Mittag, wenn die Sonne die Südrichtung erreicht hat. (Da der Schüler noch nicht den wahren Mittag bestimmen kann, muß der Lehrer dies mit Ortszeitkorrektur und Zeitgleichung tun. Andrenfalls können beachtliche Fehler bei der Bestimmung der N-S-Linie auftreten.)
- Ab Kl. 3 muß der Merksatz "Im Osten geht die Sonne auf..." differenziert werden, wobei NO, NW, SO und SW für die Auf- und Untergangspunkte der Sonne verwendet werden können. (In N-Deutschl. ist dieser Unterschied gering).
- Die Sonnenhöhe (Schattenlänge) 1 h vor dem Mittag entspricht der 1 h nach dem Mittag usw. Das bedeutet, daß die Sonne zu diesen Zeiten von der Südrichtung den gleichen Abstand hat. Dies als Vorübung für den Stundenwinkel beim Bau von Sonnenuhren in höheren Klassen!
- Vom 22.12. bis zum 20.6. wird der Tagbogen der Sonne immer größer, die Tage werden länger. Nach dem 22.6. wird der Tagbogen kleiner, die Tage werden kürzer. Einzuprägen ist der kürzeste und der längste Tag. Auch hier sollte man Übereinstimmungen herausstellen: Der Tag 1 Monat nach dem 21.6. ist genau so lang wie vor dem 21.6. usw.
- Finden des Polarsterns (Nordsterns) mit Hilfe des Gr. Wagen.
- Beobachtungsaufgaben:
An der Horizontkulissee zwischen SW und NW sind in Zeitabständen die Untergangspunkte der Sonne zu markieren. Mittels einer Zeichnung erhält der Schüler einen "Sonnenkalender". Je nach den Beobachtungsmöglichkeiten wird der Zeitraum unterschiedlich sein. Die Beobachtung der Aufgangspunkte ist zeitlich schlecht durchführbar.
Mit Hilfe eines großen Gebäudes oder eines Baumes wird die Mittagshöhe der Sonne beobachtet, mit dem Datum versehen und in eine Skizze eingetragen. ("Die Sonne als Kletterspecht")

Auf die hier genannten, wichtigen Punkte wurde bei der Ausbildung der Unterstufenlehrer wenig berücksichtigt. Aus diesem Grunde habe ich in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Erfurt/Mühlhausen eine Diaserie mit 35 Bildern und einem Tonband (17min) mit dem Titel "Ein Besuch im Planetarium mit Schülern der Unterstufe" erarbeitet.

Noch mehr muß die Schule tun, um die Jugend zur Liebe zur Wissenschaft zu erziehen, das Interesse an Technik und Produktion zu wecken sowie ihnen die Grundhaltung für ein sinnvolles Freizeitverhalten zu vermitteln.

Zu diesen Zielen vermag auch die Wissenschaft von den Sonnenuhren ein Mosaiksteinchen beizutragen.

5. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

2. AUSGEWÄHLTE SONNENUHREN FÜR DEN BILDUNGSEINSATZ

2.1 Äquatoriale Sonnenuhren

2.1.1. Die einfache äquatoriale Sonnenuhr mit ebenem Zifferblatt

Die Vielzahl von Sonnenuhrenarten und deren Kombinationen mag für Viele verwirrend erscheinen und für Außenstehende ist die Wissenschaft von den Sonnenuhren eine Art Geheimwissenschaft, für die die höhere Mathematik unerlässlich ist. Doch soll auch hier der Grundsatz gelten: Mit dem Einfachen zu beginnen!

Die einfachste, die "natürliche" Sonnenuhrenart ist die Äquatorial-Sonnenuhr. Sie stellt gleichzeitig ein einfaches Lehrmodell für das "Grundgerüst" der scheinbaren Himmelskugel dar. Eindeutig erkennbar sind die Polachse sowie die Ebene des Himmelsäquators. Weitere Sachverhalte (Meridian, Horizont, Zenit, Ost-West-Vertikal) können daran erarbeitet werden. Wer sich mit Sonnenuhren beschäftigt und in die "Geheimnisse" der Gnomonik eindringen möchte, muß mit der äquatorialen Uhr beginnen.

In der Äquatorial-Sonnenuhr sind die bedeutendsten Bildungselemente anhalten.

Im allgemeinen versteht man unter der äquatorialen Sonnenuhr die sehr ansprechende und oft kunstvoll gestaltete Ringkugel-Sonnenuhr in Gärten und Parkanlagen. Das Verständnis dieser Art erfordert schon ein wenig Sachkenntnis, besonders da die Ebene des Himmelsäquators nicht deutlich zu erkennen ist.

Der erste Schritt muß die einfache Äquatorial-Sonnenuhr mit ebenem Zifferblatt sein.

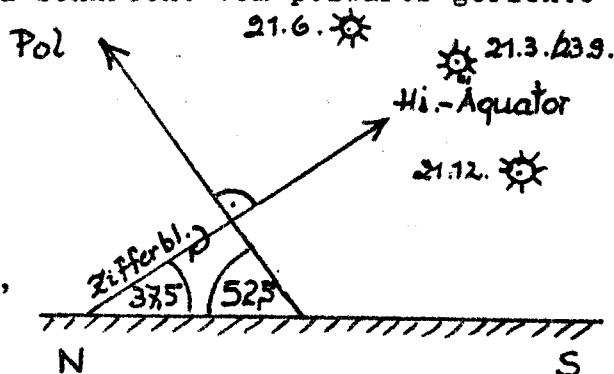
Ihr Aufbau ist denkbar einfach: Die parallel zum Himmelsäquator geneigte Fläche (Himmels-Äquatorebene) wird senkrecht vom polwärts gerichteten Schattenwerfer durchbohrt. Das System der Winkel wird deutlich: Die Polstabneigung beträgt für Berlin $52,5^\circ$ und entspricht damit der geogr. Breite. Der Himmelsäquator ist unter dem Ergänzungswinkel zu 90° geneigt.

Da sich die Sonne im Sommerhalbjahr nördlich des Himmelsäquators befindet, scheint die Sonne in dieser Zeit auf das obere Zifferblatt. Im Winterhalbjahr muß die Zeit am unteren Zifferblatt abgelesen werden. An den Tagen

des Frühlings- und Herbstbeginns erhalten beide Zifferblätter streifen des Sonnenlichts. Positive und negative Sonnendeklination (Gestirnsdeklinatation) dürften kaum besser veranschaulicht werden. Auch für die jahreszeitlich wechselnden Tagbögen der Sonne ist diese einfache äquatoriale Uhr ein gutes Lehrmodell.

Die äquatoriale Sonnenuhr hat noch weitere Vorteile:

- Da das Zifferblatt in der Äquatorebene verläuft, in der auch der Stundenwinkel gemessen wird, ist der Stundenlinienwinkel auf dem Zifferblatt immer gleich dem jeweiligen Stundenwinkel der Sonne. Die Stundenlinienwinkel betragen jeweils 15° .
- Die Halbstunden liegen mit $7,5^\circ$ Abstand in der Mitte zwischen den



6. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

vollen Stunden. Auch für die Viertelstunden kann der Winkel von $7,5^\circ$ halbiert werden. Dieser Vorteil ist bei keiner anderen Sonnenuhrenart möglich.

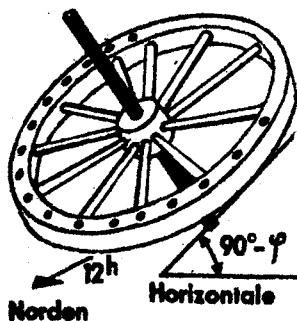
- Die Äquatorialuhr ist eine Ganztagsuhr, die Sektoren für den Tag und die Nacht sind auf dem Zifferblatt gut erkennbar.

Trotz der Vorteile und des einfachen Aufbaues ist dieser Sonnenuhrentyp nur ganz selten anzutreffen. Von fast 1500 Sonnenuhren in den 5 neuen Ländern sind nur 2 einfache Äquatorialuhren bekannt, - von Bastelobjekten selbstredend abgesehen.

Für den Bau ergibt sich eine Vielzahl von Möglichkeiten:

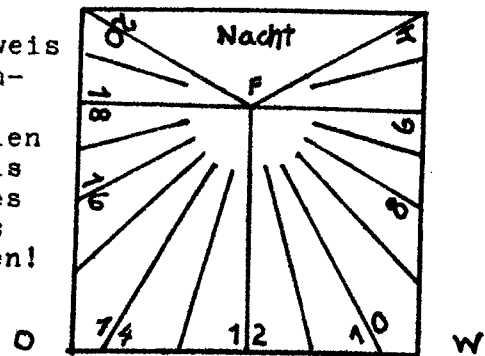
Eine Vereinfachung stellt die Sommer-Sonnenuhr dar, die nur zwischen dem 21.3. und 23.9. - bei positiver Sonnendeklination - in Funktion ist. Sie eignet sich besonders für Gärten, Feriensiedlungen und Campingplätze. Ist eine in Ost-West-Richtung verlaufende Böschung mit dem erforderlichen Winkel vorhanden, kann man sich den Bau sparen. Ansonsten ist die Sommeruhr ein ideales Bastelobjekt, das mit wenig Aufwand herzustellen ist.

Aus zwei Bauteilen entsteht das Sonnenuhrenrad, das ganzjährig die Zeit anzeigt. Als Schattenwerfer kann eine Stricknadel oder ein Wurstspeil verwendet werden, das Zifferblatt wird aus fester Pappe hergestellt. Wichtig ist, daß eine feste Verbindung zwischen den beiden Bauteilen hergestellt wird und diese senkrecht zueinander stehen (Pol:Äquator). Um ein Wegrollen zu verhindern, wird das kreisförmige Zifferblatt bei der Auflage ein wenig beschnitten.



Sonnenuhrenrad

Gestaltungshinweis für alle Sonnenuhrenarten:
Die Stundenlinien werden nicht bis zum Fußpunkt des Schattenwerfers (F) durchgezogen!

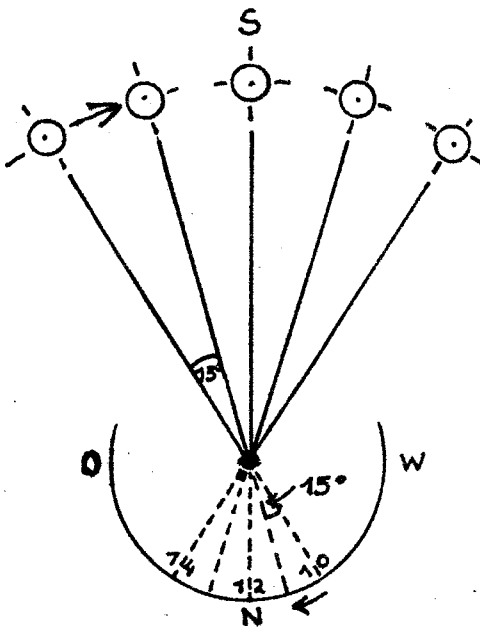


Äquatorialuhr mit viereckigem Zifferblatt

Die Länge des Schattenwerfers hat auf die Zeitanzeige keinen Einfluß, sie sollte aber in einem bestimmten Verhältnis zur Zifferblattgröße stehen. Ein zu kurzer Schattenwerfer ist bei hohem Sonnenstand nachteilig. Die Form des Zifferblattes kann kreisförmig, viereckig oder auch mehreckig sein. Für einen passenden Sinnspruch ist immer Platz vorhanden.

Wie schon erwähnt, wird im Sommerhalbjahr das obere und im Winterhalbjahr das untere Zifferblatt von der Sonne beschienen. Das obere Zifferblatt (Sommeruhr) enthält die Stundenangaben von 4^h bis 20^h , das untere (Winteruhr) nur von 6^h bis 18^h . Es ist darauf zu achten, daß die Laufrichtung der Bezifferung richtig ist. Blickt man von Norden auf das obere Zifferblatt, befinden sich die Vormittagsstunden rechts (westlich), die Nachmittagsstunden links (östlich). Blickt man auf das untere Zifferblatt in Richtung Pol, liegen die Vormittagsstunden links (ebenfalls westlich), die Nachmittagsstunden rechts (östlich). Die Stundenangaben der beiden Zifferblätter sind deckungsgleich.

2.1.2. Die ringförmige äquatoriale Sonnenuhr



Vielfach findet man auch die Bezeichnung "Äquatorial-Sonnenuhr mit erdachsenparallelem Zifferblatt"

In zunehmenden Maße findet man auf Freiflächen, in Gärten und Parkanlagen diesen beliebten Sonnenuhrentyp, oft auch als "Ringkugel-Sonnenuhr" bezeichnet. Für Kunstschmiede eröffnen sich hier viele Gestaltungsmöglichkeiten, da sie ein attraktives Schmuck- und Gestaltungselement darstellt.

Während die einfache Äquatorialuhr mit ebenem Zifferblatt ein dankbares Bastelobjekt ist, trifft das hier nicht in dem Maße zu. In der Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow wird eine Bastelvorlage (Ausschneidebogen) vertrieben, die nicht zu dem erwünschten Erfolg geführt hat. Ich konnte die Erfahrung machen, daß das Zusammenbauen besonders bei jüngeren Schülern Schwierigkeiten bereitet. Der Zusammenhalt der einzelnen Bauteile ist nicht stabil genug.

Vorteilhafter ist es, wenn das gebogene Zifferblatt vorgefertigt ist (z.B. ausgeschnittenes Papprohr).

Prinzip der ringförmigen Äquatorialuhr

Auf den ersten Blick ist eine Äquatoriale Sonnenuhr nicht zu erkennen. Es fehlt die Ebene des Himmelsäquators (Zifferblatt).

Stellen wir uns aber vor, daß ein kreisrundes Zifferblatt von einem Ring (Reifen) umgeben ist! Wir verlängern die Stundenlinien, um sie an der Innenseite des Ringes zu kennzeichnen. Dann können wir auf das Zifferblatt verzichten, da die Ringinnenseite jetzt mit den Stundenabständen von jeweils 15° als Zifferblatt dient.

Die Berechnung der Stundenabstände auf dem Zifferblattring ist einfach und setzt nur die Kenntnis der Kreisberechnung voraus.

Beispiel: Der Durchmesser des kreisförmigen Zifferblattes betrage 400 mm. Daraus ergibt sich ein Kreisumfang von 1256,6 mm, geteilt durch die Stunden eines Tages, 24. Ergebnis je Stunde: 52,4 mm, um diesen Betrag sind die Stundenmarkierungen voneinander entfernt. Auch hier befinden sich die Halb- und Viertelstunden in der Mitte.

Ist das Zifferblatt aber nicht kreisförmig, sondern aufgebogen, können die einzelnen Stunden nicht mehr in gleichweiten Abständen voneinander entfernt liegen. Der Funktionsbereich verringert sich in den Morgen- und Abendstunden.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf Meinungsverschiedenheiten im Kreise der Gnomoniker verweisen. Handelt es sich hier nicht um eine Sonnenuhr, deren Zifferblatt erdachsenparallel ist? Besteht hier nicht ein Zusammenhang zur polaren Süduhr? Man stelle sich vor, daß das erdachsenparallele Zifferblatt einer polaren Süduhr immer mehr konkav gebogen wird, bis daraus ein Kreis (Halbkreis) wird! Denkbar wäre auch der umgekehrte Vorgang: Wir biegen das kreisförmige Ring-Zifferblatt immer mehr und mehr auf, bis daraus eine polare Süduhr entsteht. - Ich sehe hier wieder ein Beispiel für die sinnvollen Zusammenhänge verschiedener Sonnenuhrentypen sowie eine gewisse Logik in der Gnomonik. - Wie Vieles im Leben ist es auch hier Auffassungssache!

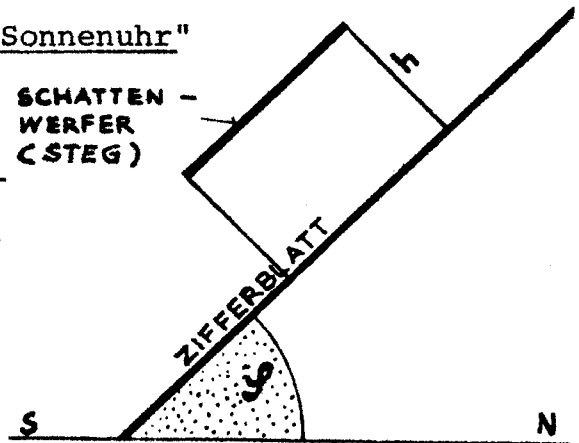
8. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Es ist vorteilhafter, den Winkelbereich des Ringzifferblattes nicht bis 180° (Halbkreis), sondern bis 240° zu gestalten. Die Zeitanzeige reicht dann von 4 bis 20 Uhr. Der Zifferblattring sollte nicht zu breit sein, da während der Äquinoktien die Abschattung störend ist.

Ein großer Vorteil der Äquatorialen Sonnenuhren ist ihre Verwendbarkeit in allen geographischen Breiten als sogen. Universalinstrument. Dafür ist eine verstellbare Vorrichtung der Polneigung erforderlich. Dies trifft ebenfalls für die einfache Äquatorialuhr zu.

2.1.3. Die polare Süduhr - die "Pult-Sonnenuhr"

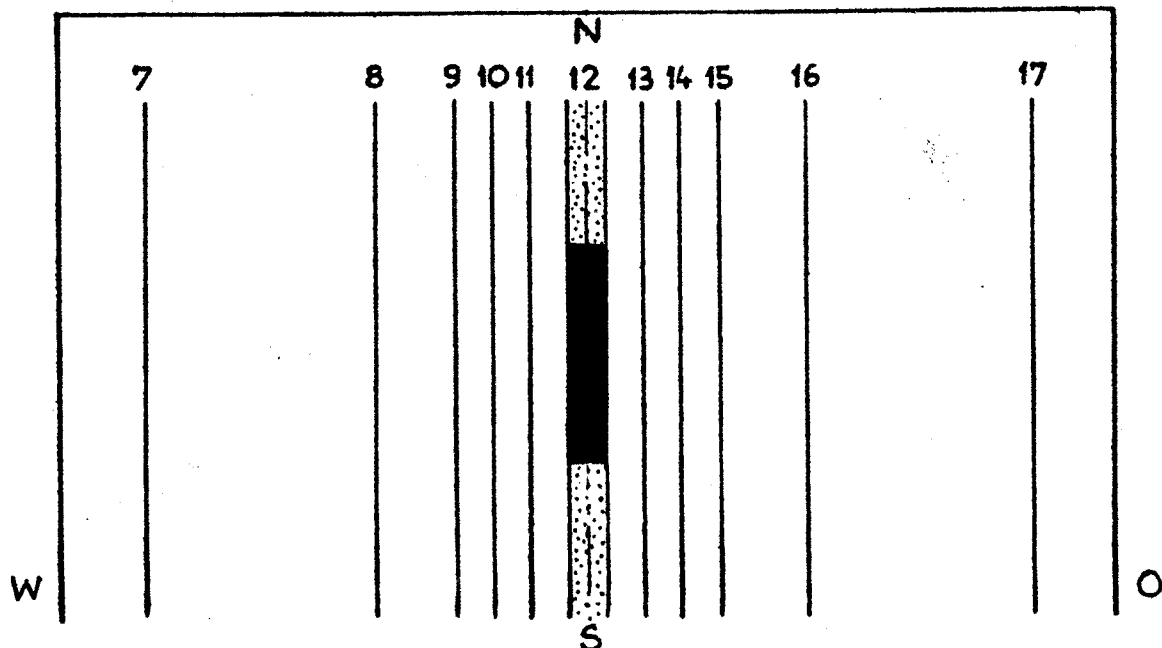
Sie gehört zu den wenig bekannten Sonnenuhren. Insgesamt sind bei uns nur 3 davon registriert worden. Das Auffallende an dieser Sonnenuhr ist, daß sowohl Schattenwerfer als auch Zifferblatt unter dem Winkel der geogr. Breite gegenüber der Horizontalen geneigt sind, also erdachsenparallel sind. Die Frage, wie der Schattenwerfer beschaffen sein muß, drängt sich sofort auf. Streng genommen befindet er sich in der Zifferblattebene.



Seitenansicht

Der Schattenwerfer ragt selbstverständlich als Steg oder als Schattenrechteck heraus.

In den meisten gnomonischen Büchern wird die polare Süduhr erst nach den Äquatorialen, vertikalen und horizontalen Uhren behandelt. Ich halte aber eine unmittelbare Behandlung nach den Äquatorialen aus den bereits angeführten Gründen für zweckmäßig. Es ist eine aufgebogene und gestreckte ringförmige Äquatorialuhr. Soweit die Kreisförmigkeit nicht mehr vorhanden ist, geht die gleichmäßige Folge der Stundenlinien von 15° verloren. Die Parallelität der Stundenlinien bleibt bestehen, um die Mittagszeit werden die Abstände kleiner, in den Morgen und Abendstunden aber größer. Man stelle sich dies einmal in einem Trickfilm vor! Das Zifferblatt ähnelt einer Leiter mit Sprossen, die allerdings verschieden große Abstände aufweisen.



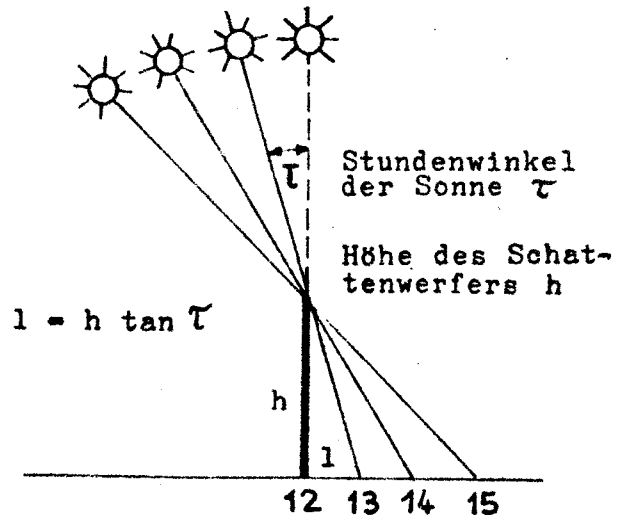
9. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Auf dem Zifferblatt vermissen wir die Stundenbezeichnungen für 6 und 18 Uhr. man wird sich i.a. mit der Zeitanzeige von 7 bis 17 Uhr begnügen, da das Zifferblatt sonst zu groß wird. Die Breite kann beliebig gestaltet werden, sie sollte aber in einem harmonischen Verhältnis zur Länge stehen.

Die Länge l des Schattens wird nach folgender Gleichung berechnet:

Nachteilig wirkt sich die geringe Schattenlänge um die Mittagszeit aus. Erst bei einem Stundenwinkel von 45° (9 u. 15 Uhr WÖZ) entspricht die Länge des Schattens der Höhe des Schattenwerfers ($\tan 45^\circ = 1$). Die "Riesenschritte" werden am Morgen u. am Abend gemacht. Die Halbstunden befinden sich nicht in der Mitte zwischen 2 vollen Stunden. Sie sind gesondert zu berechnen ($7,5^\circ$, $22,5^\circ$).

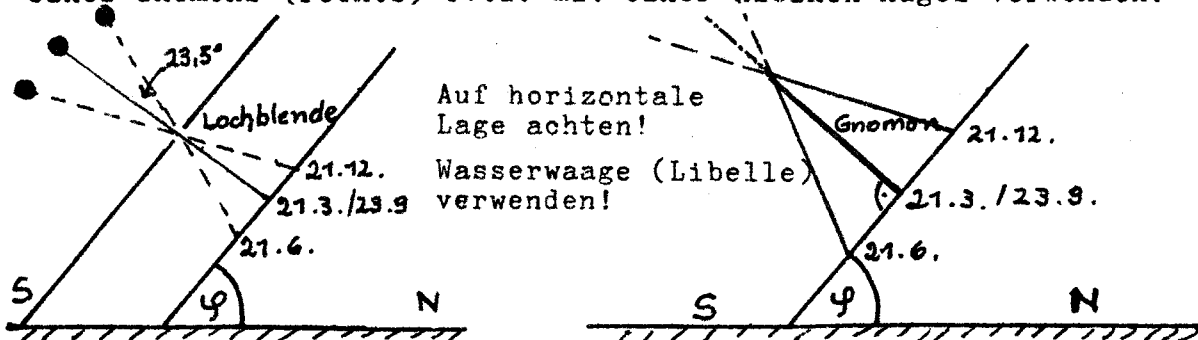
Polare Süduhren eignen sich gut für die Gestaltung von Hängen, die den erforderlichen Winkel aufweisen müssen. Der Sonnenuhrgestalter hat auch hier eine Reihe von Möglichkeiten, der etwas länglichen Sonnenuhr eine künstlerische Form zu verleihen. Vor einer Schule in Nauen bei Berlin befindet sich eine polare Süduhr in Form eines großen, aufgeschlagenen Buches.



2.1.4. Der Mittagskalender

Der Aufbau einer polaren Süduhr ermöglicht es, zum Zeitpunkt des wahren Mittags (12^h WÖZ) die wechselnden Höhen und Deklinationen der Sonne in Verbindung mit dem Datum sichtbar zu machen.

Die einfache Vorrichtung enthält lediglich einen Streifen um die Mittagslinie auf dem erdachsenparallelen Zifferblatt. Für die Projektion des Sonnenstandes kann man eine Lochblende (links) oder die Spitze eines Gnomons (rechts) evtl. mit einer kleinen Kugel verwenden.



Mit dem Abstand der Lochblende bzw. Gnomonspitze wird die Datumsskala festgelegt. Beträgt dieser z.B. 100 mm, so muß die Skala $2.43,5 \text{ mm} = 87 \text{ mm}$ groß sein. Für eine deutliche Unterscheidung ist dies zu wenig, man wähle deshalb 200 mm. Die Datumsskala enthält ferner die Sonnendeklination sowie die Mittagshöhe. Eine gewisse Widersprüchlichkeit entsteht, da die großen Sonnenhöhen unten liegen. Es handelt sich aber dabei um eine Projektion und nicht um die Darstellung der wirklichen Verhältnisse. Die Mittellinie wird am 21.3./23.9. erreicht, wenn die Sonne

10. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

in der Ebene des Himmelsäquators steht. Ich habe mit diesem Mittagskalender gut Erfahrungen sammeln können, die Schüler haben den im Jahr wechselnden Sonnenstand bewußt erlebt und konnten die Ergebnisse zeichnerisch fixieren. Für die jüngeren Schüler sollte man die Sonnendeklination weglassen und nur das Datum verwenden.

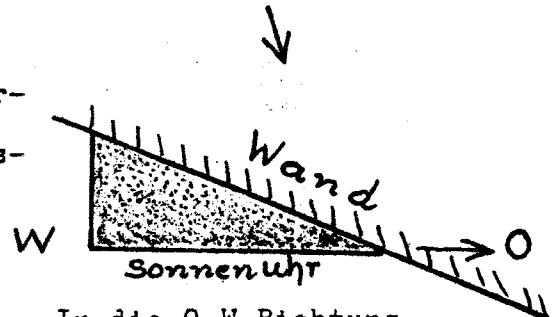
2.2. Vertikale Sonnenuhren

Es geht mir hier nicht um eine Darstellung dieses am meisten anzutreffenden Sonnenuhrentyps (bei uns ca. 70% aller Sonnenuhren). Berechnung und Konstruktion sind bekannt. Ich möchte auf einige Punkte eingehen, die man in der Sonnenuhrenpraxis gesammelt hat. Leider nehmen die fehlerhaft konstruierten oder falsch aufgestellten immer mehr zu. Schätzungsweise 15 % aller Sonnenuhren weisen mehr oder weniger große Mängel und Fehler auf, was hauptsächlich auf die vertikalen Uhren zutrifft. Der Sonnenuhrenpraktiker erkennt zumeist auf den ersten Blick, wo der Fehler steckt. Der Besitzer der Sonnenuhr fühlt sich oft beleidigt, hat er sich doch die größte Mühe gegeben - und gestalterisch ist sie doch hervorragend. Sie vermag nur nicht die Zeit anzuzeigen, da man den Schattenwerfer so etwa in Richtung Polarstern befestigt und die Stunden nach der Uhrzeit gekennzeichnet hat. Auch gibt es schon bewegliche Zeiger, die in gewissen Zeitabständen verstellt werden, damit die Zeitanzeige wieder einigermaßen stimmt. Bedauerlicherweise werden es immer mehr - auch eine Folge unserer Aktivitäten und der Popularisierung. Es wird munter draufzu gewerkelt!

Worauf wir achten sollten:

Die unkomplizierte vertikale Süduhr darf nur an einer Ost-West-Wand angebracht werden. Ist diese Wandrichtung - wie wohl in den meisten Fällen - nicht vorhanden, kann die vertikale Süduhr in die O-W-Richtung "abgewinkelt" werden. Für manche schön gestaltete Sonnenuhr kein schlechter Anblick!

Andernfalls muß das Zifferblatt für eine abweichende Wand berechnet werden. Es verändert sich auch die Positionierung des Schattenwerfers (Substilar- und Erhebungswinkel). Eine exakt angefertigte abweichende Vertikaluhr - womöglich noch mit Datumslinien - gehört schon zur Hohen Schule in der Gnomonik!



In die O-W-Richtung
"abgewinkelte" Sonnenuhr

Die Bestimmung der Wandabweichung

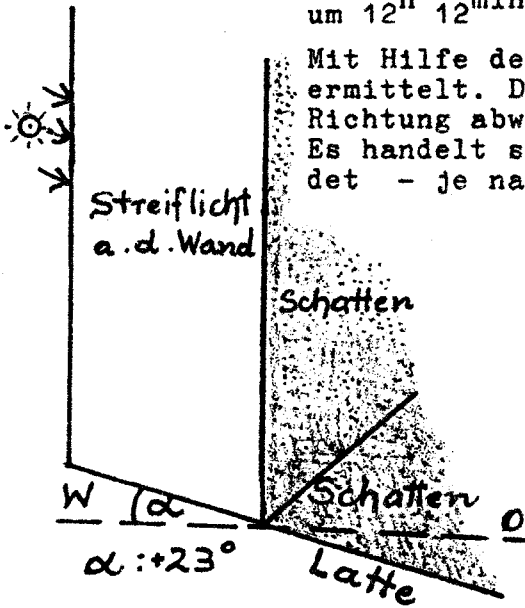
Von den zahlreichen Methoden, die es dafür gibt, sei die folgende erwähnt. Die Praxis hat gezeigt, daß Außenstehende nicht in der Lage sind, selbst diese Bestimmung vorzunehmen, auch wenn man noch so genaue Anweisungen gibt. Die relativ einfache Methode, den Zeitpunkt des Streiflichtes an einer Wand festzulegen, kann von jedermann vorgenommen werden.

Es müssen folgende Angaben vorliegen: Datum, Ort, Uhrzeit des Streiflichtes in MEZ (MESZ). Da das Streiflicht stets in der Richtung des Azimutes der Sonne eintritt, wird mittels der Azimutformel das Azimut und damit die Wandrichtung ermittelt. Dieses Verfahren ist recht genau, zumal die Genauigkeit von 1° durchaus genügt.

Anzugeben ist auch, ob es sich um das beginnende oder endende Streiflicht handelt. Eine 1 bis 2 m lange Latte wird in Verlängerung der Wand angelegt. Fällt der Schatten der Hauswand entlang der Latte, ist Streiflicht.

11. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Beispiel: In Potsdam ($52,4^\circ \text{ N} / 13^\circ \text{ O}$) wird am 1.4. (Dekl.: $4,5^\circ$) um $15^{\text{h}} 20^{\text{min}}$ MEZ das Ende der Besonnung an einer Wand (endendes Streiflicht) gemessen. Der Stundenwinkel beträgt 47° , da der wahre Mittag in Potsdam um $12^{\text{h}} 12^{\text{min}}$ MEZ ist.

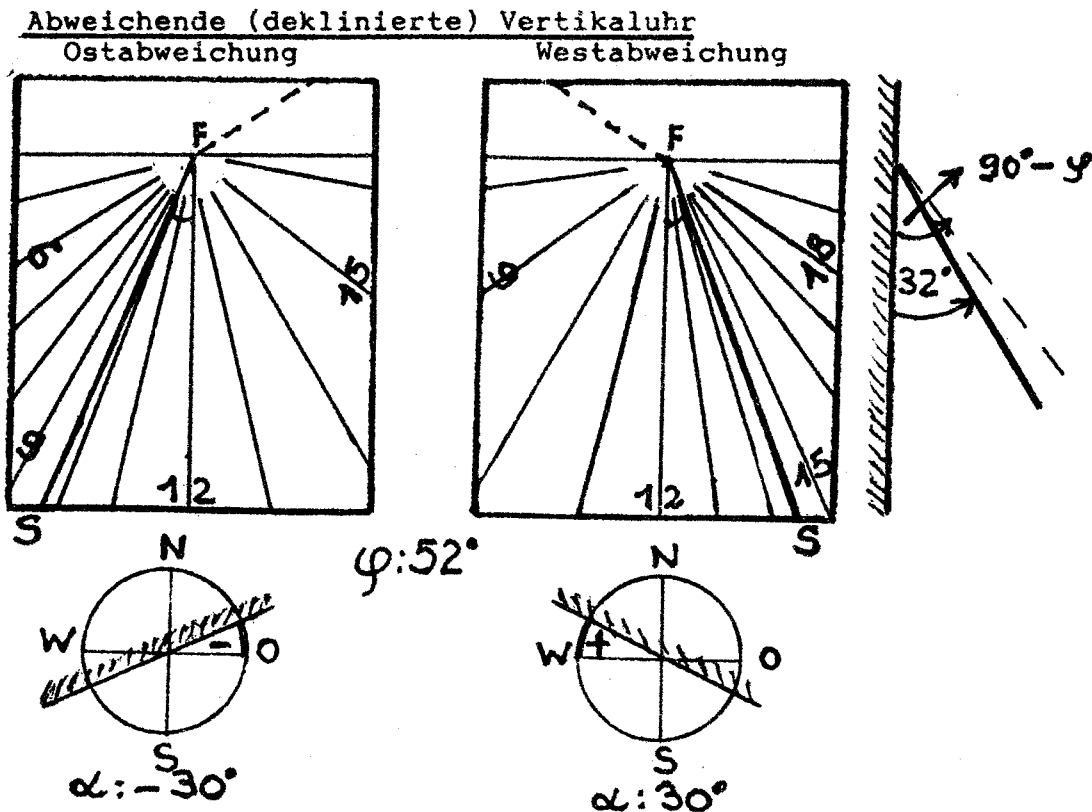


Mit Hilfe der Berechnungsformel für das Azimut werden 56° ermittelt. Das bedeutet, daß die Wand um 34° von der O-W-Richtung abweicht, u.zw. nach Ost. Wandabweichung: -34° . Es handelt sich um eine "Vormittagsuhr", die Besonnung endet - je nach Jahreszeit - im Laufe des Nachmittags.

Über die Kennzeichnung der Wandabweichung gibt es verschiedene Auffassungen. Wir beziehen den betr. Winkel auf die Abweichung von der O-W-Richtung.

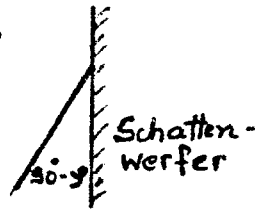
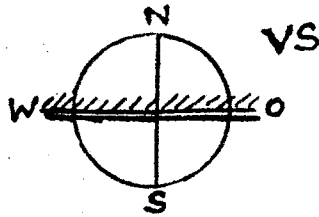
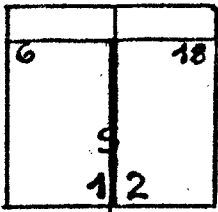
Andere verwenden die Wandnormale und beziehen die Abweichung auf die N-S-Richtung. Ich halte die zuerst genannte Methode für sinnvoller, da man ohne Zuhilfenahme einer weiteren Richtungslinie (Wandnormale) auskommt. Es gibt daher nur abweichende vertikale Süd-uhren (VSO oder VSW) und abweichende Norduhren (VNO oder VNW). Als Sonderfall befindet sich dazwischen die polare Ostuhr (PO) bzw. polare Westuhr (PW). Abweichende polare Uhren gibt es nicht!

Die nachstehende Abbildung zeigt die Zifferblätter abweichender Vertikaluhren mit dem Verlauf der Substilaren (S). Rechts ist der verminderte Erhebungswinkel von 32° (nicht 38°) zu erkennen. Die Scharung der Stundenlinien ist bei der Substilaren am dichtesten. Sie bildet die Symmetrie linie für die Stundenlinienwinkel.



12. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Vert. Süduhr



Die nebenstehende Zeichnung zeigt stark schematisiert, wie sich bei veränderter Wandabweichung Zifferblatt und Schattenwerfer verändern.

Analog dazu muß man sich die Drehung in Richtung Westen vorstellen.

Bei einer Wandabweichung von 90° kommt es zur polaren Ost- bzw. Westuhr. Darüber hinaus zeigen Zifferblatt u. Schattenwerfer das für die Norduhren typische Bild: Anstelle der nach unten verlaufenden 12 Uhr-Linie weist die fiktive 24 Uhr-Linie nach oben.

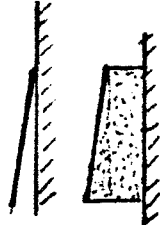
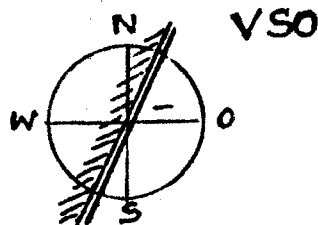
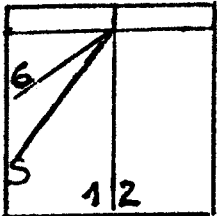
Der Schattenwerfer ragt wie eine Fahnenstange aus der Wand.

Zu beachten ist, daß die N-Uhr nicht - wie oft zu lesen ist - im Sommerhalbjahr von 18 Uhr bis zum Sonnenuntergang sowie vom Sonnenaufgang bis um 6 Uhr in Funktion ist. Der Funktionsbereich ist größer und dauert am 21.6. am Morgen bis 7^h20, am Abend bereits ab 16^h40 WÖZ.

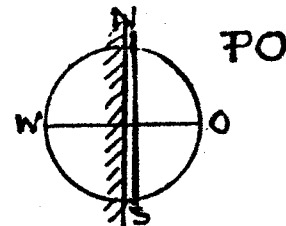
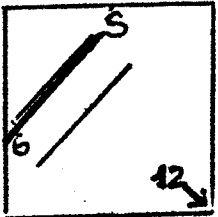
Dies geht auf Kosten der vertikalen Süduhr, bei der die Besonnung im Hochsommer stark eingeschränkt wird.

Der Zusammenhang zwischen der vertikalen Süduhr und vertikalen Norduhr kann anschaulich mittels einer Zifferblattfläche, die in O-W-Richtung steht, und dem Schattenwerfer dargestellt werden.

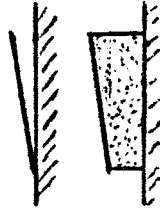
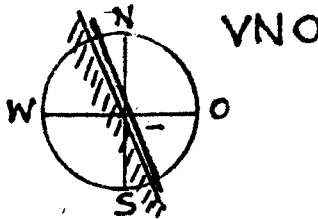
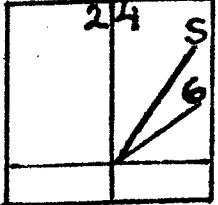
Abweichung -70°



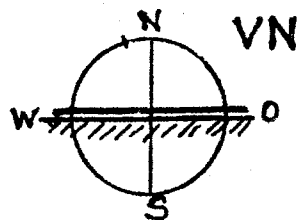
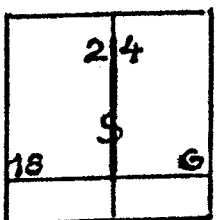
Polare Ostuhr



Abweichung -70°



Vert. Norduhr

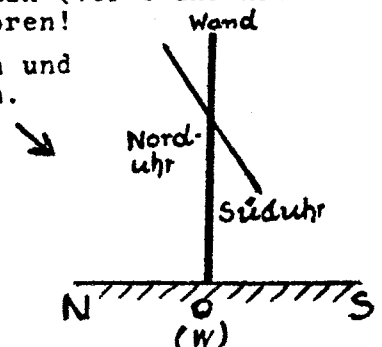


Neben der Zeitanzeige ist die Dauer der Besonnung von Interesse:

Frühlingsäquinoktium: Die S-Uhr bekommt 12 h Sonnenlicht, auf der N-Uhr erscheint für kurze Zeit Sonnenlicht. Bei zunehmender Sonnendeklination wird das Licht auf der S-Uhr eingeschränkt, auf der N-Uhr wird der Anteil größer.

Sommer-Sonnenwende: Auf der S-Uhr wird die Zeitanzeige auf 9 h 20 min beschränkt, auf der N-Uhr kommen die zweimal 1 h 20 min (vor 6 und nach 18 Uhr) hinzu. An Sonnenschein geht somit nichts verloren!

Diese einfache Doppel-Sonnenuhr ist leicht zu bauen und sollte in einem astron.-gnomon. Garten nicht fehlen. Besteht doch bei Vielen die Überzeugung, daß eine Nordwand kein Sonnenlicht erhält. Wer weiß schon, daß eine Südwand am längsten Tag des Jahres die geringste Sonnenscheindauer hat? Selbst bei den Prüfungen der Astronomielehrer waren diese einfachen und alltäglichen Sachverhalte kaum bekannt. (Zahlenbeispiele gültig für Berlin)



13. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Über die Fehlererkennung bei vertikalen Sonnenuhren

Der Sonnenuhrenfreund steht bei seinen Forschungsarbeiten oft vor der Aufgabe, rasch über die Funktionsfähigkeit zu entscheiden, d.h. ob Zifferblatt und Schattenwerfer mathematisch einwandfrei berechnet bzw. positioniert sind. Die Praxis hat gezeigt, daß vertikale Süduhren nur in ganz seltenen Fällen fehlerhaft sind, jedoch treten bei den abweichenden (deklinierten) Vertikaluhren Fehler in nicht geringer Zahl auf.

Die folgende Zeichnung zeigt an den Linien für 6, 12 und 18 Uhr, an der Äquinoktiallinie (falls Datumslinien vorhanden sind) sowie am Schattenwerfer, wie Fehler zu erkennen sind. Über das Ausmaß der Fehler vermag die Fehlererkennung noch nichts auszusagen. Es müssen in diesem Fall Messungen (Wandabweichung, Substilarwinkel usw.) vorgenommen werden.

Erklärungen: Schattenwerfer: S, ----- Äquinoktiallinie

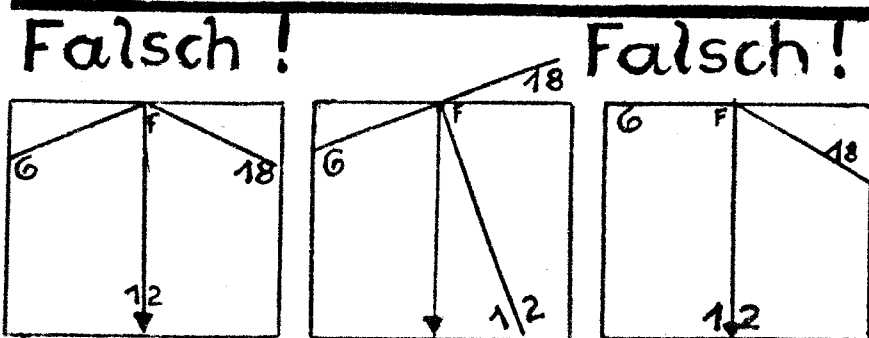
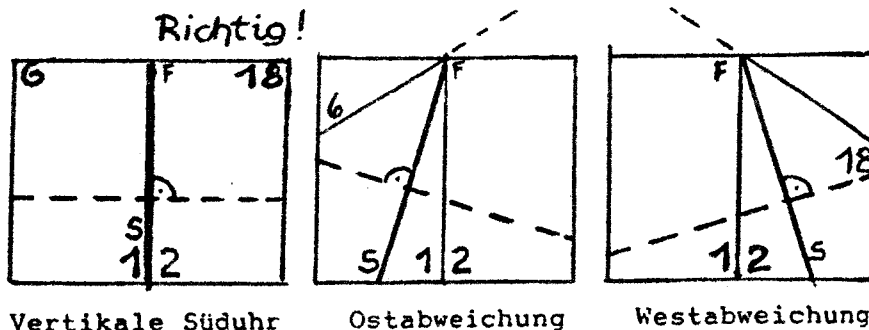
Vertikale Süduhr: Der Schattenwerfer verläuft entlang der Senkrechten (Mittagslinie, 12 Uhr WOZ). Der Substilarwinkel beträgt 0° . Die Äquinoktiallinie bildet mit der Substilaren immer einen rechten Winkel - dies auch bei den abweichenden Vertikaluhren.

Die Linien für 6 und 18 Uhr bilden mit der senkrechten Mittagslinie einen rechten Winkel ("Achsenkreuz"). Sie stellen die Begrenzungslinie für die maximal Besonnung dar, darüber kann keine Stundenlinie liegen. 6 und 18 Uhr können nicht nach unten geneigt sein!

Abweichende Vertikaluhren: Wir merken uns: Ist die Substilar auf der Vormittagsseite, handelt es sich um eine Ostabweichung der Wand. Ist sie auf der Nachmittagsseite, weist die Wand nach Westen.

Die Ostabweichung ist auch zu erkennen, wenn die 6 nach unten gerichtet ist, bei der Westabweichung ist es die 18. Die Verlängerung der 6 Uhr-Linie ist mit der imaginären 18 Uhr-Linie identisch. Analog dazu trifft dies für die 18 Uhr-Linie zu.

! Ein untrügliches Zeichen für die Richtigkeit und ein Test ist die Linie für 12 Uhr. Sie muß bei einer WOZ-Uhr immer senkrecht vom Fußpunkt des Schattenwerfers (F) aus verlaufen.



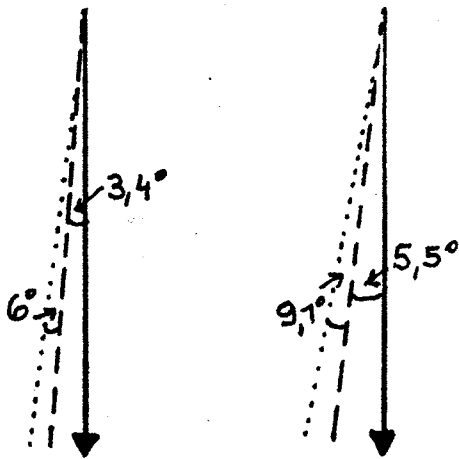
14. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Es gibt aber Sonnenuhren, bei denen die Linie für 12 Uhr nicht senkrecht verläuft, sondern einen sehr kleinen Winkel bildet, der oft nur schwer zu erkennen ist. Hier liegt kein Fehler vor, man hat hier die Ortszeitkorrektur oder MEZ bei Zeitgleichung 0 berücksichtigt.

Bei allen Orten westlich von 15° Länge (Görlitz/Gmünd) wird die 12 Uhr-Linie links von der Senkrechten liegen. 12 Uhr MEZ tritt früher als der wahre Mittag ein, der durch die Senkrechte gekennzeichnet wird. Der Abweichungswinkel der 12 Uhr-Linie ist umso größer, je weiter der betr. Ort von 15° Länge entfernt ist und je größer auch die Wandabweichung ist.

Abweichung der Linie für 12 Uhr MEZ (bei Zeitgl. 0) von der senkrechten Linie für 12 Uhr WOZ (wahrer Mittag)

Für 10° Länge Für 6° Länge



--- bei 30° Wandabweichung
 bei 60° - " -

Die beiden Beispiele zeigen, daß in der Mitte Deutschlands bei 10° Länge der Winkel bei 60° Wandabweichung nur 6° beträgt. Dieser erreicht bei Aachen (6° Länge) $5,5^\circ$ bzw. $9,1^\circ$.

Die Ortszeitkorrektur ist aber auch bei den Stundenlinien zu erkennen. Die kleine Drehung der 12 Uhr-Linie geht auf Kosten des Vormittages, 6^h fehlt auf dem Zifferblatt. Dafür reicht die Zeitanzeige über 18 Uhr hinaus. Das genannte Beispiel bezieht sich auf eine vertikale Süduhr.

Da der Zeitpunkt des wahren Mittags (Kulmination der Sonne, Meridiandurchgang) wichtig ist, sollte man ihn unbedingt kennzeichnen. Es genügt dafür eine kleine Markierung. Wer weit westlich von Görlitz entfernt wohnt, denkt beim 12 Uhr-Zeichen kaum daran, daß der wahre Mittag erst eine halbe Stunde später eintritt. Für ihn ist 12 Uhr MEZ der Zeitpunkt des Mittags.

Die Praxis hat gezeigt, daß die Fehlererkennung bei Sonnenuhren auch ein Arbeitsgebiet für die Freunde der Sonnenuhren sein kann, um die Besitzer von Sonnenuhren auf die Mängel hinzuweisen und sie bei deren Beseitigung zu unterstützen.

Abschließend sei noch eine Episode erwähnt, die sich alljährlich wiederholt:

Auf der Burg Stolpen in Sachsen, wo einst die Gräfin Cosel, die Lieblingsmätresse August des Starken, jahrzehntelang in Gefangenschaft gehalten wurde, befindet sich auf dem Burghof eine horizontale Sonnenuhr aus Eisenguß auf einer steinernen Säule. Das Zifferblatt kann drehbar verstellt werden, die Drehvorrichtung ist aber durch ein stabiles Schloß gesichert.

Zweimal im Jahr kommt mit gewichtiger Miene der Schloßkastellan, öffnet das Schloß dreht das Zifferblatt genau um eine Stunde vor - und schließt wieder das Schloß. Die Mitteleuropäische Sommerzeit hat begonnen. Zum Ende der Sommerzeit kommt der Schloßkastellan wieder und dreht das Zifferblatt genau um eine Stunde zurück. - Wohlgermerkt, es handelt sich um eine horizontale Sonnenuhr!

Für Zuschauer und Reporter ist das Verstellen der Sonnenuhr ein überaus wichtiges Ereignis, - dagegen ist nicht anzukommen. Da helfen keine gut gemeinten Ratschläge und auch keine Artikel in der Presse.

In Stolpen wird weiter gedreht!

2.3. Horizontale Sonnenuhren

2.3.1. Die analemmatische Sonnenuhr als Bodensonnenuhr

Wir haben es schon mehrmals beobachtet: Auf Campingplätzen oder am Strand wird eine Sonnenuhr gebaut. Ein senkrechter Stock dient als Schattenwerfer, mittels Steinchen werden die Stunden gemäß der Uhrzeit gekennzeichnet. Dann noch etwas schmückendes Beiwerk - und die Ferien-Sonnenuhr ist fertig!

Frage: Ist dies bereits ein Zeitanzeiger, eine Sonnenuhr?
Die Antwort kann JA oder auch NEIN sein.

Ein fest stehender senkrechter Schattenwerfer eignet sich natürlich nicht für eine Sonnenuhr, will man auf die Monatslinien verzichten. Der Schattenwurf eines Gnomons fällt im Laufe des Jahres zur gleichen Zeit nicht in die gleiche Richtung. Infolge der wechselnden Sonnendeklination treten beträchtliche Fehler in der Zeitanzeige auf.

Beispiel: Messen wir 1 Stunde vor oder nach dem Meridiandurchgang der Sonne deren Azimut, so erhalten wir für die Breite von 51° folgende Werte:

28,4° am 21.6., 19,0° am 21.3./23.9., 14,2° am 21.12.

Wir können uns merken: Bei gleichem Stundenwinkel macht die Sonne im Sommer größere Azimutschritte als im Winter.

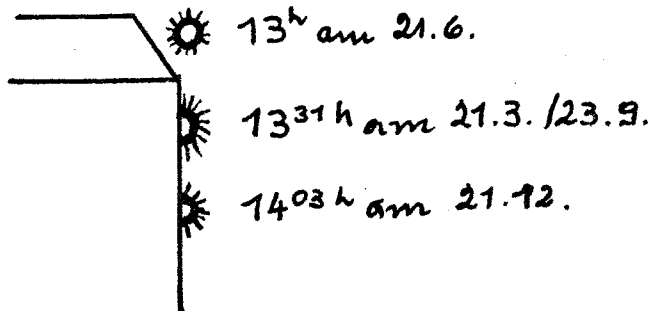
Wer z.B. einen Balkon oder eine Terrasse besitzt, weiß, daß der Einfall der Sonnenstrahlen - also der Moment, wenn die Sonne "um die Ecke kommt" - in den einzelnen Monaten zu verschiedenen Zeiten erfolgt. Eine wichtige Tatsache für die Projektanten und Architekten, da

Sonnenazimut a aus Sonnendeklination δ , Sonnenstundenwinkel τ und Geographischer Breite φ :

$$\tan a = \frac{\sin \tau}{\sin \varphi \cos \tau - \cos \varphi \tan \delta}$$

Bei unserer Ferien-Sonnenuhr handelt es sich demnach nicht um eine Sonnenuhr im mathematischen Sinne. - Wohl aber ist sie für die Dauer des Urlaubes ein durchaus brauchbarer Zeitanzeiger, besonders in der Zeit zwischen dem 21.5. und 21.7. In der zeitlichen Nähe der Äquinoktien ändert sich die Sonnendeklination sehr rasch, so daß unser Zeitanzeiger ein wenig ungenauer wird. Bei einem Stundenwinkel von 15° ändert sich das Sonnenazimut vom 2.9. bis 23.9. jedoch nur um 2,2° (52° Breite).

Das nebenstehende Bild zeigt das unterschiedliche Sonnenazimut entlang der Seitenwand eines Hauses.



Mit dieser Problematik befaßte sich bereits C.PTOLEMÄUS. Er erfand eine Sonnenuhr, bei der er mittels eines verschiebbaren Gnomons die Veränderung der Zeitanzeige im Laufe eines Jahres zu vermeiden suchte. Infolge der recht komplizierten Einzelheiten geriet diese Methode zunächst in Vergessenheit.

Eine solche Einrichtung heißt **A n a l e m m a** oder auch Azimut-Analemma. Das Wort

16. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

stammt aus dem Altgriechischen und bedeutet soviel wie "Hilfseinrichtung", in der Mathematik ist z.B. ein Analemma ein Hilfssatz. Eine Sonnenuhr mit Analemma (analematische Sonnenuhr) hat keine Stundenlinien, sondern nur Stundenpunkte. Diese liegen auf einer Ellipse. In ihnen schneiden sich die der gleichen Stunde entsprechenden Azimut-Geraden.

Die Konstruktion einer derartigen Sonnenuhr erfordert etwas mehr Aufwand als die Berechnung von Stundenlinienwinkeln, ist aber keineswegs kompliziert.

Wir beginnen auch hier mit dem Achsenkreuz Nord-Süd, Ost-West. Auf dem oberen Teil der N-S-Achse (Meridian, Zeitpunkt des wahren Mittags) wird ein Punkt markiert, dessen Abstand vom Schnittpunkt beliebig gewählt werden kann. Seine Lage ist aber für die Größe der Sonnenuhr ausschlaggebend, Unterhalb des Schnittpunktes wird ein gleichweit entfernter Punkt auf der Achse markiert. Beide Punkte kennzeichnen die extremen Stellungen des beweglichen Schattenwerfers am 21.6. und 21.12. Am 21.3./23.9. befindet sich der Stab auf dem Schnittpunkt des Achsenkreuzes. Von hier aus werden die Sonnendeklinationen aufgetragen. Wählt man für die Entfernung bis zu den Eckpunkten eine Einteilung in 23,5 Teile (Millimeterpapier), erspart uns umständliche Umrechnungen. Für die Praxis genügt die Angabe des Datums auf der "Datumsleiste".

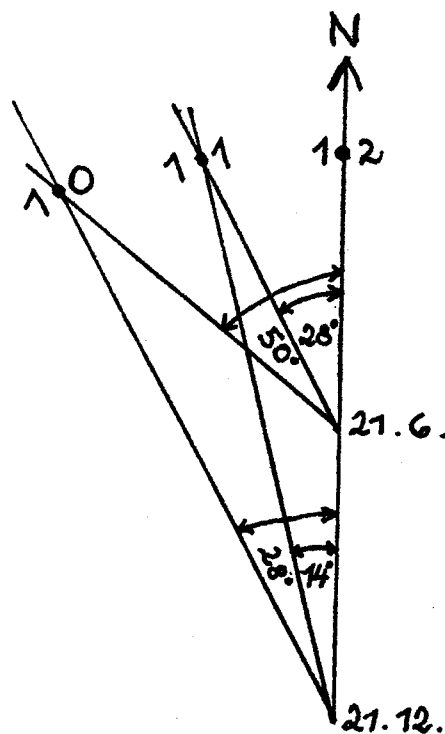
Mit der Berechnung der Sonnenazimute beginnt der wichtigste Teil der Arbeit. Es genügt aber, die Winkel für den 21.6. und 21.12. zu ermitteln, um die Stundenpunkte zu erhalten, die durch den Schnittpunkt von jeweils zwei Geraden für die gleiche Stunde entstehen. Die nebenstehende Skizze zeigt, wie man die Stundenpunkte für 10 und 11 Uhr findet, 12 Uhr WOZ findet sich immer auf der N-S-Geraden.

Es gibt daneben noch eine Reihe anderer Methoden, doch halte ich diese für die einfachste, an Genauigkeit steht sie den anderen keineswegs nach.

Die nachstehende Übersicht zeigt die Azimutwinkel der Sonne für die Breite von 47°:

Uhrzeit (WOZ)	21.6.	21.12.
11 / 13	32,2°	14,5°
10 / 14	56,0	28,3
9 / 15	72,6	41,0
8 / 16	85,4	52,6
7 / 17	96,3	63,3 *
6 / 18	106,5	73,5 *
5 / 19	116,7	83,7 *
4 / 20	127,4	94,6 *

* nur für die Konstruktion von Bedeutung



17. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Werden die Halbstunden gewünscht, müssen diese entspr. der Stundenwinkelfolge berechnet werden ($7,5^\circ$, $22,5^\circ \dots$). Auf keinen Fall darf man die Mitte zwischen den Stundenpunkten nehmen!

2.3.2. Die analemmatische Sonnenuhr als Sonnenkompaß

Die Verwendung als analemmatische Sonnenuhr erfordert die Kenntnis der Himmelsrichtungen. Die Uhr muß eingenordet werden. Kennt man die Himmelsrichtungen nicht, wohl aber die Uhrzeit (WOZ), ist die Vorrichtung als **K o m p a ß** verwendbar.

Für die touristische Arbeit mit Schülern ist der Sonnenkompaß ein notwendiges und bewährtes Hilfsmittel. Man kann mit ihm genau arbeiten, nicht zuletzt werden Sonnenkompassse bei der Luftfahrt und der Marine heute noch verwendet. Der hier beschriebene Sonnenkompaß unterscheidet sich von der einfachen Art, deren Genauigkeit viel zu wünschen übrig läßt. Die immer wieder zitierte Aussage: Die Sonne steht um 6 Uhr im Osten und um 18 Uhr im Westen ist falsch - vom Äquinoktium abgesehen. Für die Schüler der unteren Klassen mag diese Vorrichtung einigermaßen von Nutzen sein. Würde man sich aber nach der genannten Orientierungsregel richten, so käme man bei einem Orientierungsmarsch von 3 km Länge etwa 800 m seitlich am Ziel vorbei.

Auf der Breite von Berlin steht die Sonne am 21.6. erst um $7^h 20^{min}$ im Osten und um $16^h 40^{min}$ im Westen. Das bedeutet auch, daß eine Ost-Westwand an diesem Tag nur 9 h 20 min Sonnenschein erhält. Neben der geographischen Breite ist die Sonnendeklination für die Stellung der Sonne im 1. Vertikal (Ost/West) ausschlaggebend.

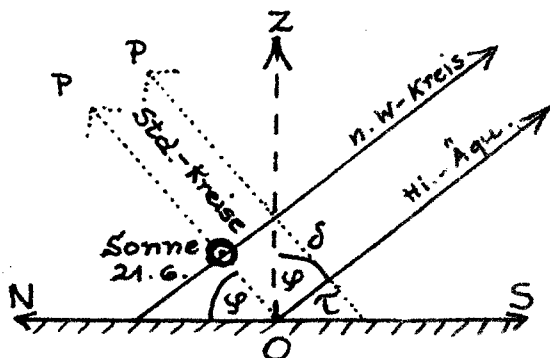
Wann befindet sich die Sonne im 1. Vertikal?

$$\cos \tau = \frac{\tan \delta}{\tan \varphi} \quad (\text{Umrechnung v. Gradmaß ins Zeitmaß /WOZ})$$

In welcher Höhe befindet sich die Sonne im 1. Vertikal?

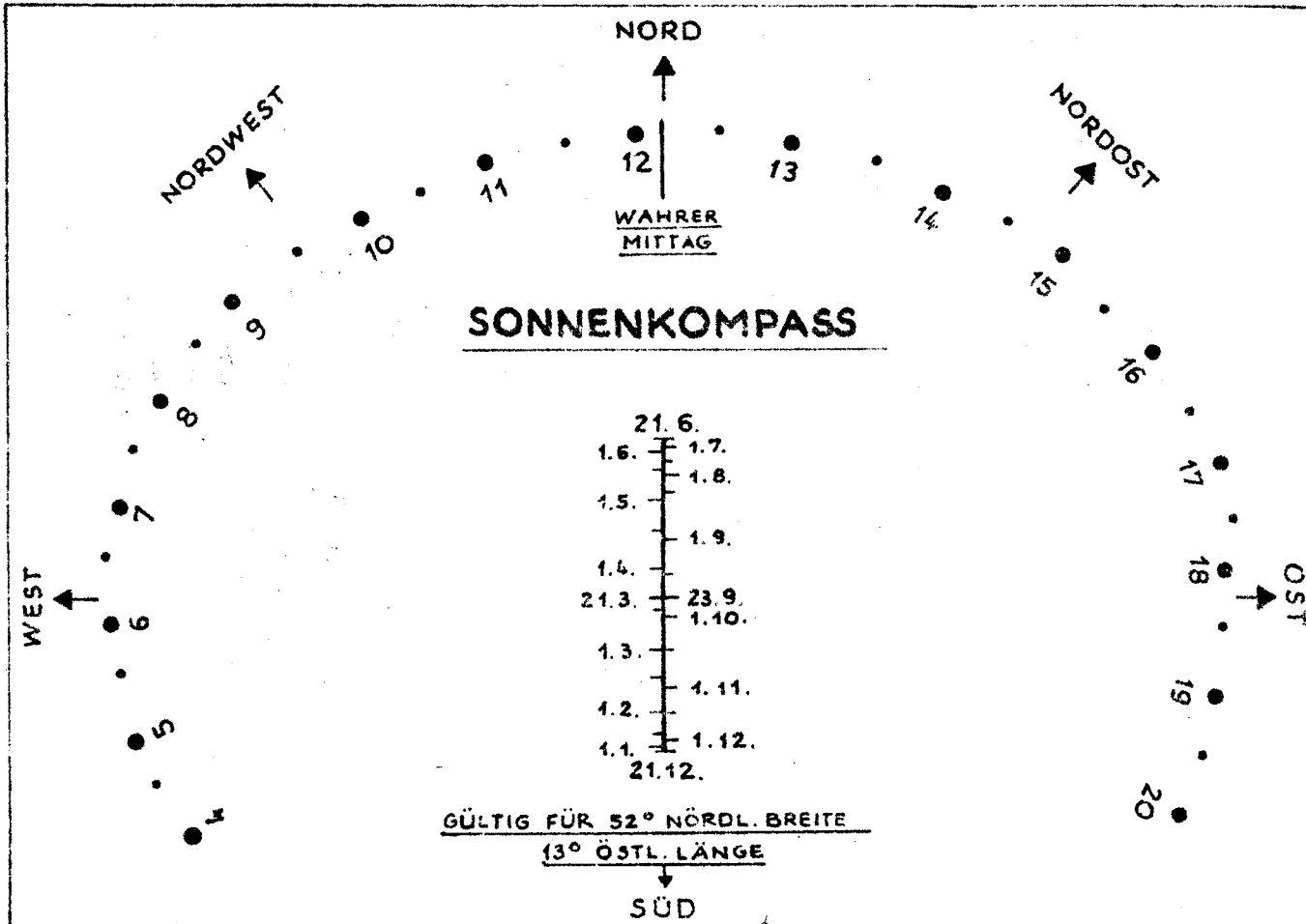
$$\sin h = \frac{\sin \delta}{\sin \varphi}$$

Die hier erwähnte Problematik des Sonnenstandes ist auch an der analemmatischen Sonnenuhr zu erkennen: Man ziehe eine Gerade am 21.6. parallel zur O-W-Linie und beachte, bei welchem Stundenpunkt die Gerade ankommt.



Schematische Darstellung des Osthorizontes am 21.6. Die Sonne hat um 6 Uhr den Ostvertikal (gestrichelt) noch nicht erreicht.

Weniger bekannt ist, daß es auch vertikale analemmatische Sonnenuhren gibt, bei denen der waagerechte Schattenstab auf der Datumsleiste verstellbar ist. Eine Anwendung als Sonnenkompaß ist hier aber nicht möglich.



Anleitung zum Gebrauch des Sonnenkompasses

Eine Nadel wird senkrecht auf das betreffende Datum gesteckt. Der Sonnenkompaß ist dann so lange zu drehen, bis der Schatten der Nadel auf die jeweilige Uhrzeit (MSZ) fällt. Der Kompaß ist dann nach den Himmelsrichtungen eingerichtet.

Der Sonnenkompaß kann auch als Sonnenuhr zur Zeitanzeige verwendet werden, wenn die Himmelsrichtungen bekannt sind. Die Nadel wird wieder auf das betr. Datum gesteckt, der Kompaß wird auf die Himmelsrichtungen gedreht (eingeordnet). Der Schatten der Nadel zeigt dann die Uhrzeit an. Während der Sommerzeit (MESZ) ist eine Stunde hinzuzuzählen.

Der Strich bei der „12“ gibt den Zeitpunkt des wahren Mittags (Sonne im Südmeridian), der mit der MEZ nicht übereinstimmt, an.

Der Sonnenkompaß ist für die Mitte der DDR berechnet.

Wir empfehlen, den Kompaß auszuschneiden und auf weiches Material (Schaumstoff) zu kleben, um der Nadel einen besseren Halt zu geben. Man beachte, daß die bekannte Touristenregel für die Zeit des Hochsommers nicht gilt, wonach die Sonne um 6 Uhr im Osten und um 18 Uhr im Westen steht.

Bastelbogen, herausgegeben vom
Astronom. Zentrum "B.H. Bürgel"
Potsdam

2.3.3. Die analemmatische Sonnenuhr als "lebende Sonnenuhr"

Von besonderem Reiz ist es, wenn der Mensch selbst Sonnenuhr spielen kann, indem er als senkrechter Schattenstab fungiert. Seit einiger Zeit erfreuen sich derartige "lebende Sonnenuhren" einer zunehmenden Beliebtheit. Für Schulhöfe und Schulgärten halte ich eine Bodensonnenuhr in pädagogisch-didaktischer Hinsicht für wertvoll. Das lernende Spiel hat hier natürlich den Vorrang vor einer minutengenauen Zeitanzeige.

Wichtig ist, daß man die optimale Größe wählt. Bei zu großen Abständen bis zu den Stundenpunkten kann bei hohem Sonnenstand der Schatten zu kurz sein. Mit der Festlegung der Datumsleiste wird auch die Größe der Sonnenuhr entschieden. Als Faustregel gilt: Die Länge der Datumsleiste ist gleich dem Abstand vom 21.6. bis zum 12 Uhr-Stundenpunkt. Unter Berücksichtigung der Schülergrößen wird man i. a. 1,5 m wählen. Bei größeren Schülern und Erwachsenen kann die Länge der Datumsleiste auch 2 m betragen. Bei hohem Sonnenstand kann der Schatten durch senkrechtes Emporheben eines Armes verlängert werden.

Die Anzahl der Bodensonnenuhren ist noch verhältnismäßig klein. Für die Mitglieder der Arbeitskreise Sonnenuhren kann die Propagierung einer solchen Anlage eine dankbare Aufgabe sein. Erfahrungsgemäß wird man auch bei der Berechnung helfend zur Seite stehen. Die Praxis hat gezeigt, daß die "lebenden Sonnenuhren" bei Jung und Alt sehr beliebt sind. Sie eignen sich nicht nur für Schulhöfe, sondern auch für astronomische Einrichtungen (Volkssternwarten, Planetarien) sowie für öffentliche Plätze.

Die Zeitgleichung ("Zeitausgleich") bei den analemmatischen Sonnenuhren:

Wählt man für die Datumsleiste eine Gerade, auf der die Daten (Sonnendeklinationen) aufgetragen werden, so wird das Vor- und Nachgehen entsprechend der Zeitgleichung angezeigt. Bei den Bodensonnenuhren dürfte sich dies infolge des breiten Körperschattens nur geringfügig auf die Zeitanzeige auswirken.

Werden die Daten nicht auf einer Geraden, sondern auf der "Zeitgleichungsschleife" aufgetragen, erfolgt kein Vor- und Nachgehen.

2.3.4. Die horizontale Polstabsonnenuhr als "lebende Sonnenuhr"

Es geht hierbei nicht um die analemmatische Bodensonnenuhr, sondern um eine ganz normale Horizontaluhr. Auch hier kann jeder "Sonnenuhr spielen", die Aufstellung erfolgt nicht nach dem Datum (Deklination), sondern nach der Körpergröße, - die wie das Datum jedem bekannt ist.

Ich sah diese erstmals in dem vorbildlich ausgestatteten gnomonischen Garten von V. Philippi in Siersburg/Saar. Wie so Vieles erscheint einem in der Gnomonik zuerst kompliziert, beim Überlegen lösen sich aber auch hier die Nebelschleier auf.

Im Gegensatz zur analemmatischen Bodenuhr dient hier nicht der gesamte Körperschatten zur Zeitanzeige, sondern nur das obere Ende unseres Körpers, also der Kopf, dessen Schatten auf die jeweilige Stundenlinie fällt. Der Körperschatten kann selbstverständlich nicht entlang der Stundenlinien verlaufen, da man ja nicht im Fußpunkt des Schattenwerfers steht (es sei denn, man wäre 0 cm groß!).

Man kann auf den verhältnismäßig langen Polstab verzichten, maßgeblich ist die Einteilung der Körpergröße entlang der Nord-Süd-Linie (12 Uhr

21. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Die Sonne hat an einem bestimmten Tag, zu einer bestimmten Zeit eine ganz bestimmte Höhe am Himmel und wirft dementsprechend einen Schatten, der eine ganz bestimmte Länge hat.

Selbstverständlich ist bald der Einwand zu hören: Unsere Füße sind doch verschieden lang! - Wir wissen: Die Länge eines Fußes beträgt immer den sechsten Teil der Körperlänge.

Da sich beim Abschreiten der Schattenlänge unser Schatten sich weiterbewegt, müssen wir den Standpunkt sowie das Schatteneinde kennzeichnen und dann erst mit dem Abschreiten beginnen. Der erste Fuß - der Körperfuß - ist mitzuzählen. Beim Messen sind die Füße dicht hintereinander zu setzen!

Da diese Methode auf der Sonnenhöhenmessung beruht, muß das Datum berücksichtigt werden. Man wird i.a. mit zwei Daten pro Monat auskommen. Mit Hilfe der folgenden Übersicht, die für 52° Breite gilt, kann die Zeit ermittelt werden. Dabei wird es oft vorkommen, daß die Schattenlänge in Fuß in der Tabelle nicht vorkommt. Beispiel: 28.3., gemessen wurden 10 Fuß. Zwischen 8,75 und 11 Fuß liegt die 10 etwa in der Mitte, so daß wir auch die Mitte zwischen 9 und 10 annehmen können. Voraussetzung ist, daß man weiß, ob es Vor- oder Nachmittag ist. Ist das betr. Datum nicht in der Tabelle enthalten, muß ebenfalls gemittelt werden.

Uhrzeit WOZ	12	13	14	15	16	17	18	19
		11	10	9	8	7	6	5
Datum	Schattenlänge in Fuß							
21.6.	3,25	3,5	4,5	6	8,25	11,75	18,25	23
12.7./1.6.	3,75	4	5	6,5	8,75	12,75	20,5	44
1.8./10.5.	4	4,55	5,5	7	9,5	14	24	64
12.8./30.4.	4,5	5	6	7,5	10,5	16	25	116
21.8./21.4.	5	5,5	6,5	8,5	11,5	18	36	-
31.8./11.4.	5,75	6	7,25	9,25	13	21	49	-
15.9./29.3.	7	7,5	8,75	11	16,5	30	145	-
1.10./14.3.	8,75	9,25	11	14,5	22,25	52	-	-
15.10./28.2.	11,25	11,75	14	19	33,75	-	-	-
3.11./9.2.	14,5	16,5	19	28	68	-	-	-
27.11./15.1.	21,75	25,25	28,5	51	-	-	-	-
21.12.	24,5	26,5	35,5	75,5	-	-	-	-

Für das Sommerhalbjahr wurden absichtlich mehr Daten ausgewählt. Schattenlängen von mehr als 50 Fuß (Füßen) haben keinen praktischen Wert.

3. Das Zifferblatt mit der Welt-Mittagsuhr

In den letzten Jahren werden die Zifferblätter der Sonnenuhren in zunehmenden Maße mit Städtenamen versehen, die angeben, wo auf der Erde ist in diesem Augenblick wahrer Mittag. Wenn am Morgen unsere Sonnenuhr 8 Uhr anzeigt, ist es in Dacca bereits 13 Uhr WOZ.

Es liegt hier der Gedanken zugrunde, daß irgendwo auf unserem Planeten immer Mittag sein, d.h. die Sonne im Süden (auf der Südhalbkugel im Norden) stehen muß. Infolge der Erdrotation bewegt sich der Mittag vom Osten kommend über die Erde. Diese "Mittagsgeschwindigkeit" beträgt auf der Breite von Berlin z.B. 284 m in der Sekunde.

22. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Mit einer solchen Mittagsanzeige steht die Sonnenuhr in einem engen sachlichen Zusammenhang zur mathematischen Geographie und sie stellt damit auch eine Beziehung zum menschlichen Geschehen auf unserer Erde her.

Hinweise für die Gestaltung

Am einfachsten ist es bei den äquatorialen Sonnenuhren mit ihren gleichwinkligen Abständen der Stundenlinien. Hier entspricht der Stundenwinkel dem Stundenlinienwinkel. Da die Längeneinteilung auf der Erde den Stundenwinkeln entsprechen, ist eine unmittelbare Übertragung der Längendifferenzen möglich.

Beispiel: Zwischen Görlitz und Reykjavik besteht eine Längendifferenz von 65° (= 4 h 20 min). Die 65° sind von der Linie des wahren Mittags in Görlitz auf die östliche Seite des Zifferblattes direkt aufzutragen.

Bei allen anderen Sonnenuhrenarten mit den nicht gleichwinkligen Stundenlinien ist eine unmittelbare Übertragung der Längendifferenz auf das Zifferblatt nicht möglich. Die Längendifferenz (= Stundenwinkel) geht in die Berechnungsformel der betreffenden Sonnenuhren ein.

Für den Fall einer Horizontaluhr gilt beispielsweise mit D_1 für die Längendifferenzen und z für die Stundenlinienwinkel z für die zugehörigen Mittag

$$\tan z = \sin \varphi \cdot \tan D_1$$

Für Reykjavik ergibt sich mit der geographischen Breite der Uhr $\varphi = 51^\circ$ und $D_1 = 65^\circ$ der Stundenlinienwinkel $z = 59^\circ$.

In vielen Fällen wird das Ergebnis nicht mit einer vollen oder halben Stunde identisch sein. Es geht hier lediglich um die Festlegung des Mittags für den gewünschten Ort.

Ich habe die Erfahrung machen können, daß den Schülern die Auswahl der Orte, das Ermitteln der Längenunterschiede und das Umrechnen auf das Zifferblatt der Sonnenuhr immer viel Freude bereitet hat. Schwierigkeiten hat es kaum gegeben.

Es ist darauf zu achten, daß die östlich von uns liegenden Orte auf der westlichen Seite des Zifferblattes (Vormittagsstunden) liegen müssen. Die Anordnung auf dem Zifferblatt entspricht daher nicht der auf der Karte bzw. dem Atlas.

Eine Welt-Mittagsuhr befindet sich auf dem Bastelbogen für die "Pult-Sonnenuhr", sie enthält 11 Städtenamen (s. 26. Fortsetzung).

Die Zeitanzeige ist gewiß die wichtigste Funktion einer Sonnenuhr. Hier ist aber auch die Möglichkeit, die Betrachter zu stimulieren und über etwas nachzudenken, wozu man in unserem schnellebigen Alltag kaum kommt: Wenn wir es uns im Sessel bequem gemacht haben, werden irgendwo auf der Welt Menschen Mittag haben - werden sie aber auch zu Mittag etwas zu essen haben - ?

4. Der Sonnenquadrant

Auf alten Stichen sieht man, wie mittels des Pendelquadranten die Höhe der Sonne gemessen wird. Auf einigen Quadranten bemerkt man ein etwas kompliziertes Liniennetz, das auf eine weitere Zweckbestimmung hinweist, nämlich auf die Zeitanzeige.

Im Französischen wird die Sonnenuhr als cadran solaire (wörtlich: Sonnenquadrant) bezeichnet. Daran erkennen wir die große Bedeutung, die einst der Quadrant (cadran) für die Zeitbestimmung hatte.

Die Quadrantsonnenuhr gehört zu den tragbaren Sonnenuhren (Reiseuhren). Sie ist nicht an die Ausrichtung in die Nord-Süd-Richtung gebunden, zeigt die WOZ an und beruht auf der Höhenmessung der Sonne.

Ebenso wie der Azimutwinkel ändert sich die Sonnenhöhe nicht nur in Abhängigkeit von der Tageszeit, sondern auch durch die im Laufe des Jahres zu- und abnehmende Sonnendeklination. Auch hier bildet der Meridian die Symmetrielinie für die Sonnenhöhen am Vor- und Nachmittag. Die mathematischen Beziehungen zwischen Höhe, Deklination und geographische Breite können auch bei der Quadrantuhr genutzt werden.

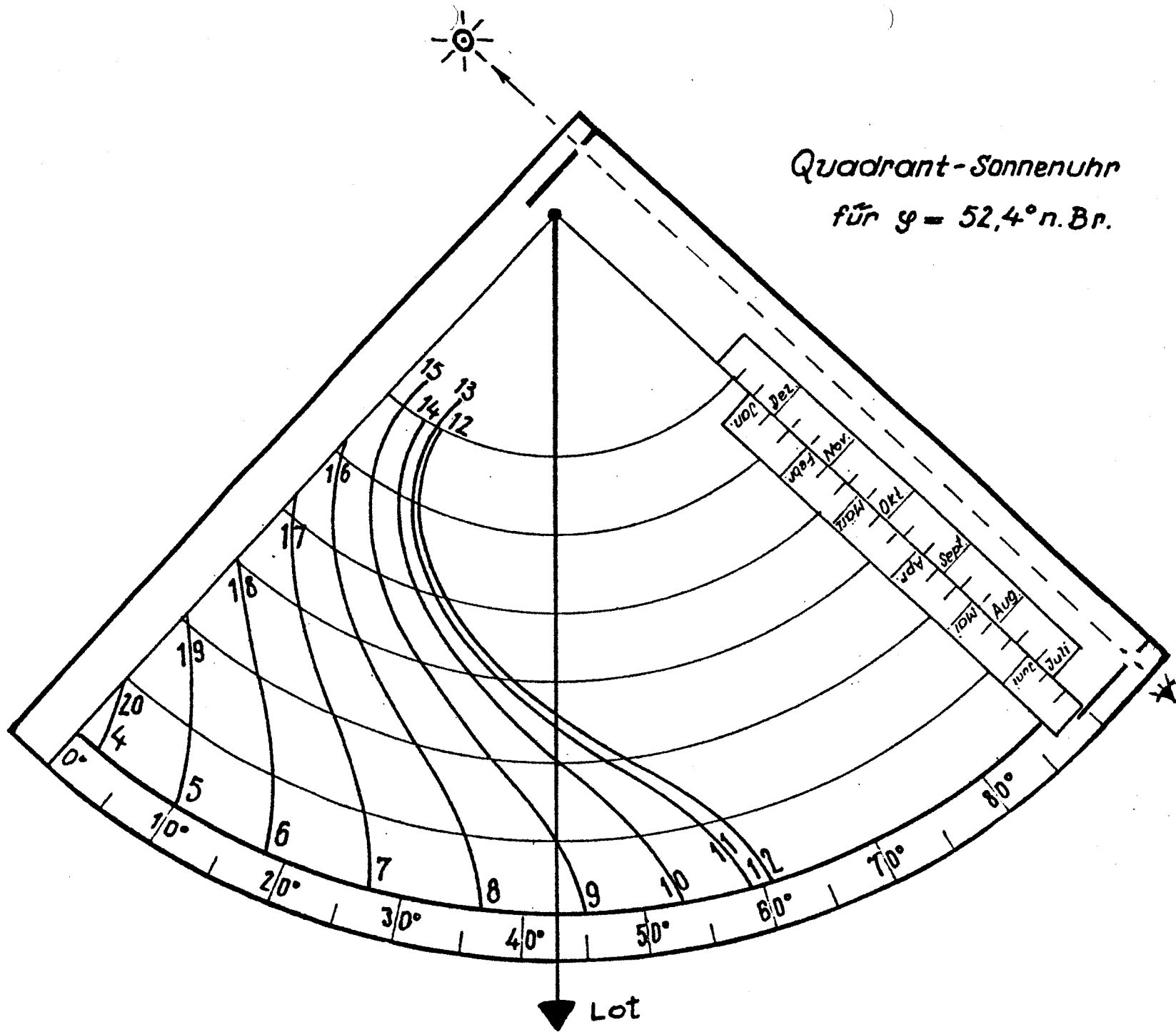
$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \tau$$

Für diese Sonnenuhrenart ist ein Schattenwerfer nicht erforderlich, es genügt dafür ein Lotfaden. Zur Zeitablesung wird die Sonne über eine Visiervorrichtung (Kimme u. Korn bzw. Fadenkreuz) angepeilt. Der Neigungswinkel des Quadranten entspricht dann der Sonnenhöhe, die mit Hilfe des Lotfadens auf dem Rand des Viertelkreises direkt ablesbar ist.

Alle Sonnenuhrenarten, die auf der Höhenmessung der Sonne beruhen, müssen mit den Datumslinien (Deklinationen/Tierkreislinien) versehen werden. Die Datumslinien sind konzentrisch verlaufende Kreislinien, während die Stundenlinien gekrümmte Linien sind, die in der zeitlichen Nähe des Mittags dicht beieinander liegen, was durch die geringen Höhenunterschiede zu erklären ist. In dem abgebildeten Beispiel beträgt die Sonnenhöhe 43°, am 21. April wäre es dann 10 Uhr WOZ. Der gleichen Sonnenhöhe würde am 21. Mai etwa 9 Uhr 5 min WOZ entsprechen.

Bei der Anfertigung einer Quadrantsonnenuhr müssen die Sonnenhöhen nicht wie bei den Zylindersonnenuhren in Schattenlängen umgerechnet werden, was eine große Zeitersparnis bedeutet. Die Sonnenhöhenwinkel, die selbstverständlich berechnet werden müssen, werden auf das Gradnetz des Quadranten übertragen. Die Verwendung von Polarkoordinatenpapier erleichtert die Arbeit hier beträchtlich. Die Berechnung hält sich jedoch in Grenzen, da dafür nur die gewählten Tage des Jahres (z.B. für den 21. jeden Monats) in Frage kommen. Abschließend werden alle zusammengehörenden Stundenpunkte (evtl. Halbstundenpunkte) miteinander verbunden. Die gekrümmten Stundenlinien buchten in den Sommermonaten weit aus, in den Wintermonaten drängen sie sich zusammen. Bei der Ausnutzung des Quadrantfeldes sollte man darauf achten, daß die Stundenlinien in der Nähe des Nullpunktes sehr eng beisammen liegen. Für den 21.12. mit seinen geringen Sonnenhöhen (Mittagshöhe 14° bei 52,5° Breite) wird ein beliebiger Abstand vom Nullpunkt gewählt. Es empfiehlt sich, etwa ein Drittel der zur Verfügung stehenden Strecke freizulassen und zwei Drittel für die Datumsfolge zu verwenden.

Anstelle des Lotfadens, der eine verschiebbare Markierung (kleine Perle) enthält, kann auch ein Stab verwendet werden, der rechtwinkelig auf der Fläche des Zifferblattes steht. Seine Länge kann beliebig gewählt werden, der Schatten muß aber noch den Außenrand des Viertelkreises erreichen. Diese Art der Quadrantsonnenuhr wird nicht als bewegliche Visiervorrichtung gehandhabt, sondern auf einer ortsfesten horizontalen Unterlage angebracht. Zur Zeitablesung ist sie so zu drehen, daß das Streiflicht der Sonne über das Zifferblatt fällt. Bei der Anfertigung der Stundenkurven muß jedoch beachtet werden, daß im Gegensatz zur Lotfaden-Sonnenuhr die Gradfolge umgekehrt angeordnet ist. Die Stundenkurven biegen in den Sommermonaten nach unten aus. Die Marke für 90° liegt somit am unteren, die für 0° am oberen Ende des Viertelkreises.

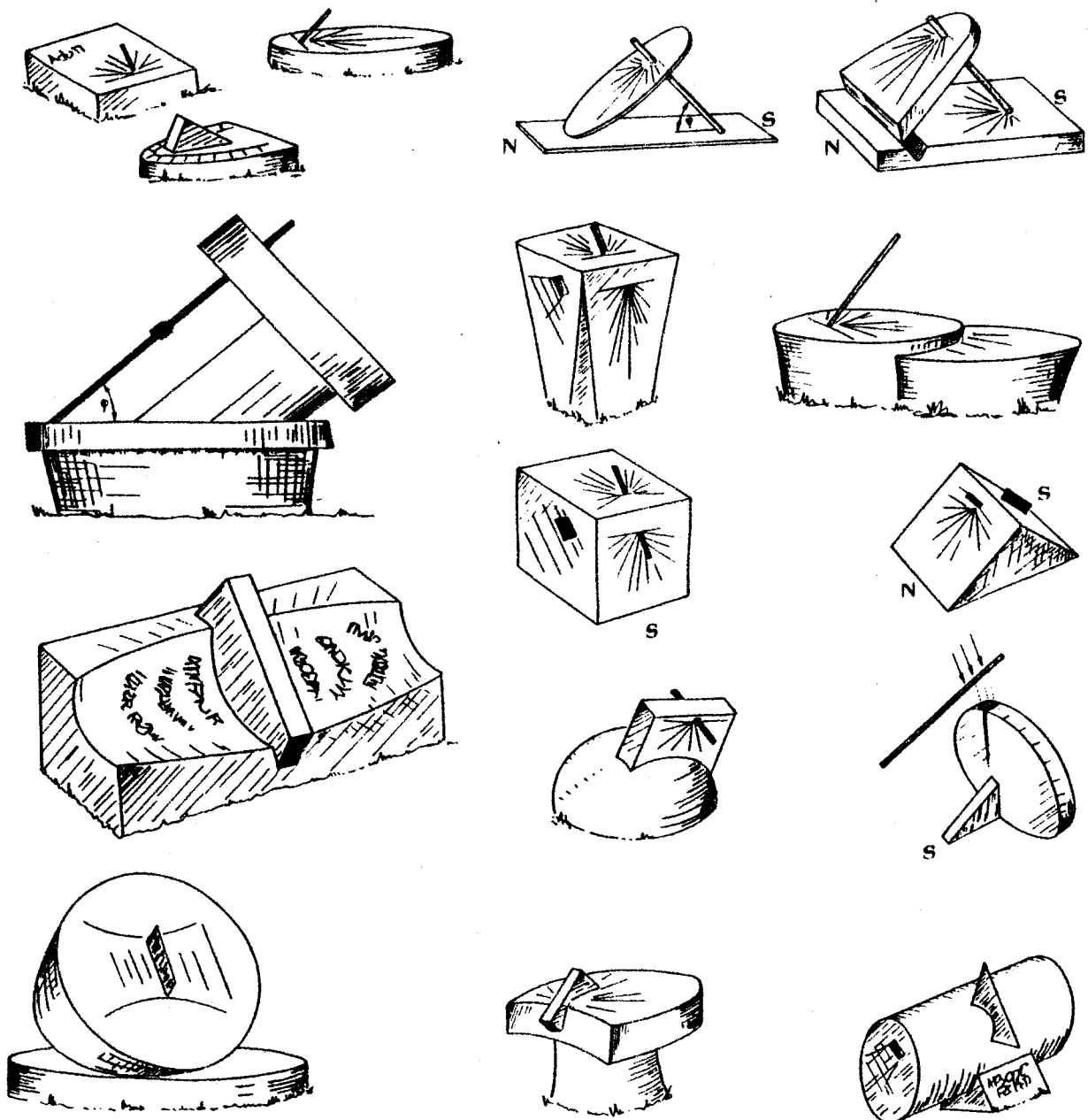


Quadrant-Sonnenuhr
 für $\varphi = 52,4^\circ$ n.Br.

5. Die Sonnenuhr als Bastelobjekt

Wer vermag schon eine mechanische Uhr im Kleinformat funktions-tüchtig herzustellen? Ein Sonnenuhr zu basteln ist dagegen kein Problem. Mit nur einfachen Mitteln (Pappe, Holz) lassen sich sämtliche Sonnenuhrenarten herstellen und selbst komplizierte Sonnenuhren (Polyeder) können mühelos mittels Bastelbögen gebaut werden. Diese Vorteile sind seitens der Pädagogen noch nicht überall erkannt worden, da man zumeist die ortsfesten Sonnenuhren in Betracht zieht. Befaßt man sich aber erst einmal mit den vielen Möglichkeiten, die die Bastelobjekte bieten, bemerkt man, was für ein großes und dankbares Betätigungsfeld sich vor einem auftut.

Die nachstehenden 16 Beispiele, die dem Buch von H.SCHUMACHER entnommen sind, stellen nur eine kleine Auswahl dar.



26. Fortsetzung Gastvortrag: Sonnenuhren und himmelskundliche Bildung

Wer sich mit der Sonnenuhr als Bastelobjekt befaßt, soll das Buch von ADZEMA kennen. Es enthält eine Fülle von Anregungen, wie man mit den einfachsten Mitteln funktionstüchtige und gestalterisch geschmackvolle Sonnenuhren basteln kann. Die Ausführungen weichen zum Teil von den gebräuchlichen Baumodellen ab und zeichnen sich durch einen großen Einfallsreichtum aus.

Die zum Verständnis der verschiedenen Sonnenuhrenarten erforderlichen Sachverhalte werden anschaulich und mit viel Sachkenntnis allgemein verständlich erläutert. Das Buch überzeugt, daß Gnomonik interessant sein und von jedermann verstanden werden kann. Indem damit auch ein Sonnenkalender oder eine "Achterschleife" zu zeichnen ist, wird der Leser aktiviert und zu eigenen Schöpfungen angeregt.

In meiner Tätigkeit im Astronomischen Zentrum Potsdam habe ich immer versucht, Bastelbögen für die außerschulische Tätigkeit herauszugeben, was bei uns nicht leicht war ("Papierkontingent", Vervielfältigungen). Der von mir lange gehegte Plan, ein Bastelheft zu veröffentlichen konnte 1988 im Verlag für Lehrmittel Pößneck verwirklicht werden.

Das Bastelheft "SONNENUHREN"

Gedacht war es eigentlich für Kinder von 10 Jahren an. Die auf dem Titelblatt gemachte Bemerkung "von 8 Jahren an" entspricht nicht dem Anliegen, sondern mehr der Verlagskonzeption.

Meine Absicht war, den Schülern fünf verschiedene Sonnenuhren, die funktionstüchtig sind und die WOZ anzeigen, in die Hand zu geben. Auf zwei Seiten wird anschaulich die Bauweise erläutert, auf einer Seite wird etwas Allgemeines zu den Sonnenuhren sowie über WOZ, MEZ und MESZ geschrieben.

Das Bastelheft enthält folgende Objekte:

1. Analematische Sonnenuhr (Nadel-Sonnenuhr)

Entlang einer 47 mm großen Datumseinteilung wird eine Nadel senkrecht in das betr. Datum gesteckt. Die weit verbreitete Vorstellung von einer Sonnenuhr mit Stundenlinien trifft hier nicht zu, die Zeit wird mittels Stundenpunkte abgelesen. Auf dem Zifferblatt befindet sich eine große Windrose, so daß die Vorrichtung auch als Sonnen-Kompaß zu verwenden ist. Größe: 180x180 mm.

2. Sommer-Sonnenuhr

Das 120x153 mm große Zifferblatt ist nur zwischen dem 21.3. und 23.9. in Funktion. Diese einfache Art soll anregen, im Freigelände ein größeres Objekt zu bauen, das kaum Schwierigkeiten bereiten dürfte. Mit Absicht wurde hier auf das untere Zifferblatt (Winteruhr) verzichtet.

3. Doppel-Sonnenuhr

Ein Schattenwerfer als Dreieck verbindet eine horizontale mit einer vertikalen Sonnenuhr. Ich halte eine solche Kombination für aufschlußreich, weil sie das "Ineinanderlaufen", die Harmonie der Stundenlinien, gut zeigt. Auch ist hier der größere Funktionsbereich der Horizontaluhr gegenüber einer vertikalen zu erkennen.

4. Pult-Sonnenuhr (Polare Süduhr)

Mir ging es darum, diese kaum bekannte Art vorzustellen und das Zifferblatt mit einer Weltmittags-Uhr zu kombinieren. Der Schattenwurf erfordert bei diesem Sonnenuhrentyp ein langes Zifferblatt, das 280 mm einnimmt. Die farbliche Gestaltung des Zifferblattes assoziiert andeutungsweise die Sonnenhöhe: gelb - Mittagszeit, rot - das in Richtung Morgen bzw. Abend dunkler wird und das damit der auf- und untergehenden Sonne ähnelt.

5. Würfelsonnenuhr

Auf einem Würfel sind vier Sonnenuhren vereinigt, auf die Norduhr wurde mit Absicht verzichtet. Gut ist hier die Parallelität der Schattenwerfer zu erkennen. Kantenlänge des Würfels: 90 mm.

Das Einrichten der gebastelten Sonnenuhren erfolgt entweder mit dem Kompaß (Nord-Süd-Richtung) oder mit Hilfe einer Uhr. Auf den Ortszeitunterschied verweist eine kleine Tabelle mit ausgewählten Städten, gestaffelt von 4 bis 16 Minuten. Ein Beispiel zeigt die einfache Umrechnung.

Im Gegensatz zu dem Ausschneidebuch von ADZEMA habe ich die Objekte größer gewählt, um damit die Ablesegenauigkeit zu erhöhen. Wert gelegt habe ich auch auf eine ansprechende und ästhetisch wirkende Farbgebung, die den Schüler auch motivieren soll. Zu den Käufern des Heftes zählen aber auch zahlreiche Erwachsene.

Meine ursprüngliche Absicht war, noch mehr Objekte im Bastelheft unterzubringen, was aber aus verlagstechnischen Gründen nicht möglich war. Zu 3. (Doppel-Sonnenuhr) sei noch auf eine Bastelmöglichkeit verwiesen: Medaillen werden meistens in kleinen, stabilen Klappschachteln aufbewahrt. Diese eignen sich sehr gut für die Herstellung einer Doppel-Sonnenuhr. Anstelle eines Schattendreieckes wird ein Gummifaden verwendet. Zum Ausrichten kann ein kleiner Kompaß eingebaut werden. Diese "Klapp-Sonnenuhr" erinnert uns an die Zeit, als die Reise-Sonnenuhren in Gebrauch waren und die noch kostspieligen mechanischen Uhren ersetzen mußten.

Bastelbögen historischer Sonnenuhren

Sonnenuhren sind Dokumente, Denkmale der Zeitmeßkunst, die uns aus der Geschichte des Sonnenuhrenbaues berichten und Zeugnis vom hohen Stand des Kunsthandwerkes geben. R. ROHR hat in dankenswerter Weise darüber geschrieben und Bastelvorlagen für historische Sonnenuhren geschaffen, wie:

- Blocksonnenuhr mit 9 Zifferblättern, Mitte bis Ende des 17. Jh.
- Blocksonnenuhr, eine Säulenuhr und eine Horizontaluhr. Blocksonnenuhr mit 6 Zifferblättern, Mitte des 17. Jh.
- Blocksonnenuhr, 7 dreieckige Zifferblätter, Oktaeder, nach 1650.
- Quadrant-Sonnenuhr, 16. Jh.

Diese Ausschneidebögen sind nicht für Anfänger gedacht und erfordern schon etwas Geschick sowie Verständnis für alte Sonnenuhren, wo die Gestaltung der Zifferblätter mitunter recht unübersichtlich ist.

Literatur

Zusätzlich zum Literatur-Referat seien genannt:

Adzema, R., Mablen, J.: The great sundial outcut book. Jetzt auch in deutscher Übersetzung. Hawthorn/Dutton, New York 1978.

Rohr, R.: Bastelbogen für Sonnenuhren aus der Zeit Peter Apians. Schriften der Freunde alter Uhren, 1983.

Stud.Rat Arnold Zenkert
Seestraße 17
DO-1560 Potsdam
Deutschland

Referat: Theorie der Sonnenuhren

Übersicht:

Fortsetzung

1.	Einführung	
1.1.	Begriffsbestimmungen und Vorgangsweise	1.
1.2.	Über sphärische Trigonometrie	2.
1.3.	Die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde	3.
1.4.	Zur Himmelsachse parallele Schattenzeiger	
2.	Ebene Zifferblätter	
2.1.	Die Lage der Zifferblattebene	5.
2.2.	Stundenlinien auf ebenen Zifferblättern	
2.2.1.	Die Äquatorialuhr	6.
2.2.2.	Die Horizontaluhr	7.
2.2.3.	Vertikaluhren	8.
2.2.4.	Zifferblätter in Ebenen allgemeiner Lage	10.
2.3.	Datumsabhängige Anzeigen auf ebenen Zifferblättern	
2.3.1.	Die Aufgabestellung	11.
2.3.2.	Die Horizontalsonnenuhr	12.
2.3.3.	Vertikaluhren	13.
2.3.4.	Zur Himmelsachse parallele ebene Zifferblätter	16.
2.3.5.	Zifferblätter in Ebenen allgemeiner Lage	16.
2.3.6.	Mittlere Sonnenzeit und Sternzeit	19.
2.3.7.	Babylonische und italienische Stunden	20.
2.4.	Drei merkwürdige Sonnenuhren	
2.4.1.	Vertikale Süduhren im Mittelalter	21.
2.4.2.	Die Bifilarsonnenuhr	22.
2.4.3.	Die analemmatische Sonnenuhr	22.
3.	Sonnenuhren auf krummen Flächen	
3.1.	Zifferblätter auf Drehzylindern	24.
3.2.	Skaphen	25.

1. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

1. Einführung

1.1. Begriffsbestimmungen und Vorgangsweise

Sonnenuhren sind Vorrichtungen, an denen der Stand der Sonne durch das Sonnenlicht auf einem Zifferblatt angezeigt werden kann, sei es durch einen Schatten, sei es durch ein Lichtzeichen. So können die Wahre und die Mittlere Zeit, das Datum und eine Reihe anderer astronomischer Daten abgelesen werden, die mit der Umdrehung der Erde um ihre Achse und mit dem Umlauf der Erde um die Sonne zusammenhängen. Es gibt Sonnenuhren in den verschiedensten Ausführungen und Größen. Einen ersten Einblick in diese Vielfalt gewähren die Vorträge unseres Seminars.

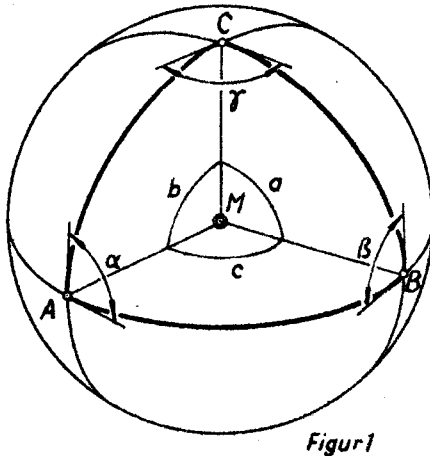
Beim Erklären von Sonnenuhren ist es zweckmäßig, gewisse Idealisierungen vorzunehmen. Statt der Sonnenscheibe betrachten wir im Sinn der Sphärischen Astronomie einen Punkt auf einer Kugelfläche mit unvorstellbar großem Radius. Diese Kugelfläche wird Sphäre genannt. Eigentlich wäre ihr Mittelpunkt im Erdmittelpunkt zu denken. Nun beträgt die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne das rund 23 500 - fache des Erdradius. Daher kann der Mittelpunkt der Sphäre im Standort der Sonnenuhr angenommen werden. Die Sphäre kann noch zu einer Hilfskugel mit beliebigem Radius verkleinert werden, die wir als Grundkugel bezeichnen.

Schattenwerfende Stäbe, wie sie an vielen Sonnenuhren angebracht sind, werden Zeiger oder Weiser genannt. An vielen Sonnenuhren der Antike wurden diese Stäbe lotrecht aufgestellt. Die Griechen nannten einen lotrechten Schattenzeiger einen Gnomon. So ist der Name Gnomonik für die Kunde von den Sonnenuhren entstanden. Bei unseren Überlegungen betrachten wir statt eines Schattenzeigers seine Mittelachse, sehr oft auch nur einen Punkt dieser Achse. Diesem Punkt entspricht dann an der Sonnenuhr vielleicht eine kleine Kugel, eine Lochblende oder das Stabende.

Wir gehen bei unseren Überlegungen von der Anschauung räumlicher Gegebenheiten aus und verwenden zunächst Methoden der Darstellenden Geometrie. Das Wissen über die Konstruktion von Sonnenuhren ist weitgehend bereits in sehr alten Büchern zu finden. Sollen Sonnenuhrzifferblätter durch Zeichnen allein ermittelt werden, so erfordert das ein hohes Maß an handwerklichem Können und oft sehr viel Zeit. Mit den modernen elektronischen Kleinrechnern ist es leicht, auf zeichnerischem Weg gefundene Ergebnisse zu überprüfen oder Zeichnungen durch Rechnungen zu ersetzen. Wir werden Zeichnen und Rechnen verbinden.

2. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

1.2. Über Sphärische Trigonometrie



Drei Großkreise einer Kugel, die nicht ein und denselben Durchmesser gemeinsam haben, teilen die Kugeloberfläche in acht sphärische Dreiecke. Sind A, B, C die Ecken eines dieser Dreiecke, dann heißen die Winkel zwischen den Kugelradien MB, MC, MA die Seiten a, b, c des sphärischen Dreiecks (Figur 1). Die Winkel zwischen den Tangenten an die Großkreise in A, B, C heißen die Winkel α, β, γ des sphärischen Dreiecks. Wir betrachten nur sphärische Dreiecke, bei denen alle Seiten und Winkel kleiner als 180° sind

(EULERSche Dreiecke). Denken wir uns einmal die Punkte A, B, C auf der Kugeloberfläche eng zusammengerückt, dann wieder in der Nähe der Umrißlinie liegend, so erkennen wir: $0^\circ < a + b + c < 360^\circ$, $180^\circ < \alpha + \beta + \gamma < 540^\circ$.

Sonnenuhrzifferblätter können mit Hilfe sphärischer Dreiecke berechnet werden. Ein Buch über Sphärische Trigonometrie wird dann zu einem unentbehrlichen Behelf. Leider wird die Aufgabensammlung von Dr. Karl Rosenberg für die 7. und 8. Klasse der Mittelschulen nicht mehr verwendet, sie ist auch antiquarisch kaum zu erhalten. Lieferbar ist Hans Kern, Josef Rung: Sphärische Trigonometrie. Schülerbuch. Bayerischer Schulbuch - Verlag, München 1988.

Die Aufgabe, aus dem gegebenen Wert einer Winkelfunktion das Argument zu berechnen, hat im Bereich eines vollen Winkels im allgemeinen zwei Lösungen: $\sin \varphi = 0,5 : \varphi_1 = 30^\circ, \varphi_2 = 150^\circ$; $\cos \varphi = 0 : \varphi_1 = 90^\circ, \varphi_2 = 270^\circ$; aber $\sin \varphi = 1 : \varphi_1 = \varphi_2 = 90^\circ$. Bei Aufgaben der Sphärischen Trigonometrie bedarf es immer wieder besonderer Überlegungen, welches von zwei derartigen Ergebnissen die gesuchte Lösung ist. Es ist nützlich, zu den Aufgaben Normalrisse mit geeignet gewählten Blickrichtungen zu zeichnen. Wenn für einen gesuchten Winkel auf verschiedenen Wegen zwei verschiedene Winkelfunktionen berechnet worden sind, können die beiden Lösungspaare miteinander verglichen werden: $\sin \varphi = 0,866, \varphi_1 = 60^\circ, \varphi_2 = 120^\circ$; $\cos \varphi = -0,5, \varphi_1 = 120^\circ, \varphi_2 = 240^\circ : \varphi = 120^\circ$. Der Vergleich kann leicht programmiert werden, etwa in BASIC: `ACOS(-0.5)*SGN(0.866)`; Ergebnis 120° .

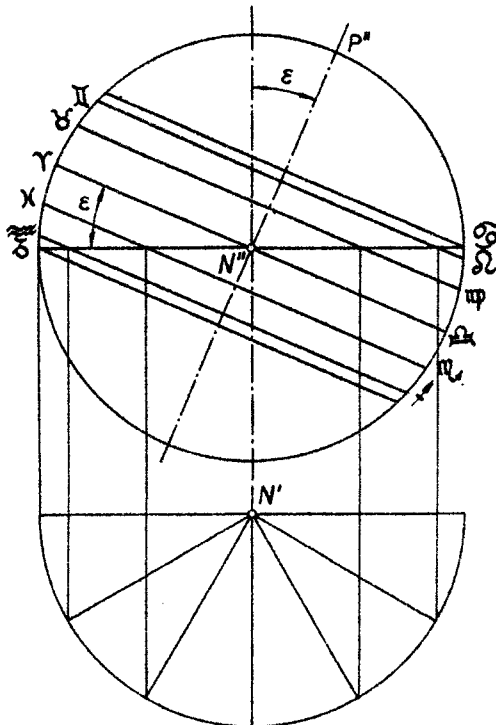
Wir werden sphärische Dreiecke berechnen, die zwei Eckpunkte gemeinsam haben, während der dritte Eckpunkt verschiedene Lagen auf der Kugel einnimmt. Wenn nun in einer derartigen Folge von sphärischen Dreiecken ein Winkel von einem spitzen zu einem stumpfen oder von einem positiven zu einem negativen wird, kommen in der Folge rechtwinklige Dreiecke, Dreiecke mit einer Seite von 90° oder Ausartungsfälle vor, bei denen alle Ecken auf demselben Großkreis liegen.

3. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Diese Grenzfälle sind beim Erstellen eines Programms für das Zifferblatt einer Sonnenuhr zu beachten.

An weiterführender Literatur sei genannt: K. - G. Steinert, Sphärische Trigonometrie; Teubner, Leipzig 1977.

1.3. Die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde



Figur 2

Die Erde dreht sich um die eigene Achse und bewegt sich in einer elliptischen Bahn um die Sonne; dazu kommen die Bewegungen der Präzession und der Nutation, die wir jetzt nicht beachten wollen. Der Beobachter auf der Erde meint, selbst in Ruhe zu sein. Für ihn scheint sich die Sonne Tag für Tag um die Erde zu drehen, und zwar auf Parallelkreisen zum Himmelsäquator, wenn wir von den geringfügigen täglichen Änderungen der Sonnendeklination absehen. Die Sonne scheint aber auch ihre Stellung zu den anderen Fixsternen von Tag zu Tag zu ändern und sich dabei auf einem Großkreis der Sphäre, der Ekliptik, zu bewegen. Wir wissen, daß dieser Umlauf auf der Ek-

liptik ungleichförmig ist (KEPLERsche Gesetze) und daß zu gleichen Änderungen der ekliptikalen Länge der Sonne verschiedene Änderungen ihrer Rektaszension gehören. Diese Ungleichförmigkeiten bedingen den Unterschied zwischen Wahrer und Mittlerer Zeit.

Beginnend von einem der beiden Schnittpunkte der Ekliptik mit dem Himmelsäquator, dem Frühlingspunkt, wird die Ekliptik in zwölf gleiche Teile geteilt (Figur 2). Wir betrachten die Parallelkreise zum Himmelsäquator durch die Teilungspunkte. Auf ihnen scheint sich die Sonne an den Tagen zu bewegen, an denen sie in ein neues Tierkreiszeichen tritt. Der Winkel zwischen den Ebenen der Ekliptik und des Himmelsäquators, die Schiefe ϵ der Ekliptik, kann auch zwischen einer Normalen zur Ebene der Ekliptik und der Himmelsachse gemessen werden.

1.4. Zur Himmelsachse parallele Schattenzeiger

Versuchen wir, eine einfache Sonnenuhr zu bauen. Wir könnten in einem Garten an einer geeigneten Stelle einen Stab lotrecht in den Boden stecken und mit

4. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

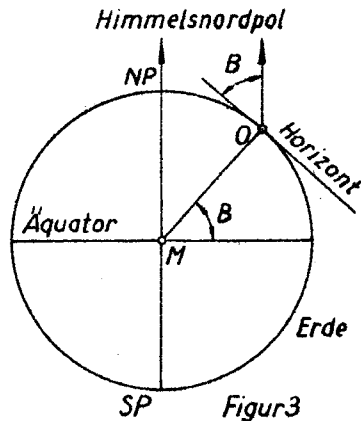
Steinen die Stellen markieren, auf die der Schatten des Stabes zu jeder vollen Stunde fällt. Nach einigen Tagen werden wir feststellen, daß besonders in den Morgen- und Abendstunden die Anzeige auf dieser Sonnenuhr nicht mehr "stimmt". Wir denken darüber nach und stellen uns einen Sonnenaufgang vor, den wir vom Gipfel eines Berges beobachten. Der Horizont wird dort nicht von Bodenerhebungen, Gebäuden oder Bäumen verdeckt. Dennoch wird der Augenblick, in dem der Rand der Sonnenscheibe sichtbar wird, von dem Zeitpunkt verschieden sein, der aus dem Schnittpunkt des Tagbogens der Sonne mit dem mathematischen Horizont berechnet werden kann. Der Durchmesser der Sonnenscheibe wird zu beachten sein, ebenso die Brechung des Sonnenlichts durch die Atmosphäre, schließlich bei hohen Bergen die Krümmung der Erdoberfläche. Wir wissen Bescheid über die Unterschiede zwischen Wahrer und Mittlerer Zeit, zwischen Ortszeit und Zonenzeit und denken an den Sonnenaufgang am Tag des Frühlingsanfangs. An diesem Tag geht die Sonne um 6 Uhr früh Wahrer Ortszeit auf, wenn wir die soeben gemachten Einschränkungen beachten. Der Schatten eines lotrechten Stabes würde, wäre er gut zu beobachten, nach Westen zeigen. Gerade die Schatten durch die ersten Sonnenstrahlen werden aber eher schwach und unscharf sein.

Etwas später im Jahr wird die Sonne ihre Deklination vergrößert haben, sie wird nach Norden zu aufgehen. Sechs Uhr früh Wahrer Ortszeit wird sein, wenn sie den Meridian passiert, der mit dem Ortsmeridian den Stundenwinkel von -90° einschließt. Dieser Meridian liegt aber oberhalb des Horizonts nördlich des Ostvertikals, des Großkreises durch den Zenit und den Ostpunkt des Horizonts. Der Schatten des lotrechten Stabes wird also auf eine Linie fallen, die von der Ostwestrichtung nach Süden hin abweicht. Stellen wir aber den Stab so auf, daß er zur Himmelsachse parallel ist, so zeigt an jedem Tag der Schatten des Stabes um sechs Uhr früh Wahrer Ortszeit genau nach Westen. Ebenso werden die Schatten dieses Stabes zu jeder anderen Stunde Wahrer Zeit an jedem Tag auf die gleiche Linie fallen, wenn sie auch, den Jahreszeiten entsprechend, von verschiedener Länge sein werden.

Für einen zur Himmelsachse parallelen Schattenzeiger wird manchmal das griechische Wort für Achse, Polos, verwendet. Hat ein Schattenzeiger eine andere Stellung, so kommt für die Zeitanzeige im allgemeinen nur der Schatten einer ausgezeichneten Stelle, etwa der des Endpunkts, in Frage. Eine Ausnahme ist eine Sonnenuhr für Gebetszeiten im Mittelalter, die noch erklärt wird.

Wir denken durch die Mittelachse m eines zur Himmelsachse parallelen Schattenzeigers eine lotrechte Ebene gelegt. Es ist die Ebene des Ortsmeridians. Der Winkel zwischen der Zeigerachse m und einer horizontalen Geraden in der lotrechten Ebene heißt der erste Neigungswinkel des Zeigers. Er ist gleich der

5. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren



geographischen Breite B des Aufstellungsortes der Sonnenuhr (Figur 3; in diesem Normalriß eines Globus kommt der Winkel mit dem Scheitel M , um 90° gedreht, mit dem Winkel mit dem Scheitel O zur Deckung). Nur in den Polargebieten steht ein zur Himmelsachse paralleler Schattenzeiger angenähert, auf den Polen selbst genau lotrecht.

2. Ebene Zifferblätter

2.1. Die Lage der Zifferblattebene

Wir betrachten Zifferblätter auf waagrechten und auf lotrechten Ebenen sowie auf Ebenen, die gegen die Horizontale geneigt, aber nicht lotrecht sind. Sonderfälle sind Zifferblätter auf Ebenen, die zur Himmelsachse normal oder parallel sind. Wollen wir die Lage der Ebene eines Zifferblattes erklären, so begegnen wir verschiedenen Gesichtspunkten. Für viele Überlegungen ist es zweckmäßig, diese Lage durch das Azimut A_n und die Höhe H_n einer Normalen n zur Ebene des Zifferblattes zu erklären, die vom Zifferblatt zu einem Betrachter weist, der sich auf derselben Seite des Zifferblattes befindet wie der Schattenzeiger. Sonnenuhren, die auf Glasfenster gemalt wurden und die von innen zu betrachten sind, legen diese vorsichtige Erklärung der Orientierung nahe. Wir schließen auch Sonnenuhren aus unseren Überlegungen aus, die für reflektiertes Sonnenlicht konstruiert sind. Für horizontale Sonnenuhren ist das Azimut A_n unbestimmt und die Höhe H_n 90° , für vertikale Sonnenuhren ist die Höhe H_n 0° .

Der Konstrukteur und vielleicht auch der Berichterstatter über eine Sonnenuhr werden zunächst zwei andere Winkel messen. Wenn keine Horizontaluhr vorliegt, wird eine waagrechte Gerade x in der Ebene des Zifferblattes betrachtet und so orientiert, wie der Schatten eines unbewegten Gegenstandes über diese Gerade streicht. Auf der nördlichen Halbkugel zeigt diese Richtung für einen Betrachter der Sonnenuhr, der die Sonne im Rücken hat, von links nach rechts, auf der südlichen Halbkugel von rechts nach links.

Bleiben wir zunächst auf der nördlichen Halbkugel. Den Winkel zwischen der Richtung zum Südpunkt des Horizonts und der orientierten Geraden x nennen wir den Winkel ϱ für die Richtung der Zifferblattebene. Der Winkel wird von der Südrichtung weg entgegengesetzt zum Azimut gemessen. Für Ebenen, die nach Süden gerichtet sind, beträgt ϱ 90° , für Ebenen, die nach Osten gerichtet sind,

6. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

180° , für Ebenen, die nach Westen gerichtet sind, 0° ; für Ebenen, die nach Norden gerichtet sind, beträgt ϱ 270° , aber solche Sonnenuhren sind selten. Der Winkel ν zwischen der Ebene des Zifferblattes und einer horizontalen Ebene heißt die Neigung der Zifferblattebene. Wenn die Ebene des Zifferblattes mit der Seite, auf die die Schatten fallen, ansteigt, ist ν ein spitzer Winkel, wenn sie überhängt, ein stumpfer. Für horizontale Ebenen ist ν 0° , für vertikale 90° . Auf der südlichen Halbkugel wäre ϱ von der Richtung zum Nordpunkt des Horizontes weg im gleichen Sinn wie ein Azimut zu messen.

Nördliche Halbkugel:	$A_n = 270^\circ - \varrho, -90^\circ < \varrho \leq 270^\circ$
Südliche Halbkugel:	$A_n = \varrho - 90^\circ, 90^\circ \leq \varrho < 360^\circ$
	$A_n = \varrho + 270^\circ, 0^\circ \leq \varrho < 90^\circ$
Beide Halbkugeln:	$H_n = 90^\circ - \nu, 0^\circ \leq \nu < 180^\circ$

2.2. Stundenlinien auf ebenen Zifferblättern

2.2.1. Die Äquatorialuhr

Die Sonne scheint sich mit geringer Ungleichförmigkeit um die Himmelsachse zu drehen. Die Stunden der bürgerlichen Zeitrechnung teilen den Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen der Sonne durch einen bestimmten Meridian in 24 gleiche Teile. Dieser Meridian kann ein beliebiger Ortsmeridian oder insbesondere ein Meridian von $n \cdot 15^\circ$ geographischer Länge sein (n ist eine ganze Zahl, $0 \leq n < 24$ oder $-12 \leq n \leq 12$). Geographische Längen werden positiv nach Westen gezählt. Die Ortszeiten der ausgezeichneten Meridiane sind die 24 Zonenzeiten der Welt.

Die Sonnenuhr mit einem ebenen, zur Ebene des Himmelsäquators parallelen Zifferblatt ist die einfachste. Wie wir gesehen haben, kann der Erdradius gegenüber der ungleich größeren Entfernung der Erde von der Sonne vernachlässigt werden. Der scheinbaren täglichen Drehung der Sonne um die Himmelsachse entspricht eine Drehung des Schattens, den ein zur Himmelsachse paralleler Zeiger auf das Zifferblatt wirft. Die Stundenlinie für den Wahren Mittag der Ortszeit liegt in der lotrechten Ebene durch die Mittelachse des Zeigers. Sie ist eine Fallgerade für die Ebene des Zifferblattes; längs dieser Linie würde Wasser vom Zifferblatt abfließen. Alle Stundenlinien gehen durch den Schnittpunkt des Zeigers mit der Ebene des Zifferblattes, benachbarte Stundenlinien für volle Stunden schließen Winkel von 15° miteinander ein. Wir nennen aber auch die Linien für die Unterteilungen der ganzen Stunden Stundenlinien.

Soll an einer Äquatorialuhr eine Wahre Zonenzeit oder die Wahre Ortszeit für einen anderen Meridian abgelesen werden, so ist das Zifferblatt um die Differenz

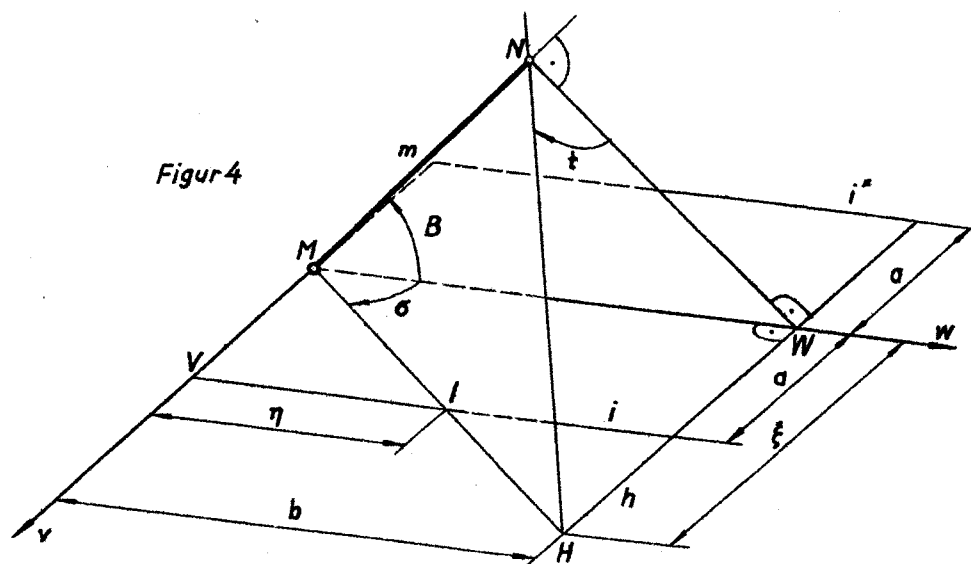
7. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

zwischen den geographischen Längen des Aufstellungsortes und des gewünschten Meridians zu drehen, und zwar im gleichen Drehsinn, um den der Meridian des Aufstellungsortes in den Zonenmeridian zu drehen wäre. Die Mittlere Zeit kann mit Hilfe einer Tabelle für die Werte der Zeitgleichung berechnet werden. Während des Sommer- und des Winterhalbjahres fallen bei einer ebenen Äquatorialuhr die Schatten eines Zeigers, der das Zifferblatt durchdringt, auf verschiedene Seiten des Zifferblattes. Um die Tagundnachtgleichen kann man sich allenfalls mit einem Papierblatt behelfen, das parallel zum Zeiger an den Rand des Zifferblattes gehalten wird.

2.2.2. Die Horizontaluhr

Die Konstruktion der Stundenlinien eines horizontalen Zifferblattes kann leicht mit Hilfe einer gedachten Äquatorialuhr durchgeführt werden (Figur 4). Der Schnittpunkt der Mittelachse m eines zur Himmelsachse parallelen Zeigers mit der horizontalen Ebene Π_1 eines Zifferblattes wird mit M bezeichnet, die Normalprojektion der Zeigerachse m auf Π_1 mit w . Die Gerade w ist die Stundenlinie für den Wahren Mittag der Ortszeit. Durch den Punkt W der Geraden w wird eine zum Himmelsäquator parallele Ebene Π_0 gelegt. Sie schneidet Π_1 in einer zu w normalen Geraden h , die Zeigerachse m in einem Punkt N . Mit $\overline{MW} = b$ ist $\overline{NW} = b \cdot \sin B$.

Die Stundenlinien in der Ebene Π_1 schneiden einander mit den Stundenlinien in der Ebene Π_0 in den Punkten H der Geraden h , weil die Schatten von MN auf die Ebenen Π_1 und Π_0 einander auf der Schnittgeraden h dieser beiden Ebenen treffen müssen. Mit Hilfe der Stundenwinkel t in der Ebene Π_0 können die Abstände der Punkte H von W berechnet werden. Für Stunden gegen den Morgen und gegen den Abend zu wird es zweckmäßig sein, in Π_1 zwei zur Geraden w parallele Hilfsgeraden i und i^* einzuführen, die beide von w den Abstand a haben. Die Stundenlinien

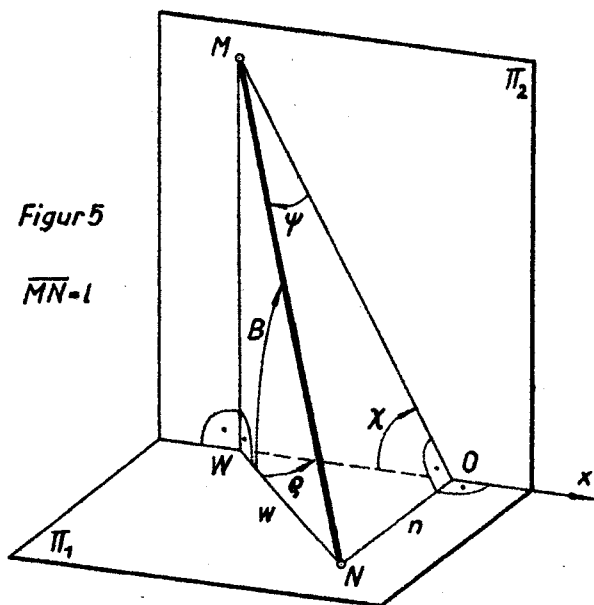


8. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

schneiden dann zum Beispiel die Hilfsgerade i in Punkten I , deren Entfernungen von einer zu h parallelen Geraden v durch M sich aus der Ähnlichkeit der rechtwinkligen Dreiecke MVI und HWM ergeben. Wir wählen M als Ursprung eines rechtwinkligen Koordinatensystems mit den Achsen v und w . Die Stundenlinien der Horizontaluhr gehen durch den Punkt M und durch die Punkte $H(\xi, b)$ oder $I(a, \eta)$ bzw. $I^*(-a, -\eta)$; $\xi = b \sin B \tan t$, $\eta = a / (\sin B \tan t)$. Die Stundenlinien der Horizontaluhr schließen mit der Geraden w , der Stundenlinie für den Wahren Mittag der Ortszeit, Winkel σ ein: $\tan \sigma = \tan t \sin B$. Zusammen mit der gedachten Äquatorialuhr kann auch die Horizontaluhr für das Ablesen einer Zonenzeit eingerichtet werden.

2.2.3. Vertikaluhren

Sonnenuhren mit ebenen, lotrechten Zifferblättern gibt es an Gebäuden, aber auch als Standsonnenuhren. Sei nun M der Punkt, in dem die Zeigerachse m die Ebene Π_2 des Zifferblattes schneidet, und N ein anderer Punkt von m , etwa der Endpunkt des Zeigers. Wir denken uns durch N eine waagrechte Ebene Π_1 gelegt.



Figur 5

$\overline{MN} = l$

Sie schneidet die Ebene Π_2 des Zifferblattes in einer horizontalen Geraden x , die wir, von N aus betrachtet, von links nach rechts orientieren. Eine horizontale Gerade w durch N in Richtung zum Südpunkt des Horizonts schneidet x in einem Punkt W , auf den der Zeigerschatten zum Zeitpunkt des Wahren Mittags der Ortszeit fällt. Der Winkel zwischen den beiden orientierten Geraden w und x ist der Winkel φ für die Richtung der Zifferblattebene, wie wir bereits erklärt haben. Das rechtwinklige Dreieck MNW nennen wir das erste Stützdreieck der Strecke MN . In diesem Dreieck ist der Winkel mit dem Scheitel N gleich der geographischen Breite B des Standortes der Sonnenuhr.

Wir betrachten nun die Normale n zu Π_2 durch N . Sie schneidet Π_2 in dem Punkt O der Geraden x . Auch M , N und O bilden ein rechtwinkliges Dreieck, das sogenannte zweite Stützdreieck der Strecke MN . Die Gerade MO ist die Normalprojektion der Geraden MN auf die Ebene Π_2 . Diese Gerade wird Substilare genannt.

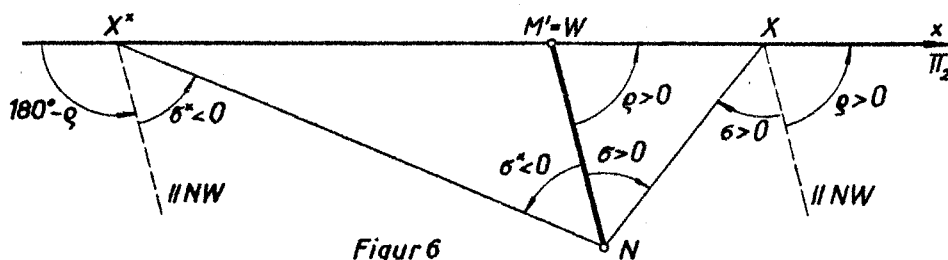
Mit der Bezeichnung l für die Länge der Strecke MN geben wir eine Reihe von Beziehungen an. Der Winkel bei M im zweiten Stützdreieck wird mit ψ , der Winkel

9. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

der Substilaren MO mit der horizontalen Geraden x mit χ bezeichnet. Wir erklären die Orientierung und die Grenzen dieser beiden Winkel. Wird das zweite Stützdreieck entgegengesetzt zur Orientierung der Geraden x betrachtet, dann ist ψ positiv, wenn der Zeiger MN entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn in die Gerade MO gedreht wird, sonst negativ; $B - 90^\circ \leq \psi \leq 90^\circ - B$. Vom Betrachter des Zifferblattes aus gesehen, wird das zweite Stützdreieck um die Wandnormale NO entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn um den Winkel χ waagrecht gedreht: $B \leq \chi \leq 180^\circ - B$. Es folgen die angekündigten Beziehungen.

$$\begin{aligned} \text{Dreieck MNW:} & \quad \overline{MW} = 1 \cdot \sin B, & \quad \overline{NW} = 1 \cdot \cos B \\ \text{Dreieck NWO:} & \quad \overline{NO} = 1 \cdot \cos B \sin \varrho, & \quad \overline{WO} = 1 \cdot \cos B \cos \varrho \\ \text{Dreieck NMO:} & \quad \sin \psi = \cos B \sin \varrho \\ \text{Dreieck MOW:} & \quad \tan \chi = \tan B / \cos \varrho \end{aligned}$$

Wir denken uns nun in Π_1 eine Horizontaluhr mit dem Zeiger MN, wobei N in der horizontalen Ebene Π_1 liegt. Wir zeichnen eine Normalprojektion auf die Ebene Π_2 (Figur 6). Die Ebene Π_2 wird auf die Gerade x abgebildet. Vom Ende des letzten Abschnitts sind die Winkel σ bekannt, die die Stundenlinien der Horizontaluhr mit der Stundenlinie NW für den Wahren Mittag der Ortszeit einschließen (8. Fortsetzung; $\tan \sigma = \tan t \sin B$). Ist X der Schnittpunkt einer beliebigen Stundenlinie mit der Geraden x und liegt X rechts von W, dann ist der Außenwinkel des Dreiecks WNX bei X gleich $\varrho + \sigma$. Liegt X* links von W auf x, ist der Stundenwinkel t und mit ihm der Winkel σ^* negativ. Der Innenwinkel des Dreiecks



Figur 6

WNX^* bei X^* ist gleich $\varrho + \sigma^*$. Damit können die Abstände der Punkte X ebenso wie die der Punkte X^* vom Punkt W nach dem Sinussatz berechnet werden:

$$\overline{WX} = \overline{WN} \cdot \sin \sigma / \sin (\varrho + \sigma), \quad \overline{WN} = 1 \cdot \cos B, \quad \sin (\varrho + \sigma) = \sin \varrho \cos \sigma + \cos \varrho \sin \sigma \quad \text{und} \quad \tan \sigma = \tan t \sin B; \quad \text{es folgt}$$

$$\overline{WX} = 1 \cdot \frac{\tan t \sin B \cos B}{\tan t \sin B \cos \varrho + \sin \varrho}$$

Die Stundenlinien der Vertikaluhr gehen durch den Punkt M und die Punkte X. Für große Abstände \overline{WX} werden zwei vertikale Hilfsgeraden eingeführt, die ebenso verwendet werden wie die Geraden i und i^* bei der Horizontaluhr.

Genau nach Osten oder Westen gerichtete Vertikaluhren haben parallele Stundenlinien. Für Vertikaluhren, die nur wenig von diesen beiden Himmelsrichtungen

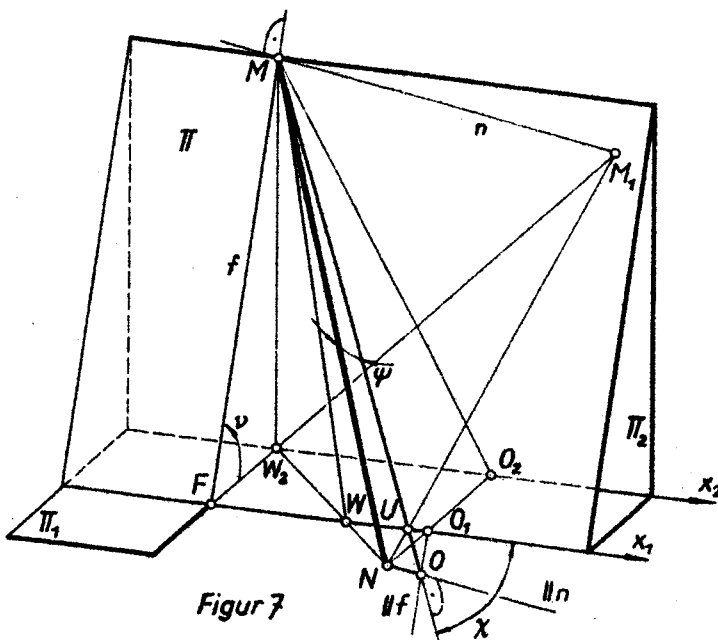
10. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

abweichen, kann zusätzlich zu Π_1 eine zweite horizontale Hilfsebene Π_1^* eingeführt werden, die die Zeigerachse m in einem Punkt N^* und die Zifferblattebene Π_2 in einer Geraden x^* schneidet. Die Stundenlinien sind dann die Verbindungsgeraden entsprechender Punkte auf x und x^* .

2.2.4. Zifferblätter in Ebenen allgemeiner Lage

Die Ebene eines Sonnenuhrzifferblatts befindet sich in allgemeiner Lage, wenn sie weder lotrecht noch waagrecht, weder zur Himmelsachse normal noch parallel ist. Der einzige noch nicht besprochene Sonderfall ist der eines Zifferblattes, dessen Ebene zur Himmelsachse parallel, aber nicht lotrecht ist. Wir stellen Überlegungen über diesen Fall einstweilen zurück und befassen uns im folgenden mit der Lage des Zeigers zu einigen ausgezeichneten Geraden in einem Zifferblatt der beschriebenen allgemeinen Lage.

Wir übernehmen in Figur 7 die Darstellung der Figur 5, ändern aber einige Bezeichnungen. Die Gerade x heißt jetzt x_2 , die Punkte W und O heißen W_2 und O_2 . Durch M geht die zu x_2 parallele Ebene Π des Zifferblattes und schneidet Π_1 in einer Geraden x_1 . In der Normalebene zu x_2 durch MW_2 liegt die Fallgerade f von Π . Sie schneidet x_1 in F . Im rechtwinkligen Dreieck MFW_2 ist der Winkel bei F die Neigung ν der Ebene Π . Eine Normale zu Π in M schneidet Π_1 im Punkt M_1 auf der Verbindungsgeraden von F und W_2 . Die Verbindungsebene von M , N , M_1 ist normal zur Ebene Π . Ist U der Schnittpunkt der Geraden NM_1 und x_1 , dann ist MU die Normalprojektion der Zeigerachse m auf die Ebene Π , die Substilare. Die Gerade NW_2 schneidet x_1 in W . MW ist die Stundenlinie für den Wahren Mit-



Figur 7

tag der Ortszeit. Die Gerade NO_2 schließlich schneidet x_1 in O_1 . Auf der Verbindungsgeraden von M und U liegt der Fußpunkt O der Normalen durch N zu Π . Die Längen der dargestellten Strecken und die Größen der Winkel können aus rechtwinkligen und ähnlichen Dreiecken berechnet werden.

Die Ermittlung der Stundenlinien erfolgt ebenso wie bei einer Vertikaluhr mit einem gedachten Zifferblatt in der Ebene Π_1 und der Stundenlinie NW für den Wahren Mittag der Ortszeit.

11. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

2.3. Datumsabhängige Anzeigen auf ebenen Zifferblättern

2.3.1. Die Aufgabestellung

Bisher wurden nur Stundenlinien auf ebenen Zifferblättern untersucht. Wir wollen jetzt eine Methode besprechen, nach der sowohl Stundenlinien als auch datumsabhängige Anzeigen auf ebenen wie auf krummen Zifferblättern konstruiert werden können, und zunächst ebene Zifferblätter betrachten. Durch den Schatten einer ausgezeichneten Stelle des Zeigers kann das Datum selbst angezeigt werden, aber auch Angaben der Tageszeit, die vom Datum abhängen. Wir werden die Anzeige der Mittleren Zeit, der Sternzeit und alter Einteilungen des Tages besprechen.

Wir denken uns die Sphäre zu einer Grundkugel verkleinert. Der Mittelpunkt der Grundkugel ist der Punkt N auf der Mittelachse m des Zeigers. Die Grundkugel berührt die Ebene Π des Zifferblattes. Die Sonne wird durch einen Punkt S auf der Grundkugel ersetzt, der aus dem Zentrum N auf Π projiziert wird. Die Linien gleicher Wahrer Zeit, die Meridiane der Sphäre und damit auch die Meridiane der Grundkugel, werden auf Geraden des Zifferblattes durch den Punkt M abgebildet; in M schneidet die Mittelachse m eines zur Himmelsachse parallelen Zeigers die Ebene Π . Die Parallelkreise der Sphäre, auf denen sich die Sonne angenähert zu bewegen scheint, werden durch Drehkegel mit der gemeinsamen Spitze N auf Π projiziert. Die Bilder sind im allgemeinen Kegelschnittslinien, die Datumslinien im Zifferblatt einer Sonnenuhr. Eine Ausnahme bildet die gemeinsame Datumslinie für die beiden Tagundnachtgleichen. Als Schnittlinie der Ebene des Himmelsäquators mit Π ist sie eine Gerade.

Es ist nun an der Zeit, etwas näher auf den Stundenwinkel t und die Deklination δ der Sonne einzugehen. Ist L die geographische Länge des Aufstellungsortes einer Sonnenuhr, L_z die geographische Länge eines Zonenmeridians ($L_z = n \cdot 15^\circ$, 6. Fortsetzung, erster Absatz 2.2.1.), dann gehört zu einem bestimmten Sonnenstand ein Stundenwinkel t_z für den Zonenmeridian und ein Stundenwinkel t für den Ortsmeridian:

$$t = t_z - (L - L_z)$$

Mit diesen Werten für t können die Stundenlinien für Wahre Sonnenzeiten anderer Ortsmeridiane berechnet werden, bei uns vornehmlich für den der Mitteleuropäischen Zeit und für den der Osteuropäischen Zeit (Mitteleurop. Sommerzeit).

Wir geben noch den Zusammenhang zwischen der Deklination δ und der ekliptikalen Länge σ der Sonne an (Figur 8, ein Detail aus Figur 2). P sei der Himmelsnordpol, \odot der Sommerpunkt der Ekliptik, S ein Punkt der Ekliptik zwischen dem

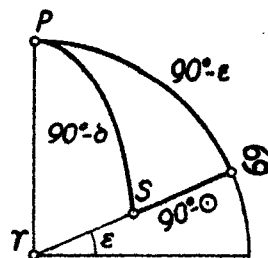
12. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Frühlingspunkt Υ und dem Sommerpunkt \textcircled{S} . Im rechtwinkligen sphärischen Dreieck $PS\textcircled{S}$ gilt $\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \vartheta) \cos(90^\circ - \varepsilon)$,

$$\sin \delta = \sin \vartheta \sin \varepsilon .$$

In der folgenden Tabelle sind die Deklinationen für die Tage angegeben, an denen die Sonne in ein neues Tierkreiszeichen tritt (1989: $\varepsilon = 23,441^\circ$).

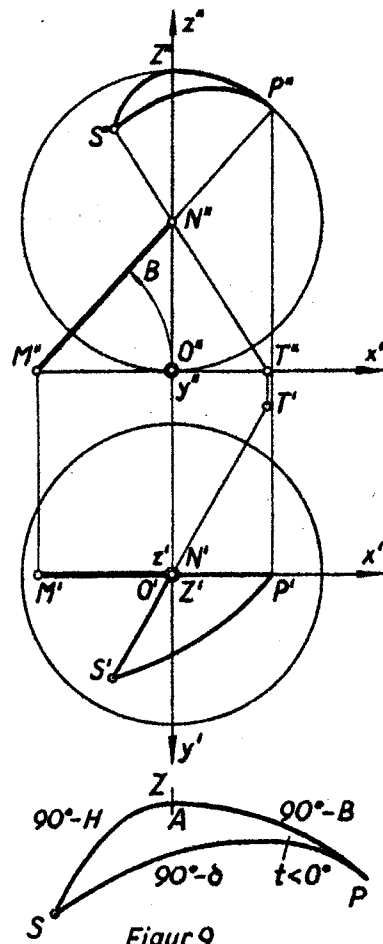
Tierkreiszeichen	Ekliptikale Länge ϑ	Deklination δ
Widder, Waage	$0^\circ, 180^\circ$	0°
Stier, Jungfrau	$30^\circ, 150^\circ$	$11,473^\circ$
Skorpion, Fische	$210^\circ, 330^\circ$	$-11,473^\circ$
Zwillinge, Löwe	$60^\circ, 120^\circ$	$20,152^\circ$
Schütze, Wassermann	$240^\circ, 300^\circ$	$-20,152^\circ$
Krebs	90°	$23,441^\circ$
Steinbock	270°	$-23,441^\circ$



Figur 8

2.3.2. Die Horizontaluhr

Die horizontale Ebene Π_1 wird in M von der Zeigerachse m geschnitten und in O von einer Grundkugel mit der Mitte N auf m berührt (Figur 9). Der Abstand des Punktes N von Π_1 wird mit d bezeichnet. O sei der Ursprung eines räumlichen rechtwinkligen Koordinatensystems. Die x-Achse weist nach Norden, die y-Achse nach Osten und die z-Achse zum Zenit. Diese Orientierung der Achsen entspricht dem Charakter der Sonnenuhr, zumindestens auf der nördlichen Halbkugel. Der größere Teil des Zifferblattes hat positive x-Koordinaten, positiven Stundenwinkeln entsprechen positive y-Koordinaten.



Figur 9

Die Punkte P, Z, S für Pol, Zenit und Sonne bilden ein sphärisches Dreieck der Grundkugel. Die Seiten sind $(ZS) = (90^\circ - H)$, $(SP) = (90^\circ - \delta)$, $(PZ) = (90^\circ - B)$. Der Winkel bei P ist der Stundenwinkel t, der Winkel bei Z das Azimut A. Wir beachten $\sin(90^\circ - \varphi) = \cos \varphi$ und $\cos(90^\circ - \varphi) = \sin \varphi$. Nach dem Seitenkosinussatz gilt

$$\sin H = \sin B \sin \delta + \cos B \cos \delta \cos t$$

$$\sin \delta = \sin B \sin H + \cos B \cos H \cos A$$

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin B \sin H}{\cos B \cos H}$$

13. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Vor der oberen Kulmination der Sonne ist $A < 180^\circ$, nachher ist $A > 180^\circ$. Die Projektionen T der Punkte S aus dem Punkt N haben mit O als Pol und x als Polarachse die Polarkoordinaten

$$\phi = A + 180^\circ \text{ und } R = d / \tan H .$$

Die Umrechnung in kartesische Koordinaten ergibt

$$x = -d \cdot \frac{\cos A}{\tan H} , \quad y = -d \cdot \frac{\sin A}{\tan H}$$

Mit $\overline{MN} = 1$ kann in diesen Gleichungen $d = 1 \cdot \sin B$ gesetzt werden.

Aus den beiden Gleichungen für $\sin H$ und $\cos A$ ergeben sich mit $H = 0^\circ$ zu verschiedenen Werten der Deklination δ theoretische Werte für den Stundenwinkel t_1 und das Azimut A_1 des Sonnenaufgangs sowie für den Stundenwinkel t_2 und das Azimut A_2 des Sonnenuntergangs; wir erinnern uns an die Ausführungen in 1.4. (4. Fortsetzung).

$$\begin{aligned} \cos t &= -\tan B \tan \delta , & t_2 &= -t_1 \\ \cos A &= \sin \delta / \cos B , & A_2 &= 360^\circ - A_1 \end{aligned}$$

2.3.3. Vertikaluhren

Wir bleiben bei den Bezeichnungen, mit denen wir bisher unsere Sonnenuhren erklärt haben. Der Punkt N einer Zeigerachse m ist die Mitte einer Grundkugel, die die lotrechte Ebene Π_2 eines Zifferblattes in O berührt. Das sphärische Dreieck PZO ermöglicht gegenüber 2.2.3. einen zweiten Weg, die Winkel ψ und χ zu berechnen, durch die die Stellung des Zeigers zu Π_2 festgelegt wird. Aus dem Seitenkosinussatz folgt nach der Skizze in Figur 10

$$\begin{aligned} \sin \psi &= \cos B \sin \varrho \text{ und } \sin B = \cos \psi \sin \chi , \text{ also} \\ \sin \chi &= \sin B / \cos \psi . \text{ Aus dem Sinussatz folgt} \\ \cos \chi &= \cos \varrho \cos B / \cos \psi . \end{aligned}$$

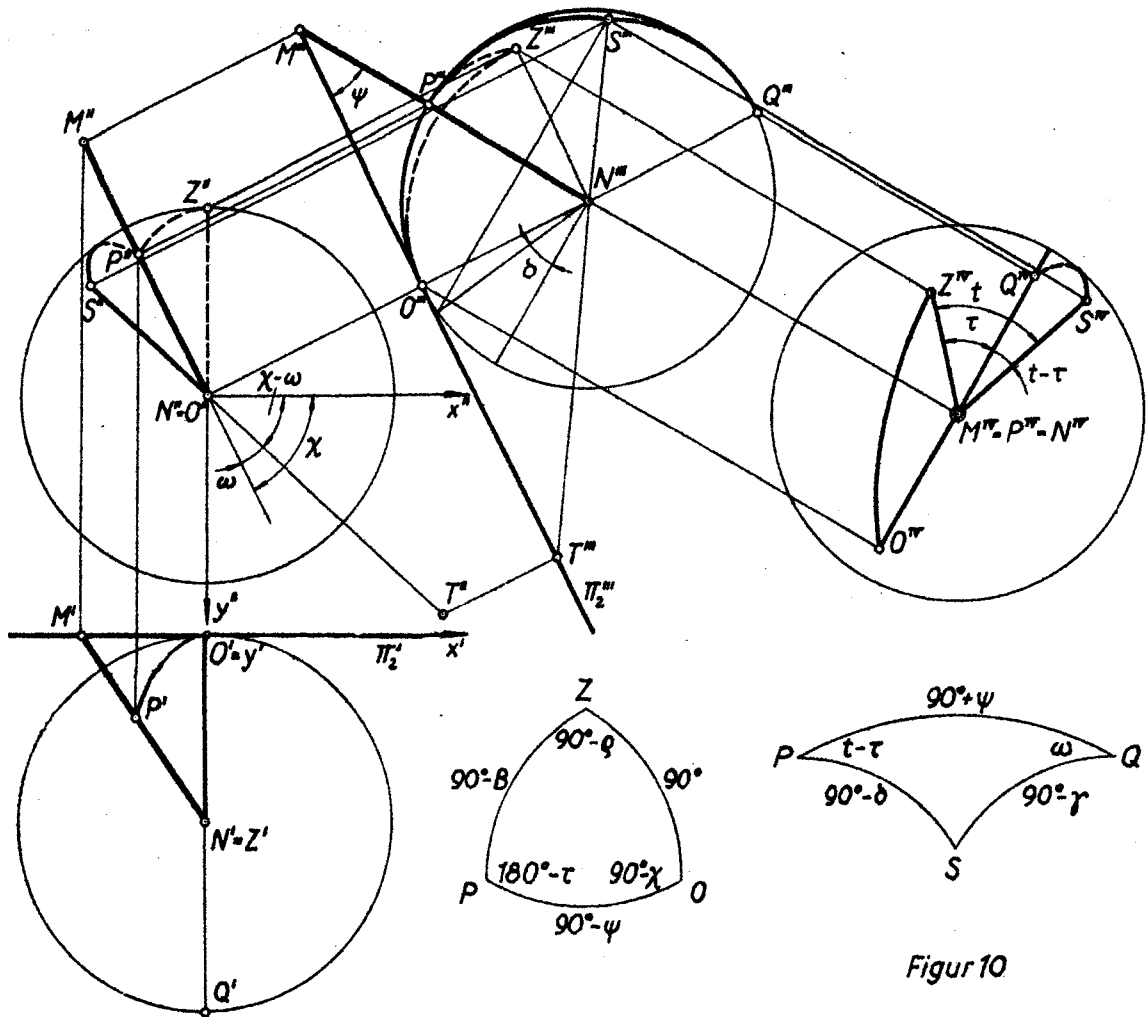
Die Division der beiden letzten Gleichungen ergibt die Gleichung für $\tan \chi$ (9. Fortsetzung). Durch Vergleich der beiden Gleichungen für $\sin \chi$ und $\cos \chi$ kann die gemeinsame Lösung für den Winkel χ gefunden werden (1.2., 2. Fortsetzung). Wir erinnern uns auch an die Festsetzungen über ψ und χ in 2.2.3.

Der Winkel bei P ist der Supplementärwinkel zum Stundenwinkel τ der Ebene NPO. Nach dem Sinussatz ist

$$\sin \tau = \cos \varrho / \cos \psi ,$$

nach dem Seitenkosinussatz $0 = \sin \psi \sin B + \cos \psi \cos B \cos (180^\circ - \tau) ,$

$$\cos \tau = \tan \psi \tan B .$$



Figur 10

Wieder ist im allgemeinen aus zwei Paaren von Ergebnissen die Lösung für das Argument, diesmal für τ , zu ermitteln. Die Grenzen dieses Wählens zwischen verschiedenen Ergebnissen haben geometrische Bedeutung. Beim Programmieren sind sie dort auszuschließen, wo der Rechner zu einer Division durch Null veranlaßt würde. Einen Überblick gibt uns eine Liste:

Wandrichtung	φ	A_n	ψ	χ	τ
Norden	270°	0°	$B - 90^\circ$	90°	180°
Osten	180°	90°	0°	$180^\circ - B$	-90°
Süden	90°	180°	$90^\circ - B$	90°	0°
Westen	0°	270°	0°	B	90°

Wir bezeichnen den Gegenpunkt zu O auf der Grundkugel, den zweiten Endpunkt des Durchmessers durch O, mit Q. Einem bestimmten Stand der Sonne, festgelegt durch den Stundenwinkel t und die Deklination δ , entspricht der Punkt S der Grundkugel. Die Berechnungen werden mit Hilfe des sphärischen Dreiecks PQS fortgesetzt. (2. Skizze der Figur 10). Der Winkel bei P ist $(t - \tau)$. Die Seite (SQ) wird mit $90^\circ - \gamma$ bezeichnet, der Winkel bei Q mit ω . Aus dem

15. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Seitenkosinussatz folgt mit $\sin(90^\circ + \psi) = \cos \psi$ und $\cos(90^\circ + \psi) = -\sin \psi$

$$\sin \gamma = -\sin \psi \sin \delta + \cos \psi \cos \delta \cos(t - \tau)$$

$$\sin \delta = -\sin \psi \sin \gamma + \cos \psi \cos \gamma \cos \omega$$

$$\cos \omega = \frac{\sin \delta + \sin \psi \sin \gamma}{\cos \psi \cos \gamma}; \text{ aus dem Sinussatz für das Dreieck PQS folgt}$$

$$\sin \omega = \frac{\sin(t - \tau)}{\cos \gamma} \cdot \cos \delta.$$

Wieder wird der gesuchte Wert für ω im allgemeinen aus zwei Paaren von Ergebnissen ausgewählt. Wir überlegen die Bedeutung der Grenzen, die wir beim Berechnen von γ und ω vorfinden.

Wären nicht gewisse Einschränkungen zu beachten (1.4., 4. Fortsetzung), würde der Schatten T des Punktes N beim Sonnenaufgang auf der Geraden x erscheinen oder sie beim Sonnenuntergang wieder erreichen, wenn die Sonne vor dem Zifferblatt aufgeht oder untergeht. Die zugehörigen Stundenwinkel t_1, t_2 werden nach der Gleichung $\cos t = -\tan B \tan \delta$ ermittelt, die Werte A_1, A_2 für das Azimut nach der Gleichung $\cos A = \sin \delta / \cos B$ (2.3.2., 13. Fortsetzung). Ein Vergleich von A_1 und A_2 mit dem Winkel ϱ für die Richtung des Zifferblattes zeigt, ob das Zifferblatt bei Sonnenaufgang oder bei Sonnenuntergang beleuchtet wird. Die Grenzen der zugehörigen Werte für die Deklination δ der Sonne werden wegen $\varrho = 180^\circ - A_1$ und $\varrho = A_2 - 180^\circ$ nach der Gleichung $\cos A = \sin \delta / \cos B$ aus $\sin \delta = -\cos \varrho \cos B$ berechnet.

Kommt das Zifferblatt erst nach dem Sonnenaufgang ins Licht oder liegt es noch vor dem Sonnenuntergang im Schatten, dann ist der Zusammenhang zwischen den Stundenwinkeln t_0 und den Deklinationen δ für die Zeitpunkte, zu denen das Zifferblatt im Streiflicht liegt, aus der Gleichung für $\sin \gamma$ zu ersehen (1. Gleichung auf dieser Seite). Mit $\gamma = 0^\circ$ ist $\sin \gamma = 0$ und weiter

$$\cos(t_0 - \tau) = \tan \psi \tan \delta.$$

Der Winkel γ ist der Neigungswinkel der Sonnenstrahlen durch den Zeigerpunkt N gegen die Ebene des Zifferblattes. Er liegt im ersten Quadranten.

Im Gleichungspaar für $\sin \omega$ und $\cos \omega$ (4. und 3. Gleichung auf dieser Seite) kann mit $\omega = 0^\circ$ $\cos \omega = 1$ und $\sin \omega = 0$ sein. Dann ist auch $\sin(t - \tau) = 0$, $t = \tau$. Das Dreieck PQS "artet aus", S liegt auf (PQ). Mit $t - \tau$ wechselt auch ω das Vorzeichen.

Im selben Gleichungspaar kann mit $\omega = 90^\circ$ $\sin \omega = 1$, mit $\omega = -90^\circ$ $\sin \omega = -1$, in beiden Fällen $\cos \omega = 0$ sein. Diese rechtwinkligen Dreiecke bilden dann für eine gegebene Deklination δ die Grenzen, an denen die Lösungen für ω von einem Quadranten in den anderen wechseln.

16. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Wir wählen in der Ebene Π des Zifferblattes den Punkt O als Pol und die orientierte Gerade x als Polarachse eines Koordinatensystems. Die Projektionen T der Punkte S aus dem Zeigerpunkt N auf das Zifferblatt Π haben dann die Polarkoordinaten

$$\phi = \chi - \omega, \quad R = d / \tan \gamma.$$

Wird die vertikale Gerade y durch O nach unten orientiert, ist sie neben der orientierten Geraden x die zweite Achse eines kartesischen Koordinatensystems. Die Punkte T haben in diesem System die Koordinaten!

$$x = R \cos \phi, \quad y = R \sin \phi; \quad x = \frac{d}{\tan \gamma} \cdot \cos (\chi - \omega), \quad y = \frac{d}{\tan \gamma} \cdot \sin (\chi - \omega).$$

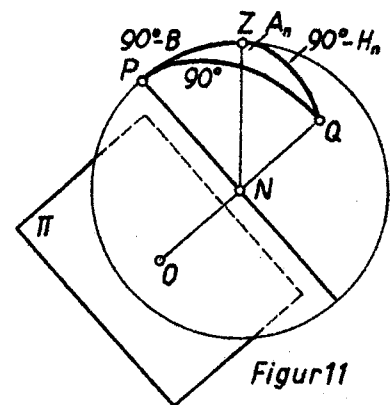
Der Punkt M des Zeigers ist die Projektion des Punktes P aus N auf Π . Die Koordinaten von M sind

$$x_M = -\frac{d}{\tan \psi} \cdot \cos \chi, \quad y_M = -\frac{d}{\tan \psi} \cdot \sin \chi.$$

Die gemeinsame Datumslinie für die Tagundnachtgleichen ist eine zur Substilaren MO normale Gerade. Die anderen Datumslinien sind in unseren Breiten Hyperbeln, die die Substilare MO zur gemeinsamen Symmetrieachse haben.

2.3.4. Zur Himmelsachse parallele ebene Zifferblätter

Ist das Zifferblatt einer Sonnenuhr zur Himmelsachse parallel, dann sind auch die Stundenlinien zu dieser Achse und damit untereinander parallel. Die Datumslinien haben mit der Substilaren und mit der gemeinsamen Datumslinie für die Tagundnachtgleichen zwei Symmetrieachsen. Wir können mit Hilfe des Seitenkosinussatzes leicht die Beziehung zwischen dem Azimut A_n und der Höhe H_n einer orientierten Normalen n zur Ebene Π eines derartigen Zifferblattes angeben; die Normale n schneidet die Grundkugel in O und Q (Figur 11):



Figur 11

$$\tan B = -\cos A_n / \tan H_n \quad \text{oder} \quad \tan B = \sin \varrho \tan \nu.$$

Der weitere Rechengang verläuft nach den Überlegungen des nächsten Abschnitts.

2.3.5. Zifferblätter in Ebenen allgemeiner Lage

Wir wählen die Darstellung so, daß die Ebene Π des Zifferblattes im Aufriß als Gerade erscheint (Figur 12). Damit ist die Stellung des Zeigers zur Aufrißebene gegenüber früheren Figuren geändert. Ein Normalriß auf Π zeigt das

17. Fortsetzung: Theorie der Sonnenuhren

Zifferblatt unverzerrt. Die Grundrißebene Π_1 ist waagrecht gedacht, im Grundriß werden die Werte für das Azimut nicht verzerrt. Die Bildebene Π_3 eines weiteren Seitenrisses ist normal zur Aufrißebene Π_2 und parallel zur Zeigerachse MN. In diesem Riß erscheint die Zeigerstrecke MN unverzerrt, die Bahnkreise des Punktes S bei der scheinbaren Drehung der Sonne um die Himmelsachse werden als Strecken abgebildet. Die Grundkugel mit der Mitte N berührt Π in O, der O auf der Grundkugel gegenüberliegende Durchmesserendpunkt wird mit Q bezeichnet. Das Azimut zu Q ist A_n , die Höhe H_n . Wir schließen in diesem Abschnitt Zifferblätter aus, die in horizontalen Ebenen liegen oder in Ebenen, die zum Himmelsäquator parallel sind: $H_n \neq \pm 90^\circ$, $H_n \neq B$. Der Himmelsnordpol wird auf P abgebildet, der Zenit auf Z.

Im sphärischen Dreieck PZQ sind die Seiten $90^\circ - H_n$, $90^\circ + \psi$ und $90^\circ - B$, die Winkel τ , $360^\circ - A_n$ und $90^\circ - H_n$. Wir beachten $\sin(90^\circ + \psi) = \cos \psi$ und $\cos(90^\circ + \psi) = -\sin \psi$. Aus dem Seitenkosinussatz folgen

$$-\sin \psi = \sin B \sin H_n + \cos B \cos H_n \cos A_n \quad - 90^\circ < \psi < 90^\circ$$

$$\sin B = -\sin \psi \sin H_n + \cos \psi \cos H_n \sin \chi$$

$$\sin H_n = -\sin \psi \sin B + \cos \psi \cos B \cos \tau, \text{ daher}$$

$$\sin \chi = \frac{\sin B + \sin \psi \sin H_n}{\cos \psi \cos H_n} \quad - 180^\circ < \chi < 180^\circ$$

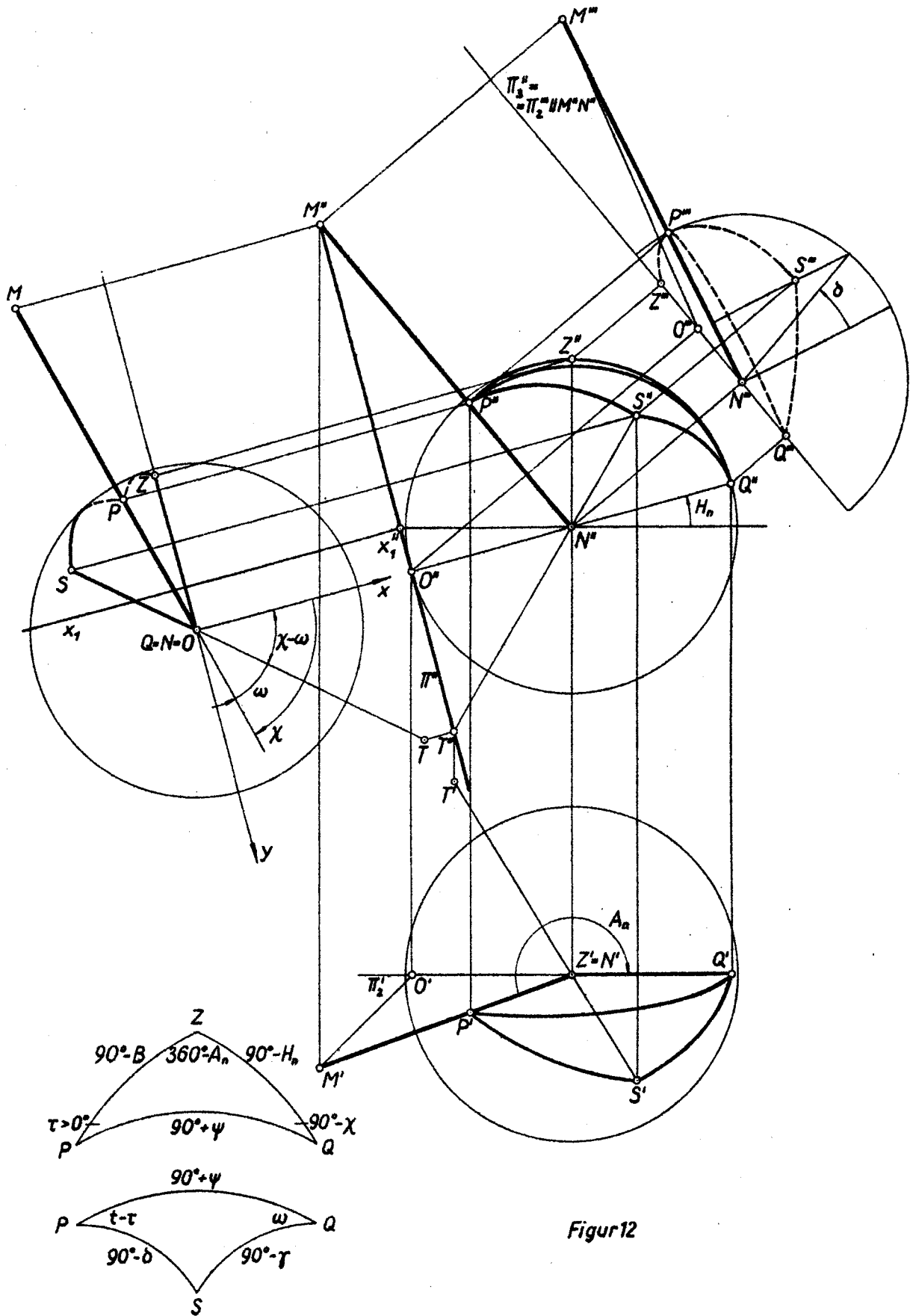
$$\cos \tau = \frac{\sin H_n + \sin \psi \sin B}{\cos \psi \cos B}. \text{ Aus dem Sinussatz folgen}$$

$$\cos \chi = -\frac{\sin A_n}{\cos \psi} \cdot \cos B$$

$$\sin \tau = -\frac{\sin A_n}{\cos \psi} \cdot \cos H_n$$

Wieder sind χ und τ im allgemeinen aus zwei Paaren von Ergebnissen auszuwählen. Die Gleichungen für ψ , χ und τ an vertikalen Zifferblättern sind als Sonderfälle in den soeben angegebenen Gleichungen enthalten. Die Winkel ψ und χ haben für das rechtwinklige Dreieck MNO die gleiche Bedeutung wie die Winkel ψ und χ für das zweite Stützdreieck der Zeigerachse einer Vertikaluhr.

Die weitere Rechnung für ein Zifferblatt in einer Ebene allgemeiner Lage ist die gleiche wie für ein Zifferblatt in einer vertikalen Ebene. Auch für Sonnenaufgang und Sonnenuntergang gelten die bereits angestellten Überlegungen. Das Bild x_1 des Horizonts im Zifferblatt liegt in einer waagrechten Ebene durch N. Diese Gerade x_1 ist parallel zur Geraden x und hat von ihr den Abstand $-d \cdot \tan H_n$. Die Stundenwinkel für die Zeiten, zu denen die Ebene Π im Streiflicht liegt, folgen wie beim vertikalen Zifferblatt aus $\sin \gamma = 0$.



Figur 12

19. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

2.3.6. Mittlere Sonnenzeit und Sternzeit

Es gibt Systeme von Stundenlinien in den Zifferblättern von Sonnenuhren, die nur für den Schatten einer bestimmten Stelle des Zeigers gedacht sind. Sie gehören zu Einteilungen des Tages, die vom Datum abhängen. Wir besprechen zunächst die Stundenlinien für die Mittlere Sonnenzeit und für die Sternzeit.

Die Zeitgleichung ist als Differenz der Wahren minus der Mittleren Ortssonnenzeit erklärt, $Z = \text{WOZ} - \text{MOZ}$. Die Werte für Z können aus Tabellen oder Diagrammen entnommen, sie können auch berechnet werden. Auf einer Sonnenuhr wird eine Wahre Zeit angezeigt; die Mittlere Zeit ergibt sich durch Subtraktion von Z : $\text{MOZ} = \text{WOZ} - Z$. Die Gleichung gilt entsprechend für die Stundenwinkel t am Ortsmeridian L und t_z am Zonenmeridian L_z .

Sollen Punkte in ein Zifferblatt eingetragen werden, auf die der Schatten des Zeigerpunktes N zu einem Zonenzeitpunkt fällt, so gilt für die Stundenwinkel zu den Linien für Zonenzeit am Ortsmeridian L :

$$t = t_z - (L - L_z) + (Z / 4 \text{ min})^\circ$$

Die Stundenlinien für die Mittlere Zeit haben die Gestalt achterförmiger, leicht unsymmetrischer Schleifen.

Es können auch Stundenlinien für das Ablesen der Sternzeit in das Zifferblatt einer Sonnenuhr eingetragen werden. Die Lage der Ekliptik darf unter den Fixsternen als nahezu fest angesehen werden. Von der Erde aus betrachtet, scheint sich die Ekliptik zusammen mit den Fixsternen und der Sonne an jedem Sterntag einmal um die Himmelsachse zu drehen. Wieder wird der Mittelpunkt der Sphäre in einem Punkt N der Zeigerachse angenommen. Weil sich die Sonne immer in einem Punkt der Ekliptik zu befinden scheint, fallen die Schatten des Punktes N auf die Schnittlinien des Zifferblattes mit den Ebenen, die zu den verschiedenen Lagen der Ekliptik gehören. Andererseits fallen die Schatten des Punktes N auf die Datumslinien. So entsteht ein neues Liniennetz im Zifferblatt.

Bei ihrer scheinbaren täglichen Umdrehung um die Himmelsachse hüllt die Ebene der Ekliptik einen Drehkegel ein, als dessen Spitze der Zeigerpunkt N angenommen werden darf. Es ist der Projektionskegel für die Datumslinien der beiden Sonnenwenden. Auf ebenen Zifferblättern sind daher die Stundenlinien für die Sternzeit Tangenten an die Kegelschnittslinie für diese beiden Datumslinien. Wir berechnen zu zwei, besser zu drei verschiedenen Werten der Sonnendekliniation die Stundenwinkel der Sonne zu ganzzahligen Sternstunden und verbinden die entsprechenden Punkte des Zifferblattes durch Geraden.

20. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

Die Zuordnung zwischen den Stundenwinkeln und der Deklination der Sonne variiert im Zyklus der Schaltjahre um geringe Beträge. Diese Unterschiede können für die Stundenlinien sowohl der Mittleren Sonnenzeit als auch der Sternzeit ausgemittelt werden.

2.3.7. Babylonische und italienische Stunden

In früheren Zeiten wurden die Tage anders geteilt als heute. Zwei dieser Einteilungen sind an Stundenlinien auf Zifferblättern zu erkennen, die etwa zur Zeit der Renaissance und des Barock entstanden sind. In manchen Ländern wurden die Zeiträume zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sonnenaufgängen in 24 gleiche Teile geteilt, in anderen zwischen zwei aufeinanderfolgenden Sonnenuntergängen. Die Namen babylonische oder griechische und italienische oder böhmische Stunden geben Auskunft über die Herkunftsländer.

Die Ebene, in der sich die Sonne zu Beginn dieser Tageseinteilungen zu befinden scheint, ist die des Horizontes im Aufstellungsort. Auch für diese Ebene kann eine Drehung um die Himmelsachse gedacht werden. Dabei hüllt die Ebene einen Drehkegel ein, dessen Achse parallel zur Himmelsachse ist und dessen Spitze im Zeigerpunkt N liegt. Der Winkel zwischen der Achse und den Erzeugenden des Drehkegels ist gleich der geographischen Breite des Aufstellungsortes der Sonnenuhr. Die Stundenlinien für die babylonischen und die italienischen Stunden sind Tangenten an die Schnittkurve des Drehkegels mit der Ebene des Zifferblattes.

Nach 2.3.2. (13. Fortsetzung) können zu jeder Deklination der Sonne die Stundenwinkel zu den Schnittpunkten der Tagbogen der Sonne mit dem mathematischen Horizont berechnet werden. Sollen nun etwa Stundenlinien für babylonische Stunden in das Zifferblatt einer Sonnenuhr eingetragen werden, dann werden für eine bestimmte Deklination zum errechneten Stundenwinkel für einen Sonnenaufgang Vielfache von 15° addiert und die so erklärten Punkte auf der zugehörigen Datumslinie eingetragen. Das Verfahren wird für zwei passend gewählte andere Deklinationen wiederholt, dann werden die Punkte für gleiche Stundenzahlen durch Geraden verbunden. In gleicher Weise kann für die italienischen Stunden verfahren werden, wobei vom Stundenwinkel für einen errechneten Sonnenuntergang Vielfache von 15° subtrahiert werden.

21. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

2.4. Drei merkwürdige Sonnenuhren

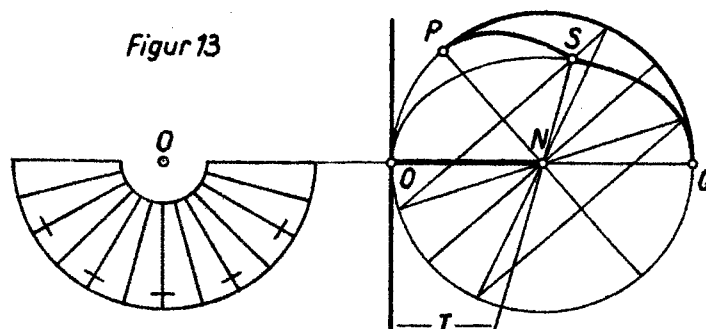
2.4.1. Vertikale Süduhren im Mittelalter

An den Südwänden alter Kirchen sind Sonnenuhren erhalten, die uns zunächst fremd anmuten. Die älteste dieser Sonnenuhren in Deutschland ist an der Michaelskirche in Fulda zu sehen, deren Bau 822 vollendet wurde. Nach diesen Sonnenuhren dürften die Gebetszeiten von Mönchsgemeinschaften festgelegt worden sein.

Die Zifferblätter sind in lotrechte, nach Süden gerichtete Wände gemeißelt. Sie sind mitunter verwittert, oft fehlen die Zeiger. Die Zeichnung besteht aus Halbkreisen mit einer waagrechten Begrenzung nach oben, die an älteren Kirchen in acht, an jüngeren in zwölf gleich große Sektoren geteilt sind. Der Zeiger ist im Mittelpunkt des Halbkreises angebracht und weist waagrecht zum Südpunkt des Horizonts. Sein Schatten würde beim Sonnenaufgang auf den einen waagrechten Halbmesser fallen, beim Sonnenuntergang auf den anderen. Die Winkel zwischen benachbarten Stundenlinien, auf älteren Uhren $22,5^\circ$, auf jüngeren 15° , entsprechen keineswegs gleich langen Zeiträumen. Sie sind sowohl im Laufe des Jahres von unterschiedlicher Länge, als auch an den einzelnen Tagen. Eine kleine Übersicht, gerechnet für die Sonnenuhr in Schöngrabern in Niederösterreich, mag das veranschaulichen ($B = 48,6^\circ$).

Nachmittag	Wintersonnenwende	Tagundnachtgleichen	Sommersonnenwende
1. Stunde	12 Uhr 21	12 Uhr 40	1 Uhr 00
Dauer	21 Minuten	40 Minuten	60 Minuten
2. Stunde	12 Uhr 43	1 Uhr 24	2 Uhr 04
Dauer	22 Minuten	44 Minuten	64 Minuten
3. Stunde	1 Uhr 11	2 Uhr 14	3 Uhr 17
Dauer	28 Minuten	50 Minuten	73 Minuten
4. Stunde	1 Uhr 49	3 Uhr 16	(4 Uhr 42
Dauer	38 Minuten	62 Minuten	85 Minuten)
5. Stunde	2 Uhr 43	4 Uhr 32	Streiflicht:
Dauer	54 Minuten	76 Minuten	4 Uhr 30
6. Stunde	4 Uhr 02	6 Uhr 00	Alle Angaben in
Dauer	79 Minuten	88 Minuten	Wahrer Ortszeit

Berechnet wurden die Zeiten mit den sphärischen Dreiecken PQS (Figur 13).



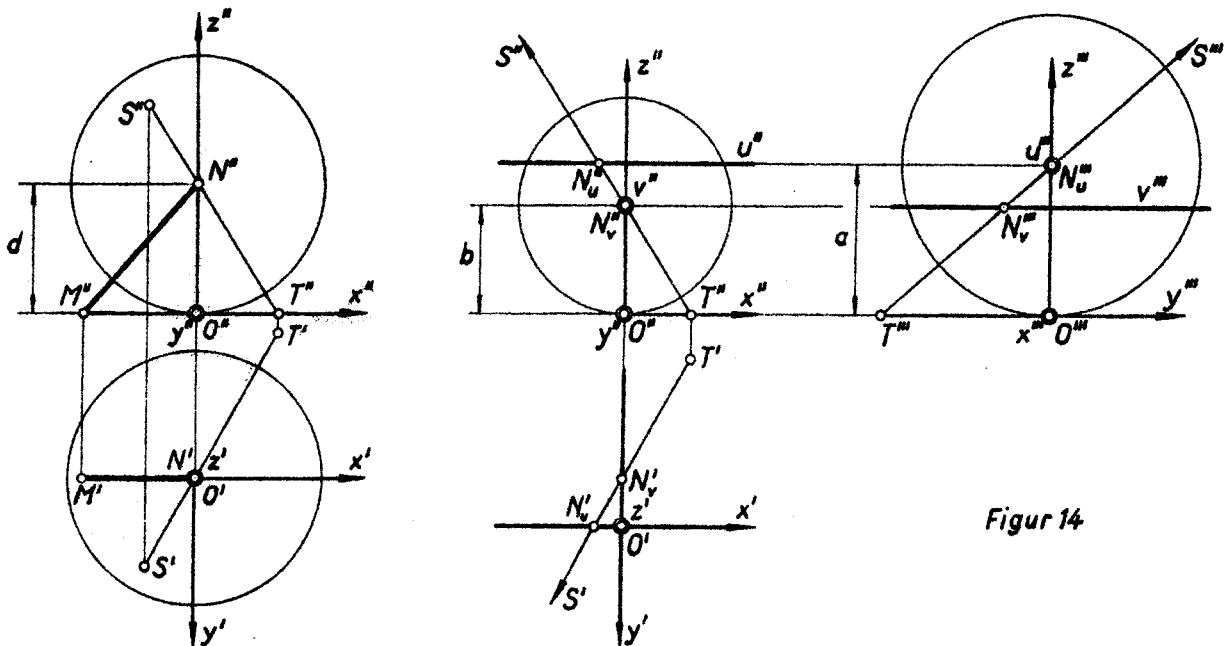
22. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

2.4.2. Die Bifilarsonnenuhr

Das Zifferblatt einer Bifilarsonnenuhr liegt in einer waagrechten Ebene Π_1 . Stunde und Datum werden durch den Schnittpunkt der Schatten zweier Fäden angezeigt. Beide Fäden sind waagrecht über das Zifferblatt gespannt, der Faden u in Nordsüdrichtung im Abstand a von Π_1 , der Faden v in Ostwestrichtung im Abstand $b \neq a$ von Π_1 . Erinnern wir uns an unsere Überlegungen über die Horizontaluhr (12. Fortsetzung, Figur 9). Wir können einander zugeordnete Normalrisse der Bifilarsonnenuhr so zeichnen, daß im Aufriß der Faden v als Punkt v'' abgebildet wird, im Kreuzriß der Faden u als Punkt u''' . Trifft nun ein Sonnenstrahl den Faden u in N_u und den Faden v in N_v , dann soll er im Punkt T auf Π_1 fallen. Die Koordinaten von T sind

$$x = -\frac{b}{\tan H} \cdot \cos A, \quad y = -\frac{a}{\tan H} \cdot \sin A.$$

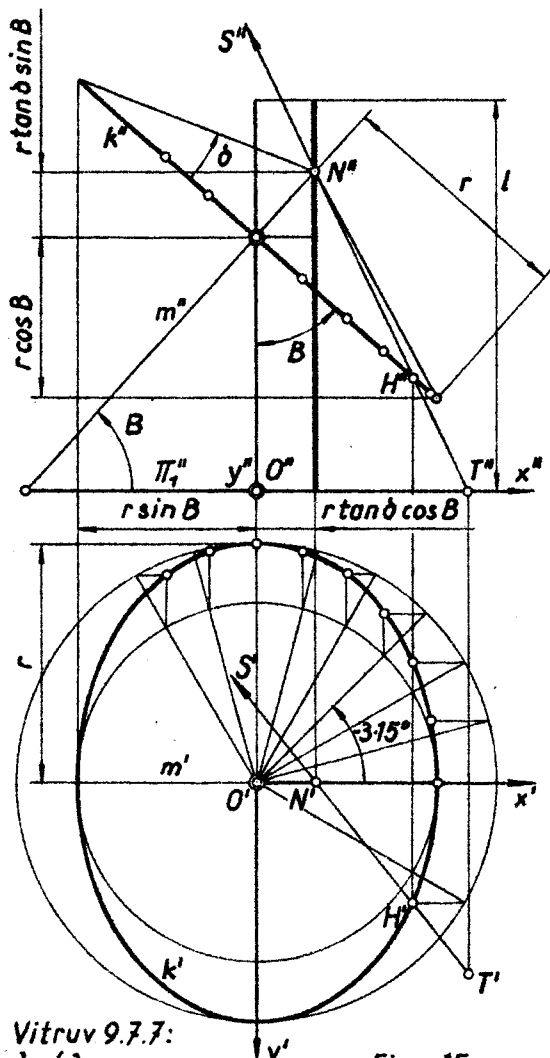
Das Zifferblatt der Bifilarsonnenuhr entsteht aus dem der Horizontalsonnenuhr, indem auf einer der beiden Koordinatenachsen der Maßstab geändert wird (Figur 14). Näheres über diese schöne Sonnenuhr ist in der Arbeit von H. Michnik und im Buch von R. Rohr nachzulesen (Referat Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren, 2. und 8. Fortsetzung).



Figur 14

2.4.3. Die analemmatische Sonnenuhr

Von einem gedachten, zum Himmelsäquator parallelen Kreis k mit Teilungspunkten für 24 Stunden Wahrer Zeit wird ein Grundriß k' auf eine waagrechte Ebene Π_1 gezeichnet. Das Bild ist eine Ellipse mit Stundenpunkten, die nach einer



Vitruv 9.7.7:
ἀνάλημμα-
Sonnenuhrpostament

Figur 15

klassischen Konstruktion ermittelt werden (Figur 15). Die kartesischen Koordinaten der Stundenpunkte sind $x = r \sin B \cos n \cdot 15^\circ$ $y = r \sin n \cdot 15^\circ$, $n = 0, \pm 1, \dots, \pm 8$. Der Grundriß der Achse m des Kreises ist eine Symmetrieachse der Ellipse, die in Nordsüdrichtung verläuft, die x -Achse unseres Koordinatensystems.

Ist nun δ eine bestimmte Sonnendeklination, so treffen die Sonnenstrahlen durch die Stundenpunkte auf k die Achse m in einem Punkt N und schließen dort mit m Winkel von $90^\circ - \delta$ ein. Zu einem Azimut A der Sonne gehört eine lotrechte Ebene durch die Spitze N und deren Grundriß N' sowie durch einen Stundenpunkt H und dessen Grundriß H' . Der Schatten der lotrechten Geraden NN' geht durch N' und H' , unabhängig davon, wie lang die lotrechte Gerade ist. Eine Änderung von δ bedingt eine Änderung von N auf m und von N' auf der x -Achse. Die Schatten gehen unverändert durch die Punkt H' . Durch Verschieben eines lotrechten Zeigers längs der x -Achse können an

jedem Tag dieselben Stundenpunkte zur Zeitanzeige genutzt werden, wenn für die Entfernung der Punkte N vom Ursprung M des Koordinatensystems gilt:

$$x = r \tan \delta \cos B .$$

Sollen die Schatten auf die Stundenpunkte fallen, ergibt sich der größte Wert für den Radius r bei einer gegebenen Länge l des Gnomons wegen $l \geq r \cos B + r \tan \delta \sin B$ mit $r \leq l / (\cos B + \tan \delta \sin B)$.

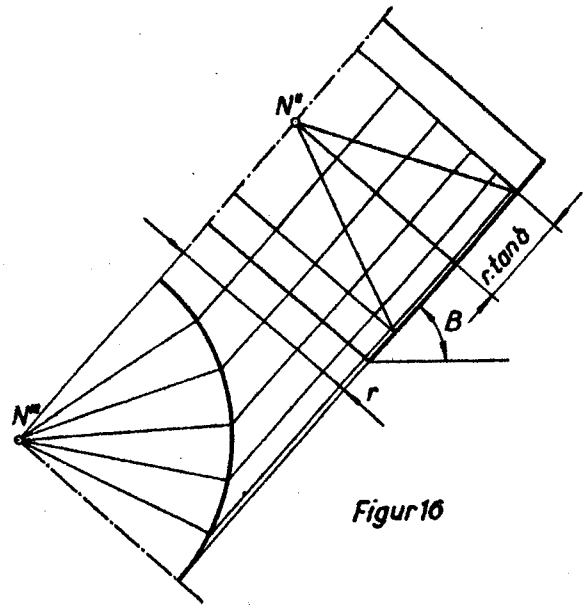
Auf einer waagrechten Fläche kann in Nordsüdrichtung eine Reihe von Trittsteinen mit Datumsbezeichnungen gelegt werden. Der Schatten eines Menschen, der auf dem entsprechenden Trittstein steht, zeigt unter den Stundenmarken auf einer Ellipse die Stunden an.

Im Referat Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren ist ein Aufsatz von Herrn o. Prof. Dr. Walter Wunderlich über die analemmatische Sonnenuhr zitiert (8. Fortsetzung).

3. Sonnenuhren auf krummen Flächen

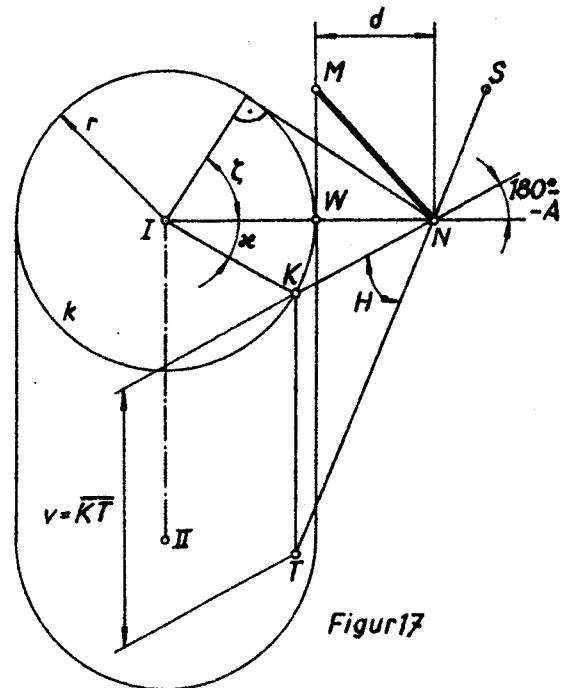
3.1. Zifferblätter auf Drehzylindern

Wir besprechen zunächst die äquatoriale Zylinderuhr. Wie bei der ebenen Äquatorialuhr schließen die Ebenen durch die Zeigerachse und benachbarte Stundenlinien für volle Stunden Winkel von 15° miteinander ein. Die Datumslinien sind Parallelkreise des Zylinders, deren Entfernung von der gemeinsamen Datumslinie für die Tagundnachtgleichen $r \cdot \tan \delta$ beträgt (Figur 16).



Figur 16

Wir untersuchen eine vertikale Zylinderuhr, die symmetrisch zur Ebene des Ortsmeridians ist. Aus dem Stundenwinkel t und der Deklination δ der Sonne werden das Azimut A und die Höhe H der Sonne berechnet (2.3.2., 12. Fortsetzung). In einer horizontalen Ebene durch den Zeigerpunkt N liegt ein Parallelkreis k des Zylinders. Der Radius des Zylinders sei r , der Abstand des Punktes N von k sei d . Wir berechnen für die Zentralprojektionen T von S auf den Zylinder die Bogenlängen auf k zwischen dem Punkt W für den Wahren Mittag und den vertikalen Geraden durch die Punkte T sowie die Abstände v der Punkte T von k , die auf den vertikalen Geraden gemessen werden (Figur 17). Die Punkte auf k werden mit K bezeichnet.



Figur 17

Nach dem Sinussatz der ebenen Trigonometrie gilt im Dreieck NIK

$$\sin (180^\circ - A) : \sin \alpha : \sin (180^\circ - A + \alpha) = r : \overline{NK} : (r + d) .$$

Wegen $r : (r + d) = \cos \zeta$ ist $\sin (A - \alpha) = \sin A / \cos \zeta$, $-\zeta < \alpha < \zeta$.

$$\text{Bogen } \widehat{WK} = \frac{\pi \alpha}{180^\circ} \cdot r , \text{ Vertikalabstand } \overline{KT} = \frac{r \sin \alpha}{\sin A} \cdot \tan H .$$

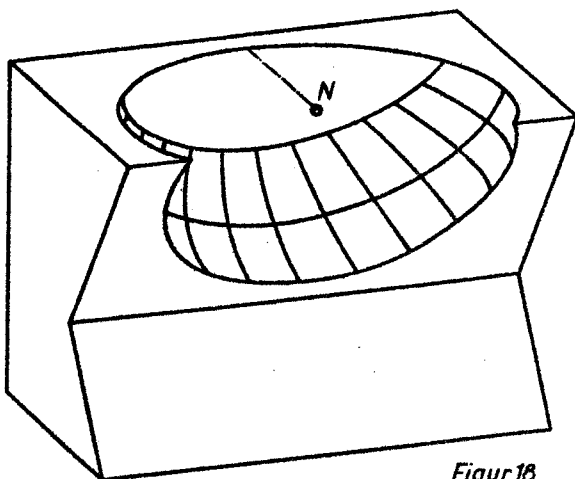
25. Fortsetzung Referat: Theorie der Sonnenuhren

3.2. Skaphen

Von der Antike bis ins Mittelalter wurden an jedem Tag die Zeiträume zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang in gleiche Teile geteilt. Diese Stunden waren zwar an den einzelnen Tagen untereinander gleich, im Lauf des Jahres aber von unterschiedlicher Länge. Sie werden Temporalstunden genannt.

Klar zu erkennen ist die Einteilung des Tages in Temporalstunden an der Skaphe, einer aus Marmor oder Travertin gefertigten Sonnenuhr der Antike (Referat Zur Geschichte der Sonnenuhren, 3. und 4. Fortsetzung). Das Zifferblatt ist eine Zentralprojektion der Sphäre auf einen Hohlkugelsektor mit der Zeigerspitze im Mittelpunkt (Figur 18). Dem Horizont entspricht ein waagrechter Großkreis, dem Himmelsäquator ein zur Himmelsachse normaler Großkreis. Den beiden Wendekreisen entsprechen zwei Parallelkreise. Der lotrechte Großkreis in der Symmetrieebene der Sonnenuhr entspricht dem Ortsmeridian. Die Kreisbögen auf den drei zur Ebene des Himmelsäquators parallelen Kreisen des Zifferblattes werden zwischen ihren Schnittpunkten mit dem waagrechten Großkreis jeweils in zwölf gleiche Teile geteilt. Durch je drei zueinander gehörende Teilungspunkte und durch den Kugelmittelpunkt gehen Ebenen, in denen die Stundenlinien der Skaphe liegen. Es sind Kugelgroßkreisbögen.

Die Ebenen, in denen die Stundenlinien für die erste bis fünfte und für die siebente bis elfte Stunde liegen, haben keine waagrechten Schnittgeraden mit der Symmetrieebene des Zifferblattes. An den Skaphen ist der Zeiger meistens waagrecht angebracht. Nur der Schatten seiner Spitze zeigt die Stunden an. Werden auf den Parallelkreisen zwischen den drei genannten Datumslinien die Bögen zwischen den Schnittpunkten mit dem waagrechten Großkreis in je zwölf gleiche Teile geteilt, dann liegen die Teilungspunkte mit Ausnahme des Anfangs-, des Mittel- und des Endpunktes nicht ganz genau auf den erwähnten Stundenlinien. Die Abweichungen sind gering und können vernachlässigt werden.



Figur 18

Wird das Zifferblatt der Skaphe aus dem Punkt N, der der Zeigerspitze entspricht, auf eine Ebene oder auf eine krumme Fläche projiziert, entstehen dort Stundenlinien für Temporalstunden.

OStR. Mag. Walter Hofmann

Favoritenstraße 108/6

A-1100 Wien

Referat: Errichtung der Sonnenuhr auf dem Gebäude des
Vermessungsamtes in Eisenstadt

Warum ich in der heutigen Zeit, in der es oft um Sekunden oder Sekundenbruchteile geht, eine Sonnenuhr bauen wollte, ist leicht erklärt: Seit mehr als einem Jahrzehnt ist es mein besonderes Anliegen, die Wissensvermittlung der mit einander verwandten Wissenschaften Geodäsie und Astronomie zu fördern. Die idealste Verbindung zwischen meinem Beruf (Leiter des Vermessungsamtes Eisenstadt) und meinem Hobby (Leiter der Burgenländischen Landessternwarte in Eisenstadt) schien mir die Verwirklichung einer astronomisch exakt konstruierten Sonnenuhr auf dem Gebäude des Vermessungsamtes in der Permayerstraße 2a, A-7000 Eisenstadt, zu sein.

Erste Kontakte

Da ich mit Hofrat Dipl.Ing.Karl Schwarzinger seit Jahren dank seiner Leidenschaft für Sonnenuhren in Kontakt war - er hielt auf unserer Landessternwarte auch einen Vortrag zu diesem Thema - lag die Versuchung nahe, ihn zu bitten, eine Sonnenuhr für das Vermessungsamt zu entwerfen und zu berechnen. Eine südseitige Lage war nur auf der fensterlosen Stiegenhauswand der Hofseite, die nicht genau Ost-West verläuft und rund 6m lang ist, möglich.

Genehmigungen

Die Idee war geboren. Aber bei der Veränderung eines Hauses, besonders jedoch eines Amtsgebäudes, ist selbst für den Gebäudeverwalter Vorsicht geboten.

Es bedurfte zunächst der Genehmigungen des Bundesgebäudeverwaltung in Eisenstadt und meiner vorgesetzten Dienststelle, dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien. Beide Genehmigungen waren relativ rasch und mühelos zu erlangen und wurden mit dem Bemerkungen genehmigt: "Alles, was dem Gebäude nicht schadet, ist erlaubt". Somit war die erste Hürde genommen.

Wetterschutz der Uhrfläche

Herab rinnendes Regenwasser würde wohl der Sonnenuhr schaden. Daher ersuchte ich die Bundesgebäudeverwaltung um Montage einer

1. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

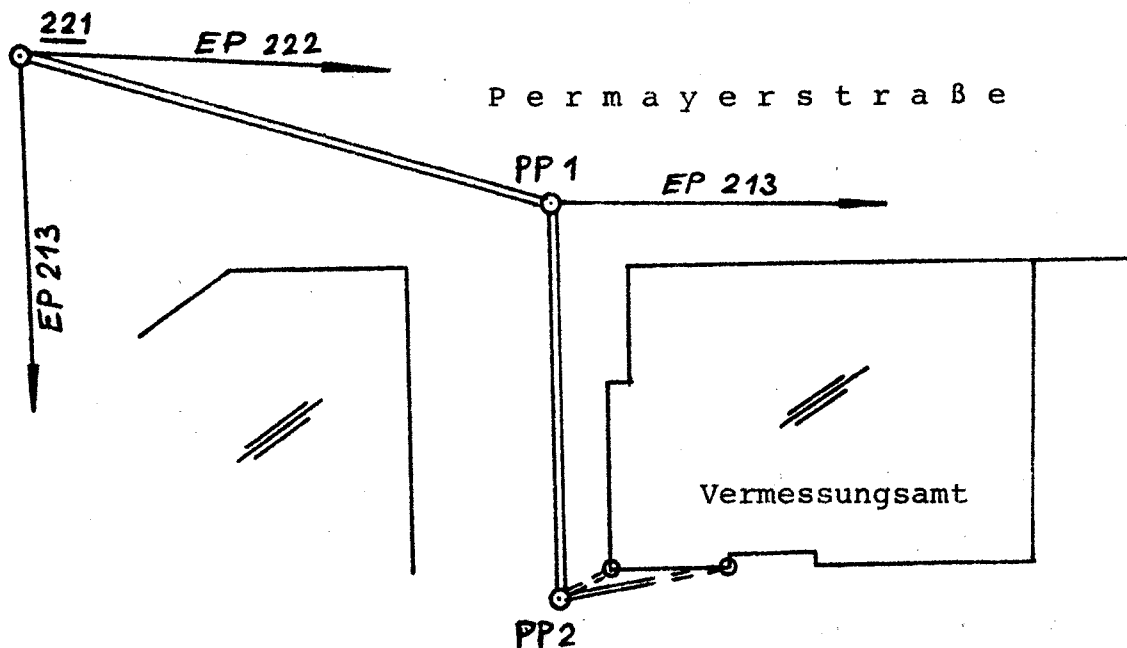
Dachrinne über der Sonnenuhrenwand. Auch dieser Wunsch wurde mir erfüllt, wenn auch mit großer Verzögerung.

Geographische Koordinaten

Hofrat Schwarzinger bat mich um die Koordinaten der Hausecken, worauf ich ihm die schon bekannten Koordinaten der vorderen Hausecken übersandte.

Es sollte aber eine Präzisions-Sonnenuhr werden - und Hausfronten sind nicht immer parallel!

Mit Theodolit, Entfernungsmesser ausgerüstet und von zwei Mitarbeitern unterstützt, erfolgte der Anschluß an das Festpunktfeld (Gauß-Krüger-Koordinaten) in folgender Weise:



Mit den vorhandenen Koordinaten der Hausecken konnte das Azimut der Wand errechnet werden und aus dem arithmetischen Mittel erfolgte die Umrechnung von Gauß-Krüger- in Geographische Koordinaten.

Natürlich hätten die Geographischen Koordinaten auch einer Landkarte entnommen werden können. Doch diese Methode wäre eines Geodäten nicht würdig gewesen!

Über die Lage des Vermessungsamtes innerhalb von Eisenstadt und die verwendeten Koordinaten orientiert der Plan auf der folgenden Seite.

2. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

GEOGR. KOORD-STERNWARTE

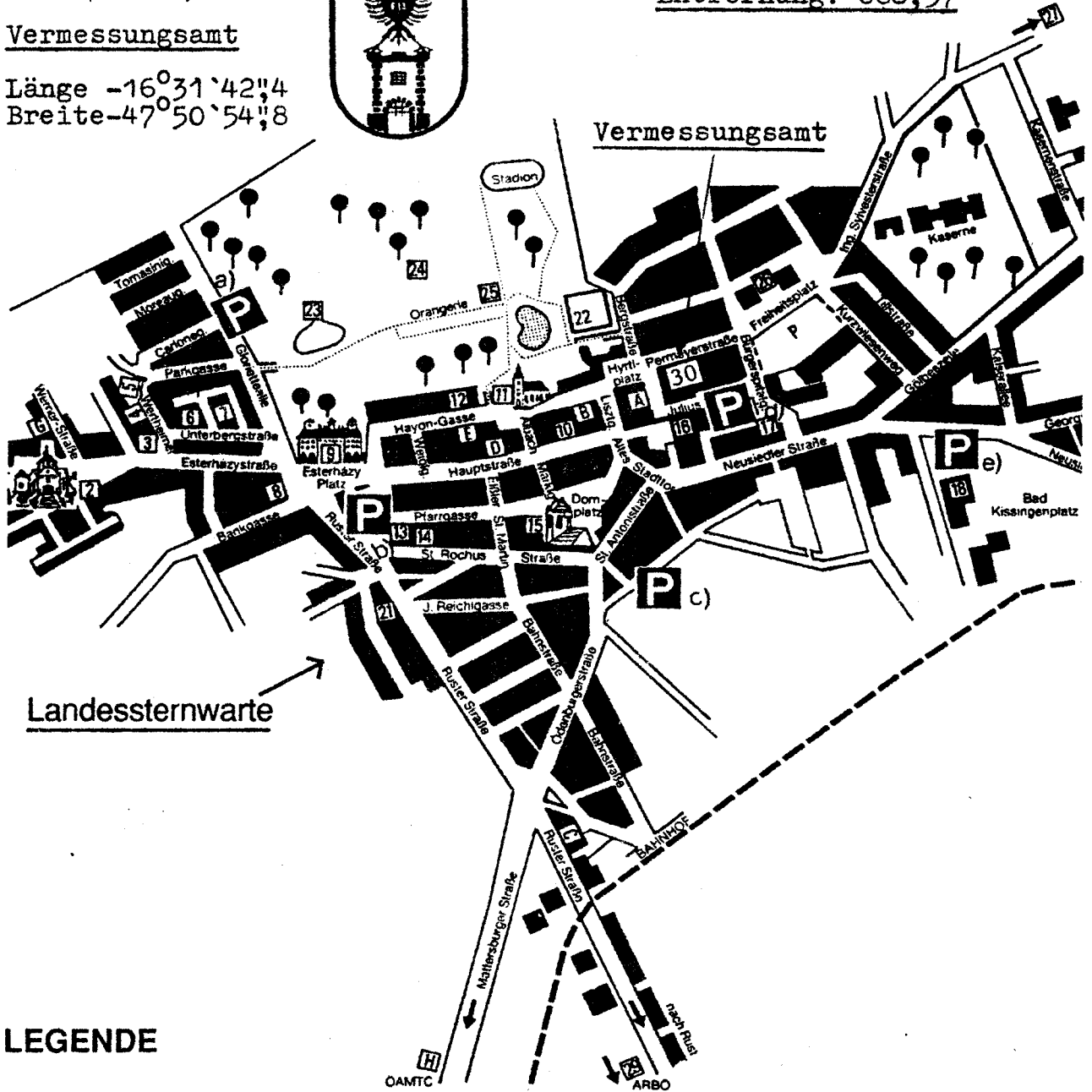
Länge $-16^{\circ} 31' 20,9''$
 Breite $+47^{\circ} 50' 38,8''$
 Meereshöhe 194,38 m

Vermessungsamt

Länge $-16^{\circ} 31' 42,4''$
 Breite $-47^{\circ} 50' 54,8''$

GAUSS-KRÜGER KOORDINATEN M34

Sternwarte Sonnenuhr
 $y = +14\ 155,68$ $y = +14\ 603,52$
 $x = 5300\ 572,66$ $x = 5301\ 068,80$
Entfernung: 668,37



LEGENDE

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Pfarrkirche Kleinhöflein 2 Bergkirche, Kalvarienberg, Haydnmausoleum 3 Spitalskirche mit Haydnorgel 4 Krankenhaus 5 Jüdischer Friedhof 6 Jüdisches Museum 7 Landesmuseum 8 Liszt-Denkmal 9 Schloß Esterházy 10 Rathaus 11 Franziskanerkirche und Diözesanmuseum 12 Haydn-Museum 13 Postamt 14 Evangelische Kirche 15 Domkirche | <ul style="list-style-type: none"> 16 Kultur- und Kongreßzentrum 17 Haydns Gartenhäuschen 18 Allsportzentrum (Hallenbad, Sauna, Kunsteisbahn) 19 Tennishalle (mit Sauna) 20 Pfarrkirche St. Georgen 21 Landessternwarte 22 Parkbad 23 Leopoldinentempel 24 Schießplatz 25 Tennisplatz 26 Landesregierung 27 Feuerwehrmuseum 28 Tennisplatz 29 Reithalle mit Reitstall „Haldehof“ 30 Vermessungsamt |
|--|---|

3. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

Berechnung der Lineatur

Hofrat Schwarzinger nahm die Berechnung mittels PC vor:

Daten der Sonnenuhr :

Standort: Vermessungsamt 7000 Eisenstadt
 Datum : 18-01-1989 Uhrzeit : 09:31

Winkelart		Grad(dez)		Grad	Min.	Sek.
Geographische Breite (B) :		47.8486	=	47	50	54.83
Geographische Länge (L) :		16.5284	=	16	31	42.39
Azimut der Sonnenuhr (A) :		-24.6233	=	-24	37	23.86
Zenitdist. der Sonnenuhr (Z) :		0.0000	=	0	0	0.00
Meridiankonvergenz (MK) :		0.1447	=	0	8	40.74
Bo (Wink. zw. Stab u. Subst.) :		37.5944	=	37	35	39.87
Wo (Wink. zw. Subst. u. Schatt.) :		-20.6641	=	-20	39	50.73
Vo (Wink. zw. Mitt. u. Falllinie) :		0.0000	=	0	0	0.00
To (Stundenl. d. So. wenn Schatten auf Subst. fällt) :		148.2751	=	148	16	30.21
St(To) im Stundenmaß !! :		9.8850	=	9	53	6.01

M - Zum MENU S - Vorher abspeichern

Standort : Vermessungsamt 7000 Eisenstadt Datum : 18-01-1989

BESONNUNGSDAUER

Dekl.	TA	TU	FA	FU
23.45	4.09	19.91	5.19	14.58
0.00	6.00	18.00	3.89	15.89
-23.45	7.91	16.09	2.58	17.19

TA = Sonnen-Aufgang / TU = Sonnen-Untergang
 FA = Eintritt der SO in das SU-Zifferblatt
 FU = Austritt der SO aus dem SU-Zifferblatt

POLSTABDATEN (cm) :

P = 39.20 Xsu = -29.06
 R = 23.91 Ysu = -10.96
 S = 31.06 Zsu = 23.91 Stablänge ca. 90cm

4. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

Er übergab auch einen Entwurf 1:1 auf einem vom Maler speziell bereitgestellten Pauspapier. Zwei Papierstreifen im Ausmaß von 3x1m, untereinander gesetzt, waren dafür notwendig.

Maler

Wie man einen Maler findet, der die künstlerischen Fähigkeiten hat und den nötigen Idealismus aufbringt, eine Sonnenuhr zu malen, ist so einfach, daß ich es Ihnen nicht vorenthalten möchte: Man benötigt dazu nur ein Telefonbuch und eine Sternkarte und vergleicht die Namen: Andromeda, Bootes, Cassiopeia, Fische, "Fuhrmann" - und schon war der richtige Mann gefunden: Der Eisenstädter Maler Walter Fuhrmann.

Kosten und Finanzierung

Nun ging es an die Finanzierung. Unwissend, mit welchem finanziellen Aufwand dieses Vorhaben verbunden war, besuchte ich den "ERSTEN" Bankdirektor in Eisenstadt, weil er mir als Förderer von Kultur und Wissenschaft persönlich bekannt war - er sponsert auch die Landessternwarte.

Seine sofortige Zusage von höchstens S 10.000.- ermunterte mich, die Sonnenuhr nun doch errichten zu können. Und frohen Mutes holte ich den Kostenvoranschlag ein.

Die Summe des Angebotes mit über S 25.000.-, siehe nächste Seite, schien mir so astronomisch, daß ich von den himmlischen Träumen zur Realität zurückkehrte. Mein Vorschlag, daß nun mehrere Banken die Finanzierung übernehmen könnten, traf Bankdirektor Eidler von der ERSTEN ÖSTERREICHISCHEN SPARCASSE in seinem Stolz und er erklärte sich bereit, den gesamten Betrag aufzubringen.

Deshalb schmückt die Sonnenuhr nicht, wie zunächst vorgesehen war, das Wappen der Landeshauptstadt und Freistadt Eisenstadt, sondern das Zeichen der ERSTEN ÖSTERREICHISCHEN SPARCASSE.



Schattenstab

Die Bestellung des Schattenstabes organisierte Hofrat Schwarzinger bei der FIRMA ADOLF NÄGELE, Beurenerstraße 26, D-7705 Steißlingen,



WALTER Fuhrmann


MALEREI - ANSTRICH - SCHILDER - TAPETEN
 PVC - TEPPICH - PARKETT FUSSBÖDEN
 7000 EISENSTADT, ING. H. SYLVESTERSTRASSE 35
 TELEFON 0 26 82 / 21 91

Eisenstadt, am 13.7.88

S.g.
 Hr.

Dipl. Ing. Reinhard Jaendl
 Permayerstraße 2a
 7000 Eisenstadt

Kostenvoranschlag Nr.

Post	GEGENSTAND	Preis		Betrag	
		S	g	S	g
	<p>Über auszuführende Schilder und Wandmalerei an der Außenfassade Permayerstraße 2 in Eisenstadt am Hause des Vermessungsamtes...für Sonnenuhr</p> <p><u>Untergrundarbeiten :</u></p> <p>Gerüst aufstellen, einteilen, abschnüren, vorstreichen und imprägnieren, 2mal spachteln, schleifen, deckend streichen oder rollen mit Silikatfarbe</p> <p><u>Entwurf :</u></p> <p>Schrift, Ziffern, Monatszeichen, Regenbogen; Stadtwappen wie lt. Vorlage zeichnen, lochen und aufpausen.... vorhandener Entwurf lochen und aufpausen.... in verschiedenen Farben und Farbtönen malen und einlinieren... Gerüst abtragen</p>				
	20 % Mwst .			21.000,-	
				4.200,-	
				25.200,-	
	Mit vorzüglicher Hochachtung				
	 <p>WALTER Fuhrmann MALEREI - ANSTRICH - SCHILDER - TAPETEN PVC - TEPPICH - PARKETT FUSSBÖDEN 7000 EISENSTADT, ING. H. SYLVESTERSTR. 35 TELEFON 0 26 82 / 21 91</p>				

Zahlbar und klagbar in Eisenstadt — Sparkasse Eisenstadt Konto Nr. 0000-001776 Raiffeisenverband 1.002.781, Eisenstädter Bank 1534

6. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

Deutschland.

Der Stab ist mit einer spannbaren Kugel in einer auf der Lineaturfläche aufschraubbaren Lagerscheibe justierbar gelagert und besteht aus rostfreiem Stahl. Eine Punktmarkierungs-Kugel kann auf den Stab aufgeschoben und mit einer Schraube festgestellt werden. Die Preise ohne MWSt und Zusendung liegen für Stäbe samt Lagerscheibe in Längen von 25 bis 70cm mit Durchmessern von 4-10mm zwischen DM 42.- und 122.-.

Für unseren Stab betragen die Kosten rund S 1.000.-.

Vorbereitungsarbeiten des Malers

Sie umfaßten:

- * Künstlerische Gestaltung der Tierkreiszeichen und Vergrößerung auf den richtigen Maßstab;
- * Farbabstimmung der Sonnenuhr auf die Farbe der Hauswand;
- * Auswahl von Größe und Breite der Kunststoff-Ziffern und Färbung derselben;
- * Lochung der Linien und Darstellung auf dem Entwurfspapier im Abstand von 1mm auf einer weichen Unterlage.

Arbeiten zur Herstellung der Sonnenuhr am Gebäude

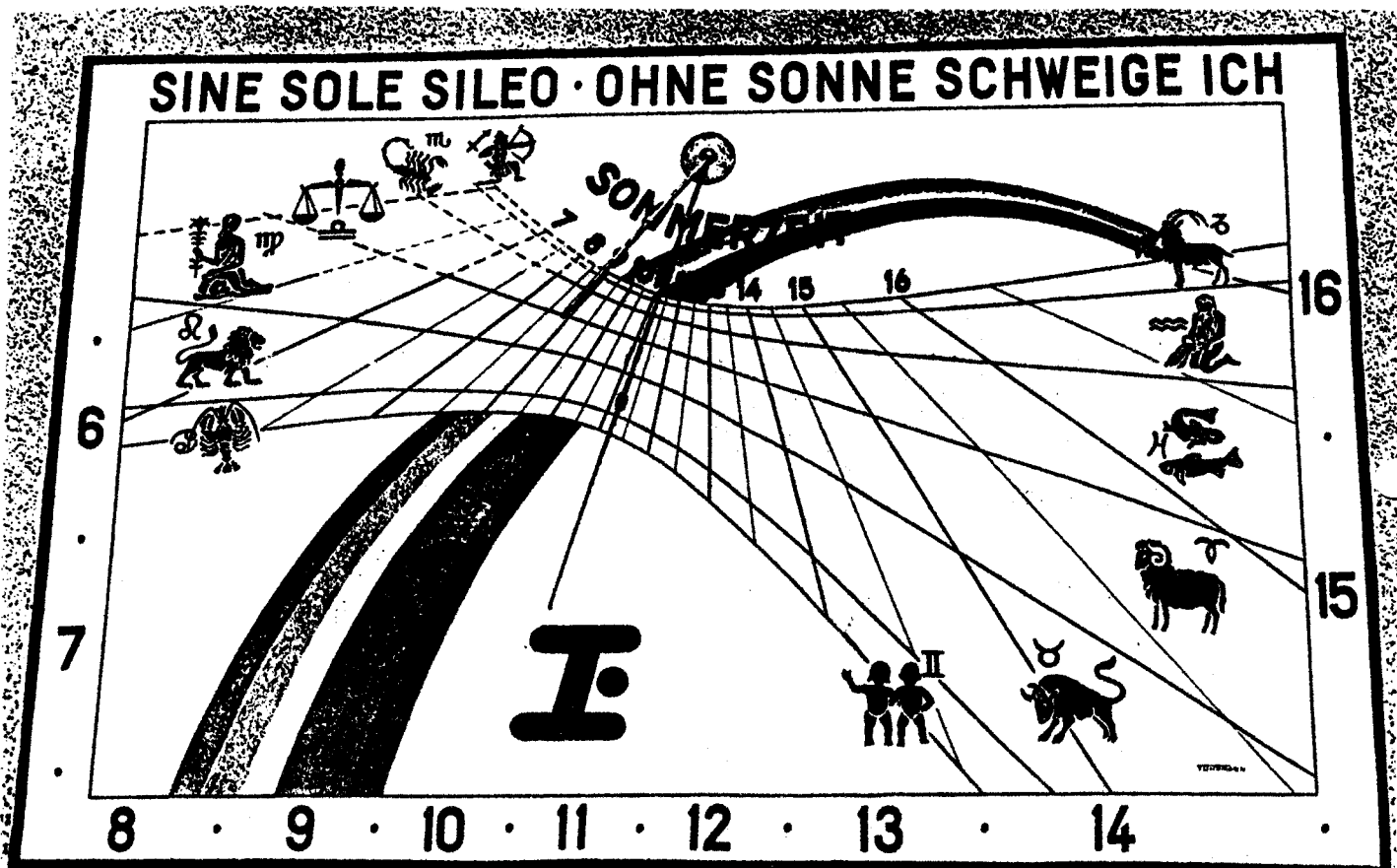
- * Metallgerüst aufstellen;
- * Stelle für die Stabmontierung fixiert und ausgemeißelt;
- * Vorbereitung der 2x3m großen Wandfläche (rauhes Spitzputz):
 - + Imprägnieren
 - + Putz härten
 - + Spachteln (zweimalig, dazwischen 1 Tag trocknen)
 - + Schleifen
 - + Grundieren mit Dispersionsfarbe
 - + Deckend rollen mit Acryldispersion
- * Papiervorlage bei Windstille auf die Wand geklebt und gepaust;
- * Liniement (Mit Zeitungspapierasche betupft);
- * Bemalung nach "Schachbrettflächen";
- * Tierkreiszeichen gepaust und gemalt;
- * Linien mit Pinsel gemalt;
- * Randlinien mit Lineal gezeichnet;
- * Ziffern und Buchstaben mit Silikonkleber geklebt;
- * Regenbogen und ERSTE-Zeichen gemalt;

7. Fortsetzung Referat: Errichtung einer Sonnenuhr ...

- * Nach Trocknen Aschenstaub feucht abgewischt;
- * Schattenstab mit Hilfsmodell montiert und eingerichtet;
- * Gerüst abgebaut.

Ansicht und Leistung der Sonnenuhr

Die in Höhe des ersten Stockwerkes angebrachte Sonnenuhr wird ergänzt durch ein in Kopfhöhe unter ihr angebrachtes Tontäfelchen mit dem Verlauf der Zeitgleichung. Der jeweilige Zeitgleichungsbetrag muß zu der vom Polstabschatten angezeigten Uhrzeitablesung algebraisch addiert werden, um Mitteleuropäische Zeit (Bezifferung am Rand der Uhrfläche) oder Sommerzeit (Bezifferung längs der Datumslinie für die Wintersonnenwende) zu erhalten. Der Schatten der kleinen Kugel am Polstab zieht die für das betreffende Datum gültige Datumslinie über die Uhrfläche.



Eröffnung

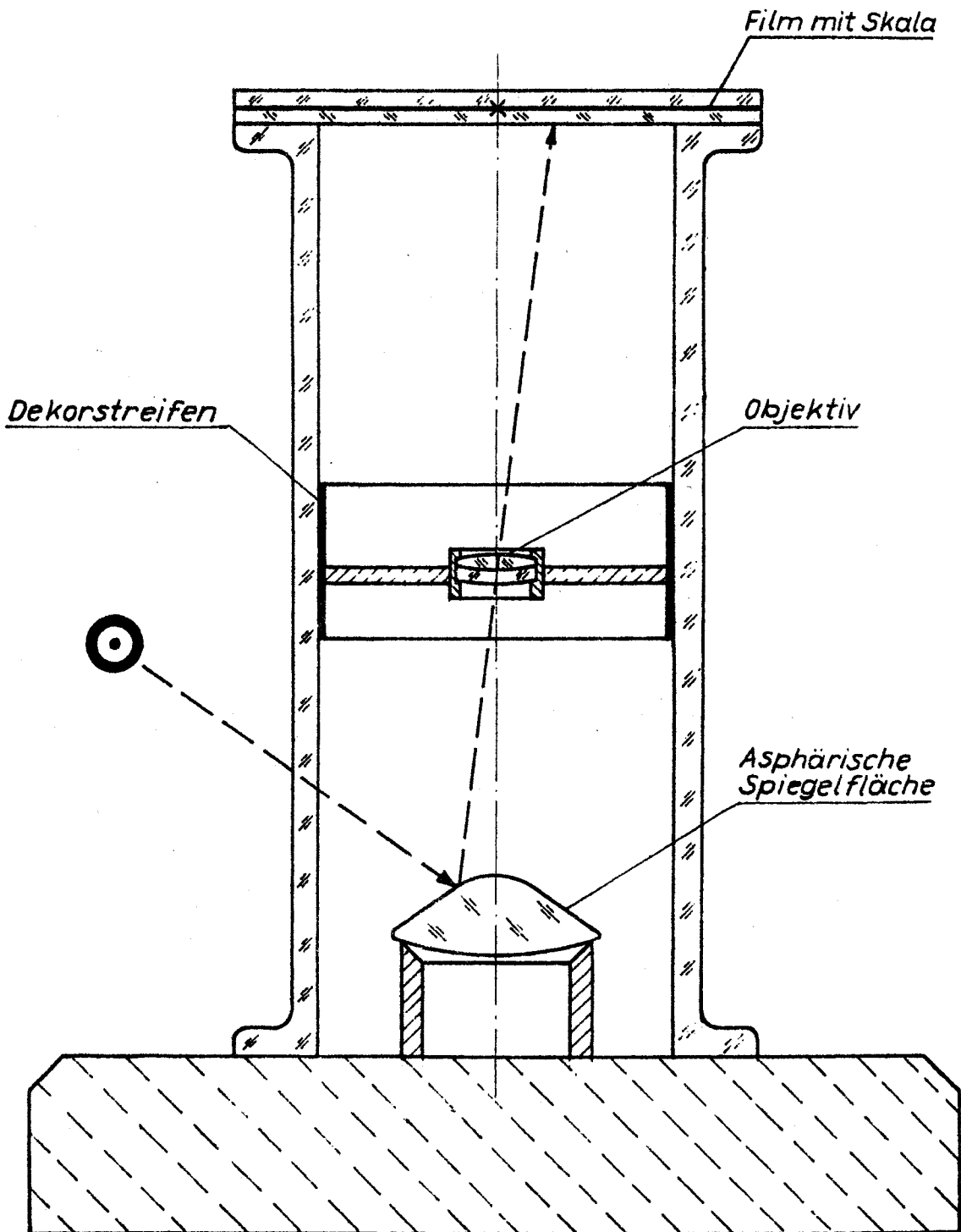
Am Montag, dem 14. Mai 1990, wurde die neue Sonnenuhr bei strahlendem Wetter in einer Feierstunde ihrer Bestimmung übergeben.

Dipl.-Ing. Reinhard Jaindl, Permaystr. 2a, A-7000 Eisenstadt

Beilage: Eine Spiegelsonnenuhr aus Jena

Spiegelsonnenuhren gehen bis in die Zeit des Copernicus zurück: Sonnenlicht wird zu einer Auffangfläche geleitet. Im Labor in Jena wurde als Einzelstück eine Spiegelsonnenuhr gebaut, deren Prinzip aus der Zeichnung zu ersehen ist.

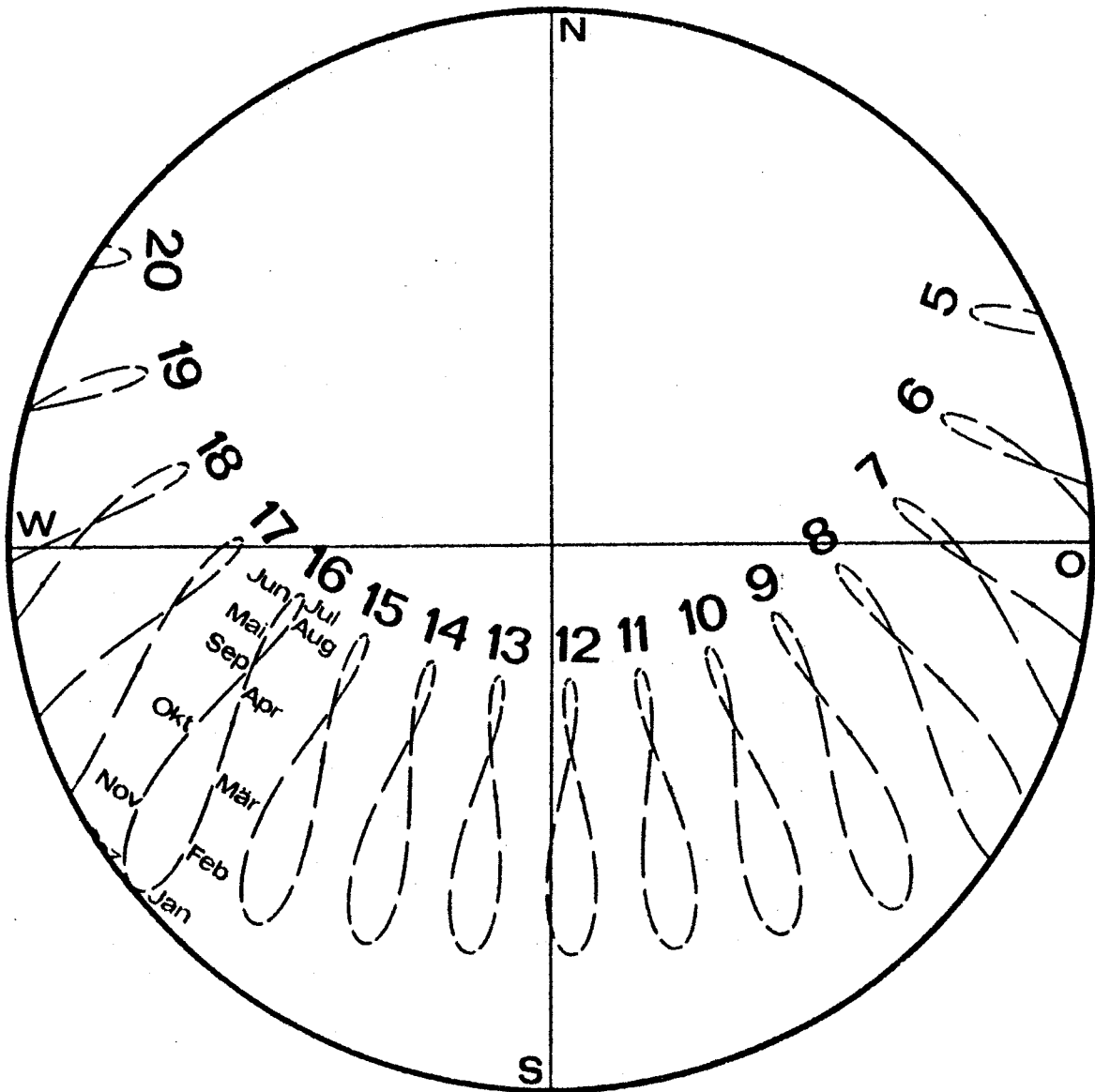
Durch den unteren Teil eines stehenden Glaszylinders fallen Son-



1. Fortsetzung Beilage: Eine Spiegelsonnenuhr aus Jena

nenstrahlen auf einen asphärischen Spiegel und erzeugen dort ein virtuelles Sonnenbild. In der Mitte des Zylinders befindet sich ein kleines Objektiv, welches das virtuelle Bild der Sonne nach oben auf eine Skala abbildet. Es entsteht dort ein kleiner, hell leuchtender Kreis zwischen den dunklen Linien, der entsprechend der jeweiligen Tagesbewegung der Sonne wandert.

Die Filmfläche trägt folgende Lineatur:



Dr. Ludwig Meier
Tatzendpromenade 32
DO-6900 Jena
Deutschland

Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme und Wortspiele
Die "Weisheit" der Sonnenuhren

Sinnsprüche

Der Schatten zeigt, wie ZEIT entflieht,
Obwohl die ZEIT man gar nicht sieht.

Die Zeit, die sich verborgen hält,
Ob sie erfreut, ob sie mißfällt,
Entflieht mit uns auf Ihrem Rücken!
Wir können uns davon nicht drücken.

Die Sonne gibt, die Erde nimmt. Der Stundenfluß ist uns bestimmt.

Die Sonnenuhr geht immer richtig. Die Quarzuhr nimmt der Mensch zu wichtig.
Deine Zeit ist nicht meine Zeit, aber u n s e r e Zeit ist die gleiche!

Das Erlebnis steten Wechsels
Zwischen Nacht und Helligkeit
Lehrt: Die Drehung unserer Erde
Liefert uns das Maß der Zeit.

In stetem Fluße wandeln sich die Dinge, Freund, auch Du und Ich.

Licht klärt - Schatten lehrt.

Zeitvertreib? - Als ob die Zeit nicht selbst entflieht in rascher Flucht!
Nur ein Tor wird sie noch treiben. Wohl dem, der die ZEIT noch sucht!

Ein nahtlos Fließband ist die ZEIT.
Unendlich lang, unendlich breit - .
Was ist auf solchem Band ein Jahr?
Nun? - : Was für Dich sein I n h a l t war.

Freund, hast Du schon herausgefunden? Verschieden lang sind unsre Stunden.
Wer nach dem Schatten greift, hat nichts in der Hand.

Ohne Licht kein Schatten.

Erst der Schatten zeigt das Licht.

Wer der Sonne entgegenwandert, läßt den Schatten hinter sich.

Wende Dein Gesicht zur Sonne und die Schatten fallen hinter Dich!

Alles Schöne auf der Erde kommt von der Sonne,
alles Gute hingegen vom Menschen.

Der Mensch kann Unglaubliches leisten,
wenn er die ZEIT einzuteilen und recht zu benutzen weiß.

Zeit gewonnen, viel gewonnen. Zeit verloren, alles verloren.

Wer ZEIT nutzt, hat Zeit gewonnen.

Die Zeit hat immer Eile, drum gut zu handeln, niemals weile.

Die ZEIT fließt weg wie das Wasser.

Ein guter Tag fängt am Morgen an.

Ich werde verstanden, ohne ein Wort zu sagen.

1. Fortsetzung Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme, Wortspiele

Wer auf ZEIT wartet, verliert ZEIT.

Die Zeit ist ein flüchtig' Wild, der beste Schütz' erlegt es nicht.

Die Zeit hat ein doppeltes Gesicht, ein finstres und ein licht.

ZEIT ist Leben und Leben ist ZEIT.

Ein gut' LEBEN macht auch trübe Tage helter.

Ein kleiner Mann macht oft einen großen Schatten.

So wie der Schatten vergeht das Leben.

Die Sonne leuchtet für die ganze Welt.

Die Sonne scheint an die Berge zuerst.

Nicht die Sonne ist Licht, - erst im Menschengesicht wird das Licht als Lächeln geboren.

Ohne Sonne beachtet mich niemand.

Die Sonne gibt, die Erde nimmt. Der Stundenfluß ist uns bestimmt.

Selbst wenn Du versuchst, die Sonne durch Deine Person zu verdecken, geht die Zeit weiter.

Die Reben und die Sonnenuhr, sie leben von der Sonne nur.

Das Licht hat stets mehr recht als die Finsternis.

Ich werde verstanden ohne zu reden.

Sie sagt nicht Tick und sagt nicht Tack,
hat keine Glocke und keinen Schlag.

Sie geht nicht vor, sie geht nicht nach,
geht immer richtig Tag für Tag.

Wenn die Sonne scheint, dann geht sie,
Wenn's aber regnet, dann steht sie.

Hoffe auf Friede, Freude und Licht, die dunklen Stunden zähle ich nicht!

Wenn mich die Sonne berührt, weißt Du die Stunde, die es ist.

Du siehst die Stunde und kennst sie nicht.

Die wichtigste Stunde ist immer die gegenwärtige.

Jede Stunde bringt Dich dem Tode näher.

Laß andre von Stürmen und Schauern sagen, ich zeige nur Stunden an sonnigen Tagen.

Die Stunden vergehen und werden uns angerechnet.

Schau, wie spät es ist! Niemals siehst Du diese Stunde wieder.

Ihr Leuchten zeigt die Stunde, mich selber zeigt ihr Licht;
Mag auch das Wissen fehlen, fehlt nur die Weisheit nicht!

Das HEUTE ist das GESTERN von MORGEN.

Jeder Tag ist ein neuer Anfang.

Manch' ein Tag ohne SONNE, allein ohne SONNE kein Tag.

Der Tod begleitet den Menschen wie sein Schatten.

Daß man stirbt, weiß jedermann, doch nicht WIE, nicht WO und WANN.

Besser eher gestorben, als durch Verbrechen den Tod erworben.

Von diesen Stunden wird eine Deine letzte sein. Nach dieser folgen keine, drum lebe fromm und rein.

Lerne, als würdest Du immer leben, lerne als würdest Du morgen sterben!

Der Zelger geht mit leisem Schritt kein Bitten hemmet seinen Tritt.
Wann geht er wohl den letzten Gang? Tu Deine Sach! Sinier nit lang!

2. Fortsetzung Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme, Wortspiele

Nimm Dir ZEIT und nicht das Leben!

Die Zeit hat immer Elle, drum gut zu handeln, niemals weile.

Zeit zu schwelgen - Zeit zu reden - Zeit aufzuhören.

Wem die Zeit nicht paßt, der passe sich in die Zeit.

Es gibt nichts Kostbareres als die ZEIT, und doch - nichts wird weniger geachtet als sie.

Nicht Zeit gibt es wenig, sondern ungenützte Zeit gibt es viel.

Die Zeit ist kurz und ungewiß, der letzten Stund' ja nicht vergiß.

Die ZEIT ist der lautlose Begleiter des Lebens.

Gott schuf die ZEIT, von Elle hat er nichts gesagt.

H e u t e ist die beste ZEIT !

Die ZEIT ist für den Faulen ein still gelegtes Bergwerk, für den Fleißigen ein wertvolles Diamantenfeld.

Freund; wenn die Sonne auch nicht scheint, verhinnt die Zeit im Nu.

Treibst Dich die Zeit? Treibst Du die Zeit? Laß treiben nicht, treib Du !

Du selbst machst die ZEIT: Das Uhrwerk sind die Sinnen. Hemmst Du die Unruh nur, so ist die Zeit von hinnen.

Die Zeit verschwindt, eh' man's besinnt.

Die Zeit ist nicht unser Besitz, sie ist nur eine Leihgabe Gottes.

Die Zeit macht alles offenbar, was vorher sonst verborgen war.

Natürlich habt Ihr nicht ZEIT, die ZEIT hat ja Euch.

Vergeude nicht die ZEIT, sie ist der Grundstoff des Lebens!

S o m m e r z e i t - Die Sonn' ist dazu nicht bereit.

ZEIT ist - - zu langsam für die Wartenden,
zu schnell für die sich Ängstigenden,
zu lang für den Betrübten,
zu kurz für die sich freuenden,
doch für die Liebenden ist Zeit - E w i g k e i t .

Die ZEIT ist der Schrittmacher der Geschichte.

Z E I T ist G N A D E .

O weh, wohin verschwanden alle meine Jahre? - Hab' Ich geträumt mein Leben oder ist es wahr?

"Was sind das für Zeiten" - sie bedenken nicht, daß die Zeiten so sein werden, wie die Menschen sind. WIR selbst sind die ZEIT.

Der Mensch kann Unglaubliches leisten, wenn er die Zeit einzuteilen und recht zu benutzen weiß.

Wartet nicht auf die Zeit, denn sie wartet nicht auf Euch.

Man muß Lust haben, ZEIT zu haben.

Es ist nicht wenig ZEIT, die wir haben - es ist vielmehr die Zeit, die wir nicht nutzen.

Die Zeit hält keine Mittagspause.

Das LEBEN besteht aus Stunden, wer eine gewinnt, hat LEBEN gefunden.

Mein LEBEN weicht schnell dahin, derweil ich nur ein Schatten bin.

Auf ein gutes Leben sieht man gern zurück.

Unser LEBEN auf der Erd' ist ein Krieg, der immer währt.

3. Fortsetzung Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme, Wortspiele

Tempus vincit omnia.

Tempus edax rerum.

Tempus rerum imperator.

Tempus omnia dabit.

Tempora tempore tempera.

Temporis filia veritas.

Tempus miscet tristitia laetis.

Fugit irreparabile tempus.

Vive memor, quam sis aevi brevis.

Quid ergo est tempus? Sic nemo a ne querat, scio. Si quaerenti explicare velim, nescio.

Omnia metitur tempus, sed metior ipsum.

Sole hac magine demonstratur ut nobis tempus recte datur.

Fugaces labuntur anni.

Cita mors ruit.

Time ultimam.

Nulla dilatio.

Ora, ne te rapiat hora.

Dominus providebit.

Cum deo et die.

Labor improbus omnia vincit.

Sic itur ad astra.

Sustine et abstine.

Corrige praeteritum, praesens rege, discerne futurum.

Post laborem requies.

Discordia fomes iniuriae.

Vita somnium breve.

Vivere memento

Vita similis umbrae.

Tota vita, dies unus est.

Disce, ut semper victurus. Vive, ut cras moriturus.

Audi, vide et tace, vis vivere in pace.

Memor esto brevis aevi.

Ex umbra in solem.

Meam vide umbram, tuam videbis vitam.

Sors haec tota viri solis ut umbra cadit.

Transit umbra, manent opera.

Umbra demonstrat lucem.

Umbra sicut hominis vita.

Vobis lumen, mihi umbra.

Sol gaudium in domum portat.

Sol negat limites.

SOL - SOLUS - SOLES - SOLARI.

Si sol deficit, respicit me nemo. Sol curat.

Sol rex regum.

Sol me probat usus.

Suscipe quam subito noxque diesque volet.

Post tenebras spero lucem.

Sol omnibus lucet.

Ubi sol, ibi vita.

Sine sole sileo.

Sole oriente - fugiunt tenebras.

Sol me, vos umbra regit.

Me sol vos fecit umbra.

In sole solum solamen.

Nihil sine sole solet.

Fac dum lucet sol.

Caelum mea regula.

Vidi nihil permanere sub sole.

Redibo, tu nunquam.

Carpe diem, carpe horam.

Amititia vincit horas.

Una dabit, quod negat altera.

Uttere, non numera.

Vides horam et nescis horam.

Una ex his sit secunda.

Uttere non reditura.

Omnes vulnerant, ultima necat.

Pereunt et imputantur.

Horae non regrediuntur.

4. Fortsetzung Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme, Wortspiele

Fugit hora, ora, labora.

Horae memento, cita mors venit. Extremam reputam quamlibet esse tibi
Hora sit optima vobis Cui domus huic hora.
Dies diem docet. Diem perdidit.

Dies nostri quasi umbra super terram et nulla est mora.

Nulla dies sine linea. Stat sua cuique dies.

A solis ortu usque ad occasum lauda nomen domini.

Omnia peribunt, si ibimus, ibitis ibunt.

Honesta mors turpi vita potior. Nemo libenter moritur.

Ultima (hora) latet. Ultima venit, ultima iam graditur.

Omnes una manet nox. Nasci, laborare, mori.

Nescitis, qua hora venit Dominus. Mors certa, hora incerta.

Nescis spectator, sint haec oracula Phoebi,
Quaeris? Respondet tibi: Disce mori.

Media vita in morte sumus. Mors pavit vitam.

Mors ultima linea rerum est. Mors janua vitae.

Una ex hisce morieris. Una ex his erit tibi ultima.

Hodie mihi, cras tibi. Serius est quam cogitas.

Venit hora iudicis. Mortalium negotia fortuna versat.

Chronogramme

Chronogramme enthalten verschlüsselt eine Jahreszahl. Die Großbuchstaben, vom Satzanfang abgesehen, ergeben gemäß römischer Zahlenschreibweise die Jahreszahl. Vielfach wird die X durch zwei V dargestellt. Die Reihenfolge der Zahlenbuchstaben spielt dabei keine Rolle.

VeLVt VMbra DeCLInaVerVnt. (1726)

ELeCta Vt soL. Beat ordeM splenDore. (1755)

sI sol ILLVXIIt DeCerno teMpVs In hort(O). (1724)

oCVLIIs non aVrIbVs aDsVM. (1672)

MIHI DeVs LVX et saLVs. (1627)

LVX In tenebris LVCet MetItVr qVe DIes. (1733)

A soLIIs ortV Vsque aD oCCasVM laudabile nomen Domini. (1771)

CLaret In orbe DIes aC tetras hora pete uMbras. (1752)

Honor DoMIIno pro paCe popVLo sVo partaa. (1661)

VIDI, VICI, MICVI. (1721)

Mors innotesCIIt repeDante Latrone per Horas. (1651)

Hora horIs CedIt, pereVnt sIC teMpora nobis:

Vt tIBI fInalIs sIt bona, VIVe bene. (1730)

Itante LapIDe CIrCVIt VMbra (1764)

A Peste, fame, et bello, libera nos Maria pacis.

hoC votVM paCIs pVbLICae ElIsabeth ConseCraVIt. (1624)

sVb haC VMbra DatVr seCVra qVies. (1726)

5. Fortsetzung Beilage: Sinnsprüche, Chronogramme, Wortspiele

EX HO C OMN IS DE COR EX VR GET. (1726)

HI QVI HO C TEM PORE BENE VTENT VR GA VD IIS COELI PERENNE FRVENT VR. (1785)

QVI QV ASI FLOS EGRE CIT VR ET CONTEX IT VR ET FVG IT VEL VT I VM BRA. (1746)

SING VL IS HOR IS LAV DET VR IES VS SAL VATOR NOSTER, AB OMNI CREAT VRA. (1784)

Wortspiele

AGE QUOD AGIS
AB HORA DIEI, AD HORAM DEI
ASPICE UT ASPICIAS
AURORA HORA AUREA
DIES DIEM TRUDIT
DUM VIVIMUS VIVAMUS
DOSCE, DISCE, AUT DESCEDE
DURA LEX, SED LEX
FUGIT HORA VENIT HORA
FUGIO FUGE
ITA VITA
TEMPORA TEMPORE TEMPERA
IN HORA NULLA MORA
IMMOTUM IN MOTU
LEX MEA LUX
LUCEO ET LATEO
LEX DEI LUX DIEI
MONEO NON MANEO
NIL NI SIT SOL MI

SINE SOLE SILEO
SOL SOLUS SOLVIT
ASPICE; RESPICE, PROSPICE
SENSIM SINE SENSU
SE ME MIRAS, ME MIRAM
SUMUS FUMUS
SOLI - SOLI - SOLI
SOL - SOLUS - SOLET - SOLARI
TRANSIT HORA SINE MORA
TRUDITUR DIES DIE
VIDE AUDI TACE
VIDE ET VADE
VENI VIDE VALE
VIA CRUCIS, VIA LUCIS
IN SOLE SOLUM SOLAMEN
LUX TUA, VITA MEA
MONEO, DUM MOVEO
NON REGO NISI REGAR
MOX NOX

Literatur

Zenkert, StR.A. (Hrsg.): Zähl die heitren Stunden nur. Sinnsprüche auf Sonnenuhren. Illustrationen von R. Peschel. Taschenbüchlein, Eulenspiegel-Verlag, 3. Auflage, Berlin (DDR) 1989.

Stud.Rat Arnold Zenkert
Seestraße 17
D0-1560 Potsdam
Deutschland

Referat: Einiges zu Sonnenuhren aus der Sicht des Restaurators
und Künstlers

1. ZUR RESTAURIERUNG VON SONNENUHREN

Die Restaurierung von Sonnenuhren unterscheidet sich nicht wesentlich von der Restaurierung anderer Wandmalereien, es sei denn, das Zifferblatt ist neu zu berechnen oder der Zeiger ist neu zu installieren oder zu korrigieren.

Selten kommt es vor, daß ein Zifferblatt rekonstruiert werden muß. Bei "al fresco" gemalten Sonnenuhrzifferblättern sind Gravuren (Vorritzungen) oft auch bei starker Verwitterung gut erhalten und danach kann man ohne Neukonstruktion ein Zifferblatt wiederherstellen.

Manche alte Sonnenuhr ist ungenau. In diesem Fall bildet sie ein Problem, da nach dem Grundsatz der Denkmalpflege die Restaurierung nichts am Original verändern sollte.

1.1. Voruntersuchung und Arbeitsplanung

Eine Schichtenanalyse gibt Auskunft über:

- * Verwendete Materialien (Farb- und Bindemittel);
- * Malvorgang, Präparation des Malputzes, die Unterzeichnung, Vorritzung, Durchdrückung und Pauspunkte sowie Reihenfolge der Farbaufträge.
- * Zeitliche Veränderungen, wie spätere Zutaten, Übermalungen, Retuschen, mechanische Beschädigungen, Alterungen oder chemische Veränderungen der Materialien.
- * Salztransport im Mauerwerk; bei Neubauten kann es durch chemische Verunreinigungen von Zement zu Alkalibildung und Ausblühungen kommen.

1.2. Wandmalereien

1.2.1. Mehrschichtiger Putz

Wandmalereien werden auf einem mehrschichten Putz ausgeführt.

- * Trusilar oder Spitzbewurf: Er enthält am wenigsten Kalk, es sollte nur sauberer Bachsand oder lehmfreier Grubensand verwendet werden. Um Lufteinschlüsse zu vermeiden, wird er ange-

1. Fortsetzung Referat: Einiges aus Sicht des Restaurators/Künstlers

worfen, aber nicht verrieben. Er sorgt für die Haftung der Schichten auf Mauerwerk oder Stein.

- * Arriciotto, die mittlere Schicht: Sie wird in der üblichen Weise aufgetragen, sobald der Spritzbewurf trocken ist. Diese Schicht muß mehr Kalk enthalten und sollte nur knapp 6mm stark sein. Man trägt nur die in einem Arbeitstag zu bewältigende Fläche Putz auf. Häufig findet man auf dem Arriciotto eine Entwurfszeichnung, die Sinopia. Auf ihm liegt der
- * Intonaco, der eigentliche Malputz. Er wird in sehr dünnen Schichten aufgetragen und ist der Träger der Malschicht. Wieder wird für ein Tagewerk nur eine entsprechend kleine Putzfläche aufgebracht.

1.2.2. Übertragung des Entwurfs auf die Wand

Für die Übertragung des Entwurfs auf die Freskowand stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Meistens wird von Kartons ausgegangen, d.h. von Entwürfen im Maßstab 1:1, die mittels Perforierung oder auch Gravierung auf den Malputz übertragen werden. Routiniers arbeiten manchmal ohne Kartons, mit rascher Pinselzeichnung direkt auf der Wand, nach kleinen Papierentwürfen, aquarellhaft in flüssiger, hellfarbig dünner Malweise. Dabei wird mit dem Reflexweiß des Putzgrundes gerechnet.

1.2.3. Farben und Bindemittel

Die Farben werden auf den frischen, feuchten Malputz aufgetragen und verbinden sich beim Trocknen unlösbar mit ihm. Durch die Verdunstung des Wassers und gleichzeitige Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft entsteht wieder kohlensauerer Kalk und damit ist der Kalk theoretisch wieder zu dem geworden, was er vor der Verarbeitung war. Kalkgestein wird durch Brennen umgesetzt. Der Kalk kann verschiedene Qualität haben: Sie hängt vom verwendeten Gesteinsmaterial, vom Brenn- und Löschverfahren und von der Lagerung ab. Kalkstein (CaCO_3) sollte möglichst wenig durch Kieselsäure, Tonerde oder Eisenoxyd verunreinigt sein. Kalkbrände mit Schweröl oder Kohle sind schon von sich aus gipshältig und daher ungeeignet.

Der gebrannte Kalk wird durch Wasserzugabe in Kalkhydrat umgewandelt und durch ein Sieb in die Kalkgrube geschwemmt, wo er als

2. Fortsetzung Referat: Einiges aus Sicht des Restaurators/Künstlers

Sumpfkalk oder Fettkalk mindestens 2-3 Jahre bleibt.

Kalk ist das älteste Bindemittel, die sogenannte Weißfarbe, und bestens wetterbeständig. Kalk bildet auch ein optimal abgestimmtes System in Härte bzw. Dichte und Porösität. Zudem ist Kalk gut mit Altputz verträglich.

Farben, die jedoch kalkecht sein müssen, dürfen höchsten im Ausmaß von 10% zugegeben werden. Durch die Alkalität des Kalkes ist die Farbskala des Frescomalers etwas eingeschränkt, weil nur alkalifeste Farben verwendet werden können. So verfärbt sich Pariserblau schon nach wenigen Minuten, helles Chromgelb nach einigen Stunden. Auch Tonanteile, wie sie in manchen Ockern oder grünen Erden anzutreffen sind, wirken sich ungünstig aus. Auf keinen Fall dürfen billige Farbsorten verwendet werden, weil sie Verschnitte enthalten: Kreide, Tonerde, Schwerspat und Naturgips können solche Verschnittmittel sein.- Normalerweise bedarf es in der Freskotechnik keinerlei besonderer Bindemittel, Kalk wird dem Farbpigment nur zum Aufhellen zugesetzt.

1.2.4. Vermalung

Zum Vermalen nimmt man Wasser; destilliertes Wasser ist nicht erforderlich, es sei denn, das Wasser ist stark vergipst oder eisenhältig. Manche Maler verwenden Sinterwasser. Darunter versteht man das Wasser, das sich entweder in einer Kalkgrube oder in einem Gefäß über dem Speckkalk abgesetzt hat. Dieses Wasser enthält nämlich eine Menge an gelöstem Kalkhydrat, welches bei der Bindung der Farbteilchen mitwirkt.

Um zu harmonisieren, werden Korrekturen "a secco" aufgemalt und sind, da sie nicht mehr die erwähnte chemische Putzbindung haben, viel mehr gefährdet.

2. EINIGE RESTAURATIONSFÄLLE

2.1. Klein Schwechat, Filialkirche

Bei der barocken Sonnenuhr an der Südostseite der Filialkirche in Klein-Schwechat NÖ fehlte der Zeiger; die Verankerungen selbst und eingemauerte Holzklötze waren aber gut erhalten und konnten wiederverwendet werden.- Ein schräg nach unten laufender Riß mit starken Versinterungen entstellte den erhalten gebliebenen Rest

3. Fortsetzung Referat: Einiges aus Sicht des Restaurators/Künstlers

der Bemalung: Sonnengesicht, blauer Himmel und Datumslinien mit Tierkreiszeichen.

Die vom Karton eingravierten Linien waren trotz starker Verwitterung gut erhalten und das Zifferblatt konnte nach Analyse der Farbpartikel und der Vorritzung wieder rekonstruiert werden.

2.2. Schloß Pellendorf

Auf Schloß Pellendorf hatte man die ganze Fassade einschließlich der am Osttrakt befindlichen Sonnenuhr mit Rieselputz überzogen. Aber schon zuvor war das Sonnenuhren-Zifferblatt mit Kalk überstrichen worden. Der Grund dürfte das Abwittern der Farbe gewesen sein. Da der Zeiger erhalten geblieben war, hätte man sich eigentlich Gedanken machen können, ob nicht unter der Tünche Malerei vorhanden wäre. Zu allem Überfluß hatten die Maurer die ganze Fläche mit einer Spitzhacke bearbeitet, um dem Putz besseren Halt zu geben.

Trotz allem hatte ich Glück: Der Putz enthielt wenig Zement und ließ sich daher leicht abnehmen. Die Kalktünche wurde mit Spachtel und Skalpell abgetragen.

Damals war ich schon mit Mineralfarben und Kaliwasserglasbinder vertraut. Dieses Material ist zwar sehr beständig und resistent gegenüber der aggressiven Umweltverschmutzung; Retuschen können jedoch nicht, wie üblich, mit dem Föhn aufgetrocknet werden. Die durch zu rasches Trocknen entstehende Oberflächenspannung würde dazu führen, daß die Farbe abplatzt. Dies geschieht nicht beim Retuschieren mit Kalk oder anderen Bindern.

Um den Farbton, der sich beim Trocknen um einige Nuancen verändert, vorher abzuschätzen, braucht es etwas Übung.

Einfacher ist die Verarbeitung in Tratteggiomanier: Dabei werden die Fehlstellen locker geschlossen und auf diese Weise das Auge irritiert.

2.3. Stift Geras

Diese barocke Sonnenuhr enthält eine figurale Darstellung aus dem 18. Jahrhundert (Morgendämmerung) und ist auf Freskomörtel mit Kalk gemalt. Die Übermalung von 1800 wurde mechanisch mit Spachtel und Skalpell entfernt und die barocke Fassung mit dem Feinststrahlgerät vollständig freigelegt. In den abgewitterten Zonen waren die Gravuren vom Karton weitgehend erhalten und da-

4. Fortsetzung Referat: Einiges aus Sicht des Restaurators/Künstlers

durch war es möglich, die Malerei ohne Vorlage wieder herzustellen.

Zur Konservierung wurde Keim Silex mit der Bürste satt aufgebracht und dadurch eine Festigung bis in 1cm Tiefe erreicht. Dabei wird die Fläche so lange getränkt, bis der Untergrund nichts mehr aufnimmt. Beim Abbinden wird reines Kieselgel abgeschieden. Keim Silex OH ist ein reiner Festiger und kann mit Keim-Farben überarbeitet werden; resistent auch gegenüber der aggressiven Umweltverschmutzung.

Retusche und Ergänzungen wurden mit Keim-Mineralfarben gemacht. Der Zeiger wurde an den originalen Punkten befestigt; er ist so konstruiert, daß er verstellt werden kann.

Der Bildinhalt dürfte durch die noch zu erwähnenden Texte von C. Ripa aus dem 17./18. Jahrhundert inspiriert worden sein.

Zur Restaurierung wäre allgemein zu bemerken, daß für die Wiederinstandsetzung eines gemalten Sonnenuhrenbildes in jedem Fall ein sachkundiger Restaurator herangezogen werden sollte. Er allein hat die nötige Erfahrung, eine konservatorische Arbeit durchzuführen. Es ist ein Irrtum, wenn man glaubt, daß ein Künstler und guter Maler auch das nötige Verständnis für eine konservatorische Arbeit aufbringt; Ausnahmen gibt es natürlich. Sonnenuhrenbilder gehören ebenso zu erhaltenswerten überlieferten Kunstwerten wie Wandgemälde im allgemeinen.

Wenn Sie eine Sonnenuhr wieder instandsetzen wollen, sollten Sie das Bundesdenkmalamt einschalten und sich entsprechend beraten lassen. Unser Seminar bietet ebenfalls viele Hilfen.

3. KÜNSTLERISCHE MOTIVE

Bei aller Liebe, ein Bild zu malen, bleibt aber doch die Hauptsache einer Sonnenuhr das Zifferblatt mit seinen zur Zeitmessung dienenden Zeichen.

Es steht natürlich jedem Gestalter frei, eigene Bildinhalte einzubringen. Ein Sonnenuhrenzifferblatt kann zu einem Bild gemacht werden oder wird dekorativ mit Ornamenten geschmückt.

Manch eine Sonnenuhr gibt sich geheimnisvoll, hintergründig und ist schwer zu enträtseln.

Oft findet man als Zeitmessungs-Symbol eine aufgemalte Sonne mit Gesicht, aber auch Mond und Sterne. Die Datumslinien tragen ohne-

5. Fortsetzung Referat: Einiges aus Sicht des Restaurators/Künstlers

dies in der Regel die Symbole der Tierkreiszeichen, die den Eintritt der Sonne in das betreffende Zeichen mit zugehörigem Datum angeben. Auch Menschengestalten, Symbole für den Menschen an der Schwelle von Zeit und Ewigkeit, werden verwendet, wie etwa ein Sensenmann (Chronos), ein Engel, oder - wie es etwa C. Ripa beschreibt, ein geflügelter nackter Knabe für Morgen- oder Abenddämmerung. Auch ein Hahn für den Morgen und eine Eule für den Abend kommen vor.

Cesare Ripa beschreibt in seiner ICONOLOGIA, erschienen bei Matteo Florimi in Siena 1613, mythologische Bilder. Er versucht, das Unbegreifliche eines heraufkommenden Tages zu deuten. Es sind aber in erster Linie ganz nüchterne Anweisungen für den Maler, wie ein solches Bild zu malen ist. Hier daraus zwei Beispiele:

* Crepuscolo della mattina (Morgendämmerung):

Ein nackter Knabe von rosa Hautfarbe, fliegt in die Höhe. Am Scheitel trägt er einen großen, leuchtenden Stern und in der linken Hand hält er eine Urne abwärts gerichtet; in der Luft fliegt eine Schwalbe. Dämmerung malen wir rötlich und den Knaben mit Flügeln. Das Fliegen nach oben zeigt den heraufkommenden Morgen. Der große Stern bringt das Licht.

* Crepuscolo della sera (Abenddämmerung):

Wie vorher, aber der Knabe fliegt nach unten. In der rechten Hand hält er einen Pfeil, in der linken eine Fledermaus, das Tier, das man in der Abenddämmerung fliegen sieht.

Viele Bildmotive finden sich in den Werken, die im Referat "Ausgewählte Literatur zu Sonnenuhren", besonders in Abschnitt 7 (Bildmaterial und Kataloge) genannt sind. Der Katalog ortsfester Sonnenuhren in Österreich beschreibt kurz etwaige Bildmotive.

Mag. Art. August Kicker

Akademischer Maler und Restaurator
Fresko- und Gemälderestaurierung

Kreuzgasse 39/2/7

A-1180 Wien

Kurzreferat: Die Sonnenuhr in der Denkmalpflege

Die Sonnenuhren begleiten die historischen Bauten in Österreich seit dem hohen Mittelalter. Bis zum Einbau der großartigen mechanischen Uhren ab dem 17. Jahrhundert wurde als Zeitmesser fast ausschließlich der Sonnenlauf verwendet.

An den bisher unter Denkmalschutz stehenden Bauten (ca. 60.000) kommen auch zahlreiche Sonnenuhren vor, wenngleich nur ein Bruchteil erhalten ist und bei den Restaurierungen der letzten Jahrzehnte nur wenige rechtzeitig gesichert und restauriert werden konnten.

AUS DER AUFGABENSTELLUNG DES BUNDESDENKMALAMTES

Es ist grundsätzlich immer das gesamte Objekt geschützt. Die Sonnenuhr kann im Unterschutzstellungsbescheid erwähnt werden, ist aber nie für sich allein Gegenstand einer Unterschutzstellung.

ZUM DENKMALSCHUTZ

Siehe Gerhard Sailer, Das Denkmal und sein Recht.

WAS IST EIN DENKMAL NACH DEM DENKMALSCHUTZGESETZ?

Ein Denkmal definiert sich als Gegenstand von geschichtlicher, künstlerischer oder kultureller Bedeutung, dessen Erhaltung im öffentlichem Interesse liegt. Siehe Norbert Wibiral, Was ist ein Denkmal? Wertkategorien nach Alois Riegl, Der moderne Denkmalkultus:

Vergangenheits- bzw. Erinnerungswerte:

- Gewollter Erinnerungswert. Er bezieht sich auf den eingangs dargelegten antiken Begriff des *monumentum*.
- Historischer Wert, in dem Riegl den kunsthistorischen Wert aufgehen läßt. Dieses Wertbewußtsein begreift das Denkmal als Urkunde (Originalwert) einer bestimmten geschichtlichen Entwicklungsstufe im Sein und Schaffen des Menschen und strebt seine Erhaltung im überkommenen Zustande an. Andererseits gesteht aber der Kultus des historischen Wertes im Falle eines unrettbaren Verlustes des Originals auch der Kopie einen beschränkten Wert zu.

1. Fortsetzung Kurzreferat: Die Sonnenuhr in der Denkmalpflege

- Alterswert. Auch er ist ein Entwicklungswert, aus dem historischen Wert hervorgegangen, verlangt aber Ästimmierung und Belassung der Altersspuren am Denkmal als sinnfälliges Zeichen seines Eingebettetseins in den natürlichen Kreislauf von Werden und Vergehen, was in letzter Konsequenz auf das „Sterben des Kunstwerks in Schönheit“ hinausläuft und konservierende Eingriffe nur dann gestattet, wenn sie Ursachen beseitigen, welche diesen Schicksalsweg in radikaler und vorzeitiger Weise beschleunigen könnten. Der Stimmungswert hat hier eine Wurzel.

Allen drei Erinnerungswerten kann unter Umständen der

- Seltenheitswert zugeordnet werden, welcher in jeder Kategorie eine Wertsteigerung für das Objekt darstellt, wenn es Raritäts- oder gar Unikatscharakter in seiner Gattung und innerhalb seiner Entwicklungsstufe besitzt.

Gegenwartswerte:

- Gebrauchswert. Dieser repräsentiert das Ausmaß der Eignung eines Denkmals für eine es zwar abnützende, andererseits aber seinen Fortbestand garantierende Zweckwidmung.
- Kunstwert. Riegl bezeichnet einen absoluten, gewissermaßen zeitlosen Kunstwert als Fiktion und läßt lediglich einen relativen zeitgebundenen Kunstwert gelten. Er unterscheidet hier:
 - den Neuheitswert, der die Geschlossenheit in Form und Farbe verlangt, also alle Altersspuren perhorresziert;
 - den relativen Kunstwert eines Denkmals der Vergangenheit. Er bemißt sich danach, wieweit dessen künstlerische Eigenschaften (Auffassung, Form, Farbe) dem jeweils „modernen“ Kunstwollen und Kunstempfinden entgegenkommen. So macht, nach Riegl, „das Moderne im Alten“ den relativen Kunstwert aus.

Praktisch wirken diese Kategorien im Bewußtsein des wertenden Menschen aufeinander ein und widersprechen sich zum Teil, wie etwa der Alters- und der Neuheitswert. Riegls Wertlehre ist trotz ihrer grundlegenden Einsichten nicht unwidersprochen geblieben. M. Dvořák, der für die Anerkennung eines absoluten Kunstwertes eingetreten ist und auf weitere Quellen der Denkmalverehrung — z. B. die religiöse Pietät — hinwies, hat auch die scharfe Trennung der drei Rieglschen Stufen des Erinnerungswertes kritisiert. Riegls Postulat nach Anerkennung des Alterswertes als des in Zukunft allein maßgebenden ästhetischen Erinnerungswertes der Menschheit darf in seiner Radikalität als Reaktion auf die purifizierende und renovierende Restauriertätigkeit des 19. Jahrhunderts verstanden werden. Die von Riegl geschaffenen Grundlagen haben trotz der Zeitbedingtheit mancher Formulierungen ihre Trag- und Ausbaufähigkeit unter Beweis gestellt.

Das lange nach seinem Tode erschienene und derzeit bestehende österreichische Denkmalschutzgesetz (1923) definiert Denkmale als unbewegliche und bewegliche Gegenstände von

- geschichtlicher,
- künstlerischer oder
- kultureller Bedeutung.

2. Fortsetzung Kurzreferat: Die Sonnenuhr in der Denkmalpflege

Denkmal kann also ein Reiterstandbild (Gedächtnismal) ebenso sein wie ein mit dem Boden verbundener und daher unbeweglicher Stadtturm oder eine bewegliche Prunkkarosse.

Geschichtliche Bedeutung ist begründet im Wert des Denkmals als Dokument einer bestimmten Entwicklungsstufe im Sein und Schaffen des Menschen schlechthin, aber auch im Zeugnischarakter für bestimmte Menschen, Ereignisse und Ideen der Vergangenheit, gleichgültig ob diese Funktion gewollt war oder nicht.

Künstlerische Bedeutung liegt dann vor, wenn die gestalterischen Mittel bei der Hervorbringung des Objektes so geartet waren, daß sie ein bleibendes Ergebnis geistiger Schöpfung erbracht haben.

Kulturelle Bedeutung ist gegeben, wenn das Denkmal sonst Zeugnis für Formen, Erscheinungen und Errungenschaften des geistigen oder physischen Lebens des Menschen ist.

Über die Vorstellung des Einzeldenkmals greift der Begriff der Gruppe und Sammlung von Gegenständen hinaus. Sie erhalten Denkmalcharakter, wenn sie vermöge ihres geschichtlichen, künstlerischen oder kulturellen Zusammenhanges ein einheitliches Ganzes bilden und die Bedeutung dieses Ganzen (*Ensemble historique*) ein Erhaltungsinteresse rechtfertigt. Man kann im wesentlichen folgende Kategorien unterscheiden:

Denkmaleinheit: Sie bezieht sich auf

- bewegliche Denkmale: z. B. eine Sammlung, ein Archiv oder eine Bibliothek;
- unbewegliche Denkmale: z. B. die Gebäudegruppe eines Klosters, Gehöftes, auch eines Konzentrationslagers;
- bewegliche und unbewegliche Denkmale: z. B. Kirche oder Schloß mit mobiler Ausstattung.

Denkmalgebiet (auch Denkmalort, Schutzzone), franz. *Site*, ist der umfassendere Begriff, charakterisiert durch großen Reichtum an unbeweglichen Denkmalen, wie ihn etwa die historischen Stadtkerne, Platz- und Straßenbilder aufzuweisen haben.

Die folgende Zusammenstellung der Kategorien von Denkmalobjekten strebt in der Aufzählung keine Vollständigkeit an. Es soll aber eine Vorstellung von der Weite und Vielfalt dessen gegeben werden, was Denkmal sein kann. Freilich muß klar sein, daß nicht für alles, was denkwürdig ist und als Quelle historischer Erkenntnis gelten mag (theoretischer Denkmalbegriff), ein öffentliches Interesse an der Erhaltung in der Praxis behauptet werden kann. Konzentration auf das Bedeutende und Wesentliche ist notwendig.

Bau- und Kunstwerke der kirchen- und religionsgenossenschaftlichen Körperschaften und Stiftungen:

Sie bilden einen erheblichen Wertbestand in unserem Lande, vor allem die des katholischen Kultus. Der Dom, die Kloster- und Stiftskirche, die Pfarr-, Filial- und Nebenkirche sowie die Kapelle mit ihrer für Österreich charakteristischen Sonderform des Kalvarienberges sind Kerntypen des Sakralbaues. Bauten des kirchlichen Lebens und der Verwaltung reihen sich an: der Bischofspalast und Bischofshof, der Pfarr- und Dechanthof; besonders reich und mannigfaltig wird die Baugruppe um die Kirche bei den monastischen Gemeinschaften: Kreuzgang, Kapitelhaus, Refektorium, Dormitorium, Forschungs- und Lehrgebäude, wie etwa die barocken Stiftssternwarten, aber auch Wirtschaftsanlagen wie Meierhof und Fischbehälter. Eine solche, oft durch

3. Fortsetzung Kurzreferat: Die Sonnenuhr in der Denkmalpflege

die Jahrhunderte organisch gewachsene Gruppe wird als Denkmaleinheit im oben definierten Sinne aufzufassen sein.

Dies gilt auch vice versa vom Einzelbauwerk zu seiner Ausstattung hin. Zu unterscheiden wäre hier zwischen der im Verband mit dem Bauwerk stehenden Wand- und Glasmalerei, der Stuckdekoration und der Bauplastik, den eingemauerten Spolien und Römersteinen, den Portalen, Beschlägen und Gittern, und andererseits jenen Ausstattungsstücken, die mehr oder weniger beweglich sind: Altar, Kanzel, Orgel, Taufstein, Gestühl, Bild, Plastik, Glocke, schließlich dem kultischen Gerät und Gewand sowie dem liturgischen Buch, welche in der Sakristei, oft auch als reichhaltige Sammlungen in Schatz- und Cimelien-Kammern der Klöster und Stifte gehütet werden. Eine Sonderklasse stellen die kirchlichen Archive und Bibliotheken dar. In den kirchlichen Bereich gehört im wesentlichen auch die Grabeskunst: Der Friedhof mit Karner, Lichtsäule bzw. Totenleuchte und Grabkreuz, schließlich das Grabdenkmal selbst, in der schlichteren Form als Grabplatte eingemauert oder im Boden.

ZU FRAGEN DES BLITZSCHUTZES

Wenngleich Turmspitzen schon früh Blitzschutzeinrichtungen aufwiesen, wird durch die heute geltenden Vorschriften eine zum Teil sehr störende Führung der Ableitungen durchgeführt. Dabei werden Firstziegel und Grateindeckungen beschädigt, und durch Wassereintritt ist die aus Holz gefertigte Konstruktion gefährdet.

Die im Denkmalschutzgesetz angeführte, überlieferte Erscheinung und künstlerische Wirkung der Bauten ist durch diese Einrichtungen oftmals stark beeinträchtigt. Es ist zu hoffen, daß die technische Entwicklung, die im Ausland bereits eingesetzt hat, zu weniger dominanten Lösungen führen wird. Grundsätzlich ist natürlich ein Schutz vor Blitzschlag in höchstem Maße notwendig und liegt im Interesse eines umfassenden Schutzes des Denkmals.

LITERATUR

- Riegl, A.: Der moderne Denkmalkultus, sein Wesen und seine Entstehung. K.K.Zentralkommission für Kunst und historische Denkmäler, Wien und Leipzig 1903.
- Sailer, G.: Das Denkmal und sein Recht. Bundesdenkmalamt, Wien.
- Wibiral, N.: Was ist ein Denkmal? Denkmalpflege in Österreich von 1945 bis 1970, Wien 1970.

Dipl.Ing.Karl Neubarth
Bundesdenkmalamt, Abteilung für historische Handwerkstechnik
Hofburg, A-1010 Wien.
Kartause Mauerbach, Informations- und Dokumentations-Zentrum
A-3001 Mauerbach.

Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich
und deren Katalog

Anmerkung : Im Text wird in eckigen Klammern (z. Beispiel [7, 98] = 7. Buch, Seite 98) auf die Literatur (siehe letzte Seite) hingewiesen. DN = Dateinummer meines Sonnenuhrkatalogs [8].

Historische Sonnenuhren sind auf der ganzen Welt ein sehr wichtiges und erhaltungswürdiges Kulturgut. Sie geben Aufschluß auf das Zeitverständnis und die Entwicklung der Zeiteinteilung in den verschiedenen Kulturkreisen bzw. Zeitepochen.

Österreich hat das Glück, zu jenen Staaten der Welt zu zählen, die reich an historischen Sonnenuhren sind. Man hat festgestellt, daß in Europa innerhalb des 45. und 50. Breitengrad, also im Bereich Frankreich, Schweiz, Süddeutschland, Österreich, CSFR und Ungarn die Sonnenuhrendichte am größten ist und sowohl gegen Süden als auch gegen Norden stetig abnimmt. Herr Studienrat Arnold ZENKERT, Berlin, der sich seit vielen Jahren mit der Katalogisierung der Sonnenuhren in der ehemaligen DDR befaßt, spricht sogar vom 'gnomonischen Äquator' und meint damit den 50. Breitengrad. Für den Zusammenhang der Dichte der Sonnenuhren mit dem Breitengrad konnte ich bisher keine plausible Erklärung finden.

Obwohl Österreich viele interessante und schön gestaltete historische Sonnenuhren besitzt, hat man es bisher nicht der Mühe wert gefunden, die Standorte und Merkmale dieser Sonnenuhren in einem Katalog zusammenzufassen. Da laufend historische Sonnenuhren im Zuge von Baumaßnahmen verloren gehen oder bei den Restaurierungen aus Unwissenheit verfälscht werden, ist eine Dokumentation des Iststandes sehr wichtig. Mit Hilfe von Fotos können bereits verschwundene Sonnenuhren wiederhergestellt werden.

In einigen europäischen Staaten sind Bestrebungen im Gange, die Sonnenuhren zu erfassen und in Verzeichnissen festzuhalten. Folgende Aktivitäten sind mir bekannt:

BRD: In der BRD gibt es in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie den Arbeitskreis Sonnenuhren der 1971 gegründet wurde (Vorsitzender : Dr.-Ing. Hugo Philipp, D-4010 Hilden, Düsseldorferstr. 73). Seit mehreren Jahren ist man dabei, eine EDV unterstützte Datenbank für Sonnenuhren aufzubauen.

Ehem. DDR: 1978 wurde von den Amateurastronomen im Kulturbund der DDR die Sektion Gnomonik gegründet, die sich seither intensiv mit der Erfassung der Sonnenuhren in diesem Land befaßt. 1984 erschien der erste 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR', [12] der von Arnold ZENKERT, Potsdam, zusammengestellt wurde. In nächster Zeit soll ein neuer Katalog erscheinen mit wesentlich mehr Sonnenuhren (über 1600). Als Voraus-Publikation erschien heuer ein kleines Heft betitelt 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren, Teil 1, Brandenburg und Berlin' [7], zusammengestellt von Herbert RAU und Arnold ZENKERT.

1. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

CSFR: In der CSFR hat Dr. Ludvik MUCHA, Praha, bis jetzt zirka 1340 ortsfeste Sonnenuhren registriert. Die Ermittlung in der Tschechischen Republik wurde von Studenten der Geographie an der Karlsuniversität und Leitung von Dr. Mucha in Form einer Fragebogenaktion und Diplomarbeiten vorgenommen. 128 Sonnenuhren in der Slowakei erfaßte Pavel Adamuv, Kosice. Die Aktionen sind noch nicht abgeschlossen.

Frankreich: Die Société Astronomique de France hat bisher in Frankreich über 8000 Sonnenuhren registriert. Eine Veröffentlichung in Form eines Kataloges erfolgte bisher noch nicht.

Großbritannien: Mr. Andrew R. SOMERVILLE, welcher 1989 die British Sundial Society (BSS) gründete und leider schon verstorben ist, veröffentlichte 1990 in der Broschüre 'The Ancient Sundials of Scotland' [10] ein Verzeichnis der historischen schottischen Sonnenuhren. Es enthält zirka 460 Adressen und Daten von stationären Sonnenuhren. Die BSS (derzeitiger Chairman Christopher St. J. H. DANIEL, FSA) mit ihren über 300 Mitgliedern unternimmt große Anstrengungen die vielen Sonnenuhren in Großbritannien ebenfalls mit EDV-Unterstützung zu registrieren. Es gibt darüber nur Teilveröffentlichungen in Listenform.

Niederlande: In den Niederlanden gibt es schon seit vielen Jahren einen Sonnenuhren-Verein mit dem Namen De Zonnewijzerkring. Dieser Verein gibt laufend ein Bulletin heraus. In dem Buch 'ZONNEWIJZERS IN NEDERLAND', [11] welches 1984 erschien, sind die interessantesten und schönsten Sonnenuhren der Niederlande beschrieben und teilweise abgebildet.

Ungarn: Auf Initiative von Dipl. Ing. Sándor KESZTHELYI und Lajos BARTHA begann man 1980 mit der Registrierung der ortsfesten Sonnenuhren in Ungarn und im Karpatenbecken, die schließlich 1983 im 'Magyar napóra-katalógus' (Ungarischer Sonnenuhren-Katalog) [3] ihren Niederschlag fand. Dieser Katalog enthält rund 300 Sonnenuhren.

Vor etwa 10 Jahren begann ich unter Mithilfe vieler gleichgesinnter Freunde eine computerunterstützte Datei der österreichischen Sonnenuhren aufzubauen. Der **Österreichische Astronomische Verein** hat im Februar 1991 auf der Grundlage dieser Sonnenuhren-Datei einen Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich [9] herausgebracht. Er umfaßt 1953 Sonnenuhren.

Im Katalog finden sie alle stationären Sonnenuhren ohne Rücksicht auf ihre Entstehungszeit und gnomonische Richtigkeit. Leider entstanden insbesondere in unserer Zeit sehr viele Sonnenuhren, deren Zifferblatt falsch ist oder deren Schattenstab nicht die richtige Lage aufweist. In beiden Fällen ist auf der Sonnenuhr kein definiertes Zeitmaß das ganze Jahr hindurch ablesbar.

2. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Ein besonderes Problem ist der Aufbau eines Sonnenuhren-Katalogs. Grundsätzlich kann man in einem Katalog die Sonnenuhren nach vielen Gesichtspunkten zusammenstellen, zum Beispiel:

1. Nach ihrer geographischen Lage:
 - 1.1 Alfab. geordnet nach dem Gemeindennamen
 - 1.2 Alfab. geordnet nach dem Bundesland und Gemeindennamen.
 - 1.3 Alfab. geordnet nach dem Bundesland, Bezirk und Gemeindennamen.
 - 1.4 Nach Postleitzahlen.
2. Nach der Entstehungszeit.
 - 2.1 Mittelalterliche u. neuzeitliche (Polos-)Sonnenuhren nach ihrer Entstehungszeit.
3. Nach der Lage des Zifferblattes:
Verikal-, horizontal-, äquatoriale-, erdachsparelle-Sonnenuhren u.a.
4. Nach der Art des Zifferblattes:
Eben, zylinderförmig, kreisförmig, kugelförmig usw.

Im Katalog sind die Sonnenuhren nach Pkt. 1.3 geordnet. Dieses Ordnungsprinzip hat wie jedes Ding auf der Welt Vor- und Nachteile.

Der Vorteil liegt darin, daß die Sonnenuhren eines verhältnismäßig kleinen Bereiches (Bezirk) zusammengefaßt und leicht zu finden sind, zumal die Gemeindennamen innerhalb des Bezirkes alphabetisch aufscheinen.

Der Nachteil: Weiß man nicht, in welchem Bezirk der betreffende Ort liegt, in dem man eine Sonnenuhr sucht, dann ist die Suche mühsam.

Aus letzterem Grund wäre es zweckmäßig, wenn dem Katalog im Anhang eine alphabetische Liste aller Orte (Örtlichkeiten) angefügt wäre. Jeder Örtlichkeit sollte der Name des Bezirkes und des Bundeslandes beigefügt sein. Diese Liste konnte im Katalog leider aus Platzgründen nicht untergebracht werden. Auf den Fortsetzungsseiten 20 bis 35 dieses Manuskripts ist diese Liste abgedruckt.

Auf etwas anderes wurde besonders Bedacht genommen: Ich habe so weit als möglich auf Abkürzungen verzichtet und damit die Lesbarkeit des Katalogs erhöht.

Durch die Auflage des Katalogs steht jetzt allen Kulturschützern und Sonnenuhren-Freunden ein wichtiges Hilfsmittel zur Auffindung und Lokalisierung der österreichischen Sonnenuhren zur Verfügung.

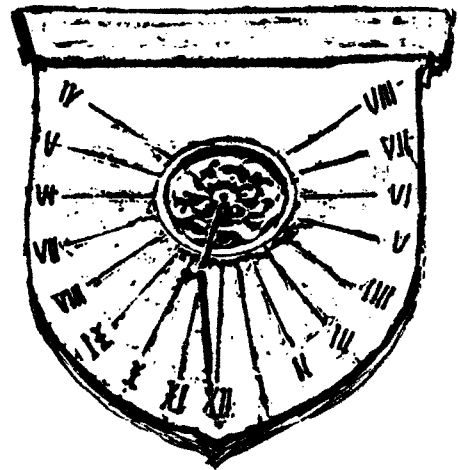
In diesem Seminar möchte ich mit Ihnen eine Sonnenuhren-(Dia-)Reise durch Österreich von Wien bis zum Bodensee und zurück veranstalten. Dabei suchen wir 49 interessante Sonnenuhren auf, die ich Ihnen erklären möchte. Sie erhalten damit einen Einblick in die Vielfalt der Sonnenuhren in Österreich.

3. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Die Reise beginnt auf dem Stephansplatz in Wien

1010 Wien, Stephandom. Strebepfeiler am Chor.
[9, 160], DN 0069

In Stein gemeißelte schildförmige Sonnenuhr mit got.-röm. Ziffern. Sie soll vor 1451 entstanden sein [13, 214]. Der Konstrukteur dieser Sonnenuhr war vermutlich Georg Peuerbach (1423-1461). Sie ist eine der ältesten Sonnenuhren mit Polstab in Europa. Eine ähnliche Sonnenuhr aus 1472 findet man in Wr. Neustadt am Haus Grazerstr. 106 [9, 81]. Nach Zinner [13, 215] stammte sie von der nahen Burg des Kaisers Friedrich III. und wurde beim Umbau der Burg entfernt. Das Zifferblatt ist genau nach Süden gerichtet.



1120 Wien, Weißenthurm. 23
[9, 161], DN 0072

Diese Sonnenuhr ist erst vor einigen Jahren entstanden. Sie befindet sich auf der Stirnseite eines zweistöckigen Mehrfamilienhauses und ist zirka 5 Meter breit. Das Zifferblatt ist mit folgendem Lineament ausgestattet:

- Wahre Sonnenzeit : für Intervalle von 10 Minuten für Orte am 15. Längengrad
- MEZ : Achterschleifen (Lemniskaten) für Halbstunden-Intervalle. Ablesung in den Monaten Dezember bis Juni auf der roten Schleifenhälfte und in den Monaten Juli bis Dezember auf der schwarzen Schleifenhälfte.
- Datumslinien (Hyperbeln) für die Tierkreisdaten.

Die Punktablesung für MEZ und Datum erfolgt mit Hilfe der Kugel am Ende des Polstabes.

Das Zifferblatt weicht $37^{\circ} 09' 43''$ nach Westen ab.

Geogr. Koordinaten : $48^{\circ} 10' 28''$ NORD - $16^{\circ} 19' 05''$ OST.

Entwurf : Prof. O. R. Schatz / Konstruktion : Projektbau.

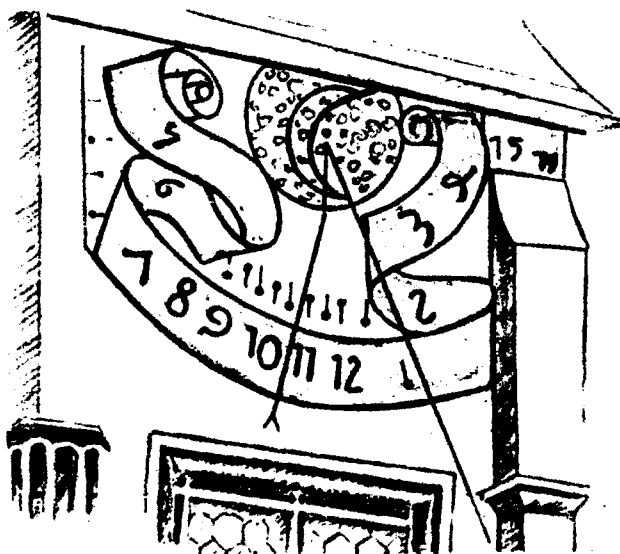
Eine Zusatztafel weist auf diese Daten hin.

4. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

3400 Klosterneuburg, Augustiner-Chorherrenstift

Bezirk : Wien-Umgebung [9, 81], DN 0513

Die Sonnenuhr ist auf einer nach Osten abweichenden Wand des Gästehauses gemalt. Charakteristikum ist ein gefaltetes Ziffernband mit gotischen Ziffern von 5 - 12 - 4. Außerdem sind Halbstundenstriche erkennbar. Ebenso ist die Jahreszahl 1579 in gotischen Ziffern angebracht. Laut [13, 110] wurden im Jahre 1447 im Stift Klosterneuburg vier Sonnenuhren gemalt. Möglicherweise gehört diese Sonnenuhr dazu. Sie wurde in den Jahren 1579, 1878, 1905 und 1923 erneuert.



2392 Wienerwald, Grub 52, Kindergarten

Bezirk : Mödling [9, 72], DN 2406

Boden-Sonnenuhr, mit horizontalem Zifferblatt. Es kann die WOZ abgelesen werden. Die Stundengeraden reichen von 8 - 12 - 4 Uhr. Weiters sind Datumslinien für die Sonnenwenden und die Tag-Nacht-Gleichen vorhanden. Das Lineament ist im gepflasterten Boden mit Klinker- und Bachsteinen ausgelegt. Als Schattenwerfer dient die erdachsparell gerichtete Kante eines Betondreieckes. Die Stunden sind auf Betonwürfeln mit Punkten angegeben.

Die gesamte Anlage ist ein hervorragendes astronomisches Lehrgerät für Jugendliche.

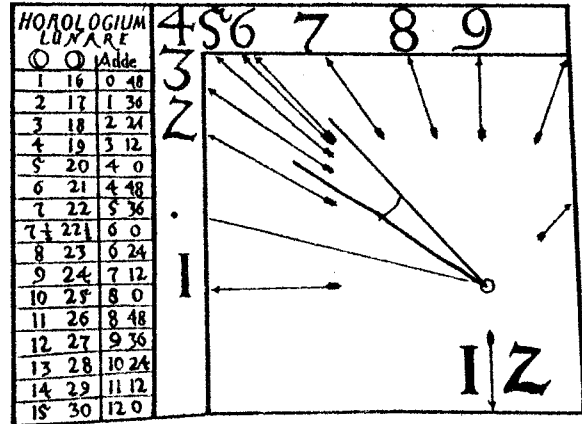
5. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

2532 Heiligenkreuz, Zisterzienserstift

Bezirk : Baden [9, 50], DN 2312

Mond-Uhr:

Gemalte Wand-Sonnenuhr im Klausurhof des Klosters (nicht öffentlich zugänglich). Die Wand ist nach West-Nord-West gerichtet, daher zeigt der Polstab aufwärts. Die Stundengeraden für WOZ sind von 1 bis 9 Uhr abends arabisch beziffert. Links neben dem quadratischen Zifferblatt befindet sich eine Mondtabelle (HOROLOGIUM LUNARE).



Sie dient zur Zeitablesung mit Hilfe des Mondschattens. Die drei Spalten der Tabelle zeigen von links nach rechts:

- Das Mondalter von 1 bis 15 für den abnehmenden Mond.
- Das Mondalter von 16 bis 30 für den zunehmenden Mond.
- Den Korrekturwert in Stunden und Minuten (Mondwinkel) für das betreffende Mondalter.

Beispiel : Einen Tag nach Vollmond beträgt das Mondalter 16. Laut Tabelle beträgt der Korrekturwert (Mondwinkel) 48 Minuten. Lesen Sie auf der Sonnenuhr die Zeit ab und addieren Sie diesen Korrekturwert hinzu. Sie erhalten dann die um 12 Stunden verschobene WOZ.

Literaturhinweise : [7, 132-134], [9, 22]

2500 Baden, Stadtpark

Bezirk : Baden [9, 50], DN 2332

Über diese als SONNENCHRONOMETER bezeichnete Sonnenuhr finden Sie in [2, 192-193] einen ausführlichen Artikel. Zwei Dinge sind bei dieser Sonnenuhr bemerkenswert:

- Mit Hilfe der exzentrischen Scheibe, die zum Einstellen des Datums dient, wird der Betrag der Zeitgleichung (Wahre Sonnenzeit - Mittlere Sonnenzeit) berücksichtigt. Man kann mit diesem 'Chronometer' somit die Mittlere Ortszeit direkt bestimmen.
- Die Visiereinrichtung (Dioptr) ermöglicht eine sehr genaue Bestimmung des Stundenwinkels der Sonne und damit eine minuten-genaue Zeitbestimmung. Die Bezeichnung 'Chronometer' ist daher gerechtfertigt.

6. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

3180 Lilienfeld, Zisterzienserstift

Bezirk : Lilienfeld [9, 64], DN 0377

Das ist eine von sieben Wand-Sonnenuhren im Zisterzienserstift Lilienfeld. Das Zifferblatt enthält Stundengeraden für die WOZ und die Datumslinien der Tierkreise. Die Punktablesung ermöglicht eine Kugel im Polstab. Die XII-Uhr-Stundenlinie fehlt. Sie wurde vermutlich bei einer Restaurierung des Zifferblattes vergessen. Nach der nur schwach geneigten Datumsggeraden (Tag-Nacht-Gleiche) zu schließen, ist die Wand nur ganz wenige Grade nach Osten gedreht. Interessant ist die Inschrift (I C A K) und das Wappen unterhalb des Zifferblattes. Es handelt sich um das Wappen des Abtes Ignaz Krafft, der von 1622 bis 1638 dem Stift vorstand. Damit kann angenommen werden, daß die nur teilweise erkennbare Jahreszahl 1622 lautet.

3180 Lilienfeld, Zisterzienserstift

Bezirk : Lilienfeld [9, 64], DN 0378

Neben der eben beschriebenen Sonnenuhr befindet sich das Zifferblatt einer 'halbfertigen' Sonnenuhr, d.h. es sind nur die Konstruktionslinien erkennbar. Die Stundengeraden und Halbstundengeraden sind voll ausgezogen. Die Substilare (Konstruktions-Hilfslinie) ist ebenfalls zu erkennen. Bei der diagonal verlaufenden Geraden in der rechten Bildhälfte dürfte es sich auch um eine Konstruktionslinie handeln.

Mit dieser unvollendeten Sonnenuhr ist eindeutig bewiesen, daß man damals die Zifferblätter mit Lineal, Transporteur und Zirkel konstruierte und nicht auf empirischem Weg erlangte.

2126 Ladendorf, beim Friedenskreuz

Bezirk : Mistelbach [9, 68], DN 1381

Das Zifferblatt auf einer Platte befindet sich in erdachspareller Lage. Als Schattengeber dient die Oberkante einer Metallschiene. Die Stundengeraden sind zueinander parallel. Man kann darauf die WOZ ablesen und zusätzlich die Mittags- und Mitternachtszeitpunkte von Weltstädten.

Spruch : SOL OMNIBUS LUCET - Die Sonne scheint für alle.

2134 Staatz, Enzersdorf 97

Bezirk : Mistelbach [9, 69], DN 0418

Der Giebel eines Wirtschaftsgebäudes wurde bemalt (4 Jahreszeiten) und mit einer einfachen Sonnenuhr versehen. Die Wand ist stark nach Südosten gedreht, daher liegen die Stundenlinien für den Vormittag eng beisammen.

7. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

2020 Grabern, Schöngrabern, Pfarrkirche

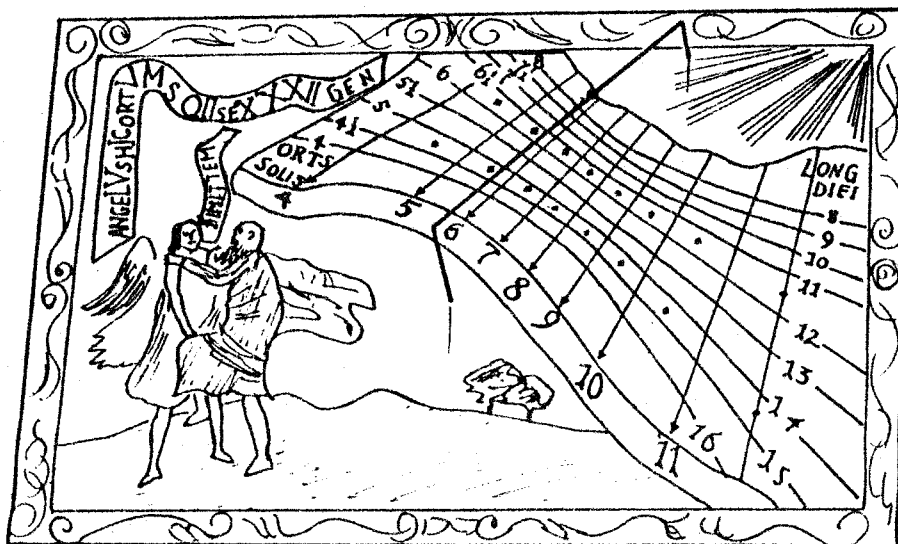
Bezirk : Hollabrunn [9, 53], DN 0285

Es handelt sich um eine 'klassische' zwölfteilige mittelalterliche Sonnenuhr, die zur Ablesung der temporalen Stunden (Gebetszeiten) diente. Vermutlich stammt sie aus dem 13. Jahrhundert. Der Gnomon (waagrechter Schattenstab) fehlt.

2070 Retz, Dominikanerkloster

Bezirk : Hollabrunn [9, 55], DN 0296

Vermutlich 17. Jahrh. Das Zifferblatt ist nach SSO gerichtet. Man erkennt das an der Lage der Stundengeraden, die zueinander nicht parallel sind, sondern oberhalb des Zifferblattes in einem weit entfernten Punkt zusammenlaufen. Der doppelt abgestützte Schattenstab enthält eine Kugel zur Datumsablesung. Die 9 Datumslinien entsprechen den Tagen mit den Tageslängen 8 bis 16 (LONG DIEI). Am linken Rand sind zusätzlich die Sonnenaufgangszeiten (ORTS SOLIS) 4 bis 8 Uhr angegeben. Der lateinische Spruch enthält ein (unvollständiges) Chronogramm. Das Chronogramm ergibt die Jahreszahl 1244 (?). Die Sonnenuhr ist schön restauriert.



8.Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

3730 Eggenburg, Feldg. 20

Bezirk : Horn [9, 56], DN 2089

Diese vertikale 1985 entstandene Sonnenuhr besitzt zwei Zifferblätter. Auf dem oberen Zifferblatt liest man die Wahre Ortszeit bezogen auf den 30.Längengrad östl.v.Greenwich und auf dem unteren Zifferblatt die Wahre Ortszeit für den 15. Längengrad östl.v.Greenwich ab. Nach Anbringung der Zeitgleichung erhält man somit oben die Sommerzeit (MESZ) und unten die MEZ.

3730 Eggenburg, Strandbad

Bezirk : Horn [9, 56], DN 0325

Diese aus Beton, Keramikblättchen und Metall gefertigte horizontale Sonnenuhr hat folgende Besonderheit: Man kann das runde Zifferblatt um den Kreismittelpunkt drehen und dadurch je nach Bedarf die 12 Uhr-Linie oder die 13-Uhr-Linie nach Norden ausrichten und somit MEZ oder MESZ ablesen. Da bei einem horizontalen Zifferblatt die einzelnen Stundenlinien gegenseitig verschiedene Abstände haben, ist diese Methode der Verdrehung nur näherungsweise richtig. Sie ist aber sehr originell. Eine Verdrehung um eine Stunde ist nur bei einem äquatorialem Zifferblatt möglich.

3751 Sigmundsherberg, Rodingersdorf, Filialkirche

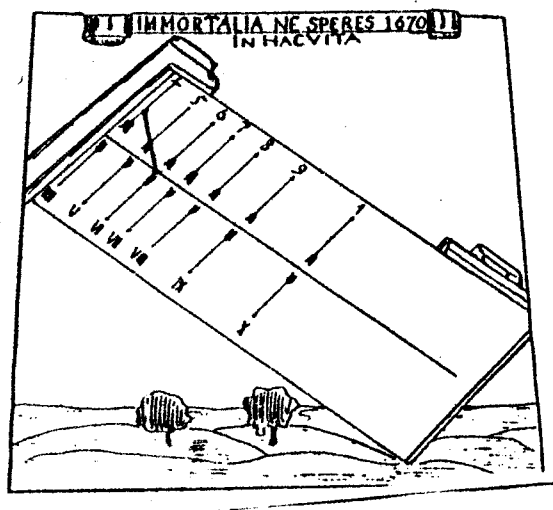
Bezirk : Horn [9, 57], DN 2297

Diese schildförmige Sonnenuhr dürfte einen Gnomon, also einen senkrecht zum Zifferblatt gerichteten Schattenstab besessen haben. Der Stab fehlt. Sie diente vermutlich zur Ablesung der temporalen Stunden. Entstehung wahrscheinlich 13. oder 14. Jahrhundert.

3550 Langenlois, ehem.Franziskanerkloster

Bezirk : Krems-Land [9, 60], DN 2026

Sonnenuhr aus 1670. Das vertikale ebene Zifferblatt ist nach Osten gerichtet. Die Zeitgeraden zur Ableseung der Wahren Ortszeit sind zueinander parallel. Der Winkel, den sie mit der waagrechten einschließen entspricht der geogr.Breite des Standortes. Als Schattenspender wird ein Stab senkrecht zur Zifferblatt-Ebene verwendet.



9. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Zur Ablesung benützt man die Kugel am Ende des Stabes. Die Aufnahme wurde knapp vor 8 Uhr WOZ gemacht. Die Stunden sind arabisch und mit römisch-gotischen Ziffern angegeben. Die doppelte Bezifferung war deshalb notwendig, da im 17. Jahrhundert manche nur die arabischen und andere nur die römischen Ziffern kannten.

Spruch : IMMORTALIA NE SPERES IN HAC VITA (freie Übersetzung : Hoffe nicht auf Unsterblichkeit in diesem Leben).

3321 Ardagger, ehem. Stift, Innenhof

Bezirk : Amstetten [9, 48], DN 0236

Diese vermutlich aus dem 17. Jahrhundert stammende Sonnenuhr wurde 1974 anlässlich der Renovierung des ehem. Stiftes wiederentdeckt und dank der Initiative von Oberförster Ing. Leo Baumann restauriert. Das Zifferblatt zeigt eine Unzahl gnomonischer Daten:

Wahre Ortszeit (WOZ) von VII - XII - VI.

Datumslinien der Tierkreiszeichen/Sonnenwenden/Tag-Nacht-Gleiche (AEQUINOCTIUM)

Babylonische Stunden von 1 bis 11 Uhr

Italienische Stunden von 14 bis 23 Uhr

Die Dauer des lichten Tages (LONGITUDO DIERUM)

Die Dauer der Nacht (LONGITUDO NOCTIUM)

Die Stunde des Sonnenaufganges (OSTUS SOLIS)

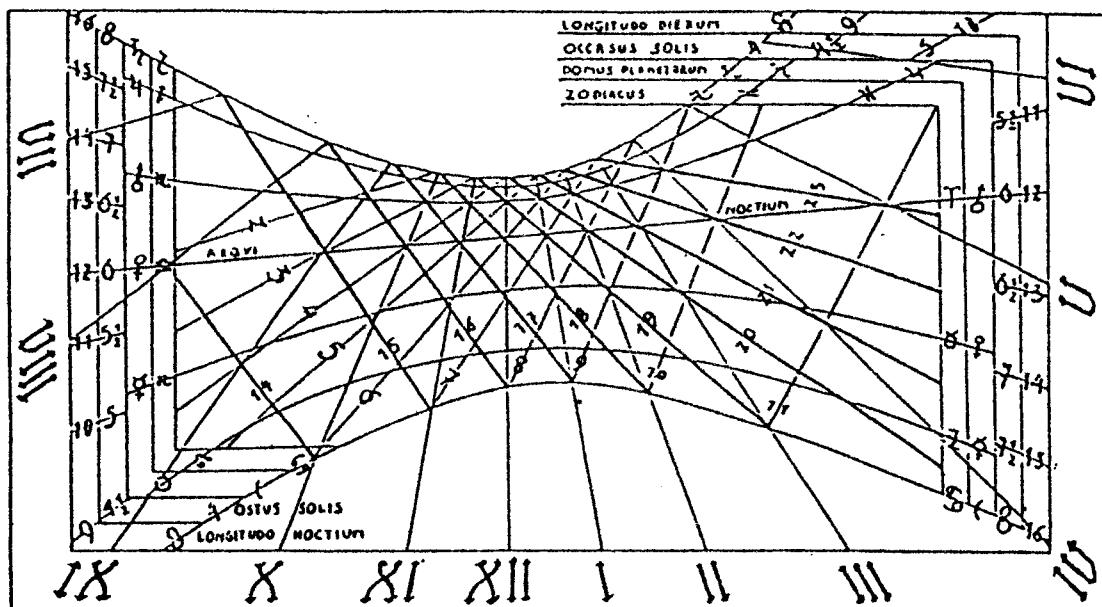
Die Stunde des Sonnenunterganges (OCCASUS SOLIS)

Die Tierkreiszeichen im Jahreszyklus (ZODIACUS) und

die ihnen zugeordneten Planetenzeichen (DOMUS PLANETARUM).

Der Polstab enthält zur Punktablesung eine Kugel und ist abgestützt.

Die nachstehende Zeichnung wurde einer Schrift von Ing. Leo BAUMANN, 3300 Amstetten, E.Brandström-Str. 17, entnommen [1].



10. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

4470 Enns, Stadtturm

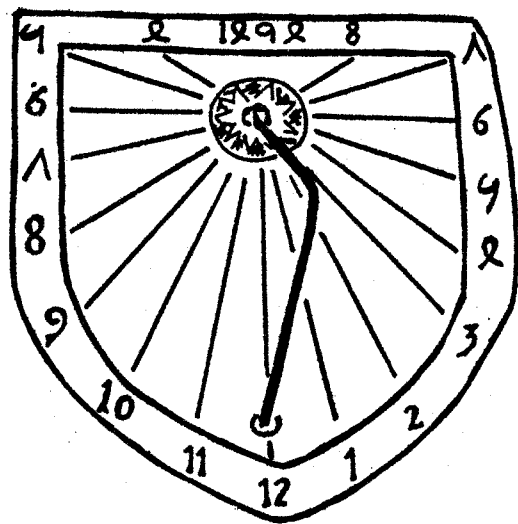
Bezirk : Linz-Land [9, 90], DN 0609

Sonnenuhr aus 1568 am Wahrzeichen von Enns, dem Stadtturm. Wegen des runden Fensters innerhalb des Zifferblatt hat man den Polstab wohl exzentrisch plaziert. Oberhalb der Sonnenuhr befindet sich ein Wappenschild des Hauses Habsburg-Lothringen.

4391 Waldhausen i. Strudengau, Pfarrkirche

Bezirk : Perg [9, 92], DN 2017

Eine der ältesten Sonnenuhren in Oberösterreich. Sie trägt die Jahreszahl 1494 in gotischen Ziffern. Charakteristisch ist die Wappenform des Zifferblattes und die gotischen Ziffern von 5 - 12 - 8. Die ersten und letzten Ziffern gehören zu Stundengeraden vor und nach Sonnenaufgang. Das Zifferblatt ist in Stein gemeißelt und hat Ähnlichkeit mit der Sonnenuhr am Stephansdom in Wien [9, 160].



4550 Kremsmünster, Benediktinerabtei

Bezirk : Kirchdorf a.d. Krems [9, 89], DN 0594

Barock-Sonnenuhr des 18. Jahrh. mit geschwungenem Zifferband und röm.-got. Zahlen von III-XII-IIII. Viertelstundenpunkte in einem zweiten Band. Über der Sonnenuhr befindet sich ein Windmesser. Im physikalischen Kabinett der Sternwarte Kremsmünster, astronomische Abteilung, findet man eine große Anzahl alter Sonnenuhren verschiedener Ausführung [6].

5222 Munderfing, vor dem Gemeindeamt

Bezirk : Braunau am Inn [9, 85], DN 0545

Diese plastische Pfeilersonnenuhr aus rotem Sandstein mit schüsselförmigem aufrecht stehendem Zifferblatt wurde 1985 vor dem Gemeindeamt in Munderfing errichtet. Diese Art von Sonnenuhren eignen sich sehr gut für Dorfplätze oder Brunnenanlagen.

11. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

5020 Salzburg, Benediktiner-Erzabtei St. Peter
Stadt Salzburg [9, 99], DN 1006

Im Bereich der Benediktiner-Erzabtei St. Peter befinden sich 4 Barocksonnenuhren, eine schöner als die andere. Im Klausurhof (nicht öffentlich zugänglich) befinden sich drei Sonnenuhren (Ost/Süd/West). Die Westuhr besticht durch ihre schöne Ausschmückung (der Tod läutet die Glocke).

5020 Salzburg, Universitätsplatz
Stadt Salzburg [9, 100], DN 2363

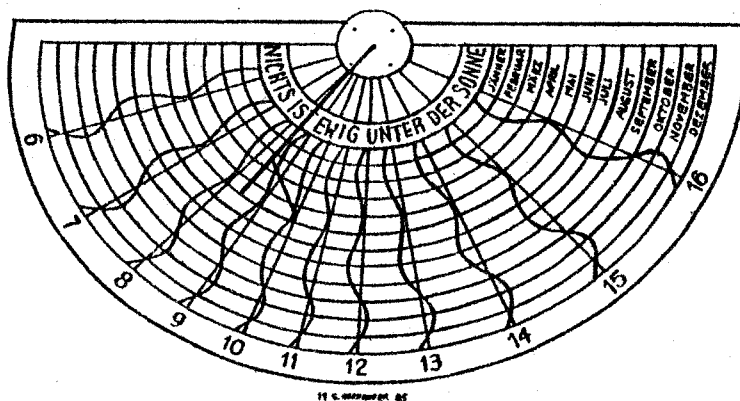
Eine platzfüllende Bodensonnenuhr entstand 1990 auf dem Salzburger Universitätsplatz. Der Polstab ist mehrere Meter lang. Das horizontale Zifferblatt besteht aus dunklen Steinleisten (Stundengeraden) und Metallbändern (Datumslinien). Der Punktschattenwerfer befindet sich am Stabende.

5023 Salzburg, Obergnigl, Pfarrkirche St. Michael
Stadt Salzburg [9, 101], DN 2244

Im Jahre 1988 entstand eine herrliche Sonnenuhr über dem Portal der Pfarrkirche St. Michael in Salzburg/Obergnigl. Sie enthält Datumslinien der Tierkreiszeichen. Lat. Spruch mit Chronogramm: 'LUX EX ALTO FULGENS CORDIS FUGIT CAECITATEM' (Übersetzung: Das aus der Höhe strahlende Licht vertreibt (fugit) die Blindheit) und deutscher Spruch: 'Unter deinem Schutz und Schirm stehen wir'.

5580 Tamsweg, Kuenburgstr. 634
Bezirk : Tamsweg [9, 107], DN 0680

Auf dieser vertikalen Sonnenuhr kann man die MEZ (rote Schlangenlinien) und die WOZ direkt ablesen. Die 'Schlangenlinien' sind eine 'gestreckte' Achterschleife (Zeitgleichung). Die Zeitablesung für MEZ muß an jener Stelle der Halbkreise erfolgen, die dem Datum zugeordnet ist. Entstehung : 1985.



12. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

5092 St. Martin/Lofer, Kirchtal, Wallfahrtskirche
Bezirk : Zell a. See [9, 109], DN 1061

Auf der Vorderfront befindet sich eine sehr interessante Sonnenuhr. Sie weist drei Zifferbänder auf, die bezeichnet sind mit: HORA ROMANE (= Rom), HORA HIEROSOLYMIT (= Jerusalem) und HORA COMPOSTELLANA (= Compostella/ Spanien). Die Stunden, die man auf den Zifferbändern abliest, entsprechen der Wahren Ortszeit (WOZ) dieser drei Orte.

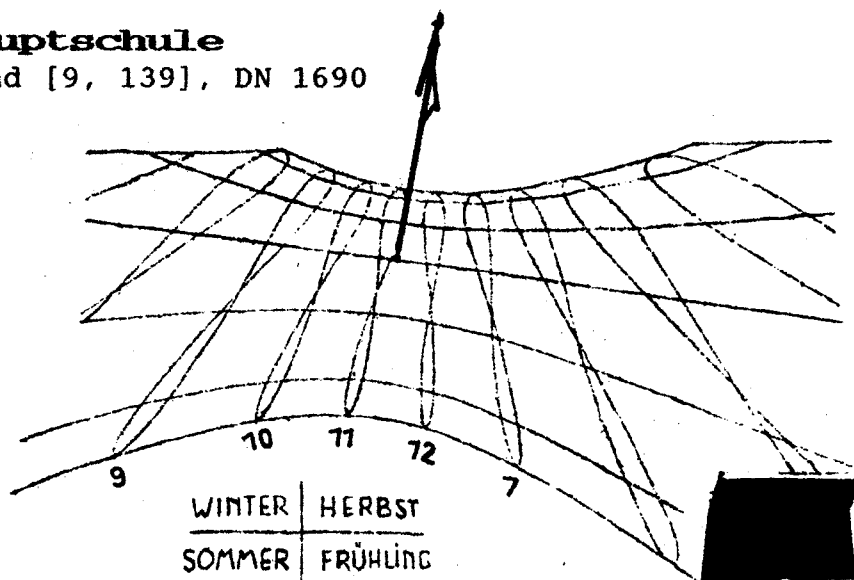
6373 Jochberg, Pfarrkirche
Bezirk : Kitzbühel [9, 143], DN 0870

Diese Sonnenuhr weist 9 halbkreisförmige Ziffernbänder auf. Das äußerste Zifferband (weiß) gibt die WOZ von VIII-XII-V einschl. Halbstundenpunkte. Die restlichen farbigen Zifferbänder zeigen die WOZ für die Städte Konstantinopel, Bombay, Chigago, Jerusalem, Paris, Lissabon, Wien und Rom. Am rechten Rand jedes Bandes sind die Längengrade von Greenwich aus gezählt (positiv nach Osten) angegeben.

Das Zifferblatt ist entweder nach Einführung des Nullmeridians von Greenwich entstanden oder die Längengrade wurden später hinzugefügt.

6111 Volders, Hauptschule
Bezirk : Innsbruck-Land [9, 139], DN 1690

1988 entstand diese nach Südosten abweichende vertikale Sonnenuhr mit den Zeitlinien für die Mittlere Sonnenzeit. An den für die Stunden von 8 - 12 - 4 Uhr vorhandenen Achterschleifen (Lemniskaten) kann man die MEZ direkt ablesen.



Die Schleifen sind den vier Jahreszeiten entsprechend in vier verschiedenen Farben (blau = Winter, grün = Frühling, rot = Sommer und braun = Herbst) gehalten. Weiters enthält das Zifferblatt die Datumslinien der Tierkreiszeichen. Der Punktschattenwerfer ist in Form einer kleinen Kugel am Ende des Polstabes ausgebildet.
Spruch: CARPE DIEM (Nütze den Tag).

13.Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

6020 Innsbruck, Amras, Schloß Ambras

Stadt Innsbruck [9, 140], DN 0137

Eines der schönsten Sonnenuhren-Fresken der Renaissance befindet sich am Hochschloß Ambras bei Innsbruck. Sie ist vermutlich 1570 entstanden. Das Zifferblatt ist nach WNW gerichtet. Der Schnittpunkt der (fast parallelen) Stundengeraden für die WOZ von II bis VIII Uhr befindet sich unter dem Zifferblatt. Auffallend ist das prächtige 'Beiwerk' zur Sonnenuhr: Das Wappenschild des Erzherzogs Ferdinand II. mit den Wappen aller Habsburgländer, die Kette vom Goldenen Vlies, der Tiroler Herzoghut und ein Spruch : PRETIUM LABORUM NON VILE (übersetzt lautet das etwa : Der Lohn für die Mühe war nicht gering).

6020 Innsbruck, Hofgarten

Stadt Innsbruck [9, 141], DN 0682

Zum zehnjährigen Jubiläum der Partnerschaft Freiburg-Innsbruck in Jahre 1971 schenkte die Stadt Freiburg i.Breisgau der Stadt Innsbruck eine aus rotem Sandstein gefertigte Pfeiler-Sonnenuhr. Sie befindet sich seither im Hofgarten zu Innsbruck.

Sie hat insgesamt 4 Zifferblätter:

Südzifferblatt: WOZ für den 15.Längengrad und Datumslinien für die So-Wenden und Tag-Nacht-Gleiche.

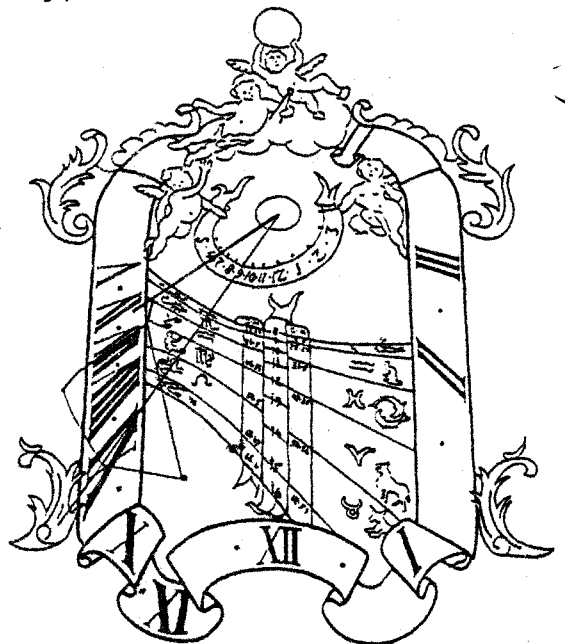
Pultförmiges Zifferblatt gewellt : WOZ

Ost- und West-Zifferblätter : Mittagsangaben für Weltstädte.

6165 Telfes i.Stubai, Pfarrkirche

Bezirk : Innsbruck-Land [7, 98] u.[9, 138], DN 0772

Auf dem Kirchenschiff befindet sich eine bisher praktisch unberührte Sonnenuhr des Bauernkartographen Peter Anich (1723-1766). Der Schattenstab trägt eine Kugel, deren Lage stimmt. Gemalt hat das Zifferblatt der berühmte Barockmaler Anton Zoller etwa um 1760. Das Zifferblatt trägt alle charakteristischen Merkmale der Kirchen-Sonnenuhren von Peter Anich : Die Datumslinien der Tierkreiszeichen mit den Tierkreisbildern und den Symbolen. Das Mittelband mit den Angaben der Taglängen. Zusätzlich sind links und rechts noch weitere Bänder angebracht, welche die Sonnenhöhen in Grad und Minuten anzeigen.



14. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Die Sonnenuhr enthält zwei Bänder mit römischen bzw. arabischen Ziffern. Unterhalb des Zifferblattes ein Bibel-Spruch (wie bei allen Anich-Uhren): 'Ihr wisset weder den Tag noch die Stund' (Matthäus 25,12). [4, 236]

6150 Steinach a. Brenner, Höhenweg 122

Bezirk : Innsbruck-Land [9, 138], DN 0762

Die Berechnung dieser Sonnenuhr wurde von Dipl. Ing. Birnleitner ausgeführt, auf dessen Wohnhaus sich die Sonnenuhr befindet. Die Ausführung besorgte 1979 der Steinacher Künstler Kasseroller. Die Linien des Zifferblattes sind durch Metalldrähte dargestellt. Die Zwischenräume sind mit Mosaiksteinen ausgelegt. Den äußeren Rahmen bilden die in Kupfer gearbeiteten Tierkreisbilder. Der Schattenpunkt wird durch eine Lochscheibe erzeugt. Die vertikale Wand ist stark nach Südwesten gerichtet.

6060 Absam, Karl Zangerstr. 12

Bezirk : Innsbruck-Land [9, 132], DN 1729

Es gibt leider nicht nur 'richtige' Sonnenuhren, sondern auch sehr viele Sonnenuhren mit falschem Zifferblatt oder falsch gerichteten Schattenstab. Besonders in unserer Zeit entstehen Sonnenuhren, die oft viel Geld kosten aber nicht nach den gnomonischen Regeln konstruiert sind. Ein Beispiel dafür ist diese Sonnenuhr. Die auf dem Zifferblatt angegebenen Stunden 1 bis 7 stehen eng beisammen. Die Wand ist nach Westen gerichtet, der Schattenstab weist keineswegs eine erdachsparelle Lage auf.

6414 Mieming, Barwies, Pfarrkirche

Bezirk : Imst [9, 130], DN 0808

Beispiel einer mangelhaften Restaurierung:

Die historischen Sonnenuhren wurden fast durchwegs richtig konstruiert. Wenn sie heute gnomonische Mängel aufweisen, ist das meist auf eine stümperhafte Restaurierung zurückzuführen. Vor einigen Jahren wurde die im 18. Jahrh. entstandene Sonnenuhr auf dem Querschiff der Kirche restauriert. Bei dieser Gelegenheit wurde der Schattenstab falsch angebracht. Der Ansatzpunkt befindet sich nicht im Schnittpunkt der Stundengeraden.

6580 St. Anton a. Arlberg, Hotel 'Schwarzer Adler'

Bezirk : Landeck [9, 149], DN 0926

Diese Sonnenuhr aus dem Jahre 1570 wurde hervorragend restauriert. Nach dem 2. Weltkrieg war sie zur Gänze übermalt. Vor den Restaurierungsarbeiten wurde die Wandabweichung genau gemessen und die

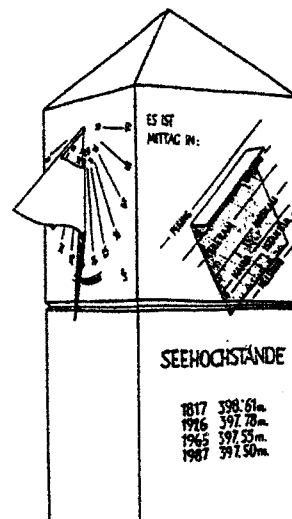
15. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Stundenlinien überprüft. Einige kleine Fehler im Zifferblatt wurden behoben. Heute zeigt sie wieder einwandfrei die Wahre Ortszeit an.

6911 Lochau, Hafenanlage 'Bäumle'

Bezirk : Bregenz [9, 158], DN 1695

Auf einer 1989 entstandenen Wetterstation im Bodensee-Hafen Lochau befindet sich auf der Südseite eine Sonnenuhr, welche die Wahre Ortszeit für Orte am 15. Längengrad und 30. Längengrad (Sommerzeit) östl.v.Greenwich anzeigt. Auf der Ost- und Westseite sind Sonnenuhren für die Mittagsanzeige von Weltstädten angebracht. Als Schattengeber dienen Flächenkanten. Flächen sind nicht so leicht zu beschädigen wie Stäbe.



9974 Prägraten, Pfarrkirche

Bezirk : Lienz [9, 151], DN 1683

Auf dem Kirchenschiff wurde 1922 von Willi Kohler eine Sonnenuhr auf einer Holztafel (zirka 2,0 x 1,5 m) geschaffen, welche die Wahre Ortszeit für Orte am 15. und 30. Längengrad östl.v.Greenwich anzeigt. Das Zifferblatt besitzt deshalb je ein Zifferband für die MEZ (röm.-got. Ziffern) und für die MESZ (arabische Ziffern). Unterhalb des Zifferblattes befindet sich eine als 'Correctur Tafel in Minuten' bezeichnete Zeitgleichungstabelle für jeden 1., 20. u. 30. des Monats.

9900 Lienz, Griebelehof, Kapelle

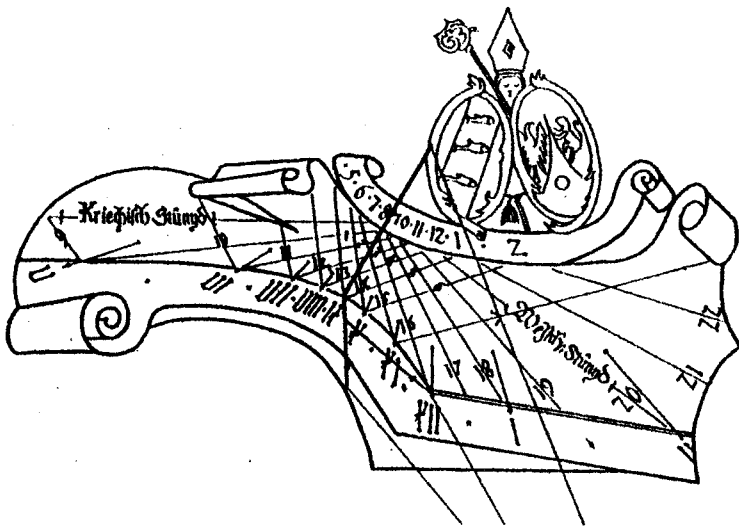
Bezirk : Lienz [9, 150], DN 0994

Sonnenuhr für Wahre Ortszeit aus 1985. Das besondere des Zifferblattes ist ein Diagramm auf dem man den Korrekturwert in Minuten für die Umrechnung der WOZ zur MEZ ablesen kann. Das Diagramm zeigt für jedes Datum den Wert Zeitgl. (in Minuten) + Δt . Dabei bedeutet Δt :

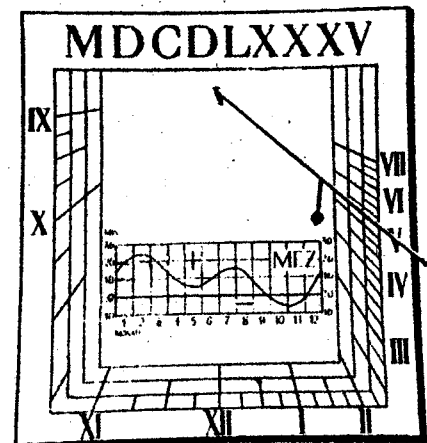
$$\Delta t = (15^\circ - 12,77^\circ) \times 4 = \approx 9 \text{ Minuten}$$

die Zeitdifferenz zwischen der WOZ für Lienz und Orte am 15. Längengrad östl.v.Greenwich. $12,77^\circ$ ist die geogr. Länge von Lienz.

16. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.



Ossiach, ehem. Stift



Lienz, Griebelehof

9570 Ossiach, ehem. Benediktinerstift, Hof

Bezirk : Feldkirchen [9, 36], DN 0096

Diese Sonnenuhr ist in der Renaissance 1614 entstanden und wurde 1817 barockisiert. Das Zifferblatt zeigt Stundenlinien für WOZ, Ital. Stunden ('Welsch Stund') und Babyl. Stunden ('Kriechisch Stund'). Sie zählt zu den schönsten Sonnenuhren in Österreich.

Die Ital. Stunden wurden in Italien im 18. Jh. tatsächlich für die 'Gebrauchszeit' verwendet. Johann Wolfgang v. Goethe schildert in der 'Italienischen Reise' (1786/88) die Probleme, die er bei der Umrechnung der Italienischen Stunden in die Äquinoktialstunden zu überwinden hatte:

'Ich höre z.B. in der Nacht Sieben schlagen und weiß, daß Mitternacht um Fünf ist, so ziehe ich diese Zahl von jener ab, und habe also Zwei Uhr Nachmittags....' usw. (Goethe schrieb diese Zeilen im September 1786).

9360 Friesach, Dominikanerkloster, Hof

Bezirk : St. Veit a.d. Glan [9, 40], DN 0179

Leider gibt es nicht nur Sonnenuhren im gut restauriertem Zustand sondern man findet auch 'Sonnenuhr-Leichen', wie die Sonnenuhr im Dominikaner-Kloster in Friesach. Auf dem Zifferblatt dieser aus 1682 stammenden Sonnenuhr sind die Conventhäuser des Dominikaner-Ordens Teutonia abgebildet. Man wird bald nichts mehr erkennen können, wenn das Zifferblatt nicht rasch restauriert wird.

17. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

8010 Graz, Karmeliterplatz 3

Stadt Graz [9, 113], DN 1001

Der steirische Maler Wolfgang Buchner (Jahrgang 1946) hat die Südfront der ehem. Karmeliterkirche (jetzt Landesarchiv) mit einer außergewöhnlichen Wandmalerei versehen. Beim Fresko handelt es sich um eine kosmische Phantasie. Die Malerei ist so angelegt, als ob das Giebelfeld einen komprimierten Blick in entfernte Himmelsgegenden gewähre. Das Zentrum der Komposition ist ein schwarzes Loch, die alles in sich bergende Leere, zu der die Spirale der Himmelsgebilde in zentrifugalem Verhältnis steht. Aus dem dunklen Nichts stößt der bemalte Lichtstab hervor, dessen Schatten die Zeit, die Lebendigkeit schafft. Das Zifferblatt ist als Zeitwiege gestaltet.

8020 Graz, Gries, Zentralfriedhof

Stadt Graz [9, 114], DN 1090

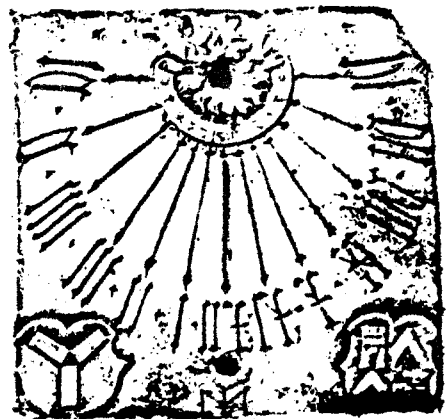
Auf einer Grabstätte im Zentralfriedhof in Graz befindet sich diese Skulptur. Ein trauriges Kind hält eine vertikale nach Süden gerichtete Sonnenuhr-Platte (14x20 cm groß) in der Hand. Univ. Prof. Dr. techn. Hans Löschner, der 1906 das Buch 'Über Sonnenuhren' [5] verfaßte, welches einen sehr hohen Stellenwert in der Gnomonik-Literatur einnimmt, ist der Konstrukteur dieser Sonnenuhr. Die Zeitlinie 3/4 5 Uhr morgens, welche der Sterbezeit des Toten entspricht, ist durch ein Kreuz und in schwarzer Farbe gekennzeichnet. Die weiteren Zeitlinien (WOZ) sind in Gold gehalten.



8222 Stubenberg, Schloß Herberstein

Bezirk : Hartberg [9, 117], DN 1169

Im Florentinerhof des Schlosses Herberstein befindet sich die älteste datierte (1521) Sonnenuhr der Steiermark. Es handelt sich um eine Süduhr, die sich offensichtlich jetzt an einer falschen nämlich ostwärts gerichteten Wand befindet. Das Zifferblatt ist in eine Marmorplatte gemeißelt. Die beiden Zifferbänder tragen gotische und römisch-gotische Ziffern von 6 - 12 - 6. Weiters sind 2 Wappen eingemeißelt.



18. Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

8790 Eisenerz, beim Altersheim, Grünanlage

Bezirk : Leoben [9, 120], DN 1232

Auf einem Erzblock wurde vor einigen Jahren eine Ring-Sonnenuhr errichtet. Das aus Messing verfertigte halbkreisförmige Zifferband hat eine erdachsparelle Lage. Die Stundengeraden haben demnach zueinander gleiche Abstände.

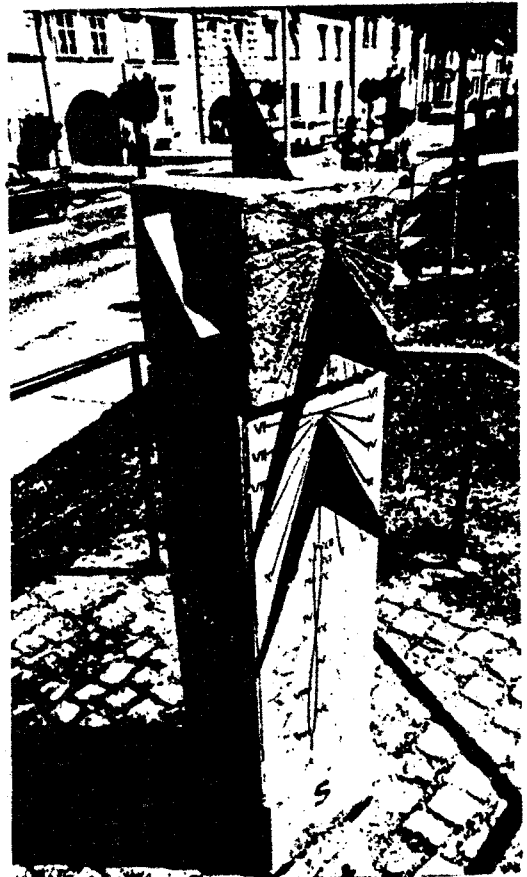
7071 Rust, Conradplatz

Freistadt Rust [9, 34], DN 0044

Diese Pfeiler-(bzw. Würfel-)Sonnenuhr besteht aus einem historischen und einem neuzeitlichen Teil. Der aufgesetzte Würfel stammt vermutlich aus dem 17. Jahrhundert und der untere Teil aus 1978. Der Sandstein-Würfel wurde 1957 bei Verputzarbeiten in der Hofmauerecke des Ruster Barockhauses 'Zum Auge Gottes' in der Kirchengasse von Alfred Ratz gefunden und als Sonnenuhr erkannt. Der Würfel enthält 5 Zifferblätter.

1978 entstand der Sonnenuhr-Pfeiler mit einem Zifferblatt auf der Südseite und Beschriftung. Auf diesen Pfeiler wurde der historische Würfel aufgesetzt und mit Schattendreiecken versehen. Das südseitige Pfeiler-Zifferblatt hat Stundengeraden für die Wahre Ortszeit und zusätzlich eine Achterschleife für 12 Uhr MEZ.

Die Initiatoren und Gestalter dieser Sonnenuhr sind Wolfgang Meyer, Hannes Eberhart und Alfred Ratz aus Rust.



7000 Eisenstadt, Kircheng. 49

Freistadt Eisenstadt [9, 32], DN 0041

Auf einem Barockhaus in der Kirchengasse 49 in Eisenstadt ist heute noch auf dem First eine Würfelsonnenuhr mit 4 Zifferblättern zu sehen. Sie stammt aus dem Jahre 1720. Sie ist in dieser Art vermutlich einmalig in Österreich. Nach Aussage des jetzigen Besitzers des Hauses gehörte das Haus 1720 dem Steinmetz, der die Sonnenuhr geschaffen hat.

19.Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

7000 Eisenstadt, Permayerstr. 2a

Freistadt Eisenstadt [9, 32], DN 2172

Die jüngste Sonnenuhr in Eisenstadt befindet sich auf dem Haus Permayerstr. 2a, in dem das Vermessungsamt untergebracht ist. Sie wurde von Dipl.Ing. Karl Schwarzinger entworfen und konstruiert und von Malermeister Walter Fuhrmann gemalt. Es kann die WOZ für Orte am 15. und 30. Längengrad abgelesen werden. Um zur MEZ bzw. Sommerzeit zu gelangen, muß die Zeitgleichung berücksichtigt werden. Für diesen Zweck wurde eine Tafel mit dem Zeitgleichungs-Diagramm angebracht. Das Zifferblatt enthält außerdem noch die Datumslinien der Tierkreise.

2700 Wr.Neustadt, Park der ehem. Burg

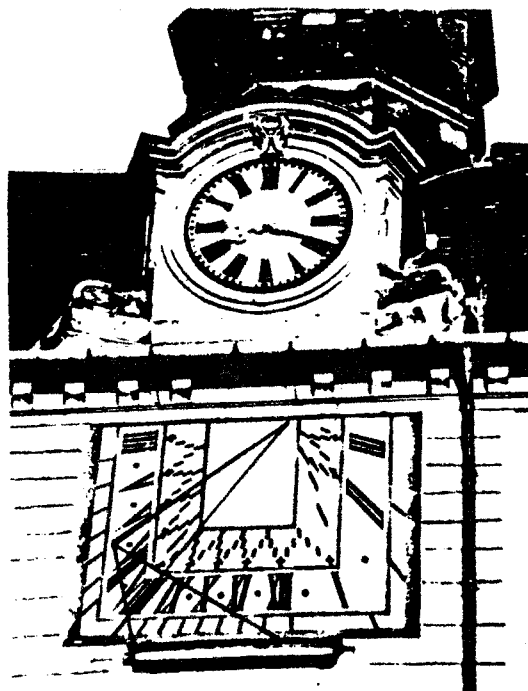
Stadt Wr.Neustadt [9, 80], DN 2446

Im weitläufigen Park der Militäarakademie nahe dem sogenannten 'Fohlenhof' befindet sich ein vierseitiger Obelisk mit 4 Sonnenuhr-Zifferblättern. Der Obelisk wurde 1821 errichtet und diente als Meridianmire, d.h. zur Justierung (Azimutkontrolle) der Instrumente der Sternwarte der Militäarakademie am Rakoczyturm. Die 4 jSchattenstäbe sind noch erhalten. Allerdings erhält der Obelisk durch die vielen Bäume im Umkreis kaum noch Sonne.

1010 Wien, Hofburg, Burghof

Wien [9, 160], DN 0067

Im Burghof der Wiener Hofburg endet die Sonnenuhren-Rundreise durch Österreich. Die Sonnenuhr diente offensichtlich zur Kontrolle der darüber befindlichen Räderuhr. Zur Ablesung der Wahren Ortszeit sind Viertelstundenstriche angebracht. Einige Viertelstundenstriche sind auch am äußeren Rand zu erkennen.



Damit ist meine Reise durch die österr.Sonnenuhren-Landschaft zu Ende. Ich hoffe, ich habe Ihnen damit einen Überblick über die Vielfalt und Schönheit der österr. Sonnenuhren vermittelt. Gehen Sie nun selbst auf die Sonnenuhrenreise. Mein Katalog soll Sie dabei unterstützen.

20.Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich
und deren Katalog

Zusatzverzeichnis zum
Katalog der ortsfesten Sonnenuhren
in Österreich

V O R W O R T

Das vorliegende Verzeichnis soll Ihnen helfen, Ortsgemeinden, Ortsteile, Weiler, Riede oder sonstige Örtlichkeiten im 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich' leichter zu finden.

Es enthält alle im Katalog vorkommenden Örtlichkeiten. Diese sind alphabetisch aufgelistet, wobei Umlaute wie getrennt geschriebene Laute berücksichtigt sind, zum Beispiel "Huebe - Hüttenberg - Hüttenmühle - Humtschach". Bei jeder Örtlichkeit sind die Gemeinde (Ortsgemeinde), der Bezirk und das Bundesland (letzteres abgekürzt) angeführt. Ist die Örtlichkeit identisch mit der Ortsgemeinde, dann steht statt dem Ortsgemeindenamen "dto".

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Abersee	St.Gilgen	Salzburg-Umgebung	Slbg
Abfaltersbach	dto	Lienz	Tirol
Absam	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Achenkirch	dto	Schwaz	Tirol
Achenrain	Kramsach	Kufstein	Tirol
Admont	dto	Liezen	Stmk
Adriach	Rothleiten	Graz-Umgebung	Stmk
Aflenz	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Afritz	Feld am See	Villach-Land	Ktn
Aggsbach	Schönbühel-Aggsbach	Melk	N.O.
Aggsbach-Dorf	Schönbühel-Aggsbach	Melk	N.O.
Aggsbach-Markt	dto	Krems-Land	N.O.
Aich(Dob)	Bleiburg	Völkermarkt	Ktn
Aichdorf	Zeltweg	Judenburg	Stmk
Aigen	Salzburg-Aigen	Salzburg-Stadt	Slbg
Aigen	Atzbach	Vöcklabruck	O.O.
Albeck	dto	Feldkirchen	Ktn
Alberschwende	dto	Bregenz	Vlbg
Allerheiligen b.Wildon	dto	Leibnitz	Stmk
Allerheiligen i.Mürztal	dto	Mürzzuschlag	Stmk
Allersdorf	Eppenstein	Judenburg	Stmk
Almegg	Steinerkirchen Don.	Wels-Land	O.O.
Alpendorf	St.Johann im P.	St.Johann i.Pongau	Slbg
Altaussee	dto	Liezen	Stmk
Altenburg	dto	Horn	N.O.
Altenmarkt i.Pongau	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Altenmarkt im Y.	Yspertal	Melk	N.O.
Altenmarkt a.d.Tr.	dto	Baden	N.O.
Altenstadt	Feldkirch	Feldkirch	Vlbg
Altruppendorf	Poysdorf	Mistelbach	N.O.
Am Schuß	Weiten	Melk	N.O.
Am Steindl	Krems an der Donau	Krems-Stadt	N.O.
Ampaß	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Amras	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Amstetten	dto	Amstetten	N.O.
Andritz	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Anif	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Annaberg	dto	Lilienfeld	N.O.
Anras	dto	Lienz	Tirol
Arbing	dto	Perg	O.O.
Ardagger	dto	Amstetten	N.O.
Ardning	dto	Liezen	Stmk
Arnoldstein	dto	Villach-Land	Ktn
Arstetten-Pöbing	dto	Melk	N.O.
Arzl i.Pitztal	dto	Imst	Tirol
Arzl	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Aschbach	Kitzbühel	Kitzbühel	Tirol
Aschbach Markt	dto	Amstetten	N.O.
Aspang-Markt	dto	Neunkirchen	N.O.
Asparn a.d.Zaya	dto	Mistelbach	N.O.
Aspern	Wien22/Donaustadt	Wien	Wien
Aspersdorf	Hollabrunn	Hollabrunn	N.O.
Atzbach	dto	Vöcklabruck	O.O.
Atzenbrugg	dto	Tulln	N.O.
Au	dto	Bregenz	Vlbg
Au	Finkenberg	Schwaz	Tirol
Au	Gaishorn	Liezen	Stmk
Au	Oberperfuss	Innsbruck-Land	Tirol
Au	St.Leonhard am F.	Melk	N.O.
Au	St.Wolfgang i.S.	Gmunden	O.O.
Auersbach Markt	Hartmannsdorf	Weiz	Stmk
Auf der Schanze	Wolfsegg am H.	Vöcklabruck	O.O.
Augsdorf	Velden am W.	Villach-Land	Ktn
Auhof	Perg	Perg	O.O.
Aurach b.Kitzbühel	dto	Kitzbühel	Tirol
Außerkapelle	Kössen	Kitzbühel	Tirol
Axams	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Bach	dto	Reutte	Tirol
Bachmanning	dto	Wels-Land	O.O.
Bad Aussee	dto	Liezen	Stmk
Bad Goisern	dto	Gmunden	O.O.
Bad Hall	dto	Steyr-Land	O.O.
Bad Hofgastein	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Bad Ischl	dto	Gmunden	O.O.
Bad Kleinkirchheim	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Bad Kreuzen	dto	Perg	O.O.
Bad Mitterndorf	dto	Liezen	Stmk
Bad Radkersburg	dto	Radkersburg	Stmk
Bad Schallerbach	dto	Grieskirchen	O.O.
Bad Vöslau	dto	Baden	N.O.
Bad Wimsbach-Neydharting	dto	Wels-Land	O.O.
Baden	dto	Baden	N.O.
Badgastein	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Baierdorf	Schöder	Murau	Stmk
Bärnbach	dto	Voitsberg	Stmk
Barwies	Mieming	Imst	Tirol
Baumgartenberg	dto	Perg	O.O.
Baumkirchen	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Bergern i.Dunkelst.	dto	Krems-Land	N.O.
Bergheim	Feldkirchen a.d.D.	Urfahr-Umgebung	O.O.
Bergheim	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Berndorf	dto	Baden	N.O.

21. Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Berndorf b. Salzburg	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Bernstein	dto	Oberwart	Bgld
Berwang	dto	Reutte	Tirol
Bezau	dto	Bregenz	Vlbg
Bichl	Steindorf	Klagenfurt-Land	Ktn
Birgitz	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Birkfeld	dto	Weiz	Stmk
Bischofshofen	dto	St. Johann i. Pongau	Slbg
Bizau	dto	Bregenz	Vlbg
Bleiburg	dto	Völkermarkt	Ktn
Bludenz	dto	Bludenz	Vlbg
Blumau in Stmk	dto	Fürstenfeld	Stmk
Böheimkirchen	dto	St. Pölten-Land	N.O.
Bramberg a. Wildkogel	dto	Zell am See	Slbg
Brandenberg	dto	Kufstein	Tirol
Braunau am Inn	dto	Braunau am Inn	O.O.
Bregenz	dto	Bregenz	Vlbg
Breitenau a. Hochlantsch	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Breitenbach a. Inn	dto	Kufstein	Tirol
Breiteneich	Horn	Horn	N.O.
Brettfall	Strass im Zillertal	Schwaz	Tirol
Brixen im Thale	dto	Kitzbühel	Tirol
Bromberg	dto	Wr. Neustadt-Land	N.O.
Bruck a. d. Glocknerstr.	dto	Zell am See	Slbg
Bruck an der Mur	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Bruck a. d. Leitha	dto	Bruck a. d. Leitha	N.O.
Brückl	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Brunau	Haiming	Imst	Tirol
Brunn a. Gebirge	dto	Mödling	N.O.
Buch b. Jenbach	dto	Schwaz	Tirol
Büchelbach	Wienerwald	Mödling	N.O.
Bürserberg	dto	Bludenz	Vlbg
Burgkirchen	dto	Braunau am Inn	O.O.
Burgschleinitz-Küh.	dto	Horn	N.O.
Dambachtal	Garsten	Steyr-Land	O.O.
Debant	Nußdorf-Debant	Lienz	Tirol
Dechantskirchen	dto	Hartberg	Stmk
Dellach im Drautal	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Deutsch Griffen	Weitensfeld-Flatt.	St. Veit an der Glan	Ktn
Deutschkreutz	dto	Oberpullendorf	Bgld
Deutschlandsberg	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Diendorf	Obritzberg-Rust	St. Pölten-Land	N.O.
Dienten a. Hochkönig	dto	Zell am See	Slbg
Dietersdorf	Sieghartskirchen	Tulln	N.O.
Dimbach	dto	Perg	O.O.
Dirschenbach	Zirl	Innsbruck-Land	Tirol

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Dölsach	dto	Lienz	Tirol
Dorfgastein	dto	St. Johann i. Pongau	Slbg
Dornitz	Nassereith	Imst	Tirol
Dornbirn	dto	Dornbirn	Vlbg
Drasenberg II	Möbling	St. Veit an der Glan	Ktn
Drasendorf	St. Georgen am L.	St. Veit an der Glan	Ktn
Drasenhofen	dto	Mistelbach	N.O.
Dreieichen	Rosenburg-Mold	Horn	N.O.
Drosendorf a. d. Th.	dto	Horn	N.O.
Dürnstein a. d. Donau	dto	Krems-Land	N.O.
Dürnsteiner Waldhütten	Dürnstein a. d. D.	Krems-Land	N.O.
Dürrenberg	Hallein	Hallein	Slbg
Ebbs	dto	Kufstein	Tirol
Eben am Achensee	dto	Schwaz	Tirol
Ebenau	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Ebensee	dto	Gmunden	O.O.
Ebenthal	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Ebergassing	dto	Wien-Umgebung	N.O.
Eberndorf	dto	Völkermarkt	Ktn
Eberschwang	dto	Ried im Innkreis	O.O.
Eberstallzell	dto	Wels-Land	O.O.
Eberstein	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Eberstdorf	dto	Baden	N.O.
Eferding	dto	Eferding	O.O.
Egerdach	Ampaß	Innsbruck-Land	Tirol
Egg	dto	Bregenz	Vlbg
Eggenburg	dto	Horn	N.O.
Eggendorf	Sitzenberg-Reidling	Tulln	N.O.
Ehrenhausen	dto	Leibnitz	Stmk
Ehrwald	dto	Reutte	Tirol
Eibenstein	Raabs an der Thaya	Waidhofen a. d. Th.	N.O.
Eibiswald	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Eigenhofen	Zirl	Innsbruck-Land	Tirol
Eisbach	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Eisenerz	dto	Leoben	Stmk
Eisenkappel-Vellach	dto	Völkermarkt	Ktn
Eisenstadt	dto	Freist. Eisenstadt	Bgld
Elixhausen	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Ellbögen	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Ellmau	dto	Kufstein	Tirol
Elsbethen	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Eltendorf	dto	Jennersdorf	Bgld
Engelsheim	Ungenach	Vöcklabruck	O.O.
Enns	dto	Linz-Land	O.O.
Enzenreith	dto	Neunkirchen	N.O.
Enzersdorf	Staatz	Mistelbach	N.O.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Enzersdorf i.Th.	Hollabrunn	Hollabrunn	N.Ö.
Eppenstein	dto	Judenburg	Stmk
Erl	dto	Kufstein	Tirol
Ernstbrunn	dto	Korneuburg	N.Ö.
Erpfendorf	Kirchdorf in Tirol	Kitzbühel	Tirol
Etsdorf-Haitzendorf	dto	Krems-Land	N.Ö.
Eugendorf	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Faggen	dto	Landeck	Tirol
Faistenau	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Falkenstein	dto	Mistelbach	N.Ö.
Fallbach	dto	Mistelbach	N.Ö.
Faning	Moosburg	Klagenfurt-Land	K t n
Farmach	Sistrans	Innsbruck-Land	Tirol
Farrach	Zeltweg	Judenburg	Stmk
Fehberg	Judenburg	Judenburg	Stmk
Fehring	dto	Feldbach	Stmk
Feistritz	Lurnfeld	Spittal a.d.D.	K t n
Feistritz b.Knittelfeld	dto	Knittelfeld	Stmk
Feld am Wagram	dto	Tulln	N.Ö.
Feld am See	dto	Villach-Land	Ktn
Feldbach	dto	Feldbach	Stmk
Feldkirch	dto	Feldkirch	Vlbg
Feldkirchen a.d.D.	dto	Urfahr-Umgebung	O.Ö.
Feldkirchen b.Mattighofen	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Feldkirchen i.Ktn	dto	Feldkirchen	Ktn
Glanegg	dto	Feldkirchen	Ktn
Fernpaß	Nassereith	Imst	Tirol
Ferschnitz	dto	Amstetten	N.Ö.
Festenburg	St.Lorenzen am W.	Hartberg	Stmk
Fieberbrunn	dto	Kitzbühel	Tirol
Fiecht	Vomp	Schwaz	Tirol
Filzmoos	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Finkenberg	dto	Schwaz	Tirol
Finkenstein	dto	Villach-Land	Ktn
Fischerndorf	Altaussee	Liezen	Stmk
Fisching	Mattsee	Salzburg-Umgebung	Slbg
Fiss	dto	Landeck	Tirol
Flachau	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Flatschach	Glanegg	Feldkirchen	K t n
Flattnitz	Weitensfeld-Flatt.	St.Veit an der Glan	K t n
Fließ	dto	Landeck	Tirol
Flirsch	dto	Landeck	Tirol
Fohnsdorf	dto	Judenburg	Stmk
Forchtenstein	dto	Mattersburg	Bgld
Frankenmarkt	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Franking	dto	Braunau am Inn	O.Ö.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Frantschach	Wolfsberg	Wolfsberg	K t n
Frauenberg	Ardning	Liezen	Stmk
Frauenberg	Leibnitz	Leibnitz	Stmk
Frauenstein	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Freiland b.Deutschlandsberg	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Freistadt	dto	Freistadt	O.Ö.
Friedburg	Lengau	Braunau am Inn	O.Ö.
Friedlach	Glanegg	Feldkirchen	K t n
Friesach	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Friesach	Gratkorn	Graz-Umgebung	Stmk
Fritzens	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Fronleiten	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Projach-Katsch	dto	Murau	Stmk
Fügen	dto	Schwaz	Tirol
Fünfkirchen	Drasenhofen	Mistelbach	N.Ö.
Fürnitz	Finkenstein	Villach-Land	K t n
Fulpmes	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Furth a.d.Triesting	dto	Baden	N.Ö.
Furth bei Göttweig	dto	Krems-Land	N.Ö.
Fusch a.d.Glocknerstr.	dto	Zell am See	Slbg
Fuschl am See	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Gaaden	dto	Mödling	N.Ö.
Gaal	dto	Knittelfeld	Stmk
Gafrenz	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Gagers	Telfes im Stubai	Innsbruck-Land	Tirol
Gaishorn	dto	Liezen	Stmk
Gallneukirchen	dto	Urfahr-Umgebung	O.Ö.
Gallsbach	dto	Grieskirchen	O.Ö.
Galtschein	Trins	Innsbruck-Land	Tirol
Gaming	dto	Scheibbs	N.Ö.
Gamlitz	dto	Leibnitz	Stmk
Gams bei Hiflau	dto	Liezen	Stmk
Gams ob Frauental	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Gamsgebirg	Stainz	Deutschlandsberg	Stmk
Gänserndorf	dto	Gänserndorf	N.Ö.
Gargellen	St.Gallenkirch	Bludenz	Vlbg
Garmanns	Ladendorf	Mistelbach	N.Ö.
Gars am Kamp	dto	Horn	N.Ö.
Garsten	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Gartenbrunn	dto	Mistelbach	N.Ö.
Gasen	dto	Weiz	Stmk
Gaspolthofen	dto	Grieskirchen	O.Ö.
Gedersdorf	dto	Krems-Land	N.Ö.
Georgenberg	Stans	Schwaz	Tirol
Geras	dto	Horn	N.Ö.
Gerstberg	Strengberg	Amstetten	N.Ö.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Geschriebenstein	Rechnitz	Oberwart	Bgld
Geyersberg	Bergern i. Dunkelst.	Krems-Land	N.Ö.
Glaserbach	Elsbethen	Salzburg-Umg.	Slbg
Gleink	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Globasnitz	dto	Völkermarkt	Ktn
Glödnitz	Weitensfeld-Flatt.	St. Veit an der Glan	Ktn
Gloggnitz	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Gmünd	dto	Gmünd	N.Ö.
Gmünd	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Gmunden	dto	Gmunden	O.Ö.
Gnadenwald	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Gnas	dto	Feldbach	Stmk
Gnesau	dto	Feldkirchen	Ktn
Gniebing	Feldbach	Feldbach	Stmk
Gnies	Sinabelkirchen	Weiz	Stmk
Gobelsburg	Langenlois	Krems-Land	N.Ö.
Göblasbruck	Wilhelmsburg	St. Pölten-Land	N.Ö.
Göllersdorf	dto	Hollabrunn	N.Ö.
GÖß	Leoben	Leoben	Stmk
Gösting	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Göstling a.d. Ybbs	dto	Scheibbs	N.Ö.
Göttweig	Furth b. Göttweig	Krems-Land	N.Ö.
Götzens	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Going a. Wilden Kaiser	dto	Kitzbüchel	Tirol
Golling a.d. Salzach	dto	Hallein	Slbg
Grabern	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Grades	Metnitz	St. Veit an der Glan	Ktn
Grafendorf b. Hartberg	dto	Hartberg	Stmk
Gramatneusiedl	dto	Wien-Umgebung	N.Ö.
Grän	dto	Reutte	Tirol
Gratkorn	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Gratwein	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Graz	dto	Graz-Stadt	Stmk
Greifenthurn	Feldkirchen in K.	Feldkirchen	Ktn
Greillenstein	Röhrenbach	Horn	N.Ö.
Grein	dto	Perg	O.Ö.
Gresten	dto	Scheibbs	N.Ö.
Gries	Längenfeld	Imst	Tirol
Gries a. Brenner	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Griffen	dto	Völkermarkt	Ktn
Grillenstein	Gmünd	Gmünd	N.Ö.
Grins	dto	Landeck	Tirol
Grinzing	Wien19/Döbling	Wien	Wien
Gröbming	dto	Liezen	Stmk
Großau	Raabs an der Thaya	Waidhofen a.d. Th.	N.Ö.
Großburgstall	St. Bernhard-Frauenh.	Horn	N.Ö.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Großdorf	Egg	Bregenz	Vibg
Großdorf	Tragöß	Bruck an der Mur	Stmk
Großgmain	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Großaugl	dto	Korneuburg	N.Ö.
Großpertholz	dto	Gmünd	N.Ö.
Großreifling	Landl	Liezen	Stmk
Großsiegharts	dto	Waidhofen a.d. Thaya	N.Ö.
Großsierning	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Großsteinbach	dto	Fürstenfeld	Stmk
Großstübing	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Grub	Wienerwald	Mödling	N.Ö.
Grünau i. Almtal	dto	Gmunden	O.Ö.
Grünau	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Grünburg	dto	Kirchdorf a.d. Krems	O.Ö.
Grünmarkt	Steyr	Steyr-Stadt	O.Ö.
Grünsting	Reichenau a.d. Rax	Neunkirchen	N.Ö.
Gschwandt	dto	Gmunden	O.Ö.
Gumping	St. Martin bei Lofer	Zell am See	Slbg
Gumpoldskirchen	dto	Mödling	N.Ö.
Gundhabing	Kitzbüchel	Kitzbüchel	Tirol
Guntertsdorf	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Gunzenberg	Möbling	St. Veit an der Glan	Ktn
Gurk	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Gutau	dto	Freistadt	O.Ö.
Gutenberg a.d. Raabklamm	dto	Weiz	Stmk
Gutenstein	dto	Wr. Neustadt-Land	N.Ö.
Guttaring	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Hacking	Wien13/Hitzing	Wien	Wien
Hadres	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Häusla	Paldau	Feldbach	Stmk
Hafnerbach	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Hagenau	Bergheim	Salzburg-Umgebung	Slbg
Haiderndorf	dto	Amstetten	N.Ö.
Haimburg	Völkermarkt	Völkermarkt	Ktn
Haiming	dto	Imst	Tirol
Hainburg a.d. Donau	dto	Bruck a.d. Leitha	N.Ö.
Hainersdorf	dto	Fürstenfeld	Stmk
Hainfeld	Leitersdorf im R.	Feldbach	Stmk
Haitzendorf	Etsdorf-Heitzendorf	Krems-Land	N.Ö.
Haldensee	Grän	Reutte	Tirol
Hall	dto	Liezen	Stmk
Hall in Tirol	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Hallein	dto	Hallein	Slbg
Hallstatt	dto	Gmunden	O.Ö.
Halltal	Absam	Innsbruck-Land	Tirol
Hallwang	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Hardegg	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Hart	Feldkirchen	Feldkirchen	Ktn
Harth	Geras	Horn	N.Ö.
Hartkirchen	dto	Eferding	O.Ö.
Haselbach	Braunau am Inn	Braunau am Inn	O.Ö.
Haselsdorf	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Haslach	Oberndorf in Tirol	Kitzbühel	Tirol
Hatting	Inzing	Innsbruck-Land	Tirol
Haugsdorf	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Haunoldstein	Großsierning	St. Pölten-Land	N.Ö.
Haus im Ennstal	dto	Liezen	Stmk
Hauskirchen	dto	Gänserndorf	N.Ö.
Hausleiten	dto	Korneuburg	N.Ö.
Heide	Kematen an der Ybbs	Amstetten	N.Ö.
Heiligenkreuz	dto	Baden	N.Ö.
Heiligenkreuz a. Waasen	dto	Leibnitz	Stmk
Heiligenstatt	Lengau	Braunau am Inn	O.Ö.
Heiligenstein	Gaflenz	Steyr-Land	O.Ö.
Heinfels	dto	Lienz	Tirol
Heinreichs	Unserfrau-Altweitra	Gmünd	N.Ö.
Heiterwang	dto	Reutte	Tirol
Hellbrunn	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Henndorf a. Wallersee	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Herberstein	Stubenberg	Hartberg	Stmk
Hermagor-Pressegger	dto	Hermagor	Ktn
Herzogenburg	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Hilmanger	Maria Taferl	Melk	N.Ö.
Himmelberg	dto	Feldkirchen	Ktn
Ossiach	dto	Feldkirchen	Ktn
Hinterbrühl	dto	Mödling	N.Ö.
Hintermühle	Krakaudorf	Murau	Stmk
Hinterriß	Vomp	Schwaz	Tirol
Hintertal	Maria Alm a. St. Meer	Zell am See	Slbg
Hippach	dto	Schwaz	Tirol
Hitzendorf	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Hochgallmig	Fließ	Landeck	Tirol
Hochosterwitz	St. Georgen am L.	St. Veit an der Glan	Ktn
Höhhart	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Hörbranz	dto	Bregenz	Vlbg
Hörmanns	Litschau	Gmünd	N.Ö.
Hof	Mondsee	Vöcklabruck	O.Ö.
Hofamt Priel	dto	Melk	N.Ö.
Hofkirchen i. Mühlkreis	dto	Rohrbach	O.Ö.
Hohenberg	dto	Lilienfeld	N.Ö.
Hoheneich	dto	Gmünd	N.Ö.
Hoheneus	dto	Dornbirn	Vlbg

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Hohenfeld	Strassburg	St. Veit an der Glan	Ktn
Hohenwarth-Mühlbach	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Hollabrunn	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Hollenstein	Krems an der Donau	Krems-Stadt	N.Ö.
Hollenstein a. d. Y.	dto	Amstetten	N.Ö.
Holzern	Krumnußbaum	Melk	N.Ö.
Holzgau	dto	Reutte	Tirol
Horitschon	dto	Oberpullendorf	Bgld
Horn	dto	Horn	N.Ö.
Hornstein	dto	Eisenstadt-Umgeb.	Bgld
Hötting	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Huebe	Oberperfluss	Innsbruck-Land	Tirol
Hüttenberg	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Hüttenmühle	Pflach	Reutte	Tirol
Humtschach	Eberndorf	Völkermarkt	Ktn
Hundsorf	Bad Hofgastein	St. Johann i. Pongau	Slbg
Hundsorf	Bruck a. d. Glockn.	Zell am See	Slbg
Hundssteig	Krems an der Donau	Krems-Stadt	N.Ö.
Hungerburg	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Hunnenbrunn	Frauenstein	St. Veit an der Glan	Ktn
Ilz	dto	Fürstenfeld	Stmk
Imst	dto	Imst	Tirol
Innernsee	Rottenbach	Grieskirchen	O.Ö.
Innsbruck	dto	Innsbruck-Stadt	Tirol
Inzersdorf-Getzendorf	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Inzing	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Irdning	dto	Liezen	Stmk
Ischgl	dto	Landeck	Tirol
Jagerberg	dto	Feldbach	Stmk
Jedlese	Wien21/Floridsdorf	Wien	Wien
Jeging	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Jenbach	dto	Schwaz	Tirol
Jeutendorf	Böheimkirchen	St. Pölten-Land	N.Ö.
Jobst	Blumau i. d. Stmk	Fürstenfeld	Stmk
Jochberg	dto	Kitzbühel	Tirol
Jochbergwald	Jochberg	Kitzbühel	Tirol
Judenburg	dto	Judenburg	Stmk
Judendorf-Straßengel	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Juns	Tux	Schwaz	Tirol
Kahlenbergerdorf	Wien19/Döbling	Wien	Wien
Kaiser-Ebersdorf	Wien11/Simmering	Wien	Wien
Kaisermühlen	Wien22/Donaustadt	Wien	Wien
Kalsdorf	Ilz	Fürstenfeld	Stmk
Kalsdorf b. Graz	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Kaltenbrunn	Kaunertal	Landeck	Tirol
Kaltenleutgeben	dto	Mödling	N.Ö.

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Kalwang	dto	Leoben	Stmk
Kammer	Schörfling a.Att.	Vöcklabruck	O.Ö.
Kampl	Neustift im Stubai	Innsbruck-Land	Tirol
Kaning	Radenthein	Spittal a.a.Drau	Ktn
Kapellen	dto	Mürzzuschlag	Stmk
Kappel am Krappf.	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Kappl	dto	Landeck	Tirol
Karlstein	dto	Waidhofen a.d.Thaya	N.Ö.
Karlstetten	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Karlstift	Großpertholz	Gmünd	N.Ö.
Karnburg	Maria Saal	Klagenfurt-Land	Ktn
Kartitsch	dto	Lienz	Tirol
Kasern	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Katsch	Frojach-Katsch	Murau	Stmk
Katzelsdorf	dto	Wr.Neustadt-Land	N.Ö.
Kaumberg	dto	Lilienfeld	N.Ö.
Kaunertal	dto	Landeck	Tirol
Kauns	dto	Landeck	Tirol
Kautendorf	Staatz	Mistelbach	N.Ö.
Kehrbach	Münichreith-Laimbach	Melk	N.Ö.
Kematen a.d.Ybbs	dto	Amstetten	N.Ö.
Kematen in Tirol	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Kemating	Seewalchen am A.	Vöcklabruck	O.Ö.
Kemmelbach	Neumarkt a.d.Ybbs	Melk	N.Ö.
Keutschach	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Kilb	dto	Melk	N.Ö.
Kirchbach	dto	Hermagor	Ktn
Kirchberg a.d.Donau	dto	Rohrbach	O.Ö.
Kirchberg a.d.Pielach	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Kirchberg a.d.Raab	dto	Feldbach	Stmk
Kirchberg a.Wagram	dto	Tulln	N.Ö.
Kirchberg a.Walde	dto	Gmünd	N.Ö.
Kirchberg a.Wechsel	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Kirchberg i.Tirol	dto	Kitzbühel	Tirol
Kirchbichl	dto	Kufstein	Tirol
Kirchdorf	Pernegg an der Mur	Bruck an der Mur	Stmk
Kirchdorf am Inn	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Kirchdorf i.Tirol	dto	Kitzbühel	Tirol
Kirchental	St.Martin bei Lofer	Zell am See	Slbg
Kirchschatz i.d.Buckl.Welt	dto	Wr.Neustadt-Land	N.Ö.
Kirchstetten	Pilsbach	Vöcklabruck	O.Ö.
Kirnberg a.d.Mank	dto	Melk	N.Ö.
Kitzbühel	dto	Kitzbühel	Tirol
Klagenfurt	dto	Klagenfurt-Stadt	Ktn
Klam	dto	Perg	O.Ö.
Klammstein	Dorfgastein	St.Johann i.Pongau	Slbg

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Klein St.Paul	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Klein-Pöchlarn	dto	Melk	N.Ö.
Kleinarl	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Kleinköstendorf	Köstendorf	Salzburg-Umgebung	Slbg
Kleinmünchen	Linz	Linz-Stadt	O.Ö.
Kleinrust	Obrtitzberg-Rust	St.Pölten-Land	N.Ö.
Kleinschweinbarth	Drasenhofen	Mistelbach	N.Ö.
Kleinstübing	Großstübing	Graz-Umgebung	Stmk
Kleinvolderberg	Volders	Innsbruck-Land	Tirol
Kleinzell i.Mühlkreis	dto	Rohrbach	O.Ö.
Klobenstein	Kössen	Kitzbühel	Tirol
Klosterberg	Stadtschlaining	Oberwart	Bgld
Klosterneuburg	dto	Wien-Umgebung	N.Ö.
Knittelfeld	dto	Knittelfeld	Stmk
Kobersdorf	dto	Oberpullendorf	Bgld
Köfering	Aggsbach	Krems-Land	N.Ö.
Königswiesen	dto	Freistadt	O.Ö.
Kössen	dto	Kitzbühel	Tirol
Köstendorf	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Kötschach	Badgastein	St.Johann i.Pongau	Slbg
Kötschach-Mauthen	dto	Hermagor	Ktn
Kogl	Sieghartskirchen	Tulln	N.Ö.
Kolsaß	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Kornberg a.d.Riegersburg	dto	Feldbach	Stmk
Kottes-Purk	dto	Zwettl	N.Ö.
Kottlingbrunn	dto	Baden	N.Ö.
Kraig	Frauenstein	St.Veit an der Glan	Ktn
Krakaudorf	dto	Murau	Stmk
Krakaubene	Krakaudorf	Murau	Stmk
Kramsach	dto	Kufstein	Tirol
Krannach	Gamlitz	Leibnitz	Stmk
Krems an der Donau	dto	Krems-Stadt	N.Ö.
Krems in Kärnten	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Kremsmünster	dto	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Krenstetten	Aschbach	MarktAmstetten	N.Ö.
Krimml	dto	Zell am See	Slbg
Kroisbach	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Kronbichl	Melk	Melk	N.Ö.
Kronburg	Zams	Landeck	Tirol
Kronstorf	dto	Linz-Land	O.Ö.
Krumnußbaum	dto	Melk	N.Ö.
Kruppendorf	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Kühweg	Hermagor-Pressegg.	Hermagor	Ktn
Kufstein	dto	Kufstein	Tirol
Kundl	dto	Kufstein	Tirol
Laa a.d.Thaya	dto	Mistelbach	N.Ö.

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Laab	Braunau am Inn	Braunau am Inn	O.Ö.
Laakirchen	dto	Gmunden	O.Ö.
Laas	Kötschach-Mauthen	Hermagor	Ktn
Ladendorf	dto	Mistelbach	N.Ö.
Ladis	dto	Landeck	Tirol
Lähn	Längenfeld	Imst	Tirol
Längenfeld	dto	Imst	Tirol
Lahn	Hallstatt	Gmunden	O.Ö.
Lahn	Wald im Pinzgau	Zell am See	Slbg
Lainz	Wien13/Hitzing	Wien	Wien
Lambach	dto	Wels-Land	O.Ö.
Landeck	dto	Landeck	Tirol
Landl	dto	Liezen	Stmk
Landstetten	Pöggstall	Melk	N.Ö.
Langau	Gaming	Scheibbs	N.Ö.
Langenlois	dto	Krems-Land	N.Ö.
Langkampfen	dto	Kufstein	Tirol
Lanken	Triebendorf	Murau	Stmk
Lans	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Lansach	Weissenstein	Villach-Land	Ktn
Lasberg	dto	Freistadt	O.Ö.
Lassing	dto	Liezen	Stmk
Latschau	Tschagguns	Bludenz	Vlbg
Launsdorf	St.Georgen am L.	St.Veit an der Glan	Ktn
Lavamünd	dto	Völkermarkt	Ktn
Laxenburg	dto	Mödling	N.Ö.
Lebenberg	Kitzbühel	Kitzbühel	Tirol
Lebring	dto	Leibnitz	Stmk
Lech am Arlberg	dto	Bludenz	Vlbg
Lechaschau	dto	Reutte	Tirol
Leiben	dto	Melk	N.Ö.
Leibnitz	dto	Leibnitz	Stmk
Leitersdorf i.Raabtal	dto	Feldbach	Stmk
Lendsiedlung	Mittersill	Zell am See	Slbg
Lengau	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Lengberg	Nikolsdorf	Lienz	Tirol
Leoben	dto	Leoben	Stmk
Leogang	dto	Zell am See	Slbg
Leonstein	Grünburg	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Leopoldskron	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Lesachtal	dto	Hermagor	Ktn
Lessaach	dto	Tamsweg	Slbg
Leutasch	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Lichtenegg	dto	Wr.Neustadt-Land	N.Ö.
Liebfens	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Lieding	Straßburg	St.Veit an der Glan	Ktn

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Liefering	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Liemberg	Liebfens	St.Veit an der Glan	Ktn
Lienz	dto	Lienz	Tirol
Liesing	Lesachtal	Hermagor	Ktn
Liezen	dto	Liezen	Stmk
Lilienfeld	dto	Lilienfeld	N.Ö.
Limberg	Maissau	Hollabrunn	N.Ö.
Lind ob Velden	Velden am W.	Villach-Land	Ktn
Linz	dto	Linz-Stadt	O.Ö.
Litschau	dto	Gmünd	N.Ö.
Lochau	dto	Bregenz	Vlbg
Lockenhaus	dto	Oberpullendorf	Bgld
Lofer	dto	Zell am See	Slbg
Lohnsburg a.Kobernauserwald	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Loosdorf	dto	Melk	N.Ö.
Loosdorf	Fallbach	Mistelbach	N.Ö.
Losau	Leiben	Melk	N.Ö.
Losenstein	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Ludesch	dto	Bludenz	Vlbg
Lunz am See	dto	Scheibbs	N.Ö.
Lurnfeld	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Mahrersdorf	Ternitz	Neunkirchen	N.Ö.
Mailberg	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Maisbirbaum	Ernstbrunn	Korneuburg	N.Ö.
Maishofen	dto	Zell am See	Slbg
Malern	Kitzbühel	Kitzbühel	Tirol
Mank	dto	Melk	N.Ö.
Mannersdorf	Markersdorf-Haind.	St.Pölten-Land	N.Ö.
Marbach a.d.Donau	dto	Melk	N.Ö.
Marchegg	dto	Gänserndorf	N.Ö.
Marchtrenk	dto	Wels-Land	O.Ö.
Maria Alm a.Steinernen Meer	dto	Zell am See	Slbg
Maria Anzbach	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Maria Enzersdorf	dto	Mödling	N.Ö.
Maria Feicht	Glanegg	Feldkirchen	Ktn
Maria Laach a.J.	dto	Krems-Land	N.Ö.
Maria Langeegg	Bergern im Dunkelst.	Krems-Land	N.Ö.
Maria Lankowitz	dto	Voitsberg	Stmk
Maria Luggau	Lesachtal	Hermagor	Ktn
Maria Plain	Bergheim	Salzburg-Umgebung	Slbg
Maria Rain	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Maria Rojach	St.Andrá	Wolfsberg	Ktn
Maria Saal	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Maria Taferl	dto	Melk	N.Ö.
Maria Wörth	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Mariahilf	Guttaring	St.Veit an der Glan	Ktn

27. Fortsetzung Referat: Von Ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Mariahilferberg	Gutenstein	Wr. Neustadt-Land	N.O.
Mariahof	dto	Murau	Stmk
Mariapfarr	dto	Tamsweg	Slbg
Mariatrost	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Mariazell	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Marienberg	Fügen	Schwaz	Tirol
Markersdorf-Haindorf	dto	St. Pölten-Land	N.O.
Markt Hartmannsdorf	dto	Weiz	Stmk
Markt St. Florian	dto	Linz-Land	O.O.
Martinsberg	dto	Zwettl	N.O.
Martinsbühel	Zirl	Innsbruck-Land	Tirol
Mathon	Ischgl	Landeck	Tirol
Matrei i. Osttirol	dto	Lienz	Tirol
Mattighofen	dto	Braunau am Inn	O.O.
Mattsee	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Matzelsdorf	Millstatt	Spittal a.d. Drau	Ktn
Matzen-Raggendorf	dto	Gänserndorf	N.O.
Mauerbach	dto	Wien-Umgebung	N.O.
Mauern	Steinach am Brenner	Innsbruck-Land	Tirol
Mautern a.d. Donau	dto	Krems-Land	N.O.
Mautern i. Steiermark	dto	Leoben	Stmk
Mauterndorf	dto	Tamsweg	Slbg
Mauthausen	dto	Perg	O.O.
Maxglan	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Mayrhofen	dto	Schwaz	Tirol
Maywies/Esch	Hallwang	Salzburg-Umgebung	Slbg
Melk	dto	Melk	N.O.
Merkersdorf	Hardegg	Hollabrunn	N.O.
Metnitz	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Michaelsberg	dto	Liezen	Stmk
Michelbach	dto	St. Pölten-Land	N.O.
Micheldorf i. O.O.	dto	Kirchdorf a.d. Krems	O.O.
Mieders	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Mieming	dto	Imst	Tirol
Millstatt	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Mils	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Mils bei Imst	dto	Imst	Tirol
Mistelbach	dto	Mistelbach	N.O.
Mittelberg i. Kleinwalsertal	dto	Bregenz	Vlbg
Mittelweerberg	Weerberg	Schwaz	Tirol
Mitterberghütten	Bischofshofen	St. Johann i. Pongau	Slbg
Mitterkleinarl	Kleinarl	St. Johann i. Pongau	Slbg
Mitterprünst	Rohrbach a.d. Gölsen	Lilienfeld	N.O.
Mittersill	dto	Zell am See	Slbg
Mittewald	Anras	Lienz	Tirol
Mödling	dto	Mödling	N.O.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Möbling	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Möllbrücke	Lurnfeld	Spittal a.d. Drau	Ktn
Mösern	Telfs	Innsbruck-Land	Tirol
Mötz	dto	Imst	Tirol
Mondsee	dto	Vöcklabruck	O.O.
Moos	Breitenbach am Inn	Kufstein	Tirol
Moos	Lassing	Liezen	Stmk
Moosbrunn	dto	Wien-Umgebung	N.O.
Moosburg	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Moosdorf	dto	Braunau am Inn	O.O.
Moosham	Unternberg	Tamsweg	Slbg
Moosheim	Michaelerberg	Liezen	Stmk
Mooskirchen	dto	Voitsberg	Stmk
Mooslandl	Landl	Liezen	Stmk
Moosern	St. Andrä	Wolfsberg	Ktn
Mosinz	Hüttenberg	St. Veit an der Glan	Ktn
Mühlau	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Mühlbach	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Mühlbach am Manh.	Hohenwarth-Mühlbach	Hollabrunn	N.O.
Mühlberg	Eugendorf	Salzburg-Umgebung	Slbg
Mühldorf	dto	Feldbach	Stmk
Mühldorf	dto	Krems-Land	N.O.
Mühlen	dto	Murau	Stmk
Mühltal	Ebbs	Kufstein	Tirol
Münichreith-Laimbach	dto	Melk	N.O.
Münster	dto	Kufstein	Tirol
Muhr	dto	Tamsweg	Slbg
Mundelfing	dto	Braunau am Inn	O.O.
Murau	dto	Murau	Stmk
Murstätten	Lebring	Leibnitz	Stmk
Mutters	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Nutzenfeld	Ottendorf a.d. Ritt.	Fürstenfeld	Stmk
Nasserreith	dto	Imst	Tirol
Natters	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Nauders	dto	Landeck	Tirol
Navis	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Neckenmarkt	dto	Oberpullendorf	Bgld
Neggendorf	Unternberg	Tamsweg	Slbg
Nenzing	dto	Bludenz	Vlbg
Nesselwängle	dto	Reutte	Tirol
Neu-Pfannberg	Frohnleiten	Graz-Umgebung	Stmk
Neuberg a.d. Mürz	dto	Mürzzuschlag	Stmk
Neudau	dto	Hartberg	Stmk
Neudorf bei Staatz	dto	Mistelbach	N.O.
Neufelden	dto	Rohrbach	O.O.
Neugötzens	Götzens	Innsbruck-Land	Tirol

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Neuhaus	Gaming	Scheibbs	N.Ö.
Neuhaus a.d.Gail	Arnoldstein	Villach-Land	Ktn
Neulengbach	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Neumarkt i.Steiermark	dto	Murau	Stmk
Neunkirchen	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Neunkirchen a.Großvenediger	dto	Zell am See	Slbg
Neurum	Rum	Innsbruck-Land	Tirol
Neustadtl a.d.Donau	dto	Amstetten	N.Ö.
Neustift	Schönberg am Kamp	Krems-Land	N.Ö.
Neustift am Walde	Wien19/Döbling	Wien	Wien
Neustift i.Stubaital	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Niederfladnitz	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Niederhofen	Stainach	Liezen	Stmk
Niederndorf	dto	Kufstein	Tirol
Niederottnang	Ottngang am Hausruck	Vöcklabruck	O.Ö.
Niederranna	Hofkirchen i.Mühlkr.	Rohrbach	O.Ö.
Niederthalheim	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Nikitsch	dto	Oberpullendorf	Bgld
Nikolsdorf	dto	Lienz	Tirol
Nonntal	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Noppendorf	Wöbling	St.Pölten-Land	N.Ö.
Noreia	Mühlen	Murau	Stmk
Nußdorf	Wien19/Döbling	Wien	Wien
Nußdorf a.d.Traisen	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Nußdorf-Debant	dto	Lienz	Tirol
Nüziders	dto	Bludenz	Vlbg
Ober-Ebriach	Eisenkappel-Vellach	Völkermarkt	Ktn
Oberarnsdorf	Rosatz	Krems-Land	N.Ö.
Oberau	Wildschönau	Kufstein	Tirol
Oberaurach	Aurach b.Kitzbüchel	Kitzbüchel	Tirol
Oberberg	Bizau	Bregenz	Vlbg
Oberberg	Eisenstadt	Freist.Eisenstadt	Bgld
Oberdorf	Fusch a.d.Glock.	Zell am See	Slbg
Oberdorf	Tragöß	Bruck an der Mur	Stmk
Oberdrauburg	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Oberdrum am See	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Obergnigl	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Obergrafendorf	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Obergrünburg	Grünburg	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Oberhöflein	Weitersfeld	Horn	N.Ö.
Oberlaa	Wien10/Favoriten	Wien	Wien
Oberlängenfeld	Längenfeld	Imst	Tirol
Oberloiben	Dürnstein a.d.Donau	Krems-Land	N.Ö.
Obermauern	Virgen	Lienz	Tirol
Obermicheldorf	Micheldorf in OO	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Obermieming	Mieming	Imst	Tirol

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Obermixnitz	Weitersfeld	Horn	N.Ö.
Obermühl	Kirchberg a.d.Donau	Rohrbach	O.Ö.
Obermühlbach	Frauenstein	St.Veit an der Glan	Ktn
Obernberg am Inn	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Obernberg b.Salzburg	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Obernberg i.Tirol	dto	Kitzbüchel	Tirol
Obernußdorf	Nußdorf-Debant	Lienz	Tirol
Oberort	Tragöß	Bruck an der Mur	Stmk
Oberperfuss	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Oberpremstätten	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Oberretzbach	Retzbach	Hollabrunn	N.Ö.
Oberschützen	dto	Oberwart	Bgld
Obersdorf	Bad Mitterndorf	Liezen	Stmk
Oberstockstall	Kirchberg am Wagram	Tulln	N.Ö.
Obertauern	Untertauern	St.Johann i.Pongau	Slbg
Oberwagram	St.Pölten	St.Pölten-Stadt	N.Ö.
Oberwaltersdorf	dto	Baden	N.Ö.
Oberwart	dto	Oberwart	Bgld
Oberwölz	dto	Murau	Stmk
Oberwölz-Umgebung	dto	Murau	Stmk
Obritzberg-Rust	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Ochsengarten	Haiming	Imst	Tirol
Oetz	dto	Imst	Tirol
Ötzerau	Oetz	Imst	Tirol
Oftering	dto	Linz-Land	O.Ö.
Oligersdorf	Asparn an der Zaya	Mistelbach	N.Ö.
Ollersbach	Neulengbach	St.Pölten-Land	N.Ö.
Orth a.d.Donau	dto	Gänserndorf	N.Ö.
Oslip	dto	Eisenstadt-Umgeb.	Bgld
Ostermiething	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Ottendorf a.d.Rittscheid	dto	Fürstenfeld	Stmk
Ottensheim	dto	Urfahr-Umgebung	O.Ö.
Ottenstein	Rastenfeld	Krems-Land	N.Ö.
Ottngang a.Hausruck	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Paldau	dto	Feldbach	Stmk
Palting	dto	Braunau am Inn	O.Ö.
Parasch	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Passail	dto	Weiz	Stmk
Paternion	dto	Villach-Land	Ktn
Patsch	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Pattigham	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Patzmannsdorf	Stronsdorf	Mistelbach	N.Ö.
Peigarten	Thaya	Waidhofen a.d.Th.	N.Ö.
Perchtoldsdorf	dto	Mödling	N.Ö.
Perfuchsberg	Landeck	Landeck	Tirol
Perg	dto	Perg	O.Ö.

29. Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Perneck	Bad Ischl	Gaunden	O.Ö.
Pernegg a.d.Mur	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Pernersdorf	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Pernitz	dto	Wr.Neustadt-Land	N.Ö.
Perpat	Kappl	Landeck	Tirol
Persenbeug-Gottsdorf	dto	Melk	N.Ö.
Pesenthein	Millstatt	Spittal a.d.Drau	Ktn
Peterbründl	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Pettenbach	dto	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Pettendorf	Hausleiten	Korneuburg	N.Ö.
Pettneu	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Pettneu a.Arlberg	dto	Landeck	Tirol
Petzenkirchen	dto	Melk	N.Ö.
Pfaffenhofen	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Pfaffstätten	dto	Baden	N.Ö.
Pfannhof	Frauenstein	St.Veit an der Glan	Ktn
Pfarrboden	Wagrain	St.Johann i.Pongau	Slbg
Pfarrkirchen b.Bad Hall	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Pfarrkirchen i.Mühlkreis	dto	Rohrbach	O.Ö.
Pflach	dto	Reutte	Tirol
Pfons	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Pfuns	dto	Landeck	Tirol
Piburg	Oetz	Imst	Tirol
Pichelhofen	St.Georgen o.Jud.	Judenburg	Stmk
Pichl	Rossleithen	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Pielach	Melk	Melk	N.Ö.
Piesendorf	dto	Zell am See	Slbg
Pill	dto	Schwaz	Tirol
Pilsbach	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Pinkafeld	dto	Oberwart	Bgld
Pisweg	Gurk	St.Veit an der Glan	Ktn
Plaik	Leutasch	Innsbruck-Land	Tirol
Platzl	Leutasch	Innsbruck-Land	Tirol
Podersdorf am See	dto	Neusiedl am See	Bgld
Pöchlarn	dto	Melk	N.Ö.
Pöggstall	dto	Melk	N.Ö.
Pöllaberg	Kirnberg a.d.Mank	Melk	N.Ö.
Pöllau	dto	Hartberg	Stmk
Pöllau	Semriach	Graz-Umgebung	Stmk
Pöllau-Grebenzen	St.Marein b.Neumarkt	Murau	Stmk
Pöllauberg	dto	Hartberg	Stmk
Pöls	dto	Judenburg	Stmk
Pörtschach am W.	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Pöstlingberg	Linz-Urfahr	Linz-Stadt	O.Ö.
Poyzdorf	dto	Mistelbach	N.Ö.
Prägraten	dto	Lienz	Tirol

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Predlitz-Turrach	dto	Murau	Stmk
Preitenegg	dto	Wolfsberg	Ktn
Preßbaum	dto	Wien-Umgebung	N.Ö.
Prielau	Maishofen	Zell am See	Slbg
Primersdorf	Raabs an der Thaya	Waidhofen a.d.Th.	N.Ö.
Prinzendorf	Hauskirchen	Gänserndorf	N.Ö.
Puch bei Hallein	dto	Hallein	Slbg
Puch bei Weiz	dto	Weiz	Stmk
Puchberg a.Schneeberg	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Puchenau	dto	Urfahr-Umgebung	O.Ö.
Pucking	dto	Linz-Land	O.Ö.
Puig	Steinach am Brenner	Innsbruck-Land	Tirol
Pulkau	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Pupping	dto	Eferding	O.Ö.
Purgstall	dto	St.Pölten-Stadt	N.Ö.
Purk	Kottes-Purk	Zwettl	N.Ö.
Raabs a.d.Thaya	dto	Waidhofen a.d.Thaya	N.Ö.
Rabesberg	Gschwandt	Gmunden	O.Ö.
Radenthein	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Radfeld	dto	Kufstein	Tirol
Radlbrunn	Ziersdorf	Hollabrunn	N.Ö.
Radstadt	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Raggendorf	Matzen-Raggendorf	Gänserndorf	N.Ö.
Rainberg i.Mühlkreis	dto	Freistadt	O.Ö.
Ramingstein	dto	Tamsweg	Slbg
Ramsau a.Dachstein	dto	Liezen	Stmk
Ranggen	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Rankweil	dto	Feldkirch	Vlbg
Ranshofen	Braunau am Inn	Braunau am Inn	O.Ö.
Rappottenstein	dto	Zwettl	N.Ö.
Rastenfeld	dto	Krems-Land	N.Ö.
Rastenfeld	Mölbling	St.Veit an der Glan	Ktn
Rechnitz	dto	Oberwart	Bgld
Rehmen	Au	Bregenz	Vlbg
Reichenau a.d.Rax	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Reichenau i.Mühlkreis	dto	Urfahr-Umgebung	O.Ö.
Reichersberg a.Inn	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Reichersdorf	Nußdorf a.d.Traisen	St.Pölten-Land	N.Ö.
Rein	Eisbach	Graz-Umgebung	Stmk
Reisach	Kirchbach	Hermagor	Ktn
Reith bei Kitzbühel	dto	Kitzbühel	Tirol
Reith bei Brixlegg	dto	Kufstein	Tirol
Reitthal	Liezen	Liezen	Stmk
Remsach	Badgastein	St.Johann i.Pongau	Slbg
Rettenbach	Seggau	Leibnitz	Stmk
Rettenbachtal	Bad Ischl	Gmunden	O.Ö.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Retz	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Retzbach	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Reutte	dto	Reutte	Tirol
Ried am Wolfg.	St.Gilgen	Salzburg-Umgebung	Slbg
Ried im Innkreis	dto	Ried im Innkreis	O.Ö.
Riedberg	Ried im Innkreis	Ried im Innkreis	O.Ö.
Rieden-Vorkloster	Bregenz	Bregenz	Vlbg
Riedern	Haiming	Imst	Tirol
Riegersburg	dto	Feldbach	Stmk
Riegersdorf	Hainersdorf	Fürstenfeld	Stmk
Rien	Waidhofen a.d.Ybbs	Waidhofen/Ybbs	N.Ö.
Rietz	dto	Imst	Tirol
Rinnen	Berwang	Reutte	Tirol
Rodingersdorf	Siegmundsherberg	Horn	N.Ö.
Röhrenbach	dto	Horn	N.Ö.
Röthelstein	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Röthis	dto	Feldkirch	Vlbg
Rötschgraben	Semriach	Graz-Umgebung	Stmk
Rohr im Gebirge	dto	Wr.Neustadt-Land	N.Ö.
Rohrau	dto	Bruck a.d.Leitha	N.Ö.
Rohrbach	Weistrach	Amstetten	N.Ö.
Rohrbach a.d.Gölsen	dto	Lilienfeld	N.Ö.
Rohrbach a.d.Lafnitz	dto	Hartberg	Stmk
Rohrendorf b.Krems	dto	Krems-Land	N.Ö.
Rorregg	Yspertal	Melk	N.Ö.
Rosalienviertel	Forchtenstein	Mattersburg	Bgld
Rosegg	dto	Villach-Land	Ktn
Rosenberg	Wien13/Hitzing	Wien	Wien
Rosenbichl	Liebenfels	St.Veit an der Glan	Ktn
Rosenburg-Mold	dto	Horn	N.Ö.
Rossatz	dto	Krems-Land	N.Ö.
Roßbach	Nassereith	Imst	Tirol
Roßleithen	dto	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Rothenthurm	St.Peter o.Judenb.	Judenburg	Stmk
Rothgülden	Mühr	Tamsweg	Slbg
Rothleiten	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Rotholz	Strass im Zillertal	Schwarz	Tirol
Rotholz	Buch bei Jenbach	Schwarz	Tirol
Rottenbach	dto	Grieskirchen	O.Ö.
Rüben	Lesachtal	Hermagor	Ktn
Ruden	dto	Völkermarkt	Ktn
Rum	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Rust	dto	Freistadt-Rust	Bgld
Ruthviertel	Oberschützen	Oberwart	Bgld
Rutzenham	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Saalfelden a.Steinernen Meer	dto	Zell am See	Slbg

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Salla	dto	Voitsberg	Stmk
Salzburg	dto	Salzburg-Stadt	Slbg
Sandl	dto	Freistadt	O.Ö.
Sattledt	dto	Wels-Land	O.Ö.
Sautens	dto	Imst	Tirol
Saxen	dto	Perg	O.Ö.
Schaftenau	Langkampfen	Kufstein	Tirol
Scharten	dto	Eferding	O.Ö.
Scheffau a.Wilden Kaiser	dto	Kufstein	Tirol
Scheibbs	dto	Scheibbs	N.Ö.
Schiefer	Fehring	Feldbach	Stmk
Schiefing am See	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Schiltern	Langenlois	Krems-Land	N.Ö.
Schiltern b.Nied.	Oberwölz-Umgebung	Murau	Stmk
Schindelbach	Grünau im Almtal	Gmunden	O.Ö.
Schirmannsreith	Geras	Horn	N.Ö.
Schladming	dto	Liezen	Stmk
Schlögl	dto	Rohrbach	O.Ö.
Schleedorf	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Schlierbach	dto	Kirchdorf a.d.Krems	O.Ö.
Schneeeggattern	Lengau	Braunau am Inn	O.Ö.
Schöder	dto	Murau	Stmk
Schöpfens	Pfons	Innsbruck-Land	Tirol
Schönberg am Kamp	dto	Krems-Land	N.Ö.
Schönberg i.Stubaital	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Schönbühel-Aggsbach	dto	Melk	N.Ö.
Schöngrabern	Grabern	Hollabrunn	N.Ö.
Schörfling a.Attersee	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Schranawand	Ebreichsdorf	Baden	N.Ö.
Schrems	dto	Gmünd	N.Ö.
Schruns	dto	Bludenz	Vlbg
Schütt	St.Georgen o.Jud.	Judenburg	Stmk
Schutannen	Hohenems	Dornbirn	Vlbg
Schwaiggers	dto	Zwettl	N.Ö.
Schwallenbach	Spitz an der Donau	Krems-Land	N.Ö.
Schwanberg	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Schwarzau	dto	Zwettl	N.Ö.
Schwarzenbach a.d.Pielach	dto	St.Pölten-Land	N.Ö.
Schwarzenberg	dto	Bregenz	Vlbg
Schwaz	dto	Schwaz	Tirol
Schwendt	dto	Kitzbühel	Tirol
Sebersdorf	dto	Hartberg	Stmk
See	Kappl	Landeck	Tirol
Seebenstein	dto	Neunkirchen	N.Ö.
Seeboden	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Seefeld	Steinbach a.Atters.	Vöcklabruck	O.Ö.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Seefeld in Tirol	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Seekirchen a.Wallersee	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Seewalchen	Seekirchen a.W.	Salzburg-Umgebung	Slbg
Seewalchen a.Attersee	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Seggauberg	dto	Leibnitz	Stmk
Seitenstetten	dto	Amstetten	N.Ö.
Sellrain	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Semriach	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Senftenberg	dto	Krems-Land	N.Ö.
Serfaus	dto	Landeck	Tirol
Sieghartskirchen	dto	Tulln	N.Ö.
Siewering	Wien19/Döbling	Wien	Wien
Siezenheim	Wals-Siezenheim	Salzburg-Umgebung	Slbg
Sigmundsherberg	dto	Horn	N.Ö.
Simling	Ostermiething	Braunau am Inn	O.Ö.
Sinabelkirchen	dto	Weiz	Stmk
Sirnitz	Albeck	Feldkirchen	Ktn
Sistrans	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Sitzenberg-Reidling	dto	Tulln	N.Ö.
Sitzendorf a.d.Sch.	dto	Hollabrunn	N.Ö.
Söding	dto	Voitsberg	Stmk
Söll	dto	Kufstein	Tirol
Söllheim	Hallwang	Salzburg-Umgebung	Slbg
Sonntagsberg	dto	Amstetten	N.Ö.
Sorgendorf	Bleiburg	Völkermarkt	Ktn
Spielberg	Melk	Melk	N.Ö.
Spielfeld	dto	Leibnitz	Stmk
Spittal a.d.Drau	dto	Spittal an der Drau	Ktn
Spitz a.d.Donau	dto	Krems-Land	N.Ö.
St.Agatha	Bad Goisern	Gmunden	O.Ö.
St.Ägyd a.Neuwalde	dto	Lilienfeld	N.Ö.
St.Andrä	dto	Wolfsberg	Ktn
St.Andrä i.Lungau	dto	Tamsweg	Slbg
St.Andrä i.Sausal	dto	Leibnitz	Stmk
St.Andrä-Wördern	dto	Tulln	N.Ö.
St.Anton a.Arlberg	dto	Landeck	Tirol
St.Bartholomä	dto	Graz-Umgebung	Stmk
St.Bernhard-Frauen.	dto	Horn	N.Ö.
St.Erhard	Breitenau a.Hochl.	Bruck an der Mur	Stmk
St.Florian --> siehe Markt St.Florian			
St.Gallen	dto	Liezen	Stmk
St.Gallenkirch	dto	Bludenz	Vlbg
St.Georgen a.Attersee	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
St.Georgen a.Längs.	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
St.Georgen a.Ybbsf.	dto	Amstetten	N.Ö.
St.Georgen b.Salzburg	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
St.Georgen ob Judenburg	dto	Judenburg	Stmk
St.Gilgen	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
St.Ilgen	Thörl	Bruck an der Mur	Stmk
St.Jakob am Thurn	Puch bei Hallein	Hallein	Slbg
St.Jakob in Haus	dto	Kitzbühel	Tirol
St.Jakob i.Deferegggen	dto	Lienz	Tirol
St.Jakob/Lesacht.	Kötschach-Mauthen	Hermagor	Ktn
St.Jakob-Breitenau	Breitenau a.Hochl.	Bruck an der Mur	Stmk
St.Johann a.Pr.	Hüttenberg	St.Veit an der Glan	Ktn
St.Johann a.Wimberg	dto	Rohrbach	O.Ö.
St.Johann i.Pongau	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
St.Johann i.Saggautal	dto	Leibnitz	Stmk
St.Johann i.Tirol	dto	Kitzbühel	Tirol
St.Johann ob Hoh.	St.Johann-Köppling	Voitsberg	Stmk
St.Johann-Köppling	dto	Voitsberg	Stmk
St.Kathrein a.Offenegg	dto	Weiz	Stmk
St.Klementen	Kappel am Krappfeld	St.Veit an der Glan	Ktn
St.Kosmas	Möbling	St.Veit an der Glan	Ktn
St.Lamprecht	dto	Murau	Stmk
St.Leonhard	Kundl	Kufstein	Tirol
St.Lorenzen a.Wechsel	dto	Hartberg	Stmk
St.Lorenzen b.Knittelfeld	dto	Knittelfeld	Stmk
St.Marein	Neumarkt in Stmk	Murau	Stmk
St.Marein b.Neumarkt	dto	Murau	Stmk
St.Margarethen	Buch bei Jenbach	Schwaz	Tirol
St.Margarethen i.L.	dto	Wolfsberg	Ktn
St.Martin	Feldkirchen i.Ktn	Feldkirchen	Ktn
St.Martin	Gnadenwald	Innsbruck-Land	Tirol
St.Martin	St.Georgen a.Längs.	St.Veit an der Glan	Ktn
St.Martin b.Lofer	dto	Zell am See	Slbg
St.Martin i.Mühlkreis	dto	Rohrbach	O.Ö.
St.Martin i.Tennengebirge	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
St.Michael	Gnadenwald	Innsbruck-Land	Tirol
St.Michael	Weißkirchen i.d.W.	Krems-Land	N.Ö.
St.Michael i.Lungau	dto	Tamsweg	Slbg
St.Michael i.Obersteiermark	dto	Leoben	Stmk
St.Michael/Z.	Maria Saal	Klagenfurt-Land	Ktn
St.Nikolai	Feldkirchen i.Ktn	Feldkirchen	Ktn
St.Nikolai i.Sausal	dto	Leibnitz	Stmk
St.Oswald	Bad Kleinkirchheim	Spittal a.d.Drau	Ktn
St.Oswald	Kartitsch	Lienz	Tirol
St.Paul i.Lavantt.	dto	Wolfsberg	Ktn
St.Peter	Ellbögen	Innsbruck-Land	Tirol
St.Peter	Waldburg	Freistadt	O.Ö.
St.Peter a.Kammersberg	dto	Murau	Stmk
St.Peter i.d.Au	dto	Amstetten	N.Ö.

32. Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
St. Peter i. Sulmtal	dto	Deutschlandsberg	Stmk
St. Peter im Tweng	Radenthein	Spittal a.d. Drau	Ktn
St. Peter ob Judenburg	dto	Judenburg	Stmk
St. Pölten	dto	St. Pölten-Stadt	N.Ö.
St. Radegund b. Graz	dto	Graz-Umgebung	Stmk
St. Sebastian	dto	Bruck an der Mur	Stmk
St. Stefan	Globasnitz	Völkermarkt	Ktn
St. Ulrich	Feldkirchen i. Ktn	Feldkirchen	Ktn
St. Ulrich b. Steyr	dto	Steyr-Land	O.Ö.
St. Veit	Berndorf	Baden	N.Ö.
St. Veit	Graz	Graz-Stadt	Stmk
St. Veit an der Glan	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
St. Wolfgang i. Salzkammergut	dto	Gmunden	O.Ö.
St. Leonhard a. Forst	dto	Melk	N.Ö.
Staatz	dto	Mistelbach	N.Ö.
Stadl a. d. Mur	dto	Murau	Stmk
Stadt Haag	dto	Amstetten	N.Ö.
Stadtschlaining	dto	Oberwart	Bgld
Stainach	dto	Liezen	Stmk
Stainach a. Brenner	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Stainz	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Stams	dto	Imst	Tirol
Stans	dto	Schwaz	Tirol
Stanz b. Landeck	dto	Landeck	Tirol
Stanz im Mürztal	dto	Mürzzuschlag	Stmk
Stanzach	dto	Reutte	Tirol
Stattegg	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Statz	Mühlbachl	Innsbruck-Land	Tirol
Stein a. d. Donau	Krems a. d. Donau	Krems-Stadt	N.Ö.
Steinabrunn	Großmugl	Korneuburg	N.Ö.
Steinakirchen a. Forst	dto	Scheibbs	N.Ö.
Steinbach a. Attersee	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Steinbach a. Ziehbach	dto	Kirchdorf a. d. Krems	O.Ö.
Steinberg	Steinberg-Dörfl	Oberpullendorf	Bgld
Steinberg-Dörfl	dto	Oberpullendorf	Bgld
Steindorf	dto	Klagenfurt-Land	Ktn
Steinebrunn	Drasenhofen	Mistelbach	N.Ö.
Steinerkirchen a. d. Traun	dto	Wels-Land	O.Ö.
Steinleiten	Frankenmarkt	Vöcklabruck	O.Ö.
Steinrunn-Zillingst.	dto	Eisenstadt-Umgeb.	Bgld
Sternberg	Wernberg	Villach-Land	Ktn
Steuerberg	dto	Feldkirchen	Ktn
Steyr	dto	Steyr-Stadt	O.Ö.
Stift Göttweig	Furth bei Göttweig	Krems-Land	N.Ö.
Stockerau	dto	Korneuburg	N.Ö.
Straden	dto	Radkersburg	Stmk

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Straß i. Straßertale	dto	Krems-Land	N.Ö.
Strass i. Zillertal	dto	Schwaz	Tirol
Straßburg	dto	St. Veit an der Glan	Ktn
Straßgang	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Stratzdorf	Gedersdorf	Krems-Land	N.Ö.
Strechau	Lassing	Liezen	Stmk
Strengberg	dto	Amstetten	N.Ö.
Strobl	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Stronsdorf	dto	Mistelbach	N.Ö.
Stubenberg	dto	Hartberg	Stmk
Stumm	dto	Schwaz	Tirol
Stuppach	Gloggnitz	Neunkirchen	N.Ö.
Tainach	Völkermarkt	Völkermarkt	Ktn
Tamsweg	dto	Tamsweg	Slbg
Tannheim	dto	Reutte	Tirol
Tarzens	Ellbögen	Innsbruck-Land	Tirol
Tauernpaß	Untertauern	St. Johann i. Pongau	Slbg
Tauplitz	dto	Liezen	Stmk
Teichstätt	Salzburg	Salzburg-Stadt	Slbg
Terfens	Lengau	Braunau am Inn	O.Ö.
Ternberg	dto	Schwaz	Tirol
Ternitz	dto	Steyr-Land	O.Ö.
Tessenberg	Heinfels	Neunkirchen	N.Ö.
Teufenbach	dto	Lienz	Tirol
Texingtal	dto	Murau	Stmk
Thalerhof	Kalsdorf bei Graz	Melk	N.Ö.
Thalgau	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Thalheim bei Wels	dto	Salzburg-Umgebung	Slbg
Thallern	Gumpoldskirchen	Wels-Land	O.Ö.
Thalling	Pöls	Mödling	N.Ö.
Thaur	dto	Judenburg	Stmk
Thaya	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Theras	Siegmundsherberg	Waidhofen a. d. Thaya	N.Ö.
Thierberg	Kufstein	Horn	N.Ö.
Thiersee	dto	Kufstein	Tirol
Thörl	dto	Kufstein	Tirol
Thüringen	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Tienzens	Steinach am Brenner	Bludenz	Vlbg
Tiffen	Steindorf	Innsbruck-Land	Tirol
Tillysburg	Markt Sankt Florian	Klagenfurt-Land	Ktn
Timelkam	dto	Linz-Land	O.Ö.
Timms	Arzl im Pitztal	Vöcklabruck	O.Ö.
Tivoli	Wien12/Meidling	Imst	Tirol
Tobadill	dto	Wien	Wien
Tobelbad	Haselsdorf	Landeck	Tirol
		Graz-Umgebung	Stmk

33. Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

34. Fortsetzung Referat: von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Tragöß	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Trahütten	dto	Deutschlandsberg	Stmk
Traisen	dto	Lilienfeld	N.Ö.
Traiskirchen	dto	Baden	N.Ö.
Traismauer	dto	St. Pölten-Land	N.Ö.
Tratzberg	Stans	Schwaz	Tirol
Traunkirchen	dto	Gmunden	O.Ö.
Treffen	dto	Villach-Land	Ktn
Treßdorf	Kirchbach	Hermagor	Ktn
Trieben	dto	Liezen	Stmk
Triebendorf	dto	Murau	Stmk
Trins	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Tschagguns	dto	Bludenz	Vlbg
Tulfes	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Tulln	dto	Tulln	N.Ö.
Tullnerbach	Preßbaum	Wien-Umgebung	N.Ö.
Tultschnig	Klagenfurt	Klagenfurt-Stadt	Ktn
Tumpen	Umhausen	Imst	Tirol
Turnau	dto	Bruck an der Mur	Stmk
Turrach	Predlitz-Turrach	Murau	Stmk
Turracherhöhe	Predlitz-Turrach	Murau	Stmk
Tux	dto	Schwaz	Tirol
Überbach	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Uderns	dto	Schwaz	Tirol
Umhausen	dto	Imst	Tirol
Ungenach	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Unken	dto	Zell am See	Sibg
Unserfrau-Altweitra	dto	Gmünd	N.Ö.
Unterberg	dto	Tamsweg	Sibg
Unterbergern	Bergern i. Dunkelst.	Krems-Land	N.Ö.
Unterdorf	Stanz im Mürztal	Mürzzuschlag	Stmk
Unterjährling	St. Nikolai i. Sausal	Leibnitz	Stmk
Unterkirchen	Leutasch	Innsbruck-Land	Tirol
Unterlabill	dto	Feldbach	Stmk
Untermarkersdorf	Hadres	Hollabrunn	N.Ö.
Untermicheldorf	Micheldorf i. OÖ.	Kirchdorf a. d. Krems	O.Ö.
Unterwiesing	Mieming	Imst	Tirol
Unterperfuß	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Unterpetttau	Petttau	Innsbruck-Land	Tirol
Unterschützen	Oberschützen	Oberwart	Bgld
Untersee	Bad Goisern	Gmunden	O.Ö.
Untertinkenbrunn	Gartenbrunn	Mistelbach	N.Ö.
Untertal	Schladming	Liezen	Stmk
Untertauern	dto	St. Johann i. Pongau	Sibg
Urfahr-Untersteg	Linz-Urfahr	Linz-Stadt	O.Ö.
Urllhang	Gaming	Scheibbs	N.Ö.

Ortlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Vadiesen	Pettneu am Arlberg	Landeck	Tirol
Vandans	dto	Bludenz	Vlbg
Velden	Mühlen	Murau	Stmk
Velden am Wörth.	dto	Villach-Land	Ktn
Vestenöttig	Waidhofen a. d. Th.	Waidhofen a. d. Th.	N.Ö.
Vestenthal	Haidershofen	Amstetten	N.Ö.
Vigaun	dto	Hallein	Sibg
Vilktorsberg	dto	Feldkirch	Vlbg
Villach	dto	Villach-Stadt	Ktn
Vils	dto	Reutte	Tirol
Virgen	dto	Lienz	Tirol
Vöcklabruck	dto	Vöcklabruck	O.Ö.
Völkermarkt	dto	Völkermarkt	Ktn
Völsees	Oberperfuss	Innsbruck-Land	Tirol
Volders	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Voldöpp	Kramsach	Kufstein	Tirol
Vomp	dto	Schwaz	Tirol
Vorau	dto	Hartberg	Stmk
Vorderkrems	Krems in Kärnten	Spittal a. d. Drau	Ktn
Vorderthiersee	Thiersee	Kufstein	Tirol
Wagrein	dto	St. Johann i. Pongau	Sibg
Waidhofen a. d. Th.	dto	Waidhofen a. d. Thaya	N.Ö.
Waidhofen a. d. Ybbs	dto	Waidhofen a. d. Ybbs	N.Ö.
Walchen	Piesendorf	Zell am See	Sibg
Wald a. Schoberpaß	dto	Leoben	Stmk
Wald i. Pinzgau	dto	Zell am See	Sibg
Waldburg	dto	Freistadt	O.Ö.
Waldhausen i. Studengau	dto	Perg	O.Ö.
Waldkirchen a. Wesen	dto	Schärding	O.Ö.
Waldprechtling	Seekirchen a. Wall.	Salzburg-Umgebung	Sibg
Walpersdorf	Inzersdorf-Getzend.	St. Pölten-Land	N.Ö.
Wals-Siezenheim	dto	Salzburg-Umgebung	Sibg
Waltersdorf i. Obersteiermark	dto	Hartberg	Stmk
Wartberg a. d. Krems	dto	Kirchdorf a. d. Krems	O.Ö.
Weer	dto	Schwaz	Tirol
Weerberg	dto	Schwaz	Tirol
Wegscheid	Gutenstein	Wr. Neustadt-Land	N.Ö.
Weidling	Klosterneuburg	Wien-Umgebung	N.Ö.
Weigelsdorf	Kleinzell i. Mühlkr.	Rohrbach	O.Ö.
Weinzierl	Krems an der Donau	Krems-Stadt	N.Ö.
Weißbach am Inn	dto	Reutte	Tirol
Weißbach b. Lofer	dto	Zell am See	Sibg
Weißbachtal	Bad Goisern	Gmunden	O.Ö.
Weißenegg	Ruden	Völkermarkt	Ktn
Weißkirchen i. d. W.	dto	Krems-Land	N.Ö.
Weißenstein	dto	Villach-Land	Ktn

35. Fortsetzung Referat: Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Weistrach	dto	Amstetten	N.O.
Weiten	dto	Melk	N.O.
Weitersfeld	dto	Horn	N.O.
Weitensfeld-Flatt.	dto	St.Veit an der Glan	Ktn
Weitersfelden	dto	Freistadt	O.O.
Weitra	dto	Gmünd	N.O.
Weiz	dto	Weiz	Stmk
Weizberg	Weiz	Weiz	Stmk
Weng im Innkreis	dto	Braunau am Inn	O.O.
Wenns	dto	Imst	Tirol
Werfen	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Werfenweng	dto	St.Johann i.Pongau	Slbg
Wernberg	dto	Villach-Land	Ktn
Wernstein am Inn	dto	Schärding	O.O.
Wesenufer	Waldkirchen a.W.	Schärding	O.O.
Wetzelsdorf	Graz	Graz-Stadt	Stmk
Weyer	Bramberg a.Wildk.	Zell am See	Slbg
Weyer	Gmunden	Gmunden	O.O.
Weyer-Markt	dto	Steyr-Land	O.O.
Weyerfeld	St.Veit an der Glan	St.Veit an der Glan	Ktn
Weyersdorf	Karlstatten	St.Pölten-Land	N.O.
Weyregg a.Attersee	dto	Vöcklabruck	O.O.
Wien	dto	Wien	Wien
Wiener Neudorf	dto	Mödling	N.O.
Wiener Neustadt	dto	Wr.Neustadt-Stadt	N.O.
Wienerwald	dto	Mödling	N.O.
Wieselsburg	dto	Scheibbs	N.O.
Wiesing	dto	Schwaz	Tirol
Wiesmath	dto	Wr.Neustadt-Land	N.O.
Wildalpen	dto	Liezen	Stmk
Wildermiewing	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Wildon	dto	Leibnitz	Stmk
Wildschönau	dto	Kufstein	Tirol
Wilhelmsburg	dto	St.Pölten-Land	N.O.
Wilhering	dto	Linz-Land	O.O.
Wilten	Innsbruck	Innsbruck-Stadt	Tirol
Wimitz	Frauenstein	St.Veit an der Glan	Ktn
Wimpassing/Pielach	Hafnerbach	St.Pölten-Land	N.O.
Wimsbach	Bad Wimsbach-Neydh.	Wels-Land	O.O.
Windischgarsten	dto	Kirchdorf a.d.Krems	O.O.
Winkl	Wenns	Imst	Tirol
Wöbling	dto	St.Pölten-Land	N.O.
Wörgl	dto	Kufstein	Tirol
Wörth	Enzenreith	Neunkirchen	N.O.
Wösendorf	Weissenkirchen i.d.W.	Krems-Land	N.O.
Wolfert	dto	Steyr-Land	O.O.

Örtlichkeit	Gemeinde	Bezirk	Land
Wolfpassing	dto	Scheibbs	N.O.
Wolfsberg	dto	Wolfsberg	Ktn
Wolfsegg a.Hausruck	dto	Vöcklabruck	O.O.
Wolfstein	Schönbühel-Aggsbach	Melk	N.O.
Wolfurt	dto	Bregenz	Vibg
Wolkersdorf	dto	Mistelbach	N.O.
Wullersdorf	dto	Hollabrunn	N.O.
Wulzeshofen	Laa an der Thaya	Mistelbach	N.O.
Wundschuh	dto	Graz-Umgebung	Stmk
Ybbs a.d.Donau	dto	Melk	N.O.
Ybbsitz	dto	Amstetten	N.O.
Yspertal	dto	Melk	N.O.
Zammelsberg	Weitensfeld-Flattn.	St.Veit an der Glan	Ktn
Zams	dto	Landeck	Tirol
Zarnsdorf	Wolfpassing	Scheibbs	N.O.
Zell am Moos	dto	Vöcklabruck	O.O.
Zell am Pettenfirst	dto	Vöcklabruck	O.O.
Zell am See	dto	Zell am See	Slbg
Zeltweg	dto	Judenburg	Stmk
Zerlach	dto	Feldbach	Stmk
Ziersdorf	dto	Hollabrunn	N.O.
Zirl	dto	Innsbruck-Land	Tirol
Zogelsdorf	Burgschleinitz-Küh.	Horn	N.O.
Zollfeld	Maria Saal	Klagenfurt-Land	Ktn
Zürs	Lech am Arlberg	Bludenz	Vibg
Zweikirchen	Liebenfels	St.Veit an der Glan	Ktn
Zweinitz	Weitensfeld-Flatt.	St.Veit an der Glan	Ktn
Zwettl	dto	Zwettl	N.O.
Zwettl a.d.Rodl	dto	Urfahr-Umgebung	O.O.

36.Fortsetzung Referat : Von ortsfesten Sonnenuhren in Österreich und deren Katalog.

Literatur :

- [1] Baumann Leo : 'Sonnenuhr Stift Ardagger', Eigenverlag Leo Baumann 1986.
- [2] Der Sternenbote, 33.Jahrgang, 1990-9
- [3] Keszthelyi Sándor, Bartha Lajos : 'Magyar napóra-katalógus', Ungarische Sonnenuhren, Budapest 1983 (vergriffen)
- [4] Kühnelt Harro Heinz : 'Die astronomischen Arbeiten Peter Anichs' im Buch 'Peter Anich 1723 - 1766', Herausgeber Hans Kinzl. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck 1976.
- [5] Löschner Hans : 'Über Sonnenuhren', Verlag Leuschner & Lubensky's Universitätsbuchhandlung, Graz 1905 (vergriffen)
- [6] Rabenalt Ansgar : 'Die Sonnenuhrensammlung der Sternwarte Kremsmünster' Sonderabdruck aus dem 98. Jahresbericht des Obergymnasiums der Benediktiner zu Kremsmünster 1955.
- [7] Rau Herbert/Zenkert Arnold : 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren, Teil 1, Brandenburg u.Berlin', Mitteilungsblatt des Arbeitskreises Gnomonik (neue Bundesländer), Berlin und Potsdam 1991.
- [8] Rohr René R.J. : 'Die Sonnenuhr', Verlag Callwey München, 1982
- [9] Schwarzinger Karl : 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in Österreich', Österr.Astronomischer Verein 1991.
- [10] Somerville Andrew R.: 'The Ancient Sundials of Scotland', Rogers Turner Books Ltd., London 1990.
- [11] Van Cittert-Eymers J.G., Hagen M.J.: 'ZONNEWIJZERS IN NEDERLAND', Verlag De Walburg Pers, Zutphen 1984.
- [12] Zenkert Arnold : 'Katalog der ortsfesten Sonnenuhren in der DDR', Archenhold-Sternwarte Berlin-Treptow, 1.Auflage 1984. (vergriffen)
- [13] Zinner Ernst : 'Alte Sonnenuhren an europäischen Gebäuden', Franz Steiner-Verlag Wiesbaden 1964.

Hofrat i.R.
Dipl.Ing.Karl Schwarzinger
Am Tigls 76a
A-6073 Sistrans

ÖSTERREICHISCHER ASTRONOMISCHER VEREIN

GEGRÜNDET 1924
VON UNIV.-PROF. DR. OSWALD THOMAS

Derzeit über tausend Mitglieder in Österreich.
Zwanglose Gemeinschaft von Interessenten an
der Himmelskunde. Unser sachkundiges Anbot:

VORTRÄGE / STERNABENDE

Veranstaltungsprogramm im "Sternenboten".

STERNFREUNDE-SEMINAR

Alljährlich seit 1973 für die qualifizierte
Weiterbildung.

SPIEGELSCHLEIFKURS

Alljährlich fertigen 12 Teilnehmer den Haupt-
spiegel eines 15cm-Teleskops.

PRÄZISIONS-FERNROHRMONTIERUNG

Konstruktionspläne für ein Teleskop ab 30cm
Öffnung zum Selbstbau, samt Beschreibung.

BEOBACHTUNGSPROGRAMME / LEIHFERNROHR

Für ernsthafte Interessenten Anleitungen.

ARBEITSGRUPPE SONNENUHREN / HIMMELSKALENDER

HIMMELSKALENDER 1991 (Jahrbuch speziell für Österreich)
Einzelstück S 80,-, im Abonnement S 70,-. 35. Jahrgang!

ASTRONOMISCHE KURZKALENDER 1900-2000

Völlig neuartige Jahresübersichten mit wichtigsten Himmelserscheinungen für
mehrere Kalendersysteme. Geringster Anschreibungsumfang bei größtem Informa-
tionsgehalt. Mit ausführlicher Erläuterung deutsch/englisch. Empfehlenswerte Er-
gänzung zum „Himmelskalender“. S 250,-.

DER STERNENBOTE (Österreichische Monatsschrift, 34. Jahr)

Originalbeiträge / Kurzberichte / Kalendarium / Buchbesprechungen / Veranstaltun-
gen in Österreich / Forum / Eilnachrichten. Einzelheft S 17,-, Abo mit Versand
S 140,-; im Ausland S 20,- bzw. S 175,-.

NÄHERES: Astronomisches Büro, Hasenwartg.32,
A-1238 Wien. Telephon/Telefax: 0222-889 35 41.