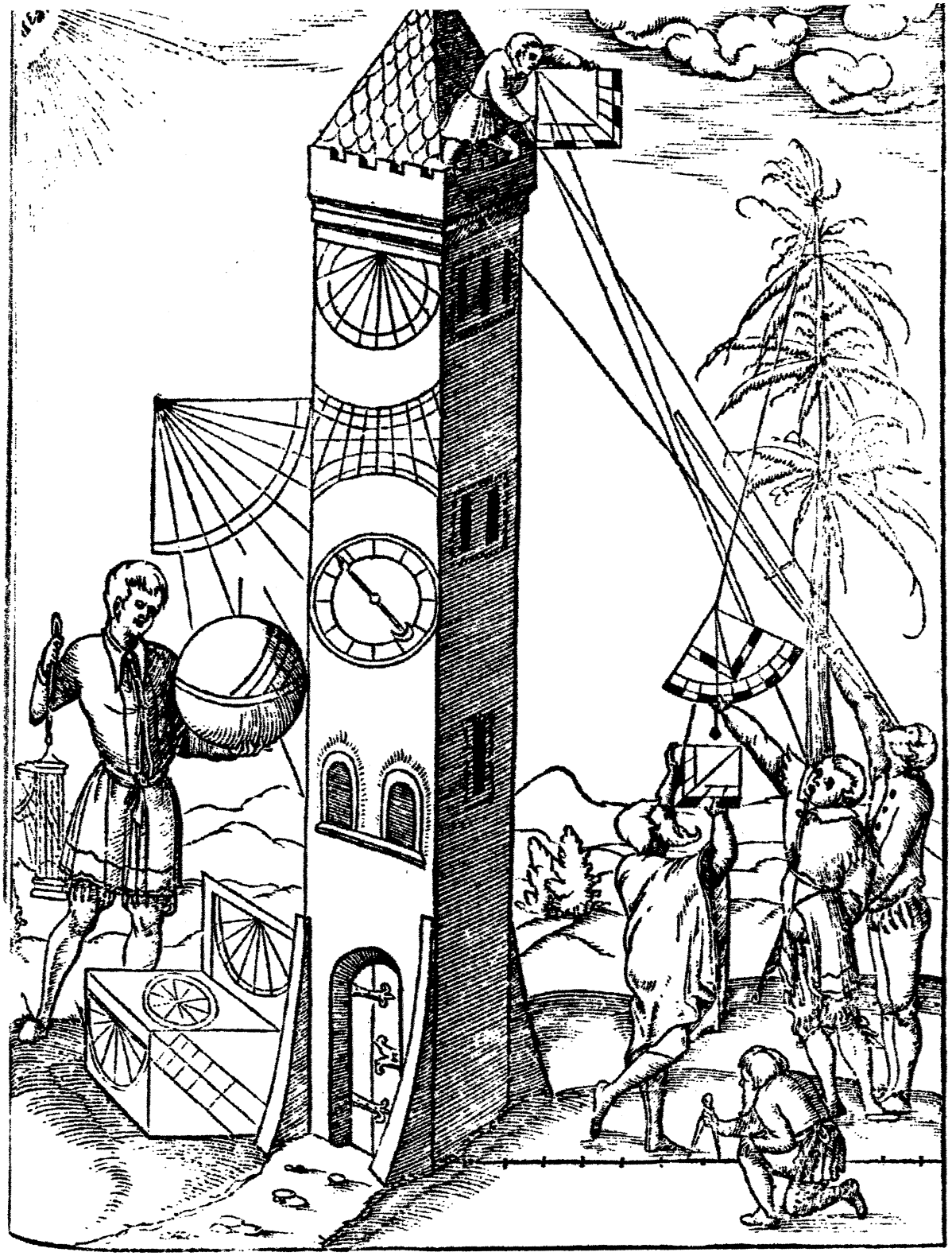
Faszination Sonnenuhr

Die Zeit auf einer Sonnenuhr
erkennt man an der Schattenspur

Meinen Eltern in Dankbarkeit



Arnold Zenkert

FASZINATION SONNENUHR

Mit einem Beitrag von Dr. Jürgen Hamel über tragbare Sonnenuhren.

Verlag Harri Deutsch

Arnold Zenkert, Studienrat i.R., geb. 1923 in Steinschönau (Nordböhmen), 1946 Neulehrer in Mecklenburg-Vorpommern, Studium der Geographie und Pädagogik in Potsdam. Später Leitung der Ausbildung von Astronomielehrern.

20 Jahre Leiter des Planetariums Potsdam, Pensionierung 1988. Referent und Verfasser populärwissenschaftlicher und methodischer Beiträge in einschlägigen Zeitschriften.

Viele Jahre Vorsitzender im Arbeitskreis Sonnenuhren in der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie.

Bibliographische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-8171-1752-3

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Buches und der CD-ROM – oder von Teilen daraus – sind vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Der Inhalt des Werkes wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

5., überarbeitete und erweiterte Auflage 2005

© Wissenschaftlicher Verlag Harri Deutsch GmbH, Frankfurt am Main, 2005

Druck: fgb · freiburger graphische betriebe GmbH, Freiburg <www.fgb.de>

Inhalt

Zum Geleit 3

1. Aus der Geschichte der Sonnenuhren 5

1.1. Schatten und Schattenstab 5
1.2. Frühzeit der Sonnenuhren 6
1.3. Sonnenuhren in der Antike 7
1.4. Gnomonik der Araber 12
1.5. Mittelalterliche Sonnenuhren 14
1.6. Einführung des Polstabes 19
1.7. Tragbare Sonnenuhren der Blütezeit des Sonnenuhrenbaues 21
1.7.1. Klappsonnenuhren 24
1.7.2. Astronomische Kompendien und Büchsensonnenuhren 27
1.7.3. Äquatorialsonnenuhren 28
1.7.4. Horizontalsonnenuhren 32
1.7.5. Ringsonnenuhren und Sonnenringe 34
1.7.6. Zylindersonnenuhren 36
1.7.7. Besondere Objekte 38
1.8. Die kunstvolle Sonnenuhr 41
1.9. Sonnenuhren heute 44

2. Kleiner mathematisch-astronomischer Kurs 47

2.1. Scheinbare Himmelskugel 47
2.2. Astronomische Koordinatensysteme 48
2.3. Bewegung im Tagesverlauf 50
2.4. Bewegung im Jahresverlauf 51
2.5. Einfluß der geographischen Breite 54
2.6. Mittagshöhe der Sonne 55
2.7. Wahre Ortszeit 56
2.8. Mittlere Ortszeit und Zeitgleichung 57
2.9. Mitteleuropäische Zeit 58
2.10. Mitteleuropäische Sommerzeit 60

3. Berechnung und Konstruktion von Sonnenuhren 61

3.1. Überblick über die wichtigsten Sonnenuhrenarten 61
3.2. Äquatoriale Sonnenuhr 63
3.2.1. Äquatorialuhr mit ebenem Zifferblatt 63
3.2.2. Äquatorialuhr mit ringförmigem Zifferblatt 64
3.3. Horizontale Sonnenuhr 67
3.3.1. Geneigte (inklinierte) Horizontaluhr 70
3.4. Vertikale Sonnenuhren 71
3.4.1. Vertikale Süduhr 72
3.4.2. Vertikale Norduhr 74
3.4.3. Abweichende Vertikaluhr 76
3.4.4. Bestimmung der Wandabweichung α 78
3.4.5. Berechnung und Konstruktion der Stundenlinienwinkel 82
3.4.6. Befestigung des Schattenwerfers 84
3.4.7. Die inklinierte vertikale Süd- und Norduhr 88
3.4.8. Die inklinierte und deklinierte Vertikaluhr 89
3.5. Polare Sonnenuhren 90
3.5.1. Polare Süduhr 90
3.5.2. Polare Ost- bzw. Westuhr 92
3.5.3. Polare Sonnenuhren mit geringer Wandabweichung 93
3.6. Analemmatische Sonnenuhr 95
3.6.1. Sonnenuhrenspinne 103

3.7. Sonnenuhren auf gekrümmten Flächen 103
3.7.1. Kugelsonnenuhr 103
3.7.2. Hohlkugelsonnenuhr 105
3.7.3. Zylindersonnenuhr 107
3.8. Wanderstab-Sonnenuhr 110
3.9. Quadrantsonnenuhr 111
3.10. Universales Uhrentäfelchen 113
3.11. Ringsonnenuhr 114
3.12. Der Sonnenring 115
3.13. Sonnenuhren auf geometrischen Körpern 116
3.14. Sonnenuhren auf anderen geographischen Breiten 117

4. Anzeige der Tageszeit 121
4.1. Ortszeitkorrektur 121
4.2. Zeitgleichungskorrektur 123
4.3. Weltzeitzifferblatt 128
4.4. Genauigkeit von Sonnenuhren 130

5. Anzeige des Datums 133
5.1. Datums- oder Tierkreislinien 133
5.2. Einfallswinkel des Mittagsschattens 134
5.3. Konstruktion der Datumslinien 135
5.3.1. Datumslinien auf Äquatorialuhren 136
5.3.2. Datumslinien auf Horizontaluhren 136
5.3.3. Datumslinien auf vertikalen Süduhren 137
5.3.4. Datumslinien auf abweichenden Vertikaluhren 139
5.3.5. Datumslinien auf polaren Sonnenuhren 140
5.4. Berechnung der Datumslinien 141
5.4.1. Zur Gültigkeitsdauer von Sonnenuhren 144
5.5. Babylonische, italische Stunden und Planetenstunden 145
5.6. Datums-Sonnenuhr 146
5.7. Der Mittagskalender 147

6. Praktische Hinweise zum Selbstbau von Sonnenuhren 149
6.1. Anfertigung des Zifferblattes 149
6.1.1. Der Diaprojektor als Hilfsmittel 149
6.1.2. Die Uhr als Hilfsmittel 151
6.2. Gestaltung des Schattenwerfers 151
6.3. Bastelvorschläge 153
6.4. Gnomonik in der pädagogischen Arbeit ... 156
6.5. Besonnungsdauer vertikaler Sonnenuhren 158
6.6. Der Sonnenwarner 161

7. SENTENTIAE SOLARIS – „Weisheiten" der Sonnenuhren 165
7.1. Chronogramme auf Sonnenuhren 169

8. Brevier der gnomonischen Praxis 171

9. Kleines gnomonisches Lexikon 175

10. Tafeln 181

Literaturverzeichnis 195

Namensverzeichnis 199

Sachwörterverzeichnis 201

Zum Geleit

Blind ist, wer die Sonne nicht sieht,
töricht ist, wer sie nicht kennt,
armselig, wer ihr nicht dankt.
Sie ist das Licht, sie ist das Gute, sie ist das Heil.
Aus ihr strahlt, aus ihr wirkt,
aus ihr sendet der Herr der Sinne,
der Vater des Seins, der Lebenswirker. (Giordano Bruno)

Wirken die „Schönwetter-Zeitanzeiger“ im Jahrhundert der Atom- und Quarzuhren, der Computer und der hochpräzisen Zeitangaben nicht ein wenig anachronistisch? Um ihre Genauigkeit ist es oft nicht weit her; ein prüfender Blick auf die Armbanduhr bestätigt mitunter nicht unerhebliche Differenzen gegenüber der Normalzeit. Andererseits gibt es Sonnenuhren, deren Genauigkeit uns überrascht. Stumm und oft kaum beachtet künden sie an Wänden – oft ohne Schattenstab – von einer vergangenen Zeit, als die Menschen noch allein auf Sonnenuhren angewiesen waren und mit ihnen sogar die mechanischen Räderuhren kontrollierten.

Historische, aber auch reich verzierte, farbenfrohe und kunstvoll gestaltete Objekte werden heute als wertvolle Dokumente der Zeitmeßkunst geschätzt und gepflegt. In unserer Zeit der hochentwickelten Technik haben manche Gegenstände und Errungenschaften vergangener menschlicher Kulturen keinen Gebrauchswert mehr, wir sind auf sie nicht mehr angewiesen. Hat es aber Sinn, immer nach dem praktischen Nutzen zu fragen? Als technisches Denkmal hat die Sonnenuhr auch heute noch ihre Daseinsberechtigung und geht von ihr nicht ein Hauch von Altertümlichkeit, eine gewisse Faszination aus?

Erfreulicherweise besteht in der Gegenwart ein recht großes Interesse am Bau von Sonnenuhren. Ein weites Feld bietet sich hier dem Steinmetz, Bildhauer, Maler oder Kunstschmied, der die Sonnenuhr als Schmuck- und Gestaltungselement in das moderne Baugeschehen einbeziehen und mannigfaltig gestalten kann. Namentlich die großen Freiflächen und ausgedehnten Fassaden der Neubaugebiete bieten viele Möglichkeiten, dekorative und moderne Sonnenuhren zu schaffen. Mancher, der ein Haus, ein Wochenendgrundstück oder einen Garten besitzt, möchte mit Hilfe des wandernden Schattens die Zeit messen. Selbst kleine, selbstgebastelte Sonnenuhren in der Nähe des Fensters oder auf dem Balkon haben ihre Reize und sind durchaus brauchbare Zeitanzeiger.

Die fachgerechte Herstellung von Sonnenuhren ist ohne Zuhilfenahme der höheren Mathematik erlernbar und ohne große Schwierigkeiten zu bewältigen. Natürlich kommt man nicht ganz ohne einige mathematische und astronomische Grundkenntnisse aus. Ein Stab, der einfach in die Wand oder in die Erde gesteckt wird, um die Stundenlinien nach der Uhrzeit zu markieren, ist noch längst keine Sonnenuhr. Auf komplizierte mathematische Ableitungen wird im Buch verzichtet; die anschauliche und allgemein verständliche Wissensvermittlung hat hier den Vorrang. Die nicht vermeidbaren Berechnungsformeln und Konstruktionsanweisungen bilden das notwendige „Handwerkszeug“ für die Herstellung von Sonnenuhren. Die den Formeln folgenden Rechenbeispiele sollen der Selbstkontrolle dienen. Der Verfasser, der über drei Jahrzehnte in der astronomischen Volksbildungsarbeit und in der Lehrerbildung tätig war, kennt aus Erfahrung Möglichkeiten und Grenzen der Thematik. Aus diesem Grunde wird auf seltene Arten von Sonnenuhren verzichtet, die komplizierte Berechnungen und Konstruktionen erfordern.

Das Buch hat hauptsächlich zwei Anliegen: Zum einen will es die kulturgeschichtliche Entwicklung verschiedener

Arten von Sonnenuhren aufzeigen und zum anderen Anleitung und Hilfe für den Selbstbau geben. Darüber hinaus sollen Denkmalpfleger, Heimatforscher und Museologen befähigt werden, Sonnenuhren nach den Gesichtspunkten der Gnomonik zu beurteilen. Ihnen obliegt vorrangig die Aufgabe, die wertvollen Dokumente der Zeitmeßkunst der Nachwelt zu erhalten und zu pflegen.

Die Tätigkeit im Arbeitskreis Sonnenuhren der Deutschen Gesellschaft für Chronometrie (DGC) sowie im österreichischen Arbeitskreis (GSA) hat dem Autor vielfältige Anregungen und Unterstützung gegeben. Diese Gremien haben es sich zur Aufgabe gestellt, Sonnenuhren zu bewahren und zu pflegen sowie bei der Herstellung von Sonnenuhren zu beraten. Als ein beachtenswertes Ergebnis jahrelanger Forschungsarbeit sind die Sonnenuhren-Kataloge von Deutschland, der Schweiz und Österreich mit über 15000 ortsfesten Sonnuhrenstandorten hervorzuheben.

Für Anregungen und Überlassung von Materialien dankt der Autor den Herren Dr. J. Hamel, Berlin, W. Hanke (†), Dresden, W. Lübstorf (†), Burg Stargard, Dr. Ph. Orth, Landau i.Pf., H. Rau, Berlin, J. Schardin (†), Dresden, Dr. H. Vilkner (†), Greifswald. Besonderer Dank gebührt Herrn Hofrat K. Schwarzinger, Sistrans bei Innsbruck, für seine hilfreichen Hinweise sowie den kritischen Lesern, von denen ich Bemerkungen erhalten und berücksichtigt habe.

Die das Buch begleitende CD-ROM enthält eine Kollektion von über 250 kommentierten Farbbildern schöner und interessanter Sonnenuhren sowie das Netz einer Würfel-Sonnenuhr, das ausgedruckt und auf Karton geklebt werden kann. Für Benutzer von Windows-Computern befindet sich auf der CD-ROM ein Programm zur Berechnung von Sonnenuhren, für dessen Bereitstellung Herrn Harald Wislaug, Potsdam, herzlichst gedankt sei. Mit diesem Programm ist es möglich, verschiedene Arten von Sonnenuhren zu berechnen und grafisch darzustellen. Zwar sind die Berechnungen nach den Formeln des Buches auch gut mit einem handelsüblichen Taschenrechner zu bewältigen, insbesondere für die Bearbeitung abweichender Sonnenuhren mit Datumslinien dürfte das Programm aber eine große Hilfe sein. Dennoch sollte man es erst dann anwenden, wenn die Thematik und deren mannigfaltige Zusammenhänge verstanden worden sind.

Die Sonnenuhr ist Zeitanzeiger und Schmuck zugleich. Sie macht uns aber auch das schwer vorstellbare Phänomen Zeit bewußt, die Vergangenes, Gegenwärtiges und Zukünftiges verbindet. Der sich über die Zifferblattfläche bewegende Schatten, der den Sonnenstand gleichsam in die Geometrie der Zifferblattfläche überträgt, stellt damit einen Zusammenhang zwischen Mensch und Kosmos dar.

Sonnenuhren gehören zwar nicht zu den lebensnotwendigen Dingen, doch können sie dazu beitragen, die uns umgebende Welt ein wenig schöner und kulturvoller zu gestalten – und auch über die Zeit nachzudenken, die uns hier auf Erden unter der Sonne gegeben ist. Nutzen wir sie deshalb zu unserem und aller Wohle!

Verlag und Verfasser wünschen allen Sonnenuhrenfreunden ein erfolgreiches und frohes Wandern durch das „Zaubergärtlein der Gnomonik“, wie es in einem alten Sonnenuhrenbuch heißt – und vor allem recht viel Sonnenschein!

ARNOLD ZENKERT, POTSDAM IM APRIL 2005

1. Aus der Geschichte der Sonnenuhren

„Aber die alten Sonnenuhren
richten die Erde zum Weltall aus,
für die Zeit in das himmlische Haus
durch die zwölf, die Tierkreisfiguren,
und der Sonne mittägliche Reife
legt um das Jahr die unendliche Schleife.“ (Walter Überwasser)

1.1. Schatten und Schattenstab

ANDREAS SCHÖNER begann sein 1561 in Nürnberg erschienenes Büchlein „Gnomonike mechanike“ mit einer Widmung an den „ehrwirdigen Herren Moritzen Weißhaubt/ Dechant zu S. Gangolff inn Bamberg/meinem gütigsten Herrn“ mit folgenden Worten:

> *„Es ist nie kein Volck so grob unnd viehisch gewest/welches nicht ein gewise ordnung der zeyt gehabt. Denn Gott hat ordnung der zeyt unnd zalen/ in die vernünfftige Creaturn/eingepflantzet/weyl er selbst ordnung in alle creaturen liebet/hat auch die schöne/herrliche Liechter des himels/Sonn/Mon und Sternen/zu unterschied der zeyt erschaffen. Unnd zwar darff es nicht viel wort/der löblichen edlen kunst Astronomie/welche solche ordnung lehret...“*

Für den Menschen wären Raum und Zeit leere Begriffe, hätten sie nicht durch das Messen Wesen und Gestalt bekommen. Den alten Kulturvölkern dienten die Gestirne zum Einteilen der Zeit: Die Sonne mit ihrem Wechsel von Tag und Nacht als Folge der Erdrotation. Der Jahreslauf der Sonne mit den wechselnden Bögen und Höhen als Widerspiegelung der Erdrevolution und der Achsenneigung unseres Planeten. Ferner der Mond, dessen Umlauf um die Erde das Zeitmaß für den Monat schuf und nicht zuletzt die Woche, die auf die astral-mythologische Verehrung der sieben Himmelskörper zurückgeht, die als „wandernde Gestirne“ vor dem Sternhimmel ihre Positionen verändern: Sonne, Mond, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn.

Bis in unsere Zeit hat sich daran eigentlich nichts geändert, und die große Weltenuhr geht ihren genauen Gang seit Anbeginn. Dieser beständige Kreislauf des Kosmos war den Menschen Grundlage für die Zeitmessung, dies konnte man sehen, erleben und verstehen.

Der beständige Wechsel zwischen Tag und Nacht, die Veränderung des Sonnenstandes während des Tages und im Wechsel der Jahreszeiten waren gewiß die ersten Naturerscheinungen, welche die Menschen bewußt wahrgenommen und über die sie sich schon frühzeitig Gedanken gemacht hatten. Von einer Zeiteinteilung im heutigen Sinne konnte damals noch keine Rede sein, eine Grobeinteilung des Tages (Morgen, Mittag, Abend) genügte den damaligen Ansprüchen vollauf. Nach PLINIUS war selbst noch im alten Rom bis um die Mitte des 5. Jahrhunderts v. Chr. der Tag nur in die zwei Zeitspannen Morgen und Abend eingeteilt.

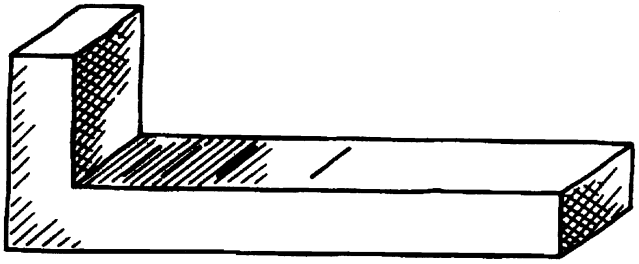
Für frühgeschichtliche Naturbeobachtungen sprechen auch einige Steinsetzungen, wie die bekannte Anlage von Stonehenge im südlichen England aus der Zeit zwischen 2200 bis 1400 v. Chr. Mittels einer aus großen Steinen gebildeten Visierlinie bestimmte man die Zeit der Sonnenwenden, d. h. den größten und den kleinsten Tagbogen der Sonne. Wenngleich es sich dabei keineswegs um einen exakten Kalender oder gar um eine Sonnenuhr handelt, so zeigt dies doch, daß bereits die Menschen der Vorzeit einfache astronomische Zusammenhänge und die Grundlagen der Zeit- und Kalenderberechnung erkannt hatten.

Die kultische Verehrung der Sonne sowie Jenseitsvorstellungen veranlaßten die Menschen im Megalithikum, den täglichen Sonnenlauf und die Veränderungen im Jahresverlauf zu beobachten und dies bei ihren Bauten und Gräbern zu berücksichtigen.

Eine alte Art der Zeitbestimmung, die sogar bis in die Neuzeit praktiziert wurde, war die direkte Beobachtung der Sonne. Von einem bestimmten Standort aus wurde die Sonnenrichtung über markanten Landschaftspunkten in Beziehung zur Tageszeit gesetzt. Darauf verweisen heute noch in den Gebirgsgegenden Bezeichnungen, wie z. B. Elferkogel oder Mittagsberg (Mittagsloch).

Den Menschen wurde bald bewußt, daß bei Sonnenschein die Gegenstände Schatten warfen, der seine Richtung und Länge im Laufe des Tages veränderte. Sie erkannten, daß zwischen dem Stand der Sonne und der Beschaffenheit des Schattens Zusammenhänge bestehen. Vorerst genügte ihnen die Feststellung, daß der Schatten eines senkrechten Stabes in den Morgen- und Abendstunden länger war als während der Mittagszeit.

Dennoch haben wir es hier mit den Anfängen der Gnomonik, der Wissenschaft von den Sonnenuhren, zu tun. Die Bezeichnung für den Schattenstab, den Gnomon, geht auf das griechische Wort „gnomon“ zurück. Übersetzt bedeutet das Kenner, Beurteiler, also Erkenner der Zeit. Der Gnomon, als der erste „Uhrzeiger“, gehört somit zu den ältesten und einfachsten astronomischen Beobachtungsinstrumenten.



1.1. Ägyptische Ellensonnenuhr

1.2. Frühzeit der Sonnenuhren

Die Sonnenuhr ist keineswegs das Ergebnis eines genialen Erfinders, auch ist ihre Entstehung nicht auf einen bestimmten Kulturkreis beschränkt. Die Gnomonik führt uns in die Wissenschafts- und Kulturgeschichte mehrerer Völker.

Zeugnisse über die Herstellung einfacher Sonnenuhren sind uns aus der Mitte des 3. Jahrtausends v. Chr. in China bekannt geworden, als in einigen Städten auf der Grundlage von Sonnenuhren Wächter die Zeit ausriefen. So waren um 1100 v. Chr. Schattenstäbe allgemein verbreitet, die auch astronomischen Messungen dienten. Von besonderer Bedeutung war damals und auch später zur Zeit der Griechen der mathematische Zusammenhang zwischen Schattenlänge und Mittagsschatten. Aus dem kürzesten und längsten Mittagsschatten bestimmten sie die Schiefe der Ekliptik zu 23° 54' (genauer Wert: 50') und die Dauer des Jahres zu 365 1/4 Tagen. Die Sonnenuhr hatte im alten China jedoch vorrangig astrologische Funktionen, die Zeitbestimmung war von zweitrangiger Bedeutung. Es war für die Menschen wichtig zu wissen, ob es sich um eine „gute“ oder „schlechte“ Stunde handle.

Der Zusammenhang zwischen Schattenlänge und Tageszeit war auch bereits den alten Ägyptern bekannt. Sie benutzten in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts v. Chr. einfache tragbare Sonnenuhren, bei denen ein senkrechtes Brett als Schattenwerfer diente.

Auf einer etwa 30 cm langen, vierkantigen Leiste mit Markierungen befand sich am Ende eine senkrechte Leiste, die den Schatten erzeugte. Die Tageszeit konnte auf der horizontalen, ost-westlich liegenden Leiste abgelesen werden. Um die Mittagszeit, wenn der Schattenwurf verschwand, musste die Vorrichtung um 180° gedreht werden. Das Zeitmaß konnte wegen der wechselnden Sonnenhöhe im Jahr nicht gleichbleibend sein, so dass die jeweilige Zeitangabe mit Hilfe von Tabellen ermittelt wurde. Das Bild 1.1. zeigt die vereinfachte Darstellung einer ägyptischen Ellensonnenuhr.

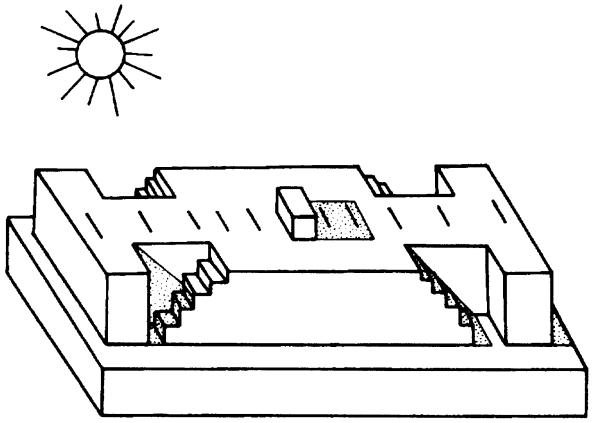
Auch gab es Stufen- oder Treppensonnenuhren, die ebenfalls zu den Streiflicht-Sonnenuhren zu zählen sind. Bei höher steigender Sonne wanderte der Schatten von Stufe zu Stufe hinunter, bis er zur Mittagszeit unten angelangt war. Bei sinkender Sonne steigt der Schatten wieder aufwärts. Im Alten Testament (II Könige, XX, 8-11) finden wir einen Hinweis auf eine ähnliche Sonnenuhr, wenn Jesaja sagte: „Du

hast die Wahl: Soll der Schatten auf der Treppe zehn Stufen vorrücken oder zehn Stufen zurückgehen?“ Diese „Sonnenuhr des Achaz“ Mitte des 8. Jahrhunderts v. Chr. wird oft zitiert, doch ist deren Beschaffenheit nicht eindeutig geklärt (Bild 1.2.).

Auf öffentlichen Plätzen gab es schon um 1800 v. Chr. große Sonnensäulen (Obeliske), deren Schattenwurf der Zeitbestimmung diente. Verglichen mit den heutigen Sonnenuhren war die Ablesung der Zeit infolge der wechselnden Sonnenhöhe jedoch komplizierter. Bei Einbeziehung des Datums konnten recht genaue Ergebnisse erreicht werden.

Aus der Zeit des Königs Menephtha (1323 bis 1302 v. Chr.) wurde 1902 in Palästina eine Sonnenuhr mit einer senkrechten Anzeigefläche gefunden. Es handelt sich um eine halbkreisförmige Elfenbeinplatte, deren Rückseite ein Götterschiff mit einer Anbetungsszene vor dem Mondgott Thot zeigt.

Erwähnt werden muß auch, daß es bereits sogenannte Wasseruhren gab, deren Bau eine hohe technische Perfektion erreichte. Der ägyptische König Amenophis III. (1415 bis 1380 v. Chr.) besaß eine derartige Uhr, welche die Form eines abgestumpften Kegels hatte.



1.2. Treppen- oder Stufensonnenuhr

1.3. Sonnenuhren in der Antike

Aus der Antike kennen wir Beispiele dafür, daß auch der Schatten des eigenen Körpers die Funktion eines Gnomons übernehmen und damit als Zeitanzeiger dienen kann. Die Schattenlänge wurde dabei mit den Füßen ermittelt. Da die Fußlänge zur Körperlänge im Verhältnis von etwa 1:7 steht, ist die Methode zur Bestimmung der Schattenlänge und damit der Zeit auch von verschieden großen Menschen durchführbar. War z. B. jemand größer, so wurde sein Schatten auch mit einem größeren Fuß gemessen.

Die antike Literatur berichtet in mehreren, oft erheiternden Beispielen über diese etwas seltsame Art der Zeitbestimmung:

In einem Brief schreibt ein gewisser Theodorus an Theophilus: *„Du mußt also die Stunden bezeichnen, indem du deinen eigenen Schatten mit deinen Füßen abmißt, den einen vor den andern setzend bis zu dem Orte, wohin bei aufrechter Stellung durch den Schatten der oberste Punkt deines Kopfes traf.“*

In den Ekklesiazusen, die um 392 v. Chr. von Aristophanes verfaßt wurden, sagt Praxagora zu ihrem Manne: *„Du kümmerst dich nur darum, gesalbt zum Essen zu gehen, wenn das stoicheion 10 Fuß lang ist.“* Im Griechischen bedeutet steicho in Reih und Glied oder in einer langen Reihe einhergehen, einherschreiten.

Der Grieche Philoxenes mußte sich aus dem Munde seines Arztes wenig erfreuliche Worte gefallen lassen: *„Wenn du noch irgend eine Anordnung zu treffen hast, dann geh' ohne Aufschub daran, denn du wirst binnen sieben Fuß sterben.“*

Ein verliebter Jüngling hat damals seine Angebetete möglicherweise mit folgenden Worten zum Stelldichein geladen: *„Wenn dein Schatten 16 Fuß lang ist, dann, geliebte Berenike, erwarte ich dich hinter dem großen Stein am Olivenhain.“* Ebenso bestand im alten Griechenland die Sitte, jemand zum Essen auf eine bestimmte Fußlänge einzuladen. Von einer Stundenangabe konnte dabei gewiß nicht die Rede sein, es handelte sich mehr um einen bestimmten Zeitpunkt. Außerdem mußte man auch wissen, ob sich die Angabe der Schattenlänge auf die Vormittags- oder Nachmittagsstunden bezog.

Dieses an sich einfache Verfahren wurde auch außerhalb des antiken Kulturkreises praktiziert, worauf MARCO POLO im 13. Jahrhundert in einem Bericht über die Bewohner der Provinz Maabar in Vorderindien verwies.

Aus dieser Praxis entwickelten sich die ersten Tabellen, die nur für eine bestimmte geographische Breite (Polhöhe) gültig waren. PALLADIUS verfaßte im 4. Jahrhundert n. Chr. ein Werk über die Landwirtschaft und gab darin für jeden Monat die Schattenlänge des menschlichen Körpers zu den einzelnen Tagesstunden an.

Abschließend sei erwähnt, daß diese Methode auch noch im ganzen Mittelalter bekannt war. Auch ANDREAS SCHÖNER veröffentlichte für jede Woche solche Stundentafeln, wobei die Größe des menschlichen Körpers mit 7 Fuß gleichgesetzt wurde. Kleineren Leuten wurde empfohlen, durch Anheben der Arme auf diese Höhe zu kommen. Infolge der inzwischen schon erreichten Genauigkeit der Sonnenuhren hatten diese Tafeln aber keine große praktische Bedeutung mehr.

Mögen wir heute über diese Praktiken zur Zeitbestimmung auch ein wenig lächeln und uns über die unzureichenden Genauigkeiten wundern, so sollten wir aber nicht vergessen, daß das Leben in der Antike und auch noch im Mittelalter in ganz anderen Zeitvorstellungen verlief als heute.

Ende des 4. Jahrhunderts v. Chr. bestimmte PYTHEAS das Verhältnis der Gnomonlänge zur Schattenlänge für Massilia (Marseille) zur Tagundnachtgleiche sowie zu den Sonnenwenden. Daraus berechnete er ebenfalls die Schiefe der Ekliptik sowie die geographische Breite dieses Ortes.

Kaiser AUGUSTUS ließ einen Obelisken als Großgnomon, der aus dem 6. Jahrhundert v. Chr. stammte und in Heliopolis unweit des heutigen Kairo stand, nach Rom bringen und im nördlichen Teil des Marsfeldes aufstellen. Die Tageszeit konnte mit Hilfe von Stundenmarkierungen abgelesen werden, die zu ebener Erde angebracht waren. Auf der Meridianlinie befanden sich außerdem Markierungen, die den Wechsel der Sonne in ein anderes Tierkreiszeichen anzeigten. PLINIUS beschreibt diesen gigantischen Schattenwerfer, den Vorläufer unserer Normaluhr, wie folgt:

„Dem Obelisken, der auf dem Campus Martius steht, gab der vergöttlichte Augustus eine wunderbare Verwendung. Um die Schatten der Sonne und folglich die Länge der Tage und Nächte erfassen zu können, schuf er einen mit Steinplatten belegten Platz entsprechend der Größe des Obelisken. Am Tage der Vollendung der Wintersonnenwende zur sechsten Stunde (d. h. zum wahren Mittag; d. Verf.) *sollte der Schatten der Größe des Obelisken gleich werden, und dann allmählich, wie es die eingetragenen Bronzelinien anzeigten, von Tag zu Tag abnehmen und schließlich wieder zunehmen: eine bemerkenswerte Erfindung, die dem Genie des Mathematikers* FACUNDUS NOVIUS *zu danken war.“*

In einem späteren Abschnitt werden wir noch die Problematik eines senkrechten Schattenwerfers untersuchen.

Von den Indern wird berichtet, daß sie die Mittagslinie aus gleichen Schattenlängen bestimmten, indem sie um den Fußpunkt des Gnomons konzentrische Kreise zogen. Diese sogenannten indischen Kreise wurden bereits von VITRUVIUS beschrieben und stellen eine einfache Methode zur Bestimmung der Nord-Süd-Linie dar, wie sie noch heute vielfach gehandhabt wird.

Eine gnomonische Großanlage ist in der indischen Stadt Jaypur bei Delhi erhalten geblieben. 16 große Instrumente zeugen hier von der jahrtausendelangen Entwicklung der indischen Zeitmeßkunst und Astronomie. Die prachtvollen Bauwerke sind allerdings zeitlich nicht dem Altertum zuzuordnen, sie wurden in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts unter dem naturwissenschaftlich interessierten Maharadscha von Jaipur Sawei Jai Singh II. erbaut.

Mit der fortschreitenden Entwicklung der Technik wuchsen auch die Anforderungen an die Genauigkeit der Zeitanzeige. Für die Messung kleinerer Zeitspannen beispielsweise war die Anzeige eines Gnomons nicht geeignet. Wollte man die Redezeit oder die Dauer einer Audienz bemessen, so bedurfte es anderer Zeitmesser, die auch beweglich sein mußten. Diese Forderungen erfüllten Wasseruhren, deren Bau in der Antike eine hohe technische Perfektion erreichte.

Der weitgereiste griechische Forscher HERODOT bezeichnet den chaldäischen Mathematiker und Astronomen BEROSOS (7. Jh. v. Chr.) als Erfinder der Sonnenuhr. Von dessen zahlreichen astronomischen Werken sind leider nur noch Teile erhalten geblieben. BEROSSOS errichtete auf der griechischen Insel Kos eine Schule, von der aus die Griechen die Sonnenuhr kennenlernten. Der Einfluß der geographischen Breite auf die Konstruktion einer Hohlkugelsonnenuhr dürfte Berosos schon bekannt gewesen sein. Es ist auch anzunehmen, daß seine Vorstellung von der Gestalt der Erde bereits der Wahrheit nahe kam.

Zum Verständnis der Sonnenuhren des Altertums muß vorausgeschickt werden, daß sie sich in ihrer Mehrzahl von den Sonnenuhren der Neuzeit grundsätzlich unterscheiden. Dieser Unterschied hängt mit dem Grundproblem der Gnomonik zusammen. Im Gegensatz zur gleichförmigen scheinbaren Be-

wegung der Sonne bewegt sich der Schattenendpunkt auf ebenen Auffangflächen ungleichförmig. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Fläche vertikal oder horizontal ist. Aus diesem Grunde wählte man in der Antike meist sphärische Auffangflächen, auf denen sich der Schattenendpunkt gleichförmig bewegt. So ist auch die Bevorzugung der sogenannten Skaphe (im Griechischen wurde jeder ausgehöhlte Körper so bezeichnet) verständlich, die ebenfalls auf Berosos zurückgeht.

Die Hohlkugel bildete den Grundkörper für eine Reihe von Sonnenuhrenarten in Griechenland und im Römischen Reich. Die Spitze des Gnomons befand sich im Kugelmittelpunkt und markierte mit ihrem Schatten den jeweiligen Tagbogen der Sonne auf der Innenfläche der Hohlkugel. Die Tagbögen der Sonne wurden in Auswahl konstruiert und bildeten gemeinsam mit den Stundenlinien ein Liniensystem, bei dem sowohl die Zeit als auch das Datum ablesbar waren. Wir können die Skaphe als ein verkleinertes Negativbild der Himmelshalbkugel bezeichnen.

Unter Kaiser Augustus befaßte sich der Baumeister und Kriegsingenieur VITRUVIUS unter anderem auch mit Fragen der Zeitmeßkunst. In seinem Werk „De architectura“ („Über die Architektur“) beschrieb er nicht weniger als 13 Arten von Sonnenuhren. Damit dokumentierte er den hohen Stand der Gnomonik jener Zeit. Das von ihm beschriebene Hemicyclium in Velletri ist eine Hohlkugelsonnenuhr, die sich in einem abgeschrägten würfelförmigen Block befindet (Bild 1.3.). Sie besaß den Vorteil, daß die Zeit auch aus einer größeren Entfernung abgelesen werden konnte. Das halbkugelförmige Heliotropium hatte im Gegensatz dazu den Nachteil, daß man aus geringer Entfernung hineinschauen mußte. Von den Griechen wird berichtet, daß ARISTARCH von Samos um 250 v. Chr. derartige Sonnenuhren anfertigte.

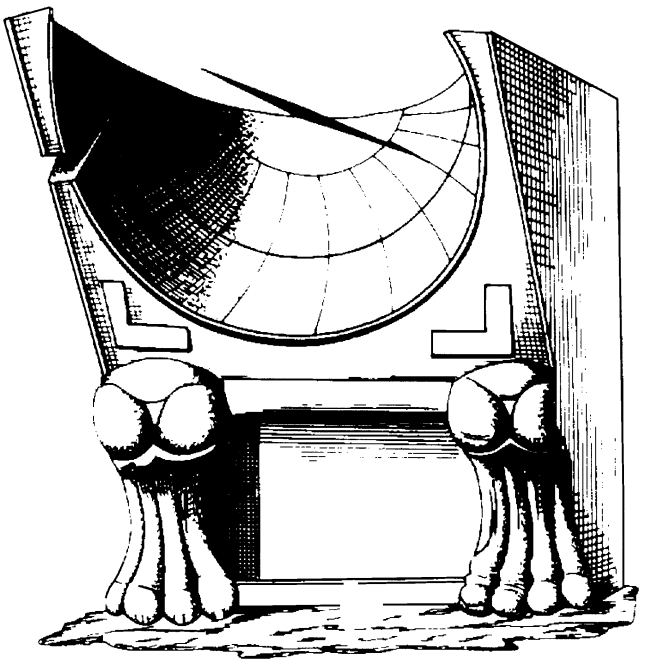
Eine Anzahl antiker Sonnenuhren wurde im 18. Jahrhundert ausgegraben. Sie sind durchweg aus widerstandsfähigem Stein (Marmor, Travertin u. dgl.) gefertigt und zeugen ebenfalls vom hohen Stand der Sonnenuhrenfertigung in der damaligen Zeit. Beliebt waren im Altertum auch kegelförmige Sonnenuhren, deren Uhrfläche ein hohler Kegelmantel darstellte. Nach VITRUVIUS handelt es sich um eine Erfindung des DIONYSIODOROS.

Der Anwendungsbereich der Skaphe erstreckt sich nicht nur auf die Zeitbestimmung, mit ihnen wurden auch Sonnenhöhen gemessen sowie Polhöhen und Polhöhenunterschiede bestimmt. Beispielsweise ermittelte ERATOSTHENES (276 bis 195 v. Chr.) die Polhöhendifferenz zwischen Alexandria und Syene mit einer für die damalige Zeit hervorragenden Genauigkeit, um damit die Größe der Erde zu bestimmen.

Hierzu muß bemerkt werden, daß die kugelförmige Gestalt der Erde bereits vor rund 2000 Jahren bekannt war. Man wußte auch, daß sich bei einem Ortswechsel die Gestirnshöhen veränderten und bei einer Reise nach Süden im nördlichen Himmelsbereich zunehmend Sterne verschwanden, während im südlichen Bereich immer mehr Sterne emporstiegen.

Von großer praktischer Bedeutung waren auch schon in der damaligen Zeit Sonnenuhren mit ebenen Flächen. Der Astronom und Mathematiker EUDOXUS war möglicherweise der erste, der im 4. Jahrhundert v. Chr. eine solche Sonnenuhr mit eingezeichneten Tierkreislinien herstellte. CLAUDIUS PTOLEMÄUS (um 90 bis 160 n. Chr.) beschrieb diese Art der Zeitmessung auf eine etwas umständliche Weise:

Bei bekannter geographischer Breite, Deklination und Tagesstunde konnte durch Zeichnung oder durch Berechnung

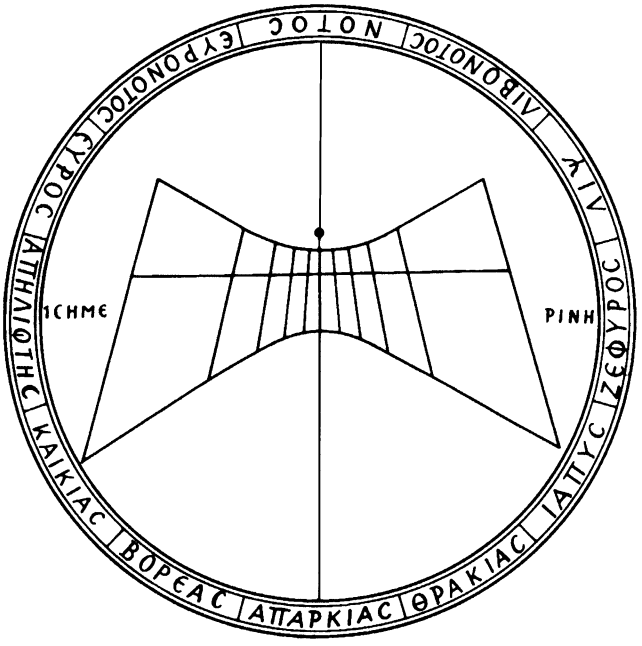


1.3. In Velletri ausgegrabenes Hemicyclium mit einem horizontalen Gnomon. Die Schattenlänge kennzeichnet den Jahreslauf der Sonne, der hier nur in die beiden Wendekreise sowie in den Himmelsäquator unterteilt wird. Bei hochstehender Sonne im Sommer zieht das Schattenende den unteren, bei tiefstehender im Winter den oberen Bogen.

der Ort des Schattenendpunktes gefunden werden. PTOLEMÄUS, der durch seine Darstellung eines geozentrischen Weltsystems bekannt ist, hat das gnomonische Wissen seiner Zeit gesammelt und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

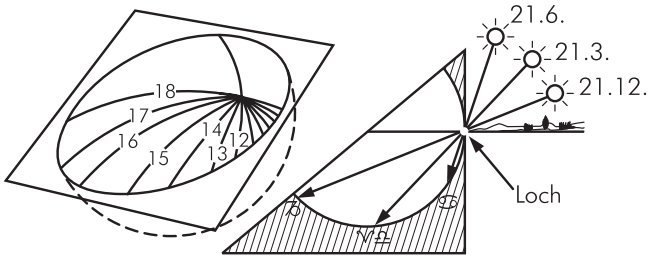
An dem bekannten achteckigen Turm der Winde in Athen, der aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. stammt, wurden später insgesamt acht Sonnenuhren angebracht. Sie befanden sich unter den geflügelten Windgöttern. Wegen ihrer unterschiedlichen Lage zu den Himmelsrichtungen handelte es sich um verschiedene Arten von abweichenden sphärischen und vertikalen Uhren mit horizontalen Gnomonen.

Eine horizontale Sonnenuhr befindet sich auf einer im Jahre 1814 an der Via Appia gefundenen quadratischen Marmorplatte (Bild 1.4.). Der die Uhr umgebende Kreisring enthält die griechischen Bezeichnungen der zwölfteiligen Windrose sowie einen Hinweis auf das Herkunftsland. Das „Zifferblatt" wird durch die gekrümmten Linien der Sonnenwendtage begrenzt. Die dem Fußpunkt des senkrechten Schattenwerfers nächste Linie kennzeichnet die Sommersonnenwende. Die geschwungene Form des Zifferblattes wird als Pelekine (griech.: Axt, Beil) bezeichnet.



1.4. Zifferblatt einer römischen Horizontaluhr

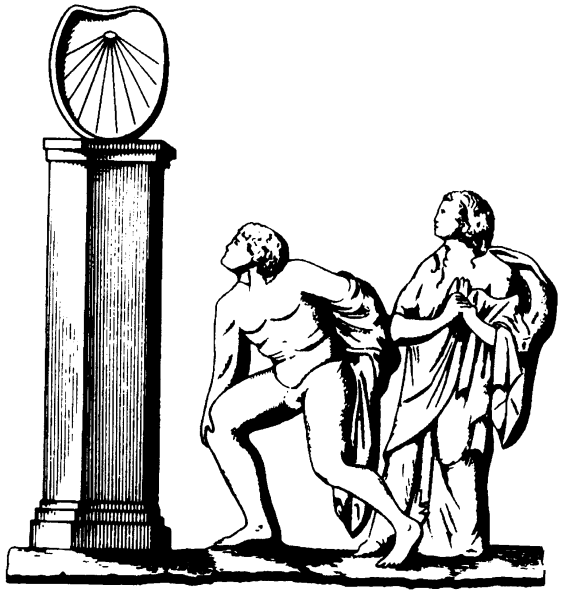
Die Stundenpunkte sind untereinander durch gerade Linien verbunden; die Linie für den Frühlings- und Herbstbeginn verläuft ebenfalls als Gerade. Das Fehlen von Stundenbezeichnungen darf nicht verwundern, da man auf den antiken Uhren die Stunden in den meisten Fällen einfach abzählte:



1.5. Antiboreum

Das Bild 1.5. zeigt ein Antiboreum, eine besondere Form einer antiken Hohlsonnenuhr. Der in den Jahreszeiten unterschiedliche Lichteinfall geschieht durch eine Lochblende.

In seiner Komödie „Boeotia" läßt der römische Dichter PLAUTUS alle Sonnenuhren in Rom durch einen gefräßigen Nichtstuer verfluchen: „Einst war es sein Magen, der ihm die



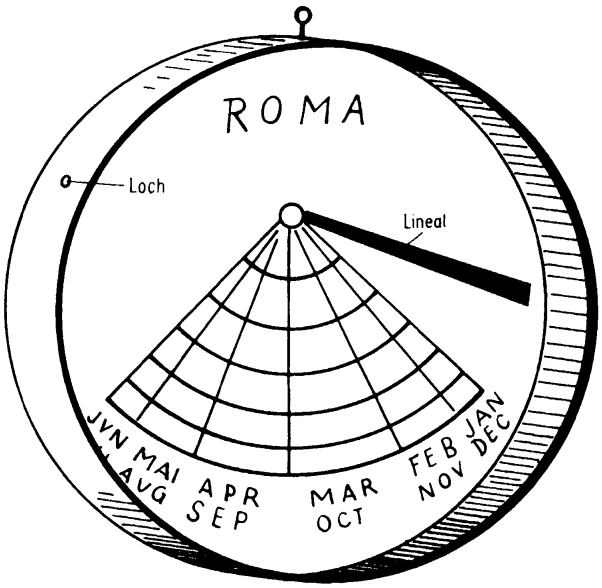
1.6. Ein römischer Sklave „holt" die Zeit

Essenszeiten anzeigte, heute dagegen müsse er sich nach den Sonnenuhren richten und oft lange warten, und die Stadt sei voll von solchen Zeitanzeigern." PLAUTUS hat hier zweifellos stark übertrieben. Die Anzahl der Sonnenuhren in Rom war damals nicht sehr groß. Erst 293 v. Chr. wurde die erste Sonnenuhr aufgestellt, rund viereinhalb Jahrhunderte nach der Gründung der Stadt. Es handelte sich dabei um eine Skaphe. Über drei Jahrzehnte später gelangte eine weitere Sonnenuhr nach Rom, die der Konsul Valerius Messala als Kriegsbeute aus Catania auf Sizilien mitbrachte. Die unterschiedliche geographische Breite zwischen Catania und Rom bedingte zwar eine fehlerhafte Zeitanzeige, die jedoch nicht erheblich gewesen sein mag. Die Römer begnügten sich 99 Jahre mit diesen beiden Sonnenuhren. Erst MARCIUS PHILIPPUS ließ 164 v. Chr. eine für die Breite von Rom berechnete Sonnenuhr daneben aufstellen.

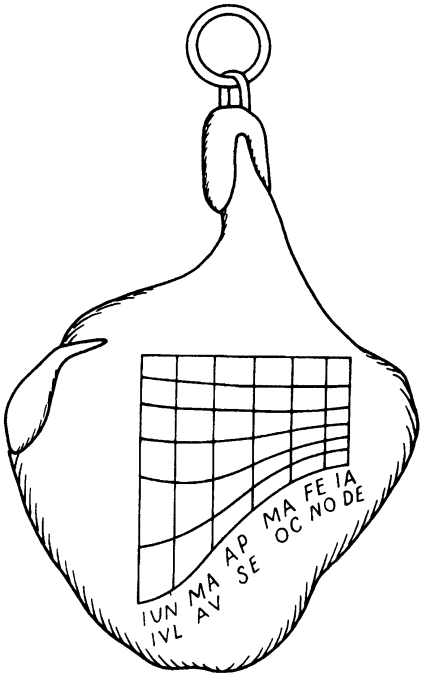
In diese Zeit fällt der Bau zahlreicher Sonnenuhren. Vornehme Römer ließen diese Errungenschaft der Zeitmeßkunst in ihren Gärten aufstellen. In zunehmendem Maße wurden Sonnenuhren auch auf öffentlichen Plätzen aufgestellt, und wer sich keine eigene leisten konnte, mußte die Zeit von dort „holen" (Bild 1.6.).

Neben derartigen Groß-Sonnenuhren, die für die Öffentlichkeit bestimmt waren, verwendete man auch „Taschen-Sonnenuhren" im Kleinformat. Da der Magnetkompaß noch nicht bekannt war (er wird in Europa erst im 12. Jahrhundert erwähnt), war eine Ausrichtung nach dem Kompaß damals nicht möglich. Die Zeitbestimmung basierte deshalb auf dem Messen der Sonnenhöhe und unterschied sich daher grundsätzlich von den späteren Polstabsonnenuhren. Bild 1.7. zeigt eine dosenähnliche Sonnenuhr mit sieben strahlenförmigen Linien, die nur 5 cm groß ist. Nach dem Prinzip des Sonnenringes wird die Uhr so an der Öse gehalten, daß das Sonnenlicht durch die kleine Öffnung fallen kann. Das kleine drehbare Lineal im Mittelpunkt wird auf das entsprechende Datum gestellt. Auf dem Lineal bildet sich der Lichtfleck ab und zeigt an, durch welchen Stundenpunkt des betreffenden Datums der Sonnenstrahl verläuft.

Bei Ausgrabungen des durch den Vesuv verschütteten Portici wurde 1755 ein eigenartiger Fund gemacht, der mehr an ein Amulett als an eine Sonnenuhr erinnert. Diese, wegen ihrer Form als schinkenförmig bezeichnete Sonnenuhr ist an einem Ring so aufhängbar, daß der Schattenendpunkt des kleinen dornartigen Gnomons auf die betreffende Monatslinie der Einteilung fällt (Bild 1.8.).



1.7. Kleine römische Taschensonnenuhr



1.8. „Schinkenförmige" römische Sonnenuhr

Die bisher beschriebenen Reiseuhren bzw. Hängeuhren (viatoria, pensilia) waren nur für eine bestimmte geographische Breite verwendbar. VITRUVIUS erwähnte auch Sonnenuhren, die für alle Breiten verwendet werden konnten. Sie ähnelten in ihrem Aufbau dem Universalring, einer kleinen äquatorialen Ringkugeluhr mit Hängevorrichtung und verstellbarer Polhöhe.

Die auf der Höhenmessung der Sonne basierenden Sonnenuhren unterscheiden nicht zwischen den Vormittags- und Nachmittagsstunden. In Zweifelsfällen mußte man warten, ob sich der Schatten in Richtung Mittagslinie bewegt oder von ihr weg.

Ein entscheidender Unterschied bestand bei der Stundenteilung der antiken Sonnenuhren gegenüber den heute gebräuchlichen: Die uns vertraute, von der Jahreszeit unabhängige Stundenlänge war damals nicht bekannt. Statt dessen unterteilte man die Zeitspanne des lichten Tages zwischen Sonnenaufgang und -untergang in 12 gleiche Temporalstunden, die in Abhängigkeit von der Tageslänge je nach Jahreszeit unterschiedlich lang ausfallen mußten. Dieser Unterschied ist auf der Abb. 1.3 gut zu erkennen.

Für die geographische Breite von Athen (38° n. Br.) ergab sich im Winter eine Tageslänge von 9 h 22 min, d. h. eine Stundenlänge von 47 min. Im Sommer lag die Tageslänge dagegen bei 14 h 38 min, die Stundenlänge demzufolge bei 73 min. Der Tag - und damit auch jede antike Stunde - war im Sommer somit um den Faktor 1,6 länger als im Winter. Nur zum Frühlings- und Herbstbeginn waren die Stunden je 60 min lang. In unseren geographischen Breiten sind die Unterschiede zwischen Sommer und Winter größer, der Faktor liegt bei 2 bis 2,4. Diese sogenannten Temporalstunden waren noch bis ins Mittelalter im Gebrauch, jedoch haben sie sich infolge ihrer unterschiedlichen Längen bei den mechanischen Räderuhren nicht mehr bewährt. Die von der Jahreszeit unabhängigen und gleich langen Äquinoktialstunden, wie wir sie heute kennen, erwiesen sich als weitaus praktischer.

1.4. Gnomonik der Araber

In astronomiegeschichtlichen Abhandlungen wird in vielen Fällen nicht oder nur in geringem Maße auf die wissenschaftlichen Leistungen der Araber eingegangen. Es kann daher leicht der Eindruck entstehen, als gäbe es zwischen der Blütezeit der griechischen Astronomie, von Ptolemäus im 2. Jahrhundert bis Copernicus im 16. Jahrhundert, eine große „Pause“ von beinahe eineinhalb Jahrtausenden. Dabei waren es gerade die Araber, die das Erbe der Antike durch ihre Übersetzungen wissenschaftlicher Werke weiterverbreitet und damit erhalten haben. Sie schlugen so die Brücke von der Wissenschaft der Antike zur Wissenschaft des abendländischen Mittelalters und vermittelten bereits mehreren vorcopernicanischen Wissenschaftlern Anregungen, sich mit dem Gedankengut der Antike zu beschäftigen. Dazu gehört das grundlegende Werk, das „Große Astronomische System“ („megale syntaxis“, auch „matematika syntaxis“) des Ptolemäus (160 n. Chr.), das 827 unter dem Titel „Kitab al magesti“ ins Arabische und im 12. Jahrhundert ins Lateinische übersetzt wurde und heute allgemein unter „Almagest“ bekannt ist.

Auch bereicherten die Araber die Gnomonik mit einer nicht unbedeutenden Anzahl eigener Werke. Im Reiche der Abassiden, die 500 Jahre regierten, kam es zu einer hohen Blüte von Wissenschaft und Kultur. Die Bedingungen für den kulturellen und wissenschaftlichen Aufschwung waren günstig: Der hohe Stand der Landwirtschaft mit ihren oft kunstvollen Bewässerungsanlagen, das hoch entwickelte Handwerk, der Fernhandel, aber auch gewisse religiöse Bedürfnisse förderten die Entwicklung der Naturwissenschaften, vor allem der Mathematik und Astronomie.

Der gläubige Mohammedaner mußte fünfmal am Tage seine Gebete mit Blickrichtung nach Mekka verrichten und war somit gehalten, diese Richtung wenigstens annähernd zu bestimmen. Aus dieser religiösen Vorschrift ergaben sich daher zwei mathematisch-astronomische Probleme, die mit Hilfe der Gnomonik gelöst werden konnten: Die Bestimmung der Zeit und die der Gebetsrichtung. Dies wirkte sich fördernd auf die Gnomonik jener Zeit aus. Hinzu kamen auch noch die günstigen Beobachtungsverhältnisse in diesem Teil der Erde.

AL-BATTANI (Albategnius, gest. 929) erwähnt sowohl horizontale als auch vertikale Sonnenuhren, die einen Stab besitzen, der senkrecht auf der Zifferblattebene steht. Von ihm stammt auch eine Horizontaluhr (Bazitah), bei der der Fußpunkt des Gnomons im Mittelpunkt eines Kreises steht, so daß die Dauer des kürzesten und die des längsten Tages ermittelt werden konnte.

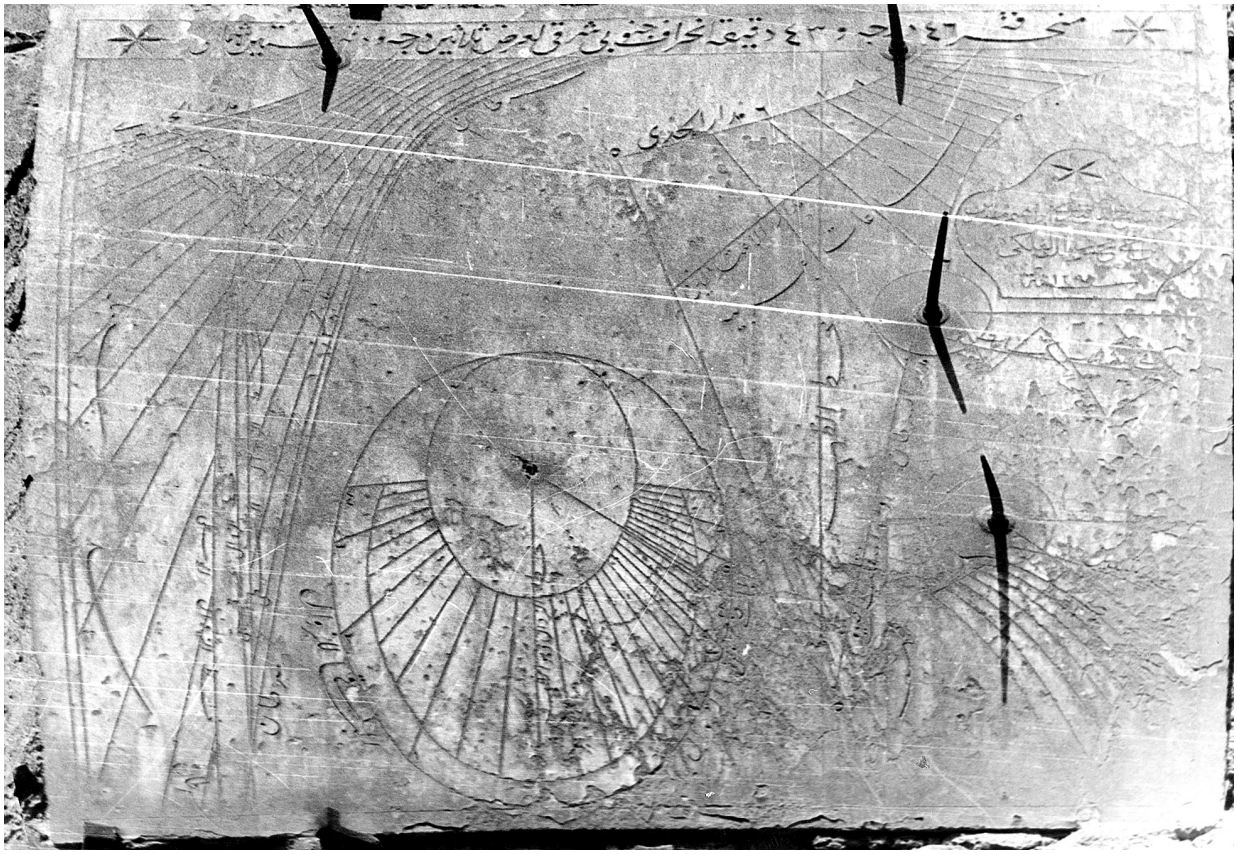
Von TABIT BEN QARRA (826 - 921) stammen mehrere grundlegende Werke der Gnomonik, wie „über die Sonnen-

uhren“ und „über die Konstruktion der Schattenlinien des Gnomons der Sonnenuhren“. Ihm war bereits bekannt, daß die Spitze des Stabschattens täglich eine Kegelschnittkurve durchläuft. Große Verdienste erwarben sich auch ABU-WEFA, ABU-JUNI und ABUL-HASSAN mit ihren Konstruktionen und Berechnungen.

Ein großer Aufschwung der Gnomonik wurde durch IBN-JUNI (gest. 1009 in Kairo) erreicht. Von ihm stammen zahlreiche praktische Arbeiten für die bekannten Hakemitischen Tafeln.

HASSAN VON MAROKKO (gest. um 1270) faßte die Fülle der gnomonischen Berechnungen und Konstruktionen von Sonnenuhren zusammen. Er kann als der letzte große Gnomoniker der arabischen Wissenschaft bezeichnet werden. Mit Hilfe seines graphischen Verfahrens (Hafir) konnte man die Schattenlänge für jede Stunde eines Tages sowie des Jahres an einem gegebenen Ort mit einem Zirkel abgreifen.

Wie schon erwähnt, schrieb der Koran die Einhaltung der Gebetsrichtung nach Mekka vor, die sogenannte Kibla (arabisch qibla, gesprochen iblá). Diese äußerst wichtige Vorschrift veranlaßte schon frühzeitig arabische Astronomen, sich mit der Ermittlung der Gebetsrichtung zu befassen und dabei auch die Gnomonik mit einzubeziehen. Bei vielen Moscheen wurden daher Sonnenuhren angebracht, um den Eintritt des Schattens in die Qiblah-Richtung zu beobachten und diesen Augenblick vom Minarett der Öffentlichkeit zu verkünden. Ohne geodätische oder astronomische Kenntnisse vermochte der Muwaqqit, der „Zeitanzeiger-Moschee-



(Foto: A. Zenkert)

Islamische Sonnenuhr an der Mauer der Mohammed-Ali-Festung in Kairo.
1920 unserer Zeitrechnung bzw. 1298 nach der Hedschra

Astronom“, mit Hilfe der Indischen Kreise die Kibla-Richtung festzulegen. War diese Richtung bekannt, brauchte der Muslim sein Gesicht nur dem Eigenschatten zuzuwenden.

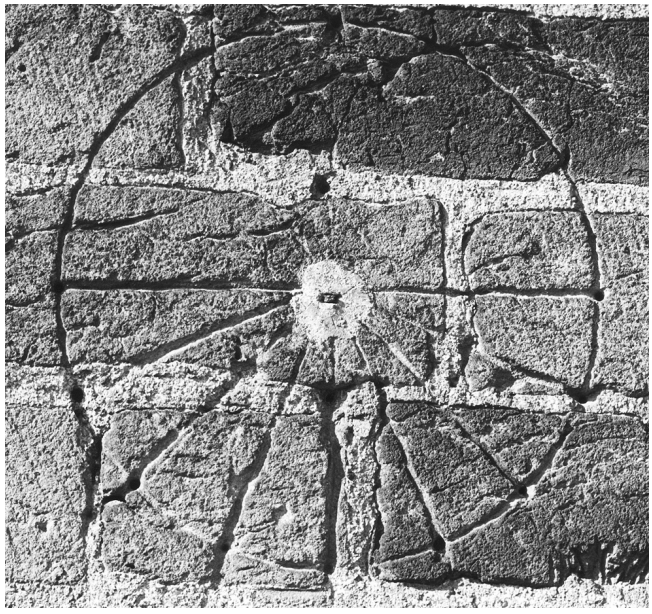
Die Einhaltung der fünfmaligen täglichen Gebetszeiten erforderte eine genaue zeitliche Festlegung. Für die Gebete vor Sonnenaufgang, zur Mittagszeit, zum Sonnenuntergang sowie nach dem Sonnenuntergang war die Festlegung nicht problematisch. Wenn am Nachmittag die Länge des eigenen Schattens der Körpergröße entsprach, war der Beginn für das Asr-Gebet angesagt. Daneben enthielten die Sonnenuhren auch Markierungen für das Nachmittagsgebet.

Unter König Alfons X. (dem Weisen) von Kastilien wurden wichtige Werke der arabischen Wissenschaft, darunter fünf über Zeitmesser, ins Kastilische übersetzt. Eine Reihe von Instrumenten wurde von den Arabern entwickelt bzw. weiterentwickelt. Eine besondere Bedeutung kommt dem Astrolab, als eine Art Universalinstrument, zu. Bei dem einfachen Astrolab (Planisphaerium) handelt es sich als der auf eine Ebene projizierte Sternhimmel, ähnlich einer drehbaren Sternkarte. Die drehbare Scheibe dient zur Ermittlung des sichtbaren Sternhimmels, der Stellung der Sterne in Azimut und Höhe und ihrer Auf- und Untergänge. Für die Positionsbestimmungen war das Astrolab für die Seefahrer unentbehrlich. Astronomische Uhren vom 15. bis 18. Jahrhundert zeigen das Prinzip des Astrolabs auf ihren Zifferblättern.

Mittelalterliche Sonnenuhr an der Kirche in Großwieden (Nieders.) (Foto: A. Zenkert)

1.5. Mittelalterliche Sonnenuhren

Nach dem Untergang des römischen Reiches und den Wirren der Völkerwanderung war über Sonnenuhren wenig zu berichten. Das sich ausbreitende Christentum trug dazu bei, daß man sich wieder auf die Sonnenuhren besann. Die aus Rom nach England gekommenen Benediktiner missionierten seit dem 7. Jahrhundert in zunehmenden Maße auf dem Festland. In den zahlreich entstandenen Klöstern verlangte die kanonische Ordensregel eine feste Tagesordnung der Gebets- und Gottesdienstzeiten, wie die Prim, Terz, Sext (Mittagszeit), None, Vesper und das Completorium (Nachtgebet). In den Klöstern wurde großer Wert auf die Einhaltung dieser Folge gelegt, was sich letzthin förderlich auf die Gnomonik auswirkte.



Mittelalterliche Sonnenuhr an der Kirche in Redekin bei Genthin (Sachs.- Anh.) (Foto: H. Rau)