

Ârpád Szabó

Sonnenuhr, Kalender und mathematische Geographie

1. Die Stunden

Man rechnet heute die 24 Stunden der Zeitspanne Tag und Nacht von Mitternacht bis Mitternacht. Allerdings werden dabei 12 Stunden *vor* bzw. *nach* der Mittagszeit (*a. m.* = *ante meridiem*, und *p. m.* = *post meridiem*) gewöhnlich auch selbständig, getrennt von der anderen Hälfte, je für sich gezählt. Beide Gewohnheiten - sowohl die 24, wie auch die für sich gezählten 12 Stunden der Tag- und Nachtzeit - gehen auf eine sehr alte Gewohnheit zurück. Schon im alten Babylon hat man diese gekannt. Und wie *Herodot* im 5. Jhdt. v. Chr. berichtete, haben die Griechen die 12 Teile des Tages von den Babyloniern gelernt, obwohl dieselben Griechen im bürgerlichen Leben von dieser Teilung des Tages auch später noch, bis weit in das 4. Jhdt. hinein, gar keinen Gebrauch gemacht hatten.²

Die 12 Stunden entsprechen zweifellos den 12 Tierkreiszeichen. Ursprünglich hat man nicht die schwer faßbare Zeit Tag und Nacht, sondern den Himmel, bzw. die scheinbare Sonnenbahn am Himmel den 12 Sternbildern entsprechend in kleinere Einheiten gegliedert. Die 24 Stunden stellen eine Verdoppelung der älteren bloß 12 Stunden dar. Darum sprach man schon in Babylon von >Doppelstunden<.

Aber wir brauchen jetzt nicht bis auf Babylon zurückzugehen. Es genügt uns, bloß die jüngere, die griechische Tradition zu berücksichtigen, die - wie *Herodot* versichert - die ältere, die babylonische Überlieferung fortsetzt. Auch jene Sonnenuhr, die wir hier später ins Auge fassen wollen, war eine griechische.

Auch die Griechen haben also den Tag und die Nacht nach der Sonnenbahn am Himmel in je 12 kleinere Einheiten zergliedert. Doch sie kannten noch nicht unsere Konvention, das Zählen der Stunden nach Mitternacht zu beginnen. Es wäre für sie sehr umständlich gewesen, die Einteilung der Tageszeit von Mitternacht ab zu rechnen. Es ist auch gar nicht so leicht, festzustellen, welcher Zeitpunkt eigentlich Mitternacht ist. Viel einfacher war, den Tag mit Sonnenaufgang zu beginnen und mit Sonnenuntergang zu beenden. Die Zeitspanne zwischen diesen beiden Naturereignissen, die sich leicht beobachten lassen, wurde als Tag in 12 untereinander gleiche Teile gegliedert; und ebenso in 12 Stunden teilte man auch die danach folgende Nacht ein.

Doch sind Tag und Nacht auf der ganzen Erde - abgesehen von einem verhältnismäßig schmalen Streifen auf beiden Seiten des Äquators - eigentlich nur zweimal im Jahr, beim Frühlings- und Herbstäquinoktium, gleich lang. Außer diesen beiden astronomisch wichtigen Daten unterscheiden sich immer die Zeitdauer der aufeinanderfolgenden Tage und Nächte. Das heißt: von der Sommerwende (im Juni) ab verkürzen sich die Tage immer mehr und mehr bis zur Winterwende, während die Nächte damit parallel immer länger werden. Dagegen wiederholt sich derselbe Prozeß von der Winterwende (im Dezember) ab in umgekehrtem Sinne: in dieser anderen Jahreshälfte werden die Tage immer länger bis zur Sommerwende, parallel mit der schrittweise eintretenden Verkürzung der Nächte. Die beiden Nachtgleichen sind auf diese Weise nur außergewöhnliche Übergangsstadien im ununterbrochenen Prozeß des Länger- und Kürzerwerdens der Tage.

Dementsprechend waren nun in der Antike die 12 Stunden des Tages je nachdem länger oder kürzer, ob sie im Sommer oder im Winter gemessen wurden. Die Tagesstunden des Sommers wurden bis zur Sommerwende immer länger, während sie sich bis zur Winterwende von Tag zu Tag verkürzten - einerlei wieviel praktischen Wert man diesem Prozeß beizumessen bereit war. Allerdings hießen die bald kürzeren, bald längeren zeitlichen Einheiten des Tages, die Stunden nach der antiken Terminologie: »Stunden je nach Jahreszeiten« = *capat xatptxai*.

Natürlich kannte dabei die antike Wissenschaft, die Astronomie, auch die immer gleichbleibenden »Stunden der Tag- und Nachtgleiche« (*wpat iarwteptvai*); mit diesen letzteren rechnen wir auch heute noch.

Es gab jedoch auch in der antiken alltäglichen Zeitrechnung - d. h. also auch in derjenigen in »Stunden je nach Jahreszeiten« - mindestens einen Zeitpunkt, der immer unfehlbar mit unserer Zeitbestimmung übereinstimmte, auch wenn sie anders benannt wurde. Das war die vollendete sechste Stunde des Tages (*hora Sexta*), die unserem Mittag, der modernen 12. Tagesstunde entspricht. Es gab, was diesen Zeitpunkt betrifft, nur lokale Unterschiede. Denn früher geht die Sonne im Osten, und später im Westen auf. Nicht derselbe Zeitpunkt ist Mittag in Kleinasien und auf der Iberischen Halbinsel. Läßt man jedoch die geographischen Unterschiede außer acht, und bezieht man die Zeit auf dasselbe Gebiet der Erde, so kann man eben diesen Zeitpunkt, den Mittag, die vollendete sechste Stunde der Alten am leichtesten fixieren. Einerlei wie früh oder spät die Sonne aufgeht, wie lang oder kurz der Lichttag ist, vollendet wird die sechste Stunde des Tages dann, wenn die Sonne die höchste Stelle ihrer täglichen Laufbahn am Himmel einzunehmen scheint; dann hat man eben die Mitte des Tages erreicht. Dieser Zeitpunkt läßt sich auch leicht demonstrieren.

2. Die Sonnenuhr

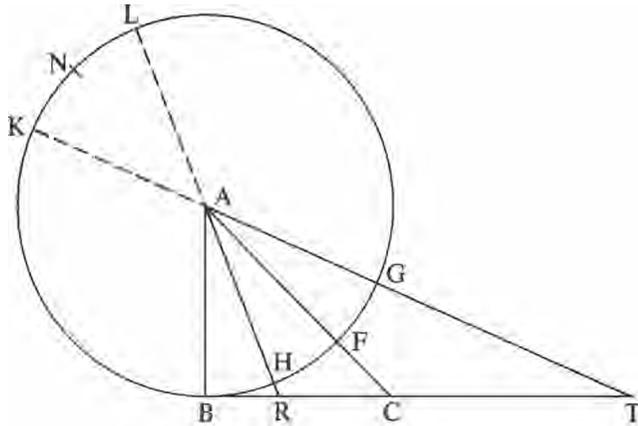
Beobachtet man nämlich den Schatten eines in der horizontalen Ebene senkrecht aufgestellten Stabes, so sieht man, daß dieser sich vom Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang ununterbrochen verändert. Am längsten ist der Schatten des Stabes zweimal am Tag: beim Sonnenaufgang und beim Sonnenuntergang. Zwischen diesen beiden Extremwerten gliedert sich die volle Tageszeit in eine Periode des sich verkürzenden (Vormittag) und in eine andere des sich verlängernden Schattens (Nachmittag). Am kürzesten ist der Schatten des senkrecht stehenden Stabes zu jenem Zeitpunkt, bei dem die Sonne die höchste Stelle ihrer täglichen Laufbahn am Himmel einzunehmen scheint. Das ist die Mittagszeit; die Richtung des Schattens (südnördlich auf unserer Hemisphäre) fällt mit dem Meridian des Ortes zusammen.

Benutzt man unseren Schattenzeiger - den *Gnomon*, wie ihn die Griechen nannten - für astronomisch-kalendarische Zwecke, so ist eben sein Mittagschatten am wichtigsten. Die Länge dieses Mittagschattens verändert sich nämlich jeden Tag, auch wenn man die Ab- oder Zunahme der Länge des Schattens - besonders im Falle eines kürzeren Stabes - von einem Tag auf den anderen kaum exakt nachweisen kann. Doch es ist leicht einzusehen, daß im Sommer, wenn die Sonne am Mittag höher steht, der Schatten des senkrechten Stabes kürzer wird. Dagegen scheint die Laufbahn der Sonne am Himmelsgewölbe zur Winterzeit ein niedrigerer Bogen zu sein; auch zu Mittag steht sie an Wintertagen niedriger als im Sommer. Darum wird der Mittagschatten des Stabes im Winter länger als im Sommer

Beobachtet man die Veränderungen des Mittagschattens ein ganzes Jahr hindurch so, daß man dabei den senkrechten Stab immer unberührt auf demselben Ort stehen läßt, dann kann man leicht feststellen, daß es im Laufe der Veränderungen einen *kürzesten Mittagschatten im Sommer*, und *einen längsten im Winter* geben wird. Man könnte also die Veränderungen des Mittagschattens schematisch folgendermaßen illustrieren.

Es sei AB in der Skizze (*Abb. 1*) der senkrecht aufgestellte Stab. Der Mittagschatten falle immer auf die Linie $BRCT$, die also einen Abschnitt des zu Punkt B gehörigen irdischen Meridians darstellt. Sei BR der kürzeste Mittagschatten des Jahres an einem bestimmten Sommertag, an dem nämlich die Sonne ihre höchste Mittagstelle des Jahres am Himmelsgewölbe (in Punkt L) einzunehmen scheint. Dieser kürzeste Mittagschatten des Sommers ist natürlich derjenige der Sommerwende im Juni. Von diesem Tag an verlängert sich der Mittagschatten des Gnomons immer mehr und mehr, denn die Mittagstelle der Sonne ist - an den Tagen *nach* der Sommerwende - nicht mehr im Punkt L , sondern diese Stelle scheint dem Bogen LK entlang immer mehr und mehr zu sinken.

Abb. 1



Am längsten wird der Mittagschatten unseres Stabes - BT - an einem bestimmten Wintertag im Dezember, an demjenigen der *Winterwende* (*bruma*), an dem nämlich die Mittagstelle der Sonne die niedrigste des Jahres (schematisch im Punkt K) zu sein scheint.

Dem kürzesten und dem längsten Mittagschatten des Gnomons entsprechen also zwei interessante Tage des *Kalenders*, und zwar bezeichnet der kürzeste den längsten Tag des Jahres, und der längste Schatten zu Mittag den kürzesten Tag im Dezember. Die Beobachtung der Extremwerte der Schattenlängen zu Mittag, wie auch die damit parallel veränderliche Zeitdauer der Tageslängen, war wohl eine alte Tradition in der Entfaltung der menschlichen Kultur.

Es war eine denkwürdige Errungenschaft des Milesiers *Anaximandros* im 6. Jhd. v. Chr., die in den Quellen nachdrücklich hervorgehoben wird, daß er mit dem Gnomon die *Tag- und Nachtgleichen*, bzw. die Mittagschatten dieser Daten zu bestimmen vermochte. Er wird dies - nach einer früheren Rekonstruktion von mir³ - folgendermaßen gefunden haben. Es fiel ihm wohl auf, daß nach der obigen *Abb. 1* der kürzeste Mittagschatten (BR) der höchsten Kulmination der Sonne (in Punkt L) entspricht, während der längste Mittagschatten (BT) ihrer niedrigsten Kulmination (in K) entspricht. Zwischen den beiden Kulminationen scheint ein Bogen am Himmelsgewölbe (LK) ausgespannt zu sein. Das eine Ende desselben Bogens (L) bezeichnet den längsten und das andere Ende (K) den kürzesten Tag des Jahres. Könnte man diesen himmlischen Bogen halbieren, so bekäme man wohl die Kulmination der Sonne bei Tag- und Nachtgleiche. Wohl darum hat nun *Anaximandros* das irdische *Spiegelbild desselben Bogens am Himmel* - nämlich den Bogen HG in

Punkt F - halbiert. Die Verbindung dieses Punktes (F) mit der Spitze des Gnomons (A) ergab als verlängerte Linie auf der anderen Seite - also auf der irdischen Meridianlinie - den Punkt C bzw. den äquinoktialen Mittagsschatten des Stabes: BC .

Erhärtet wird diese Rekonstruktion durch den Vergleich mit einer Schilderung des römischen Architekten *Vitruvius*. Dieser beschreibt nämlich in seinem Werk⁴ den *umgekehrten Frozeß*: wie man in der Kenntnis des äquinoktialen Mittagsschattens von einem Gnomon an einem Ort (etwa in Roms) auch seine beiden anderen Mittagsschatten, bei Sommer- und Winterwende, daselbst gewinnen kann.

Ist nämlich nach der Schilderung des *Vitruvius* der Gnomon (AB) und sein äquinoktialer Mittagsschatten (BC nach der vorigen *Abb. 1*) gegeben, so bekommt man die beiden Sonnwendsschatten, indem man vor allem mit dem Gnomon selbst um seine Spitze (A) herum den Kreis schlägt. Dann verbindet man das Ende des Schattens (C) mit dem Zentrum des Kreises (A). So bekommt man den wichtigsten Schnittpunkt F an der Kreisperipherie. Von diesem Schnittpunkt aus soll man am Kreisumfang nach rechts und links die Seite jenes *regulären Fünfzehneckes* abtragen, das man in denselben Kreis einschreiben kann. Die so erhaltenen Schnittpunkte, H und G , ergeben dann - nachdem sie mit dem Zentrum des Kreises (A) verbunden wurden - mit den auf der anderen Seite verlängerten Verbindungslinien den Sommerwendsschatten BR bzw. den Winterwendsschatten BT .

Aus dieser Schilderung schloß ich zunächst folgendes: Nachdem die Schnittpunkte H und G auf *dieselbe Entfernung* (= »Seite des in denselben Kreis einbeschriebenen Fünfzehneckes«) auf beiden Seiten des Punktes F am Kreisumfang liegen, könnte man - in dem Fall nämlich, in dem umgekehrt die Punkte H und G bekannt sind, und F gesucht wird - den letzteren Punkt F nicht dadurch bekommen, daß man den Bogen HG halbiert?

Noch interessanter ist der andere Schluß, der sich aus derselben Schilderung des *Vitruvius* unmittelbar ergibt. Denn warum spricht der römische Architekt eigentlich von der »Seite des regulären Fünfzehneckes, das man in denselben Kreis einschreiben kann«?

Die Konstruktion dieses Polygons wird in den >Elementen< (*Satz IV 16*) jenes *Euklid* behandelt, der um 300 v. Chr. herum sein Werk in Alexandria zusammengestellt hatte. Zweifellos war sowohl diese, wie auch die andere, ihr zu Grunde liegende Konstruktion, nämlich diejenige des Fünfecks, eine Errungenschaft der alten Pythagoreer. Der spätantike Kommentator, *Proklos* (im 5. Jhdt. n. Chr.) erklärt auch, warum dieser Satz durch *Euklid* in sein Werk aufgenommen wurde.⁶ Die Seite des regulären Fünfzehneckes war in der alten Astronomie das Maß für den Bogen zwischen den beiden Polen - nämlich dem Weltpol und dem Pol

der Ekliptik? - oder anders gesagt: es war das Maß für die sog. *Schiefe der Ekliptik*. Nach einer sehr wahrscheinlichen modernen Vermutung hat *Oinopides von Chios* im 5. Jhd. v. Chr. dieses Maß gefunden.⁸

Diese Zusammenhänge erhärten auch die vorige Rekonstruktion. Man überlege sich nämlich folgendes. Im Sinne des vorhin entwickelten Gedankenganges wurde an *Abb. 1* der wichtige Schnittpunkt *F* - der zusammen mit der Spitze des Schattenzeigers (*A*) den äquinoktialen Mittagsschatten (*BC*) ergab - auf dem Wege gefunden, daß man das irdische Spiegelbild des Bogens am Himmelsgewölbe (*LK*), also den Bogen *HG* in *F* halbierte. Aber man vergesse nicht: was ist eigentlich der himmlische Bogen *LK*? - Er ist der Bogen zwischen der Sommerwende (*L*) und der Winterwende (*K*) der Sonne. Die sog. *Schiefe der Ekliptik* - deren altes Maß die Seite des regulären Fünfecks im Kreis war - wurde also auf dem Wege gewonnen, daß man den Bogen zwischen den Wendepunkten halbierte. In der Tat wird diese Methode auch bei *Ptolemaios* noch befolgt⁹, mit dem einzigen Unterschied, daß bei dem letzteren für die Schiefe der Ekliptik nicht mehr das alte Maß (»die Seite des regulären Fünfecks im Kreis«, also ein Zentriwinkel von 24°), sondern ein von *Eratosthenes* und *Hipparchos* korrigierter Wert (23°51'15) gilt.

3. Der Kalender

Nach der obigen *Abb. 1* ergeben also die drei Mittagsschatten (*BR*, *BC* und *BT*) des einfachen Stabes *AB* sozusagen die zeitlichen Grenzen der vier Jahreszeiten. Solange der Mittagsschatten von *R* bis *C* - vom längsten Tag des Jahres bis zum nächsten Äquinoktium - sich verlängert, hat man *Sommer*. Die weitere Verlängerung des Mittagsschattens (von *C* bis *7*), und damit die immer wachsende Verkürzung der Tage bis zur nächsten Sonnwendepunkt (in *7*), entspricht dem *Herbst*. Dann beginnt der rückläufige Prozeß: vom längsten Schatten in *T* - der gerade dem kürzesten Tag des Jahres (*bruma*) entspricht - hat man bis zum Äquinoktium in *C* *Winter*. Vom Frühlingsäquinoktium (in *C*) verkürzt sich der Mittagsschatten weiter (die Tage werden immer noch länger) bis zur Sonnenwendepunkt in *R*; das ist der *Frühling*.

Wir wollen auf die Tatsache, daß von den vier Jahreszeiten keine dieselbe Länge hat, wie die ihr vorangehende, hier *nicht* eingehen. Es sei anstatt dessen hier nur daran erinnert, daß die Jahreszeiten griechisch wpm heißen. Erst später bezeichnete man mit demselben Wort auch die *Stunden*. Es sieht demnach so aus, daß die »Sonnenuhr« ursprünglich ein Mittel zur Bestimmung der Mittagszeit war: mit dem kürzesten Schatten des Tages. Dann wurde dieselbe auch ein Mittel zur Bestimmung der Sonnenwenden: mit dem kürzesten und längsten Mittagsschatten des

Jahres. Erst später - zur Zeit, als man das Halbieren des Bogens zwischen den Wendepunkten (*LK* bzw. *HG*) gelernt hatte - wurde der Gnomon auch zu einem *Kalender* der vier Jahreszeiten.

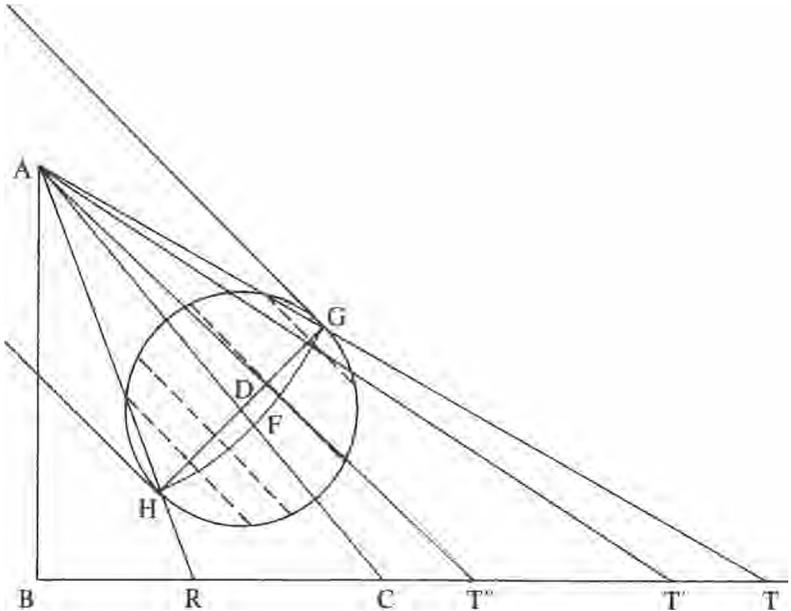
In der Tat zu einem Kalender hat man den Gnomon auch in einem weiteren Sinne des Wortes entwickelt, der hier noch mindestens angedeutet werden soll. Denn das volle Jahr besteht ja nicht bloß aus Frühling, Sommer, Herbst und Winter. Dieselbe Zeitspanne der im großen und ganzen 365 Tage gliedert sich auch in 12 Monate. In den 12 Monaten scheint die Sonne mit ihrer täglichen Laufbahn die 12 Zeichen des Zodiakus, d.h. den vollen Bogen zwischen den beiden Wendungen, *LK* und *HG*, zu durchwandern. - Bisher wurde nur gezeigt, wie lang die Mittagsschatten des Stabes *AB* an vier wichtigen Tagen des Jahres sind, je einmal an den Wendetagen (*R* und *T*), und zweimal im Punkt *C*, an den beiden Nachtgleichen des Frühlings und des Herbstes. Aber wo sind die Mittagsschatten in den übrigen Monaten zu suchen?

Offenbar müssen die Strecken *RC* und *CT* so geteilt werden, daß man auf der Gesamtstrecke *RT* - zusammen mit den beiden Endpunkten, *R* und *T* - 6 Teilungspunkte hat. Diese 6 Punkte werden sozusagen Grenzpunkte für die 12 Monate. Denn es ist ja klar, daß die wachsenden und abnehmenden Mittagsschatten auf ihrem Hin- und Herbewegen die 6 Monatsstrecken jedes Jahr zweimal passieren werden. Außerdem sollte man auch nicht vergessen, daß die Strecken *RC* und *CT* mit ihren Endpunkten (*R* und *C*, bzw. *C* und *T*) je zweimal *drei* Monate vertreten. Es sollen also zwischen *R* und *C*, sowie *C* und *T* noch zwei solche Punkte gefunden werden, so daß die gesamte Strecke *RT*, den sechs (bzw. den zwölf) Monaten entsprechend, aus 6 Teilstrecken besteht.

Es wäre müßig, hier jenen historischen Prozeß zu rekonstruieren, wie man die Lösung dieser nur scheinbar >einfachen< Aufgabe gefunden hat. Es sei in diesem Zusammenhang nur das Ergebnis der historisch offenbar längeren Versuche geschildert."

Da die Mittagsstelle der Sonnenbahn - von *B* aus gesehen - in den 12 Monaten den Bogen *LK* entlang sich zu bewegen scheint, muß man diesen Bogen, bzw. sein irdisches Spiegelbild *HG* (*Abb. 1*), irgendwie sechsteilen. Darum verband man vor allem die Punkte *H* und *G* mit der Sehne *HG* (siehe *Abb. 2*, die Wiederholung eines Abschnittes aus *Abb. 1*). Diese Sehne wird durch den Mittagsstrahl des Äquinoktiums im Punkt *D* halbiert. Darum wurde nun der Punkt *D* Zentrum eines kleineren, sog. >Monatskreises<. In den Monatskreis schrieb man ein reguläres Zwölfeck¹² so, daß das Zwölfeck sowohl durch den Mittagsstrahl des Äquinoktiums (*NAFC*), wie auch durch den Durchmesser *HG* halbiert werde. Verbindet man danach parallel zum Mittagsstrahl des Äquinoktiums (*NAFC*) oberhalb und unterhalb des Durchmessers *HG* je zwei Punkte des Zwölfecks durch gestrichelte Linien so, wie man dies in *Abb. 2* sieht, so

Abb. 2



bekommt man durch die gestrichelten Linien 4 weitere Schnittpunkte am Bogen HG des Meridiankreises. Verbindet man auch diese Schnittpunkte des Bogens HG mit der Gnomonspitze A , so ergeben die Verlängerungen der Verbindungslinien auf dem irdischen Meridian BRT alle gewünschten Schattenlängen des Gnomons in den einzelnen Monaten. (Abb. 2 zeigt nur die Schattenlängen BT und BT' für die Winterzeit von T_{ab} bis zum Frühlingsäquinoktium in C gerechnet, bzw. dieselben Punkte umgekehrt vom Herbstäquinoktium bis zur Winterwende.)

4. >Sechs Stunden<

Nach den bisherigen Betrachtungen scheint also der Gnomon, der Schattenzeiger der Griechen, als >wissenschaftliches Instrument<, ursprünglich nicht so sehr eine Sonnenuhr, als eher ein *Sonnenkalender* gewesen zu sein. Den Ausgangspunkt bildete zwar die Beobachtung der Mittagszeit, aber den nächsten wichtigen Schritt bildete danach nicht die Einteilung der Tageszeit, sondern wohl diejenige des Jahres. Für diese Vermutung sprechen auch die beiden Beobachtungen:

1. Das Wort $\rho\pi\tau$ hieß ursprünglich >Jahreszeiten<. Die Bedeutungs-

übertragung auf die kleineren zeitlichen Einheiten (>Stunden<) erfolgte, als der Sonnenkalender zur Sonnenuhr weiterentwickelt wurde.

2. Auch die 12-Zahl ist naheliegender, wenn man im Zusammenhang mit der Sonnenbewegung während eines ganzen Jahres an die Tierkreiszeichen und an die Monate denkt. Daß auch der Tag - ja auch die Nacht noch! - ebenso zwölfgeteilt sei, ist wohl nur die Wiederholung derselben Einteilung.

Der Gnomon wurde zur Sonnenuhr erst dadurch, daß man die Veränderungen seines Schattens auch über den ganzen Tag hindurch zu messen begann. Allerdings mußte dazu - besonders anfänglich - der einfache Stab mit einem >Schattenfänger. ergänzt werden. Denn es war leicht - solange man sich bloß für den Mittagschatten interessierte - die Veränderungen von diesem ein ganzes Jahr hindurch *auf der horizontalen Ebene* zu verfolgen. (Man denke an die Strecke BRCT der *Abb. 1*) Aber nicht so leicht ist es, die täglichen Schattenkurven eines senkrechten Stabes in der horizontalen Ebene zu deuten. Darum ging man in der Konstruktion des >Schattenfängers< offenbar von folgendem Gedanken aus.

Faßt man noch einmal die obige *Abb. 1* ins Auge, so wird es leicht einzusehen, daß die Aufgabe dort war: den Bogen zwischen den Wendepunkten *L* und *K* zu halbieren. Aber anstatt des himmlischen Bogens hat man sein *irdisches Spiegelbild (IG)* halbiert. - Könnte man nicht nach diesem Vorbild - um die tägliche Bahn der Sonne am Himmelsgewölbe als Schattenbild zu verfolgen - den Stab mit einem *Spiegelbild des Himmels* ergänzen? - In der Tat redet *Herodot* (dasselbst, wo er erklärt, daß die Griechen den Gnomon von den Babyloniern übernommen hätten) auch von einem gewissen >polos<.¹³ Und über diesen letzteren schrieb man:

»... aus der Bezeichnung >polos< ist zu schließen, daß ... der Schattenfänger eine hohle Halbkugel, das *Gegenbild des Himmelsgewölbes* war. Die Grundidee der Erfindung ist also, den Schatten eines Punktes in der Mitte einer hohlen Kugel, also den Schatten der Gnomonspitze, an der Wand der Kugel zu beobachten. Zeichnete man den Weg, den die Gnomonspitze an einem Sonnentag beschrieb, wirklich ein, so erhielt man eine Kurve, die fast genau einem Parallelkreis der Sonne am Himmel entsprach; das war das Abbild des Tagbogens der Sonne ...«

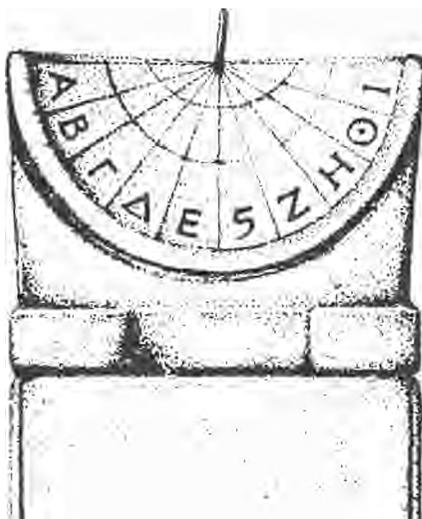
Der >polos< war also, als ein umgekehrtes Spiegelbild des Himmelsgewölbes, die Viertelkugel, in deren tiefstem Punkt der senkrechte Stab, der Gnomon stand. Die Spitze des Gnomons bildete den Kugelmittelpunkt.¹⁵ Die Einteilung des Tagbogens in 12 Einheiten ergab die Stunden des Tages.

Ein anschauliches Bild von dieser Art Sonnenuhr bietet jene Darstellung, die in dem 79 v. Chr. vom Vesuv verschütteten Herculaneum gefunden wurde (*Abb. 3*).¹⁶ Man sieht daran nicht bloß den 12-geteilten

>polos< und in der Mitte den Gnomon, sondern auch jene drei konzentrischen Kreisbogen, die an der *Abb. 1* den drei Mittagschatten in *R*, *C* und *T* entsprechen. D. h. am Tag der Sommerwende beschreibt der Schatten der Gnomonspitze nach *Abb. 3* den kleinsten Bogen, der dem Mittagschatten in *R* nach *Abb. 1* entspricht. Der mittlere Bogen (*Abb. 3*) vertritt die Sonnenbahn des Äquinoktiums (Punkt *C* nach *Abb. 1*); und der größte Bogen der Konstruktion der Rand des >polos< nach *Abb. 3*, vertritt den Tagbogen der Winterwende.

Es sei hier noch hervorgehoben, daß nach dieser Art Sonnenuhr die *sechste* strahlenförmige Linie (nach dem Buchstaben *E*) die Mittagszeit vertritt. Erreicht der Schatten des Stabes diese Linie, dann heißt es, daß die *sexta hora* vollendet sei, oder wie man griechisch sagen konnte: »der

Abb. 3



E=nPAIMOXOOifIKANn

• TATAIAILIMETAYTaf

f PAMMAi LEI KNYMENA.!

ZHOIAErOYfiBPOTOIf



Gnomon beschattet die Mitte des Polos«. ¹⁷ Doch fasse man jetzt die Sonnenuhr von Herculaneum näher ins Auge.

Da die Griechen die Buchstaben des Alphabets ihrer Reihenfolge nach auch als Zahlzeichen benutzten, konnte man die letzten vier Zeichen der ersten zehn auch als ein sinnvolles Wort lesen: ZHOI = »lebe«. Darum besagt die Inschrift unter der Darstellung: »Sechs Stunden Arbeit genügen; die folgenden Stunden des Tages rufen mit deutlicher Schrift >LEBE< den Sterblichen zu.«

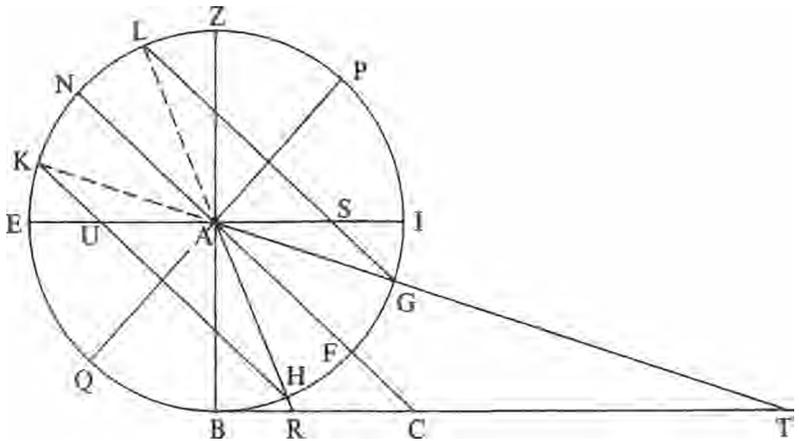
Kein Zweifel, es ist ein geistreiches Wortspiel. Aber ihm zuliebe mußte die Sonnenuhr und die Bezifferung sozusagen >verfälscht< werden. Denn erstens gab es doch nicht bloß 10, sondern 12 Stunden des Tages. Die erste und letzte Stunde des Tages mußte also ohne Buchstaben (Zahlzeichen) bleiben. Der erste Buchstabe (*A*) bezeichnet nach unserer Darstellung nicht die erste, sondern die *zweite* Stunde des Tages. Auch der sechste Buchstabe fiel nicht auf die sechste Stunde (zwischen 11 und 12 nach unserer Zeitrechnung), sondern auf die siebente. - Für denjenigen, der diese Darstellung hergestellt hatte, war nicht die Zeitrechnung des Tages, sondern das Wortspiel das Wichtigste.

5. Ein astronomisches Weltbild

Bisher wurden bloß der Sonnenkalender und die Sonnenuhr nach dem römischen Architekten *Vitruvius* kurz geschildert. Dieselbe Konstruktion war jedoch auch ein astronomisches Weltbild, das man besonders in der mathematischen Geographie gut gebrauchen konnte. Ich zähle im folgenden nach *Abb. 4* (eine vollständigere Form der *Abb. 1*) die wichtigsten Bestandteile dieses Weltbildes auf.

Der Kreis, den man mit dem Gnomon *AB* um das Zentrum *A* schlägt, ist symbolisch der *Weltmeridian* bzw. die gesamte *Himmelskugel*. Vom Sonnenstrahl zur Mittagszeit der Tag- und Nachtgleiche (*NAFC*) ist die Strecke *NAF* ein Durchmesser, um den man sich einen schief gelegenen Kreis denken soll; dieser letztere (in der Abbildung nicht sichtbare) Kreis ist die scheinbare Bahn der Sonne zur Zeit des Äquinoktiums, also der >taggleiche Kreis<, der *Äquator*. (Auf der irdischen Projektion des himmlischen Äquators sind alle Tage und Nächte gleich.). Parallel zum Durchmesser des Äquators sind die beiden Strecken *LG* und *KH*, man soll sich auch diese als Durchmesser denken; die Kreise um sie herum sind die *Wendekreise*, und zwar um *LG* liegt der *Sommerwendkreis* und um *KH* der *Winterwendkreis*. *PQ* die Strecke senkrecht auf den Durchmesser des Äquators, ist die *Achse* der Welt. - Auch die Strecke *EAI* ist ein Durchmesser; der Kreis, den man sich um diesen herum waagrecht denken kann, ist der *Horizont*, der die obere Hälfte des Himmelsgewölbes

Abb. 4



über unserem Kopf, und die untere, unsichtbare Hälfte unter der Erde voneinander trennt. - Der Buchstabe Z, in der Fortsetzung des Gnomon-Stabes, vertritt den *Zenit* über dem Kopf des Betrachters. - Die Erde selbst ist gar nichts mehr als bloß die Spitze des Gnomons, der Punkt A.

Man denkt sich alle Kreise des Himmels auf die Erde projiziert, die als eine winzige Kugel in der Mitte des Weltalls feststehend gedacht wird. - Man kann auch die Entfernung eines beliebigen Punktes *B* auf der Erde (des Punktes also, wo der Gnomon steht) vom Äquator den Meridian entlang berechnen. Man kann also - mit anderen Worten - den Bogen *BF* berechnen; dieser Bogen ist ein Teil des vollen Meridiankreises, die Entfernung des Punktes *B* von einem Punkt des Äquators (*F*). Um diesen Bogen berechnen zu können, muß man nur die Länge des Gnomons (*AB*) und die Länge seines äquinoktialen Mittagsschattens (*BC*) kennen. - Mit solchen Berechnungen trugen die Astronomie und die mathematische Geographie zur Ausgestaltung der Wissenschaft der *Trigonometrie* (bei den Griechen: der *Sehmentafeln*) bei.

Anmerkungen

1 *Hdt. II* 109.

2 Vgl. A. Rehm, >Horologium< in RE 16. Halbband 1913 Sp. 2418.

3 Á. Szabo-E. Maula, >Enklima. Untersuchungen zur Frühgeschichte der griechischen Astronomie, Geographie und der Sehmentafeln, Athen 1982.

4 *Vitruvius, De architectura IX* 1, IX 7, 1, 11.

5 Die Mittagsschatten verändern sich nicht bloß je nach Jahreszeiten, sondern

- auch je nachdem, an welchem Punkt der Erde sie gemessen werden. Ein 9 Einheiten langer Stab hat z. B. zu Rom den äquinoktialen Mittagschatten von bloß 8 Einheiten (9:8). Dasselbe Verhältnis in Athen: 4:3.
- 6 *Proclus Diadochus*, >In Euclidis Elem. etc.< (ed. G. Friedlein Lipsiae 1873) 269.
- 7 >Ekliptik<, die scheinbar volle Bahn der Sonne während eines Jahres.
- 8 *K v. Fritz*, >Oinopides< in RE (= Realencyclopädie der class. Altertumswissenschaft) 34. Halbband S. 2258ff.
- 9 *Almagest* I 12.
- 10 Aus demselben Wort lateinisch: >hora<, deutsch: >Ulm.
- 11 Ausführlicher mit Beweis bei *J. Drecker*, >Theorie der Sonnenuhren<, Leipzig-Berlin 1925 S. 2.
- 12 Nur die Zwölftteilung des Kreises in *Abb. 2* angedeutet.
- 13 Ausführlicher über den >polos< : *A. Szabo*, >Astronomische Messungen bei den Griechen im 5. Jhdt. v. Chr. und ihr Instrument<, in: *Historia Scientiarum* 21 (1981) 1-26 (The History of Science Society of Japan, Tokyo).
- 14 S. oben Anm. 2.
- 15 *J. Drecker o. c.* S. 21.
- 16 Ein Lichtbild von diesem Denkmal verdanke ich Herrn *Prof Dr. P. R. Franke* (Saarbrücken). Erwähnt wird derselbe Gegenstand auch bei *H. Diels*, >Antike Technik<, 2. Aufl., Leipzig-Berlin 1925 S. 160 (S. die Inschrift in der *Anth. Pal. X* 43.).
- 17 *Lukianos*, >Lexiphanes< 4: ὄ γυ6.> u v axL&fei μέγαν ρῆν it ,Aov.