

Een nieuw licht op de oudst bekende zonnwijzer Willy Leenders

Noot van de redactie: Bijgaand artikel stond al jaren op de webstek van Willy, www.wijzerweb.be. Het geeft een nieuwe visie op het gebruik van het L-vormige type zonnwijzers in het oude Egypte. De provider heeft echter besloten websites uit zijn dienstenpakket te verwijderen. We willen dit artikel echter graag voor de lezers en andere geïnteresseerden behouden; daarom wordt het ook toegankelijk gemaakt op het openbare deel van de Nederlandse website. Dit artikel verscheen eerder in Zonnetijdingen 2010-4. Onze excuses aan de Vlaamse leden die het artikel daar al lazen.

De oudst bekende zonnwijzer bevindt zich in het Egyptologisch museum in Berlijn (fig. 1). Waarschijnlijk komt hij uit Eschmunein. Hij dateert van omstreeks 1500 v. Chr., uit de regeerperiode van Thoetmosis III (1479 – 1425 v. Chr.) tijdens het Nieuwe Rijk. De naam en titels van deze farao zijn op de zijkant ingegrift. Hij is van steen (schist) en heeft de vorm van de letter L. Het korte stuk is de gnomon (opstaande schaduwgever). In die gnomon is er een gaatje voor de bevestiging van een klein schietlood. Daaronder is er een verticale richtgroef voor de draad van het schietlood. Op het horizontale vlak van het lange balkje staan vijf cirkeltjes als merktekens van een tijdschaal. De afstanden tussen de merktekens verhouden zich als de cijfers 1,2,3,4,5.

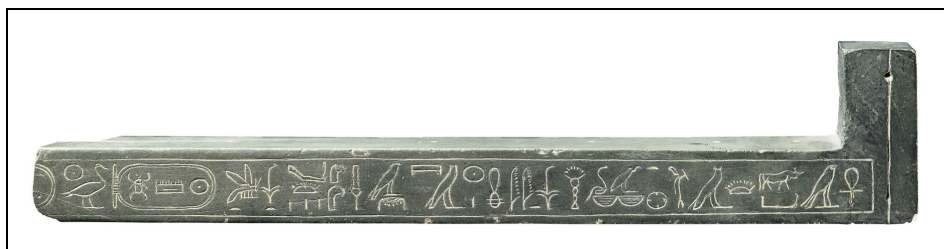


Fig. 1. De oudst bekende zonnwijzer van ca. 1500 v.Chr. (Foto: Egyptisch Museum, Berlijn; cat.nr. ÄM 19744)

De hypothese van Borchardt

In 1910 formuleerde de Duitse egyptoloog Ludwig Borchardt de hypothese dat de schaduw van de gnomon op de tijdschaal een aanduiding geeft van de zogenaamde ongelijke uren. Die delen de periode tussen zonsopgang en zonsondergang op in twaalf gelijke delen. Omdat de periode tussen zonsopgang en zonsondergang in de winter korter is dan in de zomer zijn de uren die zo bepaald worden dus, naargelang van het seizoen, ongelijk van lengte. Ongelijke uren waren in voege tot in de middeleeuwen. Ook de hoogte van de zon varieert afhankelijk van de seizoenen en dus ook de lengte van de schaduw. Om toch in elk seizoen een schaduw te geven bij het juiste merkteken moest de gnomon dus variabel van hoogte zijn. Daarom bedacht Borchardt dat de gevonden zonnwijzer onvolledig was. Per seizoen moest een dwarsbalkje van aangepaste hoogte op de gnomon gelegd worden, zo stelde hij

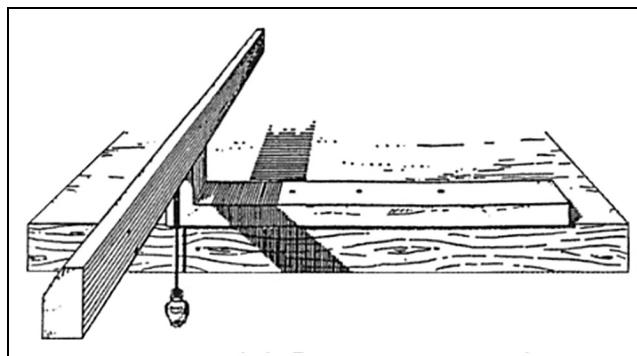


Fig. 2. De L-vormige zonnwijzer voorzien van een dwarsstaaf, zoals L. Borchardt deze tekende.

(fig. 2). Die dwarsbalkjes zouden in de loop van de geschiedenis verloren zijn gegaan. De zonnwijzer

moest in de voormiddag met de gnomon naar het oosten gekeerd zijn en op het middaguur worden omgedraaid met de gnomon naar het westen.

In 1965 berekende de Nederlandse wiskundige Evert Bruins of de schaduw van zo'n verhoogde gnomon,

als hij juist valt voor een bepaald merkpunt, ook juist valt voor de andere merkpunten. Zijn bevinding was dat de tijdsmeting, zoals door Borchardt verondersteld en met een grafische methode getoetst, een goede benadering is van de meting van de ongelijke uren.

De hypothese verworpen

In 1999 doceerde Sarah Symons aan de universiteit van Leicester (UK) met de thesis "Oud-Egyptische astronomie: tijdsmeting en cosmografie in het Nieuwe Rijk". Zij getuigt daarin van diepgaande kennis zowel van de Egyptologie als van de astronomie en de achterliggende wiskunde. In 25 van de 229 bladzijden bestudeert zij de L-vormige zonnwijzers. Zij verwerpt volledig de theorieën van Borchardt en Bruins. Dat doet ze ook weer met kennis van zaken wat betreft Egyptische teksten en gebruiken en de wiskundige achtergrond van de zonnwijzerkunde.

Terloops wijst ze er ook op dat de obelisk bij de tempels niet bedoeld waren als een soort zonnewijzer. Er was wel een verband met de zon en de cultus van de zon. De hoge top van een obelisk, bedekt met een legering van goud en zilver, weerkaatst de zonnestralen reeds vóór zonsopgang. De voornaamste functie van een obelisk was die van gedenkteken ter ere van de farao waaraan ze was toegewijd. Daarvan getuigen de teksten die erop staan. Toen obelisk later verplaatst werden naar Rome en Parijs werden ze daar soms wél als zonnewijzer gebruikt.

Sarah Symons weerlegt de gangbare theorie over de oud-Egyptische L-vormige zonnewijzer met vier argumenten:

1. De Osireon-tekst

In het grafmonument, Osireion genaamd, nabij de tempel van Seti I in Abydos bevindt zich op een plafond een tekst die de constructie en het gebruik van dergelijke zonnewijzers beschrijft. In de tekst en op de bijbehorende tekening (fig. 3) is er geen sprake van een dwarsbalkje, enkel van de L-vorm. De eenvoudige verhoudingen van de afstanden tussen de merkpunten zijn aangeduid als 3, 6, 9, 12 wat overeenstemt met 1, 2, 3, 4. De afstanden zijn niet op schaal getekend. Dat werd in het oude Egypte niet gedaan.

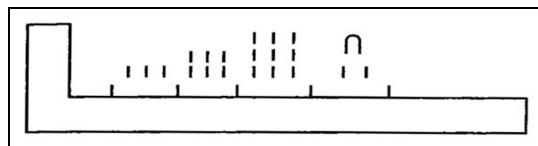


Fig. 3. De tekening bij de Osireion-tekst met de maten tussen de merktekens als verhoudingen 3, 6, 9, 12 aangeduid.

In de tekst worden deze verhoudingen beschreven als 'een vastgelegde procedure'. De passage in de tekst over de oriëntatie van de zonnewijzer is vatbaar voor twee interpretaties: een oost-west oriëntatie met een verdraaiing van 180° op het middaguur of een voortdurende verdraaiing zodat het lange deel van de L-vorm steeds gericht is naar de zon.

2. De hiëroglief voor zonnewijzer

Naast andere tekens bevat het Egyptische schrift ook logogrammen. Dat zijn tekens waarvan de uiterlijke vorm verwijst naar het begrip waarvoor het staat. Het teken voor 'zonnewijzer' is zo'n logogram (fig. 4). Het

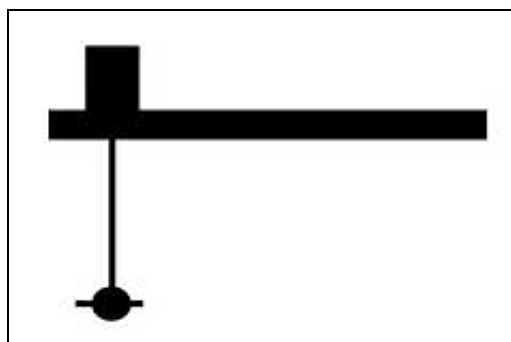


Fig. 4. De hiëroglief voor 'zonnewijzer'. De vorm verwijst naar het begrip waarvoor het staat: het L-vormige instrument met het kleine schietlood.

toont de L-vorm met het kleine schietlood, maar van een dwarsstaaf is niets te zien. Latere evoluties in de vorm van de zonnewijzer zijn steeds weergegeven in afbeeldende hiërogliefen. Nooit komt er een dwarsstaaf aan te pas.

3. De berekening van de aanduiding van ongelijke uren

Bruins berekende de lengte van de schaduw voor een bepaald (ongelijk) uur. Dat deed hij voor de winterzonnewende (wintersolstitium), de dag- en

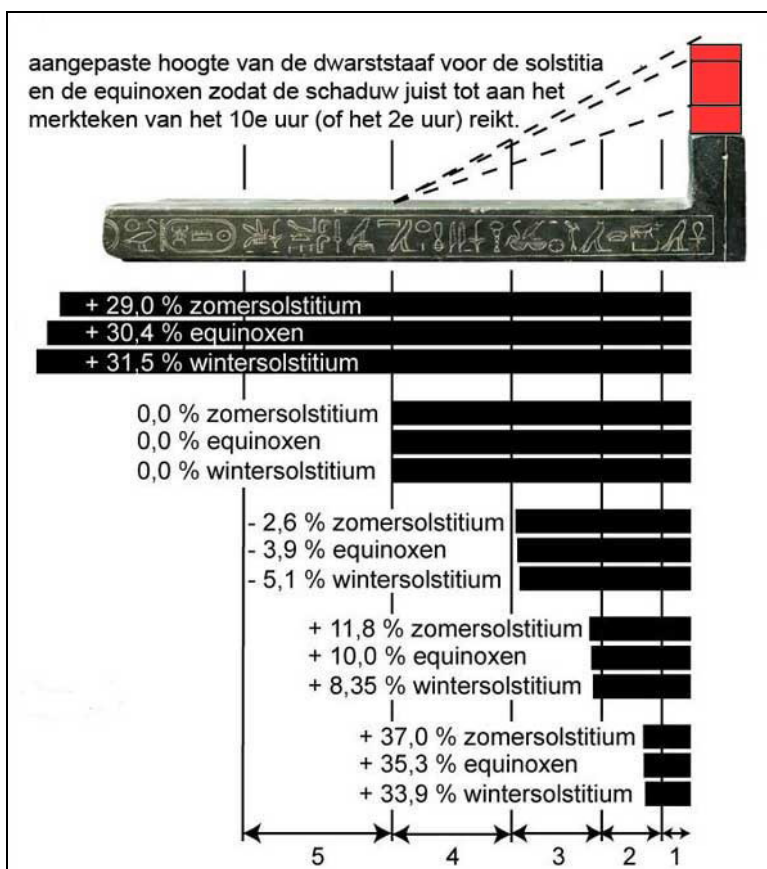


Fig. 5. Schaduw lengte op de ongelijke uren na seizoensafhankelijke aanpassing van de hoogte van de gnomon. Procentuele afwijking t.o.v. de afstand tot de merkpunten.

nachteveningen (equinoxen) en de zomersonnewende (zomersolstitium). Voor elk van die situaties is er een dwarsstaaf van aangepaste hoogte zodat de schaduwen dezelfde lengte hebben en tot aan het merkpunt voor het gekozen ongelijke uur reiken. Dan berekende hij voor die dwarsstaven de lengte van de schaduwen voor andere (ongelijke) uren en vergeleek die met de afstanden, bepaald door de verhoudingen in de Osireion-tekst, tot het bijbehorende merkpunt. Uit de verschillen leidde hij af dat er een 'goede benadering' is van de meting van de ongelijke uren.

In fig. 5 heb ik de resultaten van de berekeningen, na ze te hebben overgedaan (zie kader), omgezet in een tekening.

Sarah Symons maakte de berekeningen ook en vindt de verschillen, vooral voor de kortste en langste schaduwen, te groot om van een goede benadering te spreken en het toevoegen van dwarsstaven te verantwoorden.

4. Het gebruik van de zonnwijzer

In de hypothese van Borchardt moet de zonnwijzer oost-west gericht zijn, in de voormiddag met de gnomon naar het oosten gekeerd en in de namiddag naar het westen. Dat vergt een extern richtpunt voor een van de hoofdwindstreken. Dit is niet steeds voorhanden voor dit als draagbaar uitgevoerd instrument. Het enige hulpmiddel om het te richten is het schietlood om de zonnwijzer waterpas te zetten. De zonnwijzer met zijn gnomon naar de zon richten – de schaduw over zijn volle breedte laten samenvallen met het lange deel van de L-vorm – is de voor de hand liggende gebruikswijze, uit te voeren zonder hulpmiddelen. Zij strookt bovendien met de Osireion-tekst: *"Bij het juiste gebruik van dit instrument, gericht naar de zon, zal de schaduw van de zon precies erop vallen."*

Conclusie

De conclusie van Sarah Symons is daarom: de eenvoudigste, meest voor de hand liggende en

De formules achter de berekeningen voor figuur 5

1. declinatie van de zon tijdens de solstitia

$$\delta = \pm(23^{\circ}26'21,448'' - 46,815''T - 0,0059''T^2 + 0,001813''T^3)$$

waarin T = aantal eeuwen na het jaar 2000

voor 1500 v. Chr. geldt $T = -35 \rightarrow \delta = \pm 23,9^{\circ}$

2. breedtegraad Noord - Egypte $\varphi = 30^{\circ}$ N.B.

3. uurhoek UH - bij zonsopgang $UH_{op} \rightarrow \cos UH_{op} = -\tan \varphi \tan \delta$

$$UH_{middag} = 0 \text{ en dus is voor 'ongelijk uur' } i, UH_i = -\frac{UH_{op}}{6}(6-i)$$

$$UH_i = -\frac{bg \cos(-\tan \varphi \tan \delta)}{6}(6-i)$$

4. altitude van de zon $\rightarrow \sin alt = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos UH$

5. azimut van de zon $\rightarrow \sin az = \frac{\cos \delta \sin UH}{\cos alt}$

6. schaduwlengte van de dwarsstaaf (hoogte = h) $\rightarrow sch = h \frac{\sin az}{\tan alt}$

$$sch = h \frac{\cos \delta \sin UH \sqrt{1 - (\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos UH)^2}}{\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos UH \sqrt{1 - (\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos UH)^2}}$$

Toegepast

De intervallen tussen de merktekens verhouden zich als 1, 2, 3, 4, 5

dus verhouden de afstanden van gnomon tot merkteken zich als 1, 3, 6, 10, 15

a) zomersolstitium ($\delta = +23,9^{\circ}$) - het zevende uur ($i = 7$) $\rightarrow UH_7 = 17,47^{\circ}$

schaduwlengte van de dwarsstaaf $sch_7 = 0,2866 h$

b) zomersolstitium ($\delta = +23,9^{\circ}$) - het tiende uur ($i = 10$) $\rightarrow UH_{10} = 69,88^{\circ}$

schaduwlengte van de dwarsstaaf $sch_{10} = 1,8077 h$

sch_7 en sch_{10} moeten zich verhouden als 1 tot 10 maar hun verhouding is

$$10 \frac{0,2866}{1,8077} \text{ tot } 10, \text{ dat is } 1,58544 \text{ tot } 10 \text{ of een afwijking van } \frac{0,58544}{1,58544} = +37\%$$

De afwijking voor diverse datums en uren heeft telkens $i = 10$ als referentie.

gemakkelijk te staven theorie voor de zonnwijzer is dat het een L-vormig draagbaar en op gelijk welke plaats te gebruiken instrument is dat richtinggevende tijdperiodes aanduidt. Het wordt waterpas opgesteld met behulp van een 'ingebouwd' schietlood en naar de zon gericht. De eenvoudige verhoudingen tussen de merkpunten zijn een gemakkelijk voorschrift om de zonnwijzer te maken, eerder dan een accurate maat voor ongelijke uren. Het toevoegen van een dwarsbalk is knap bedacht, maar ontsproten aan de behoefte om moderne inzichten over gelijk verdeelde tijdsperiodes op te dringen aan de tijdmeting in de oudheid.

Francis Maddison en Anthony Turner spreken van *"the over-sophisticated theory of L. Borchardt and the wild fantasies of E. Bruins"* tegenover *"the most recent – and correct – discussion of Sarah Symons"*.

Het onderzoek van Sarah Symons wierp al elf jaar geleden een nieuw licht op de oudst bekende

zonnewijzer. Het wordt dus tijd dat de beschrijving van die zonnewijzer aangepast wordt onder meer in tal van internetpublicaties, niet in het minst in de catalogus van het Egyptisch Museum in Berlijn.

Geraadpleegde werken

(met dank aan uitgeverij Brepols, Turnhout, voor kopieën uit het door haar uitgegeven werk en aan Frans Maes en Eric Daled voor kopieën uit BSS Bulletin)

- Ludwig Borchardt, *Altägyptische Zeitmessung*, Berlin (1920).
- Evert Marie Bruins, *The Egyptian shadow clock*, Janus, vol. 52 Amsterdam (1965).
- Marshall Clagett, *Ancient Egyptian science: a source book – Volume two: Calendars, Clocks, and Astronomy*, Philadelphia (1995).
- Sarah Symons, *Shadow clocks and sloping sundials of the Egyptian New Kingdom and Late Period: usage, development and structure*, *British Sundial Society Bulletin* 98.3 (1998).
- Sarah Symons, *Ancient Egyptian astronomy: timekeeping and cosmography in the New Kingdom*. Submitted for the degree of doctor of philosophy, department of mathematics and computer science, University of Leicester (1999).
- Francis Maddison & Anthony Turn, *The names and the faces of the hours*, in: *Between demonstration and magination* (1999).
- Sarah Symons, *Egyptian shadow clocks in: Scientific instruments and museums*. *Proceedings of the XXth International congress of history of science (Liège, 20-26 July 1997)* Vol. XVI, M. Dorikens (ed.), Brepols, Turnhout (2002).