

## De Kegelzonnwijzer: Zonnwijzerpark Genk nr. 9

De grote, kanariegele kegel is niet alleen dé blikvanger van het Zonnwijzerpark, zoals hij daar op de hoge kant van het park ligt, maar is ook een wereldprimeur, en bij mijn weten nog steeds het enige gerealiseerde exemplaar! De zwart-witfoto (fig. 1) doet jammer genoeg niet helemaal recht aan dit indrukwekkende object.

Als de zon schijnt, valt de schaduw van de kegel links en rechts op een stel uurlijnen, gevormd door koperen strips in de grond. De schaduwranden wijzen de tijd in twee oude uurtellingen, aan de oostzijde 'Babylonische uren' en aan de westzijde 'Italiaanse uren'.

Beide soorten uren zijn, net als de onze, 'gelijke uren', die 1/24 deel van een etmaal duren. In de Babylonische uurtelling begint de dag (0 uur) echter bij zonsopkomst. De Babylonische uren geven dus aan hoelang de zon al schijnt (of althans, hoelang hij op is). En Italiaanse (of Italiaanse) uren beginnen te tellen vanaf zonsopgang.

De Babylonische uren zijn hier aangegeven met gele cijfers op lichtgekleurde tegels, van 6 tot 12 uur, de Italiaanse uren met blauwe cijfers, van 12 tot 18 uur. De top van de kegel wijst naar het zuiden, wat ook te zien is op de tegel die vóór de top ligt (fig. 2). Welke kleur bij welke uurtelling hoort, was hierop ook te zien, maar de kleuren zijn vrijwel verdwenen. Het blauw vinden we terug aan de binnenkant van de kegel.

De kegel bestaat uit segmenten plaatstaal die aan elkaar gelast zijn. Dat zie je in de lichte knikjes in het kegeloppervlak (fig. 1). De kegel heeft een ribbe van 2.40 m. De bodem, met een diameter van 3.70 m, is open, wellicht omdat er anders wel een erg grote trom zou ontstaan, die in de verre omtrek hinder zou geven. Een zestal stalen tuidraden houdt hem in model. Het is natuurlijk heel leuk om die als klimrek te gebruiken, dus er zijn er vaak wel een of twee kapot. Maar de Stad Genk is daar alert op en repareert snel.

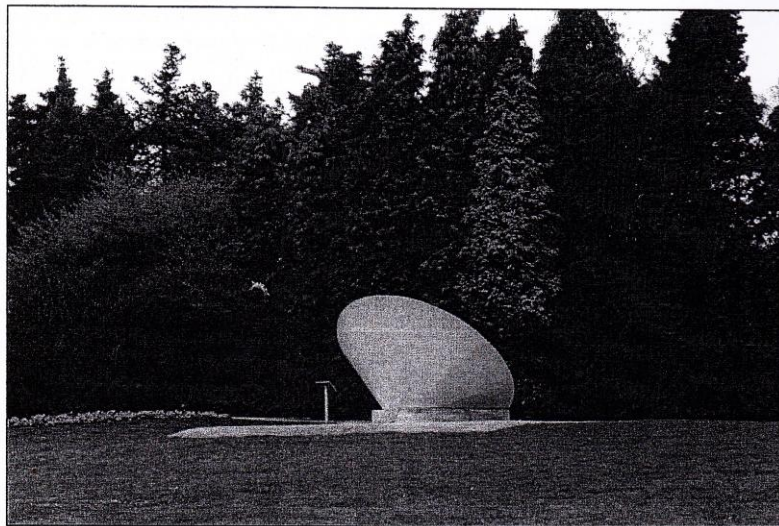


Fig. 1. De kegelzonnwijzer van Javier Moreno Bores is dé blikvanger van het park.

Dit is de zevende aflevering van mijn rondleiding langs de unieke, boeiende, interessante, maar soms ook raadselachtige objecten in het Zonnwijzerpark.

De 20e eeuw bracht de gnomonica belangrijke ontwikkelingen, die gelukkig alle in het park vertegenwoordigd zijn: kruisdraad-, uurvlak-, digitale en kegelzonnwijzers. De twee eerstgenoemden kwamen aan bod in Zonnetijdingen 21, 23 en 24. Nu is het de beurt aan de kegel. En de digitale zonnwijzer zit nog in het vat.

Zie over het Zonnwijzerpark ook mijn website: <http://www.fransmaes.nl/genk/>.

Om de kegel voor weggrollen te behoeden, ligt hij niet los op de grond, maar rust hij op een betonnen 'bedje' van zo'n 20 cm hoog. Die steun is de reden dat de Babylonische uurlijnen van 0 tot 5 en de Italiaanse van 19 tot 24 ontbreken, want die zouden daaronder moeten liggen.

In principe zouden er Babylonische uren t/m 16 en Italiaanse vanaf 8 uur aangegeven kunnen zijn, want in Genk is de zon tijdens het zomersolstium meer dan 16 uur boven de horizon. Rond de kortste dag, daarentegen, is de zon nog geen 8 uur boven de horizon en doen er aan beide kanten maar twee uurlijnen mee.

### Principe

Het principe van deze zonnwijzer is eigenlijk eenvoudig. De as van de kegel is op de hemelpool gericht. De kegel rust op het horizontale vlak; de halve tophoek is dus gelijk aan de geografische breedte van Genk, ca. 51°.

Op het moment van zonsopkomst (0 uur Babylonische tijd) ligt de zon precies in het horizontale vlak. Dat vlak raakt de kegel langs de lijn waarmee hij op de grond rust.

Bij de top van de kegel prikt de poolas door dit vlak. Een uur na zonsopkomst is het vlak 15° gedraaid rond deze as en daarmee ook de raaklijn van het vlak aan de kegel. Dit is onafhankelijk van de datum, dus van de declinatie van de zon. De schaduw van de onderkant van de kegel zou dan op de Babylonische 1-uur lijn vallen, als die er was.

Twaalf uur later is het vlak 180° gedraaid en raakt het de opstaande, iets naar het zuiden overhangende zuidkant van de kegel. De Babylonische 12-uur lijn loopt dus precies oost-west. 's Zomers staat de zon dan nog tamelijk hoog, 's winters is hij al onder.



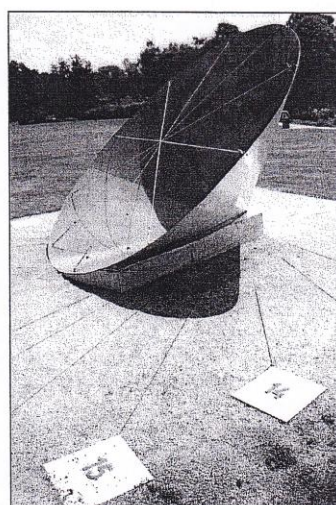
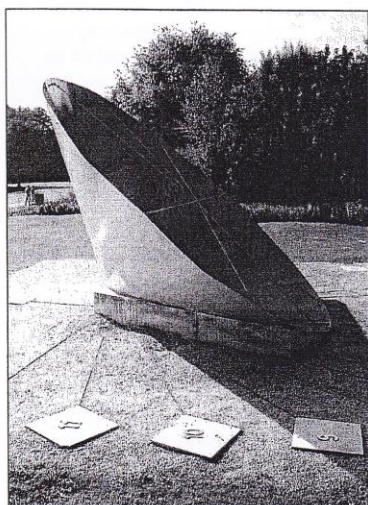


Fig. 2. Links de Babylonische tijd (ca. 9.15 uur), rechts de Italiaanse (ca. 14.20 uur). De foto's zijn op verschillende tijdstippen genomen. Middenin de zuidwijzende tegel.

Voor de Italiaanse uren geldt een vergelijkbaar verhaal. Bij zonsondergang ligt de zon opnieuw in het horizontale vlak. Het is dan 24 uur volgens de Italiaanse tijdrekening. Een uur eerder raakte het vlak de onderkant van de kegel  $15^\circ$  terug en zou de schaduw op de Italiaanse 23-uur lijn vallen, indien aanwezig. Twaalf uur eerder raakte het vlak de zuidzijde van de kegel. Ook de Italiaanse 12-uur lijn loopt dus oost-west.

Let wel, het vlak dat met de Babylonische uren correspondeert, is een ander dan het 'Italiaanse' vlak. De zon ligt namelijk altijd in twee raakvlakken, een aan de onderkant en de ander aan de bovenkant van de kegel.

De Babylonische uurlijnen liggen allen aan de oostzijde, de Italiaanse aan de westkant. En het Italiaanse uur is altijd groter dan het Babylonische.

Het informatiebordje (fig. 3) noemt dit een horizontale zonnenuijzer. Weliswaar ligt het tafereel horizontaal, maar ik zou die aanduiding toch liever reserveren voor de horizontale poolstijlzonnewijzer, zoals de nummers 2 en 3 in het park.

De kegelzonnewijzer is uitgevonden door Javier Moreno Bores uit Spanje. Hij beschreef het principe en een aantal mogelijke uitvoeringen in het Compendium van de Noord-Amerikaanse Zonnenuijzerkring [1]. Fer de Vries verzorgde Nederlandse samenvattingen [2].

### Babylonische en Italiaanse uren

Omdat Babylonische zowel als Italiaanse uren gelijke uren zijn, moeten ze na de middeleeuwen ontstaan zijn. Waar en wanneer ze precies gebruikt werden, heb ik in de literatuur niet kunnen vinden.

Alleen Terpstra meldt in een voetnoot dat de Italiaanse tijdrekening in het midden van de 18e eeuw in Italië algemeen gebruikelijk was, "zodat de klokken van Rome op 21 juni en op 21 december des middags

respectievelijk 16 en 19 uur aanwezig. Deze klokken werden daartoe volgens een vast schema om de zoveel dagen bijgezet; van 16 tot 24 februari bijvoorbeeld werd de middag gerekend te vallen op 'klokkentijd' kwart na 18, daarna werd de klok op 24 februari een kwartier verzet, zodat de middagklok 18 uur aanwees en dit bleef zo tot 6 maart, waarna de klok opnieuw werd bijgezet, enz." [3].

Terpstra noemt de Italiaanse urentelling, waarbij de nieuwe dag begint met zonsondergang, "zonderling", maar dat is misschien toch wat te snel geconcludeerd. Je kunt namelijk ook zeggen dat de dag eindigde bij zonsondergang, en dan klinkt het best logisch.

Als je de Italiaanse tijd aftrekt van 24, krijg je de tijd dat de zon nog schijnen zal. Een algemeen aanvaarde naam heb ik voor deze "aftellende Italiaanse uren" niet gevonden. Het kan soms handig zijn om een klok voor deze tijdrekening te hebben, bijvoorbeeld in situaties als: kan ik het gras nog maaien voor het donker wordt?

## 9 - Horizontale zonnenuijzer met kegelvormige stijl

Type	: horizontale zonnenuijzer
Ontwerper	: Javier Moreno Bores (Spanje)
Uitvoering	: de N.V. Nieuwe Scheldewerven en Julien Lyssens (België)
Aflezing	: Babylonische tijd (ab ortu) en Italiaanse tijd (ab occasu)

Dit type zonnenuijzer werd nog nooit eerder gemaakt. Het is speciaal ontworpen en berekend voor het Zonnenuijzerpark te Genk. De schaduwwerper is in dit geval kegelvormig. Er zijn derhalve twee schaduwen: links en rechts. De oostelijke schaduwlijn geeft de "Babylonische" urentelling aan. Deze geeft direct aan "hoeveel uren de zon die dag (vanaf zonsopgang) al geschiedenis heeft". De westelijke schaduwlijn geeft de "Italiaanse" urentelling aan. Deze geeft, afgetrokken van 24, aan "hoeveel uren de zon die dag (tot zonsondergang) nog zal schijnen".

Fig. 3. Het informatiebordje bij de kegelzonnewijzer.



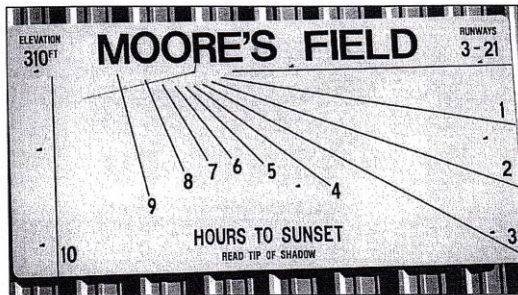


Fig. 4. Zonnewijzer voor aftellende Italiaanse uren (uren tot zonsondergang) op het vliegveldje Moore's Field bij Brattleboro (Vermont, USA). De schaduwgever is een horizontale pen net onder de verticale poot van de R. De zon gaat hier pas over ruim 9.5 uur onder. Ontwerp en foto: Mac Oglesby.

Een heel mooie toepassing ontwierp Mac Oglesby uit de Verenigde Staten (fig. 4). Zijn zonnewijzer wijst de uren tot zonsondergang op een vliegveldje voor ultralichte vliegtuigjes. Die mogen namelijk na zonsondergang niet meer vliegen.

Als je de aftellende Italiaanse tijd optelt bij de Babylonische tijd krijg je de daglengte, het aantal uren tussen zonsopkomst en zonsondergang.

#### Babylonische en Italiaanse uren op poolstijlzonnewijzers

Babylonische en Italiaanse uren komen nog wel eens voor op (verticale) poolstijlzonnewijzers. In tegenstelling tot onze 'gewone' uren worden ze dan aangewezen door een index, een verdikking op de poolstijl. Dat de schaduw niet van een lijn afkomstig kan zijn, is begrijpelijk: de uurvlakken van de 'gewone' uren snijden elkaar in een lijn, namelijk de poolstijl, maar de uurvlakken van de Babylonische en Italiaanse uren snijden elkaar slechts in een punt, te weten de top van de kegel.

Een prachtig voorbeeld is de zonnewijzer in de tuin van het Prinsenhof in Groningen (fig. 5). De poolstijl bedient de cijfers langs de rand van het tafereel. Daarbinnen zie je een netwerk van vergulde, rode en zwarte lijnen, en een zestal uurschalen. Hiervoor is de schaduw van de knop de wijzer. De gekromde lijnen zijn declinatielijnen, getrokken per uur daglengte. Daarbij hoort de schaal langs de verticale wimpel aan de linkerkant. Deze lijnen geven tevens aan hoe laat de zon opkomt (langs de verticale schaal helemaal links) en hoe laat hij

Fig. 5. De west-afwijkende zonnewijzer uit 1731 op de tuinpoort van het Prinsenhof in Groningen, op slechts 10 km van mijn woonplaats, is ongetwijfeld de mooiste ter wereld! De schaduw van de index valt net onder de linker punt van de horizontale balk in het midden van het tafereel.

ondergaat (de horizontale schaal rechts boven). De rechte lijnen van links onder naar rechtsboven geven de Babylonische uren aan langs de horizontale wimpel bovenin. De rechte lijnen van linksboven naar rechtsonder, tot slot, geven de Italiaanse uren aan langs de horizontale wimpel onderaan, alsmede de aftellende Italiaanse uren langs de schaal in het midden: "Hoe Lanck de Son noch Schinen Zal".

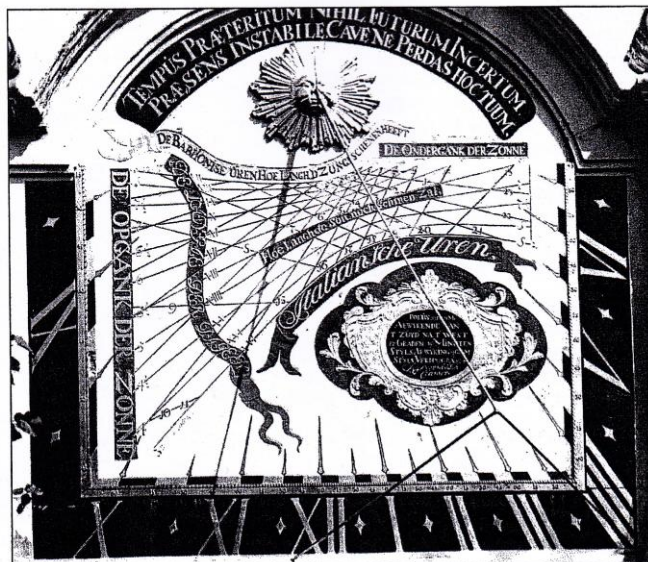
#### De uurlijnen van de kegelzonnewijzer

De uurlijnen van de kegelzonnewijzer volgen een verrassend patroon. De Babylonische en Italiaanse uurlijnen vallen namelijk samen met de halfuur-lijnen van de gewone horizontale poolstijlzonnewijzer. Hun nummering verschilt natuurlijk. Tabel 1 geeft de relatie weer.

Tabel 1. De nummering van enkele uurlijnen van de horizontale poolstijlzonnewijzer en de kegelzonnewijzer. Ital.\* = aftellende Italiaanse uren.

horiz.	Babyl.	Ital.	Ital.*
4	-	8	16
6	-	12	12
8	-	16	8
10	-	20	4
12	0	24	0
14	4	-	-
16	8	-	-
18	12	-	-
20	16	-	-

Hoe dit kan, is gemakkelijk in te zien. Denk je de as van de kegel als een materiële poolstijl. Denk daar dan een vlak loodrecht op. Dat snijdt de kegel volgens een cirkel. Die cirkel vormt een equatoriale poolstijl-zonnewijzer, met een homogene verdeling van de uurlijnen. In fig. 6 kijken we vanaf de noordkant van de poolstijl op deze cirkel. Het middelpunt is M. De lijn waarlangs de kegel de





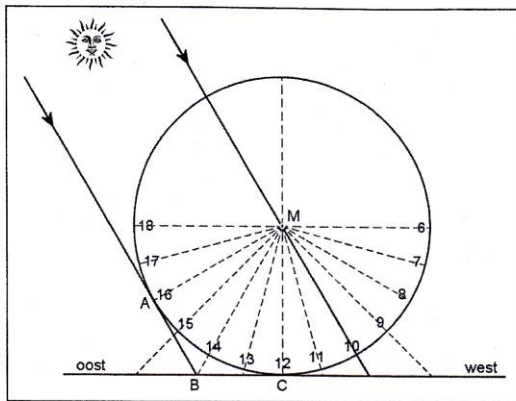


Fig. 6. Dwarsdoorsnede van de kegel, loodrecht op de as, vanuit de hemelpool gezien, om 10 uur plaatselijke tijd tijdens de equinox. De cirkelvormige doorsnede vormt een equatoriale poolstijlzonnewijzer.

grond raakt, prikt op punt C door het equatoriale vlak. De uurlijnen voor de 'gewone' uren, verlengd tot ze de grond raken, geven de plaatsen waar de uurlijnen van de horizontale poolstijlzonnewijzer door dit vlak prikken.

Voor het gemak nemen we aan dat de zon ook in het equatoriale vlak staat (tijdens de equinox). Stel dat de zon 4 uur op is. Het is dan 10 uur zonnetime en 4 uur Babylonisch, en de zon staat  $60^\circ$  hoog in het equatoriale vlak. De schaduw van de poolstijl (punt M) valt op de 'gewone' 10-uur lijn, aan de westkant van de cirkel. De schaduw van de kegel valt onder dezelfde hoek links van de cirkel op de grond. De zonnestrallen raken de cirkel precies op het 16-uur punt (A) van de 'gewone' uren, en de schaduwgrens op de grond valt op punt B. De driehoeken MAB en MCB zijn gelijk, dus punt B ligt precies op de lijn van 14-uur 'gewoon'. BC overspant dus 2 'gewone' uren en 4 Babylonische uren.

Deze redenering geldt voor elk tijdstip, en ook buiten de equinoxen, want zoals gezegd hangt de ligging van de schaduwgrens niet af van de zonsdeclinatie.

### Variaties

Moreno geeft in zijn artikel [1] al aan dat het tafereel een willekeurige oriëntatie en vorm kan hebben en dat de kegelvormige schaduwgever op een willekeurige afstand van het tafereel kan liggen. Steeds worden de uurlijnen gevormd door de doorsnijding van de Babylonische of Italiaanse uurvlakken met het tafereel.

In feite zijn de Babylonische en Italiaanse uurlijnen op een zonnewijzer als in fig. 5 de snijlijnen van de uurvlakken aan een kegel die om de poolstijl gedacht kan worden, met de top ter plaatse van de index (het bolletje). Zo nodig wordt ook de andere helft van de kegel, die vanuit het bolletje naar beneden loopt, in gedachten toegevoegd om de uurlijnen te completeren. Fer de Vries heeft dit onlangs fraai uitgewerkt [4].

Een volgende variatie is dat niet de hele kegel als schaduwgever nodig is. Eén punt van de schaduwrand kan ook al dienen om de (Babylonische of Italiaanse) tijd

te wijzen. Daarom is een willekeurige, gesloten doorsnede van de kegel voldoende. De cirkel van fig. 6 zou dus prima als schaduwgever kunnen fungeren. Op geografische breedten boven  $45^\circ$  kan het geen verticale doorsnede zijn, want de tophoek van de kegel is daar groter dan  $90^\circ$ .

Met de constructie van fig. 6 ontstaat een tripel-zonnewijzer: een equatoriale, een horizontale en een kegelzonnewijzer. De sculptuur van Kate Pond (fig. 7) zou op een tafereel met dubbele nummering van de uurlijnen een intrigerend object vormen!

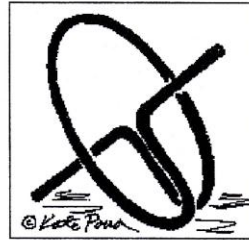


Fig. 7. Zonnewijzer-sculptuur Skywatch van de Amerikaanse kunstenaar Kate Pond [5]. Deze uitvoering is voor een breedte van ca.  $40^\circ$ .

### Zon en horizon

De tijdstippen van zonsopkomst en zonsondergang tot nu toe gelden voor een theoretische zon en zijn berekend voor het middelpunt van de zonnescijf. In de praktijk wijken deze waarden af, door twee oorzaken:

- als zonsopkomst/ondergang neemt men gewoonlijk de eerste/laatste glimp van de zonnescijf boven de horizon;
- de zonnestrallen worden in de atmosfeer afgebogen (refractie of straalbreking), waardoor we de zon hoger zien dan hij in feite staat.

Als je dit in rekening brengt, neemt de daglengte toe en gebeuren zonsopkomst en -ondergang noordelijker dan berekend. De grootte van het effect hangt o.a. af van de geografische breedte en de datum, en de refractie ook van luchtdruk en temperatuur. Volgens Jan Kragten varieert het op onze breedte van 5.5 min bij de equinoxen tot 7.3 min bij de solstitia [6]. Per dag toch mooi een klein kwartiertje winst!

### Referenties

- [1] Javier Moreno Bores, A new family of sundials with conical gnomon. NASS Compendium 5 nr. 2, 1998, p. 1-6.
- [2] Fer J. de Vries, Een kegel-zonnewijzer voor Babylonische en Italiaanse uren. Bulletin van de Nederlandse Zonnewijzerkring 1997 nr. 3, p. 30-31. Idem in Zonnetijdingen 9, 1998, p. 9-10.
- [3] P. Terpstra, Zonnewijzers, Wolters, Groningen, 1953, voetnoot op p. 101.
- [4] Fer J. de Vries, Kegelzonnewijzer met Italiaanse en Babylonische uurlijnen (vervolg). Bulletin van de Nederlandse Zonnewijzerkring 2002 nr. 2, p. 12-15.
- [5] Website van Kate Pond: <http://www.vermontsculpture.com/>
- [6] Jan Kragten, De zonnestraal en de straal van de zon met refractie. Bulletin van de Nederlandse Zonnewijzerkring 1988 nr. 1, p. 29-30.

Frans W. Maes (NL)