

ZONNEWIJZERS

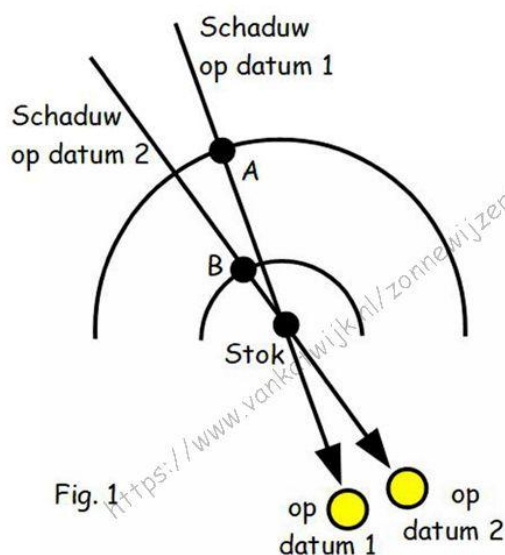
Hoofdstuk 16 De Spin Zonnewijzer.

Inhoud:

Inleiding	blz. 16.1
De DatumLijnen	blz. 16.2
De UurLijnen	blz. 16.3
Kromme van Opkomst en Ondergang	blz. 16.5
De lengte van de Gnomon	blz. 16.5
Tijd Aflezen	blz. 16.5
Spinzonnewijzer op lagere breedte	blz. 16.7

Inleiding.

Steek een (lange) stok in de grond en teken, bijvoorbeeld elke eerste van de maand om 11.00 uur 's ochtends, de schaduw die de zon daarvan geeft op de grond af. Je zult dan zien dat je iedere keer een andere schaduwlijn krijgt.



Als je nu voor elke datum bijvoorbeeld een cirkelboog kunt tekenen dan vind je op datum 1 bij deze tijd punt A en bij datum 2 punt B. Door voor alle dagen in een jaar dergelijke punten te bepalen ontstaat een gekromde tijdlijn. De Spin Zonnewijzer heeft zijn naam te danken aan deze gekromde lijnen.

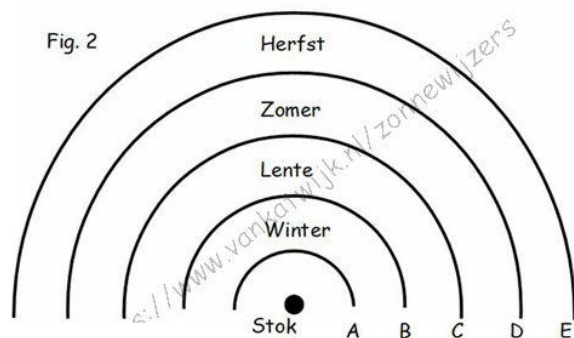
In Hoofdstuk 1 is de richting van de zon op een bepaald moment gedefinieerd als het Azimut. Daar werd gesteld: Het azimut (T) is de kleinste boog van de horizon vanaf N op noorderbreedte en vanaf S op zuiderbreedte tot de

verticaalcirkel over het hemellichaam. De Spin Zonnewijzer "werkt" met het azimut en is daarom een azimutale zonnewijzer. Uit bovenstaande blijkt dat je met een Spin Zonnewijzer niet tegelijkertijd de datum en de tijd kunt aflezen zoals bij een "gewone" horizontale zonnewijzer met een poolstijl en/of met gnomon met een gegeven lengte. Als de datum bekend is, dan kun je de tijd aflezen en omgekeerd.

ZONNEWIJZERS

De DatumLijnen.

Bij de spin zonnewijzer is er voor gekozen om te werken met cirkelvormige datumlijnen,



zodanig dat de cirkel met de kleinste straal (A) de datumlijn is van 22 december (de zon in SteenBok en de meest zuidelijke declinatie namelijk $-23,45^\circ$). Dit is op dag 356 van het jaar. De buitenste datumcirkel (E) geldt voor 365 dagen later en is dus ook een datumcirkel van 22 december. In de

tussenliggende afstand worden de dagen (dus niet de declinatie) evenredig verdeeld. Bij een verdeling in vier zones kunnen de seizoenen zoals in figuur 2 worden aangegeven. Evenzo goed kunnen er datumlijnen voor de eerste van elke maand of voor de data behorend bij de sterrenbeelden van de dierenriem getekend worden.

Naam	Symbool	Astrologisch teken	Zon in teken vanaf ca.	Astronomisch sterrenbeeld
Aries	♈	Ram	21 maart	Ram
Taurus	♉	Stier	20 april	Stier
Gemini	♊	Tweelingen	21 mei	Tweelingen
Cancer	♋	Kreeft	21 juni	Kreeft
Leo	♌	Leeuw	23 juli	Leeuw
Virgo	♍	Maagd	23 augustus	Maagd
Libra	♎	Weegschaal	23 september	Weegschaal
Scorpio*	♏	Schorpioen	23 oktober	Schorpioen
Ophiuchus		niet in tropische dierenriem		Slangendrager
Sagittarius	♐	Boogschutter	22 november	Schutter
Capricornus	♑	Steenbok	22 december	Steenbok
Aquarius	♒	Waterman	20 januari	Waterman
Pisces	♓	Vissen	19 februari	Vissen

Met behulp van de formules uit Hoofdstuk 7 zijn het dagnummer dn van een bepaalde datum en de bijbehorende tijdvereffening en declinatie te berekenen.

Berekenen van het dagnummer dn :

$$p = \text{int}((mnd + 9) / 12)$$

$$q = \text{int}(275 * mnd / 9) - 2 * p + dag - 30$$

$$\text{als schrikkeljaar } dn = q + p \text{ anders } dn = q$$

en de tijdvereffening en de declinatie:

$$L = DAGNR * 360 / 365,2422 - 80,412001 \text{ GRADEN}$$

$$TIJDVEREFFENING = -109,2587 * \sin(L) - 428,0240 * \cos(L)$$

$$+ 595,9691 * \sin(2L) - 2,1295 * \cos(2L)$$

$$+ 4,5072 * \sin(3L) + 19,2449 * \cos(3L)$$

$$- 12,7291 * \sin(4L) \text{ SECONDEN (in tijd)}$$

$$LAMBDA = L + 0,4365 * \sin(L) + 1,8636 * \cos(L)$$

$$- 0,0179 * \sin(2L) + 0,0089 * \cos(2L) \text{ GRADEN}$$

$$EPSILON = 23,43746 \text{ GRADEN}$$

$$DECLINATIE = \arcsin(\sin LAMBDA * \sin EPSILON) \text{ GRADEN}$$

ZONNEWIJZERS

In onderstaande figuur zijn de dagnummers bij de sterrenbeelden berekend. Als de

$p = \text{int}((\text{mnd} + 9) / 12)$ $q = \text{int}(275 * \text{mnd} / 9) - 2 * p + \text{dag} - 30$ als schrikkeljaar $dn = q + p$ anders $dn = q$				
	mnd =	dag =	p =	dn = q =
	12	22	1	356
	1	20	0	20
	2	19	0	50
	3	21	1	80
	4	20	1	110
	5	21	1	141
	6	21	1	172
	7	23	1	204
	8	23	1	235
	9	23	1	266
	10	23	1	296
	11	22	1	326

straal van cirkel A bijvoorbeeld R1 is en de straal van cirkel E is R2, dan is de straal van de cirkel van 21 maart (Ram):

$$R1 + (R2 - R1) * (80 + 9) / 365.$$

(De 356^e dag (R2) is

$$365 - 356 = 9 \text{ dagen voor 1 januari})$$

Op deze manier is voor elke datum de straal van de cirkel te berekenen en kunnen de datum-cirkels getekend worden.

De booglengte van de datumlijnen is ook afhankelijk van de betreffende datum. In de paragraaf "Kromme van Opkomst

en ondergang" wordt besproken hoe de coördinaten van deze kromme en dus de eindpunten van de datumlijnen berekend kunnen worden.

De UurLijnen.

In het volgende worden de lengte correctie en de tijdvereffening niet meegenomen.

Lengteverschil in tijd is besproken in Hoofdstuk 3 en de tijdvereffening in Hoofdstuk 5 en verder (zie ook onderaan deze bladzijde). In de figuren op bladzijde 5 en 6 is wel rekening gehouden met de lengte correctie en de tijdvereffening.

Op een bepaald tijdstip (Ware Tijd) is de uurhoek P bekend. Door nu de dagen te laten "lopen" (zie ook Hoofdstuk 8 Praktisch gebruik van de uniforme methode) kan op elke dag de Declinatie (en de TijdVereffening) worden berekend (zie bovenstaande). Met de bekende geografische breedte (b) van de plaats van de zonnwijzer, de declinatie van de zon op die dag (d) en de uurhoek (P) van de betreffende tijdlijn kunnen de hoogte (h) en de Ware Peiling (WP) van de zon worden berekend. Dit gebeurt met de bekende formules van Hoofdstuk 1 Astronomische Basiskennis:

$$\sin(h) = \sin(b) \sin(d) + \cos(b) \cos(d) \cos(P) \text{ en}$$

$$\cos(T) = (\sin(d) - \sin(b) \sin(h)) / (\cos(b) \cos(h))$$

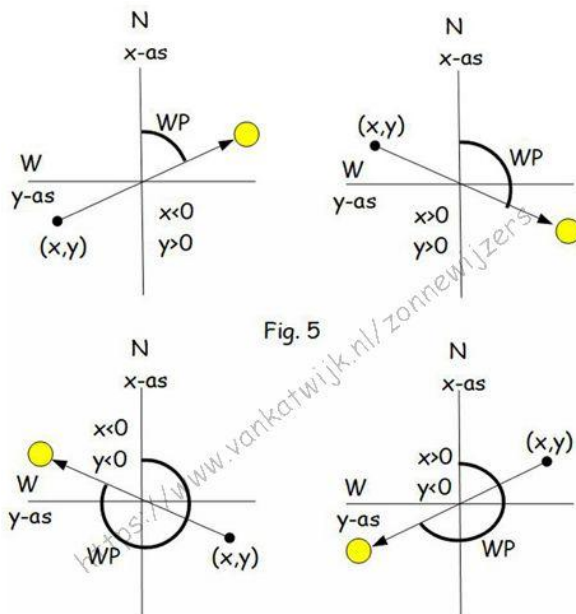
Dit levert een hoek T tussen 0 en 180 graden. Om de Ware Peiling te vinden geldt:

$$WP = T \text{ als } 180 \leq P < 360 \text{ en } WP = 360 - T \text{ als } 0 \leq P < 180$$

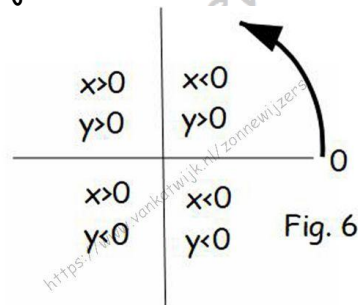
Vanzelfsprekend wordt de Ware Peiling alleen berekend als $h \geq 0$ (zon boven de horizon).

De afstand L vanaf de gnomon (stok) wordt berekend zoals de straal van de datumlijnen is berekend: $(R1 + (R2 - R1) * (\text{DagNummer} + 9) / 365)$.

ZONNEWIJZERS



Kies een rechtsdraaiend assenstelsel met de x-as in de richting Noord (zie de fig 5). Punt (x,y) is het berekende punt bij de getekende Ware Peiling en lengte L. In figuur 5 zijn de vier kwadranten getekend waarin de richting van de zon kan vallen met de bijbehorende tekens van x en y.



In figuur 6 zijn deze tekens getekend in de "eenheidscirkel" uit de goniometrie. Daaraan is te zien dat x berekend moet worden met $-\cos(WP)$ en y met $\sin(WP)$. De coördinaten worden dus gevonden met de formules: $x = -L \cdot \cos(WP)$ en $y = L \cdot \sin(WP)$. Door te werken met $P = \text{UurHoek} - \text{tijdvereffening} + \text{DeltaLengte}$ ontstaat de tekening op blz 5.

Door deze punten te plotten, ik heb gekozen voor punten om de tien dagen, ontstaan de tijdlijnen. De spin zonnwijzer op bladzijde 5 is gemaakt voor $52,5^\circ$ N en 5° E.

Op 22 december is de tijdvereffening klein.

Het verschil in doorgang van de zon met 12.00 uur is daarom vrijwel alleen afhankelijk van het lengteverschil (wintertijd; $((15^\circ - 5^\circ) \cdot 1 \text{ uur}) / 15^\circ$ ofwel 40 minuten. De zon staat daarom om 12.40 uur wintertijd in de meridiaan (zie de Noord-Zuid lijn in de tekening).

Kromme van Opkomst en Ondergang.

Door de dagen het jaar rond te laten "lopen" kan weer bij elke dag de declinatie (en de tijdvereffening) berekend worden.

In Hoofdstuk 1 is voor de uurhoek bij opkomst gevonden:

$$\cos(180^\circ - EP) = \tan(b) \cdot \tan(d).$$

Hiermee is de uurhoek bij opkomst (en ondergang) op de betreffende dag te berekenen.

Net als in de paragraaf "Uurlijnen" kunnen bij bekende breedte (b), declinatie (d) en uurhoek (P) de hoogte (h) en de ware peiling (WP) op elke dag berekend worden.

Met de WP en de lengte $L (= (R1 + (R2 - R1) \cdot (\text{DagNummer} + 9)/365))$ worden de coördinaten (x, y) berekend. In de tekeningen op bladzijde 5 en 6 zijn de punten op deze kromme om de vijf dagen.

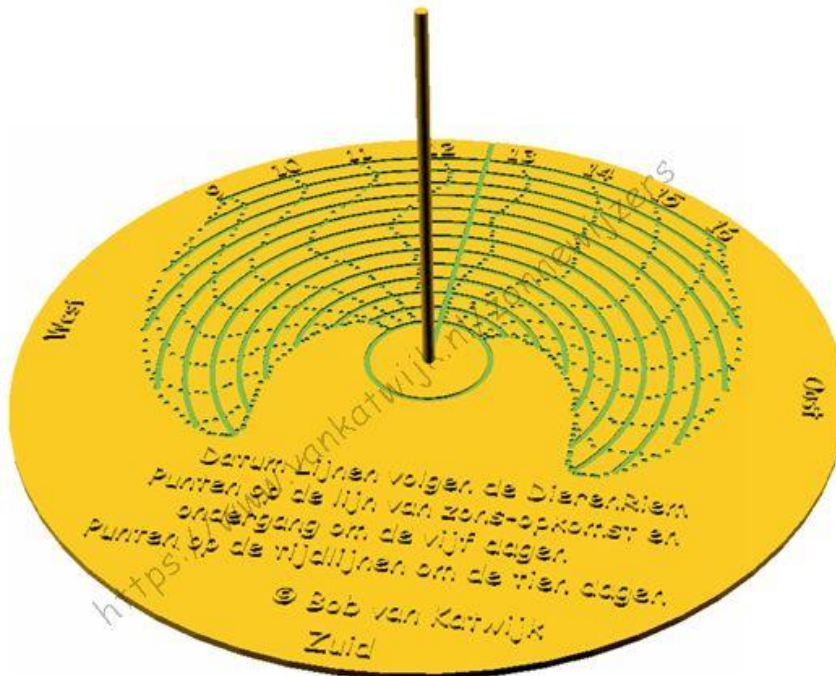
ZONNEWIJZERS

De lengte van de Gnomon.

De grootste hoogte van de zon wordt bereikt op 21/6 (Kreeft) als de declinatie = $23,5^\circ$.

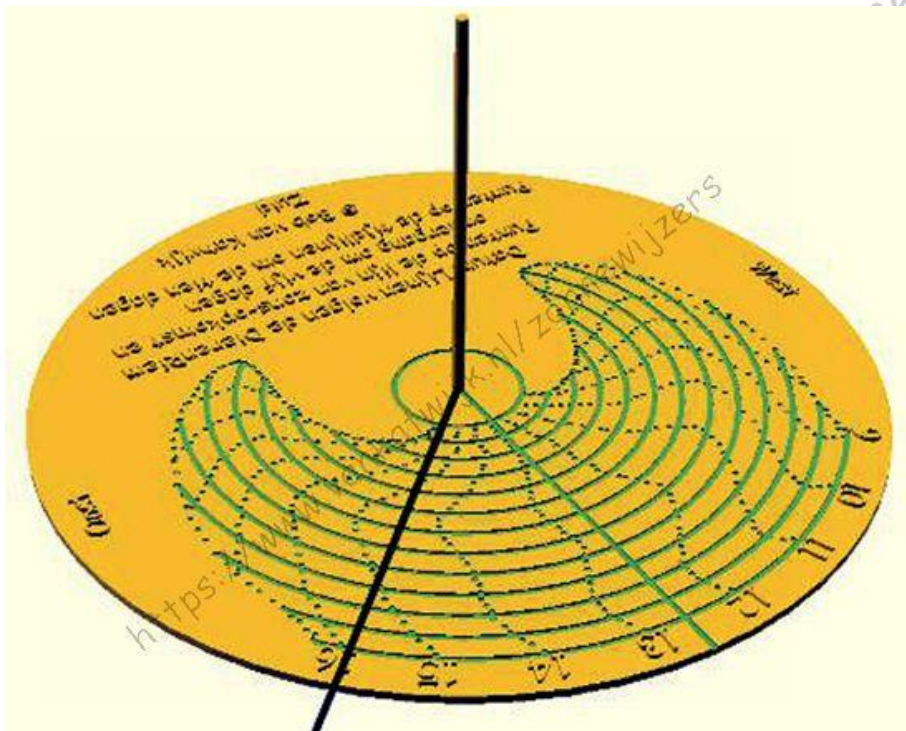
Bereken met de bekende formule de hoogte (h) van de zon op 21 juni.

De hoogte van de gnomon moet dan minstens $(R1+(R2-R1)/2) * \tan(h)$ zijn.



Tijd Aflezen.

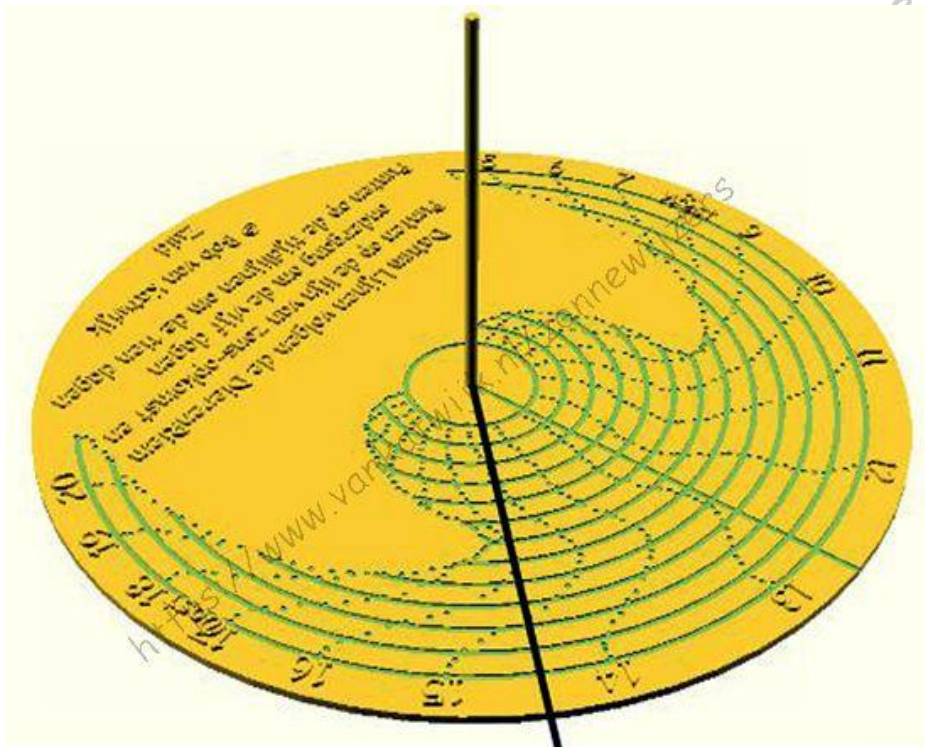
(de cirkel met de kleinste straal is de datumlijn van 22 december)



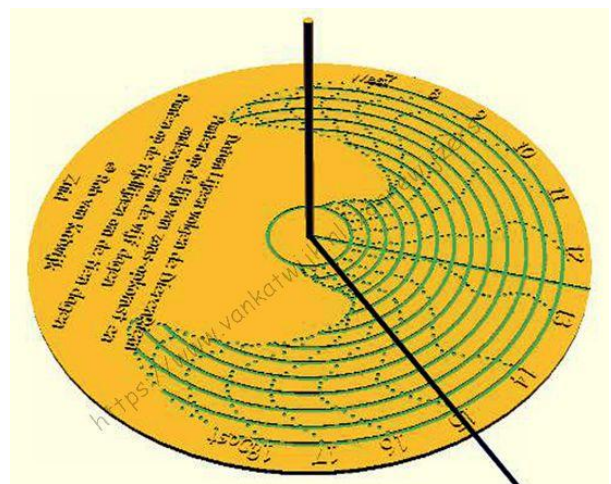
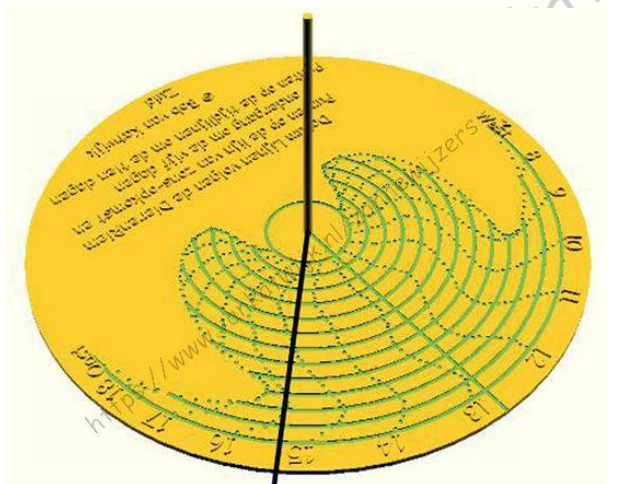
Op bovenstaande spin zonnenuijzer is het eind december 16.00 uur.

ZONNEWIJZERS

Het is natuurlijk ook mogelijk om een andere datum bij de kleinste datum cirkel te kiezen. In onderstaande tekening is niet 22/12 (Steenbok), maar 21/6 (Kreeft) de datum van de kleinste cirkel. Dat wil zeggen dat de eerste en de laatste datumlijnen van de figuren op bladzijde 5 in onderstaande figuur samenvallen in de middelste (7^e) datumlijn. Als het eind december ongeveer 16.00 uur (op onderstaande spin zonnewijzer op de middelste cirkel af te lezen) is dan is het eind juni (zon in dezelfde richting, zelfde azimut) ongeveer 14 uur 30 min.



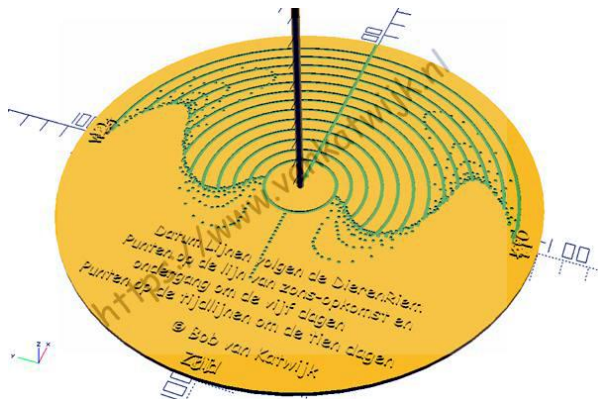
De linker tekening hieronder heeft als kleinste cirkel 21 maart (Ram), de rechter tekening heeft als kleinste cirkel 22 september (Weegschaal). Op bovenstaande en onderstaande tekeningen is te zien dat het, bij gelijk azimut, eind september ongeveer 15.00 is en eind maart ongeveer 15 uur 20 min (en 16.00 uur eind december en 14 uur 30 min eind juni).



ZONNEWIJZERS

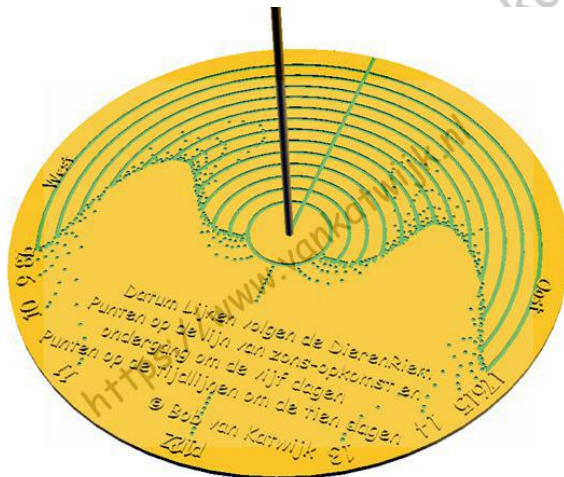
Spinzonnewijzer op lagere breedte.

Onderstaande tekeningen gelden voor een waarnemer op de evenaar.



In de linkerfiguur is de kleinste (en grootste) datumcirkel de cirkel van 21 maart (Ram). Op 21 maart (Ram) en 23 september (Weegschaal) is de declinatie van de zon gelijk aan de breedte, namelijk 0° . Voor deze waarnemer blijft de Ware Peiling van de zon op deze dagen in de ochtend 090° en in de middag 270° . Dat is de reden dat in deze tekening de tijdlijnen op deze data en alle tijdsaanduidingen op

de rand van de zonnewijzer samenvallen. Tussen 21 maart en 23 september is de



declinatie noord. Alle tijdlijnen liggen in deze periode zuid van de tijdlijn van opkomst en ondergang. Rond de data van de punten Kreeft en Steenbok is deze zonnewijzer misschien nog tussen 09.00 uur en 15.00 uur af te lezen, maar duidelijk is het niet. De zonnewijzer in de linkerfiguur heeft als kleinste en grootste datumcirkel de datum van 21 juni (Kreeft). Aan de rand zijn nu wel tijd aanduidingen te zien, maar ook met deze tekening zal het duidelijk zijn dat de spinzonnewijzer

het best tot z'n recht komt op hogere breedte.

Voor de volledigheid is hieronder nog een tekening van de spinzonnewijzer voor een waarnemer op 23.5° Noorderbreedte opgenomen. De kleinste en grootste datumcirkel gelden voor 23 september (Weegschaal). Vergelijk ook deze spinzonnewijzer met de zonnewijzers voor 52.5° Noord op de vorige bladzijden.

