



De Zonnewijzerkring

voor belangstellenden in de gnomonica

BULLETIN ⁱ 8

M A A R T 1 9 8 1

I N H O U D

- 301 Mededelingen - Zonnewijzers in Nederland - Ledenlijst.
- 303 ZAKZONNEWIJZERS. dr. J. G. van Cittert - Eymers.
- 310 EEN EEUW VERDER TERUG: Van de REGIOMONTANUS-PLAAT naar het
VENETIAANSE SCHEEPJE. J. A. F. de Rijk.
- 318 De uurlijnen op HET HOOGTEMETENDE HANGERTJE MET HELLEND
ACHTERVLAK. F. J. de Vries.
- 321 POLAIRE ZONNEWIJZERS MET LINEAIRE SCHAAAL. W. G. A. Bits.
- 327 Een motto van Philippus van Lansbergen.
- 329 Maximum declinatie en helling van de ecliptica,
met een opheldering van Jean Meeus.
- 331 ¹-Guide Gnomonique: NOORD ENGELAND en SCHOTLAND. M. J. Hagen.
- 336 LE TOURNESOL - Over PERKzonnewijzers. J. N. A. Gerard.
- 340 EEN ONTDEKKING OP DE FRAEYLEMABORG - E. L. H. Roebroeck.
Over PARKzonnewijzers.
- 345 EEN FORMULE VOOR DE TIJDSVEREFFENING. Th. J. de Vries.
- 350 Literatuur.

Door een abuis sluit pag. 336 niet direct aan op
pag. 335. Zodoende komen de even nummers rechts
en de oneven bladen links, en de nummering in de
binnenhoek. Excuses!

Correspondentie-adres: M. J. Hagen, Beekbergen, Molenberg 45
7364 B V LIEREN. Telefoon 05766 - 1278

Penningmeester: F. J. de Vries te Eindhoven. Girono.51 88 37

DE LEZERS HEIL ! Allemaal terug van de crocus-vacantie? Dan is hier weer wat post om U een goede voorbereiding te geven voor de eerstvolgende bijeenkomst op 21 Maart.

Zoals we zien heeft men deze winter niet stil gezeten: Slapeloze nachten van de drie RRR : de Rijk & het Raadsel van Regiomontanus! En Th. de Vries verging het als een topsporter die de laatste onderdelen van een seconde er uit persen wil, ten koste van vele druppelen zweet. Maar dan weet U ook alles van Tijdsvereffening als U dat gelezen hebt, terwijl Christiaan Huygens nog zei - in een brief aan Petit -

"...entreprendre à esclaircir l'explication d'une matière qui est des plus obscures et intriquées en toute l'Astronomie, à scavoir celle de l'Equation du temps. Je me souviens que j'ay eu de la peine devant que de la pouvoir entendre à fonds, et maintenant je n'en ay pas eu moins, à la traiter en sorte qu'elle vous pust estre intelligible".

Het is of als ik De Vries helemaal in Frinsenbeek hoor zuchten.

Maar - laat U toch niet weerhouden een zonnewijzer te maken met tijdsvereffeningslussen, want dan hoeft U maar een gemiddelde waarde te hebben, uit een tabel te nemen.

'tussen deze zware stukken in iets lichtere kost, als U vermoeid raakt door de formules - maar Gerard en Roebroek laten U niet de tijd om in te dutten: het wordt deze zomer: vroeg uit de veren en de oogjes goed open!

De Brabantse leden hebben een mooi potje op het vuur: Een excursie op 20 Juni waarschijnlijk, door het westelijk deel van N. Brabant. Nadere mededelingen op de a.a. vergadering, en later per convocaat.

De Kring vaart voort; langzamerhand krijgen we wat meer bekendheid. Zo staat ons adres ook in de Sterrengids en dat levert wat reactie's op, maar gelukkig schrijven niet alle 20.000 Teleac-cursisten. Via allerlei instantie's komen zonnewijzervragen vaak bij De Koepel, die ze dan naar ons doorspeelt. Dat varieert van hulp voor een opstel of werkstuk op school tot vragen gedetailleerd over een berekening; verzoeken van een oudercommissie om te adviseren over een zonnewijzer op het schoolplein bij de nieuwe school tot vragen over restauratie van antieke zonnewijzers.

En sommige dingen gaan dan de mist in, zoals bij die oudercommissie die er veel voor voelde, maar "deskundigen" vonden het plein niet geschikt voor een zonnewijzer. Sic! Laat dan maar.

Idem bij een oude lodenzonnewijzer, verweerd en met lage stijl, van het landgoed Singraven, waar enkele leden mee bezig geweest zijn, maar waar men niet inging op onze voorstellen.

Een mooier geluid is het volgende: De Zwolsche Algemeene te Utrecht wilde het jaarverslag 1980 illustreren met plaatjes van Utrechtse zonnewijzers. Kijk eens of U het tegenkomt. Maar bovendien: die maatschappij biedt aan de restauratie, of beter de opknapbeurt te bekostigen van de grote zonnewijzer aan de St. Nicolaaskerk te Utrecht (de Klaaskerk). We zijn nu bezig met voorbereidingen.

De zonnewijzer van Oosthuizen begint nu langzamerhand op te schieten.

Een verfomfaaide armillosfeer met buiten-hulpcirkels, van het landgoed Duin-en-Kruid-berg, eigendom van A.B.N. is gerestaureerd door Blokhuis.

De zonnewijzer aan de M.H.Kerk te Breukelen is klaar. Opschrift: TIJD VERGLIJDT, Onderaan staat: MCMLXXX, het jaar van de restauratie, Verdeling in halve uren, VI - VI. Stijl met ondersteun. (Men ontdekte een z.w. op een oude tekening van Jan de Beyer, en naar dat model is de nieuwe z.w. door ons berekend).

De z.w., die op pag. 300 op het nippertje meegingen, waren: Amsterdam 17. Weesperzijde 33b, bij de Nieuwe Amstelbrug, juist tegenover de Ceintuurbaan. Op de gevel staat ook ANNO 1884. De z.w. is decoratief, maar hij staat op een + 75° naar west afwijkende muur, en er klopt dus niets van, zie tekening op pag. 300. Rotterdam 4. Juister adres: Binnenwegplein 3 - 5. Aan de gevel van

het winkelpand van Jungerhans. Erg aardig!

Arnhem 6. POORT VAN DE ZON. Een imposant beeldhouwwerk van Marius van Beek, à la Stonehenge. Te vinden in de wijk Holthuis, Dokkumerlaan, een voetpad in tussen no 9 en 11, in het Immerloopark, tegen de Huissense Dijk. Door een vizier ziet men bij het equinoct de zonsopgang, en op 21 Juni geeft de "spiegelsteen" een reflex in de poort. Evenmin als bij bv. het Zonne-Observatorium van Morris in de Flevopolder moet men hier astronomische nauwkeurigheid verwachten. Zo ziet men op 12 uur ware zonnetijd een afwijking van bijna 4° tussen poortvlak en N-Z-richting. En...de kompasafwijking²⁾ (volgens topogr. kaart) is voor 1980 ruim 4° . Aha! - De poort is onthuld met een groot midzomernachtfeest op 21 Juni 1980. *1) Van N naar O. 2) Van N naar W.*

Arnhem 7. In de Buitenpostlaan 2, vlak om de hoek van bg. Dokkumerlaan, staat een leuke stralende z.w., verticaal, op een pergola. Het idee is aardig, maar direct is te zien dat de verdeling van de uurlijnen niet klopt. Geen nood: de stijl zit centraal in een soort kogelgewricht, en af en toe wordt het eens bijgesteld. Sic! Door de bewoner gemaakt 1977.

Eerst nu een kreet van de penningmeester: Voor zover nog niet gedaan: gaarne overmaken van de contributie 1981 f 30.- op giro 51 88 37 t.n.v. F. J. de Vries te Eindhoven.

ERRATA: VII 270 middenin: de sterren gaan elke dag 4 min. vroeger op.

- Op de bijlage bij de astrolabe: Kochab = Bèta Ursae Minoris. (pag.2).

V 161, Jaipur: niet 60 tympanen - maar: uit 60 stukjes gemaakt.

VI 199. Bijvoegen bij Bürgi: zie pag. 225

225 na "omgekeerde tijdsvereffeningscorrectie" drie regels verder bij de tafelklok "omgekeerd" doorschrapen.

MUSEA: In het Arnhem's Gemeentemuseum was een tentoonstelling over de Poort van de Zon - zie hierboven.

Stedelijk Museum, Amsterdam, opent 27 Febr, tentoonstelling "Fantastische Architectuur", waar o.a. de observatoria van Jaipur te zien zijn. Zie Bull. VI 215.

Astrolabe. Op 17 Jan. zaten in Utrecht 8 leden te oefenen met een astrolabe, terwijl De Vries F.J. een grote demonstratieschijf had om de zaak te verduidelijken. Coelman bracht mee de Bezonningsschijf TNO, gemaakt volgens hetzelfde principe als de schijven van Swierstra en de Sundicator van Thomas Spencer, zie bull. IV 111.

Ook kwam ter sprake de Bezonningstafel. Deze wordt 21/3 gedemonstreerd.

Er kwam contact met de Commission des cadrans solaires, président Robert Sagot, een onderafdeling van de Société Astronomique de France. Ik had vorig jaar gestuurd onze Aanvulling "Zonnewijzers in Nederland". Hij zond nu "Cadrans solaires de l'Eure" (zie Lit.307). Men werkt er hard aan de inventarisatie; 3000 fiches bijna.

België: In Luik heeft Bosard de restauratie verzorgd van een prachtige middagstrip in de hof van het Paleis van Justitie.

Duitsland. Arbeitskreis Sonnenuhren: congres 29-31 Mei, in Salem bij het Bodensee. Inlichtingen en programma bij Hagen te krijgen.

In memoriam WILLEM KASTELEIN

Op 21 November 1980 is te Leiderdorp overleden ons lid de heer W. Kastelein, oud 82 jaar.

Hij werd lid van onze Kring, kort na de oprichting, maar bezocht geen vergadering om zijn leeftijd. Hij liet wel van zijn belangstelling blijken. In "Zenit" publiceerde hij over oude instrumenten: Lit.no.99,100,105a,107,114,171. Hij ruste in vrede.

Welkom aan de nieuwe leden:

P.J.R.Pateer postbox 267 2600 AG Delft
J.G.T.M. Taudin Chabot Sinjeur Semeynsstr.8 1183 LE Amstelveen.
Mutatie: Dr.H.H.Mendel, ander telefoonno: 05750 - 26808

Dit type zonnewijzers is bedoeld om mee te kunnen nemen, al wandelende of werkende in de omgeving, dan wel al reizende. In het eerstgenoemde geval kan men een apparaat, dat voor die plaats geconstrueerd is, gebruiken. Dit type is reeds zeer oud. Enkele vormen ervan zullen hier genoemd worden, o.m. de cilindrische vorm, ook wel herdersklok genaamd en ook thans nog in gebruik bv. bij schaapherders in de Pyreneeën (zie fig. 1 e). Op een vertikale, meestal palmhouten, cilinder zijn voor de verschillende dagen van het jaar, bv. om de 10 dagen, vertikale lijnen aangegeven. De cilinder is afgedekt met een, om de as van de cilinder draaibaar, kapje dat de horizontale index draagt. Bij gebruik nu stelt men de index boven de juiste datumlijn en draait dan de zonnewijzer zó dat de schaduw van de punt van de index op diezelfde datumlijn valt. Die lijnen dragen (experimenteel vastgestelde) uurwaarden; de schaduw van de punt van de index geeft dan de tijd aan. De met dezelfde tijd corresponderende punten op de verschillende datumlijnen zijn onderling door (uur)lijnen verbonden, zodat men ook nog tussen twee datumlijnen interpoleren kan. Men vindt dit type beschreven o.m. in een 14e eeuws manuscript; het oudst bewaard gebleven exemplaar (uit 1455) bevindt zich in het Nationaal Museum te München. Men kent dit soort z.w. ook in een uitvoering waarop alleen gebedsuren aangegeven zijn, dus voor gebruik door monniken. Daaronder zijn zeer fraaie exemplaren, in ivoor uitgevoerd. Iets minder oud dan het cilindrische type is de zg. ringzonnewijzer (fig. 1f). Hier veroorzaakt een gaatje in den brede ring een lichtvlekje op de binnenzijde ervan. Soms staan op die binnenzijde schalen voor de verschillende maanden, meestal echter zit het gaatje in ^{de}deel, dat ingesteld kan worden op de datum.

Er bestaat ook een ander type zonnering, vervaardigd uit twee concentrische metalen ringen, welke scharnierend in elkaar bevestigd zijn. In "rust"toestand, d.i. in de zak van de waarnemer, liggen die ringen in één vlak, maar tijdens het gebruik worden ze loodrecht op elkaar gesteld. De buitenste ring (dan vertikaal hangend) is draaibaar in een ophanging (fig. 2); stelt men deze op de juiste breedte in, dan heeft de binnenste ring de helling van het equatorvlak. Loodrecht op deze binnenste ring is in de as van het apparaat een beugel aangebracht, waarlangs een diafragma met kleine opening op de datum instelbaar is. Laat men nu het toestelletje vrij hangen en draait men het zó dat zonlicht door deze opening vallend, juist de binnenste ring treft, dan geeft de daar gevonden lichtvlek de tijd aan. Deze zonneringen, van de 17e eeuw af in gebruik, komen zowel in groot als in klein (=zak) formaat voor.

Een geheel andere uitvoering van de zakzonnewijzer is de zg. drijvende zonnewijzer (fig. 3). In de bodem van een (dikwijls houten) doosje zit een kompas opgesteld, op welks

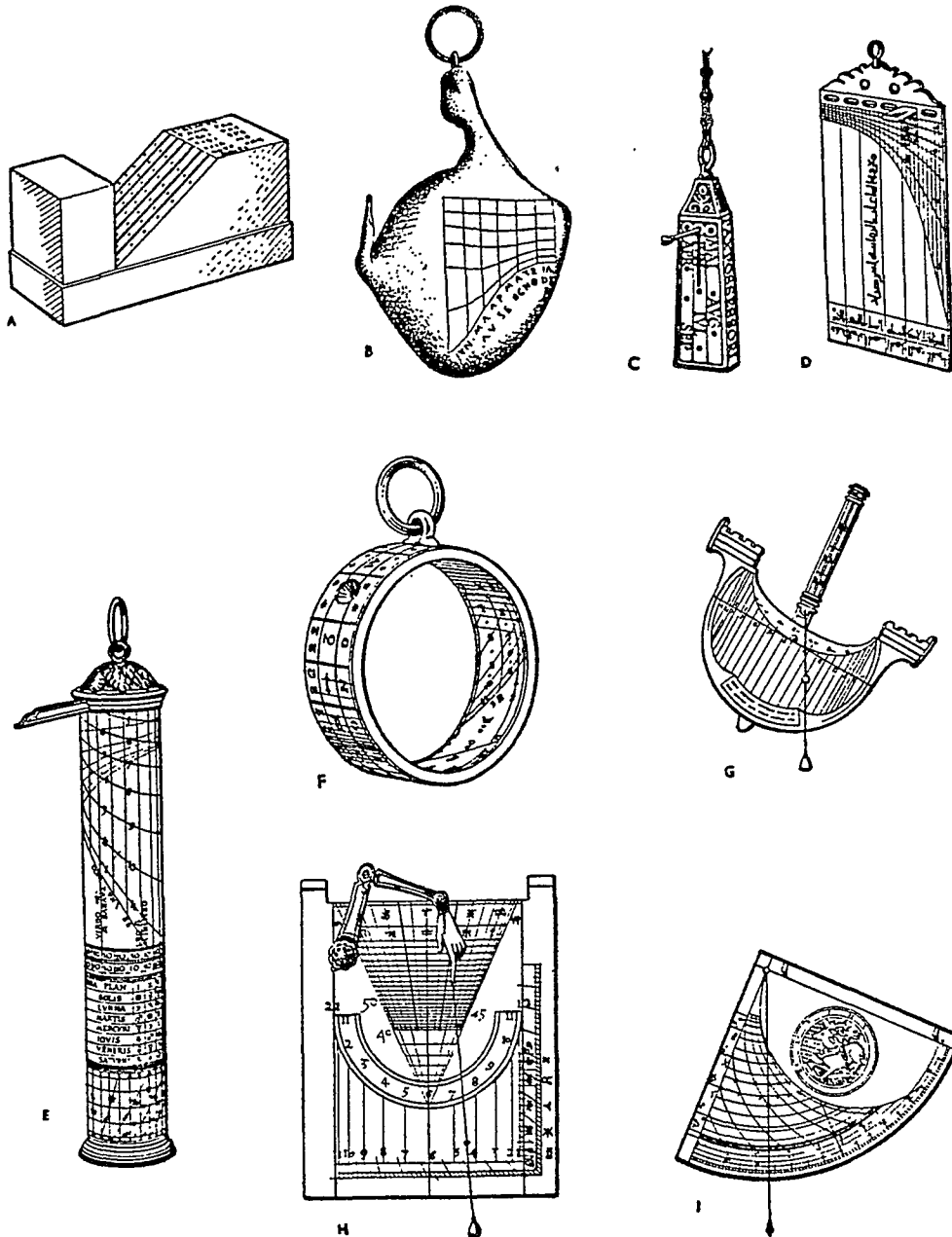


Fig.1 Zakzonnepijlers van verschillend model en uit diverse tijden:

- a. Egyptisch model, uit de tijd van Ptolemeüs
- b. Romeinse ham-vormige z.w., uit het begin van onze jaartelling
- c. Saksische z.w. Bishop's dial uit Canterbury, 10de eeuw.
- d. Islamitische z.w.
- e. Cilindrische z.w. (zg. Herdersklok)
- f. Ringvormige z.w., ca. 1600
- g. z.w. in de vorm van een schip
- h. universele z.w. (zie Bull.VII - Reclomontanus' uurplaatje)
- i. (zak)kwadrant.

(Ontleend aan lit.I

as een horizontale zonnewijzer aangebracht is, die dus "drijft" op het kompas. De kompasroos draagt ook de uurverdeling; de noord-zuid-richting wordt door het kompas aangegeven. Dit type dateert uiteraard uit de tijd van na de uitvinding van het magnetische kompas (waarschijnlijk 14e eeuw), maar werd voor bovengenoemd gebruik pas enkele eeuwen later (17e eeuw) toegepast.

Een andere uitwerking van z.w. met kompas ziet men in fig. 4, die wel voor zichzelf spreekt.

Men heeft ook kleine zak-kwadranten als zakzonnewijzer in gebruik gehad, soms in fraaie ivoeren uitvoering.

In het geval dat men met de zakzonnewijzer als uurwerk naar verschillende streken trekt, komt men op andere breedtegraden, dus moeten deze zonnewijzers ingericht zijn voor gebruik op meerdere breedtegraden. Maar dat heeft pas zin indien er ook enigszins betrouwbare kaarten bestaan, zodat men met een zekere nauwkeurigheid weet waar men zich bevindt. Die redelijk betrouwbare kaarten dateren pas van de 15e eeuw, zodat ook niet vóór die tijd de zakzonnewijzer voor reizen in gebruik kwam, genaamd "organum viatorum" of "reisinstrument".

Eén der oudste exemplaren van zonnewijzers, bruikbaar op meerdere breedtegraden is de navicula de Venetië (het zg. Schip van Venetië (zie fig. 1g), voor het eerst beschreven in een 14e eeuwse manuscript. De naam vindt zijn oorsprong in de vorm van de z.w.: de van verticale lijnen voorziene gebogen middenplaat lijkt op de vorm van een schip, terwijl de beide zijanten op voor- en achter-steven lijken. De "mast" bevat een breedteschaal. Men stelt het schietlood, dat de schaduw veroorzaakt, op de juiste breedtegraad. Het instrument moet dus vertikaal gehouden worden en zó gericht dat de schaduw van de ene "steven" op de andere valt. Het ophangpunt van het schietlood en de plaats van een bolletje erop corresponderen met de breedte van de plaats van waarneming en de datum; de tijd zelf leest men af op de lijnen op de "romp" van het schip. (zie De Rijk in dit Bull.) Regiomontanus (1436-1476) heeft dit type z.w. eveneens beschreven. (zie De Rijk in Bull. VII, 254 en 293, en in dit Bull.)

- Vele zakzonnewijzers, bruikbaar bij uiteenlopende breedtegraden zijn vervaardigd te Neurenberg, oorspronkelijk van metaal, later van hout (en veel later veelvuldig nageemaakt!!), maar ook buiten onze landstreken waren ze bekend, zoals o.m. blijkt ^{uit het feit} dat koning Duarte van Portugal tussen 1428 en 1437 in zijn boek "Leal Conselheiro" schrijft over "os relógios de agulha" (klokken met een naald). In 1492 publiceerde Erhard Etzlaub, een kompasmaker uit Neurenberg, een kaart over de omgeving tot 60 mijlen rond die stad, in ca. 1500 gevolgd door een kaart "Das Rom-Weg". Onderaan deze kaart staat een zakzonnewijzer met kompas afgebeeld. En in 1511 en 1513 publiceerde M. Waldseemüller een kaart van Europa, speciaal bedoeld voor het gebruik van zakzonnewijzers onderweg; in 1525 en 1530 geeft G. Erlinger (Augsburg) kaarten uit van het Heilige Roomse Rijk, waarop ook de zakzonnewijzer afgebeeld staat. We weten dus zeker dat rond 1500 deze instrumenten in onze streken gebruikt werden.

De meest bekende zonnewijzers voor dit doel zijn de zg. Neurenberger exemplaren, een vaak houten doosje, meestal rechthoekig, dat opengeklapt kan worden, zó dat de "deksel" loodrecht op de "bodem" komt te staan. In die bodem zit een kompas voor het instellen op de noord-zuid richting; daaromheen is een schaalverdeling met uur-indeling. Van een punt van de "bodem" uit is een draad gespannen naar een punt in de "deksel", zó dat deze draad de hellingshoek heeft, behorende bij de breedte van de plaats van waarneming. Daar men met dit instrument reist moet de draad onder verschillende hoeken kunnen staan; daartoe zit het bevestigingspunt ervan in de deksel in een verstelbaar schuifje. Deze instelbaarheid loopt voor z.w., gebruikt in onze streken bv. van 40° tot 60° . Op de binnenzijde van de deksel staan de uren ook dikwijls aangegeven, zodat dit apparaat zowel een horizontale als een verticale z.w. is. De uurindeling in deksel en bodem is meestal drievoudig.

Op de buitenzijde van ~~de~~ doosje is dikwijls een tabel met breedtegraden van verschillende steden geplakt. Er zijn ook analoge z.w., die op een andere wijze de instelling van de stijl voor verschillende breedtegraden hebben, nl. de instelling van de "deksel" t.o.v. de "bodem" met behulp van een (in rusttoestand neerklapbaar) graadboog (zie fig. 5).

De meest elegante oplossing vinden we bij het zg. vogeltjes-type; als index voor de hoek tussen deksel en bodem doet de "bek" van een vogeltje dienst, welk draaibaar is (om de verschillende breedtegraden aan te geven). Dit type wordt ook wel het Butterfield-type genaamd, naar de beroemde instrumentmaker Butterfield, van duitse origine, die zich in 1685 in Parijs vestigde, alwaar hij in 1724 overleed.

Ik wil dit beknopte overzicht niet beëindigen zonder te vermelden de bijzonder mooie zonnewijzer van John Bird (fig. 6). Deze is door zijn formaat, nl. $14 \times 15 \text{ cm}^2$, op de grens van bruikbaarheid als zakzonnewijzer, maar is zo kostelijk, dat ik deze niet onvermeld kan laten.

Het instrument bestaat uit een horizontale én een analemmatische z.w. (ingericht nog voor oude stijl). De vorm van de "voet", welke m.b.v. drie waterpassen horizontaal te stellen is, is een excentrische doorsnijding van een vierkant en een ellips. Een tweede plaat a van dezelfde vorm is m.b.v. een schaalverdeling op de breedtehelling te stellen. Op deze plaat is een derde, vierkante, plaat b verschuifbaar, welke met een zeer nauwkeurige schaalverdeling op datum resp. zonnedeclinatie in te stellen is (oude stijl; de nieuwe stijl is in Engeland eerst in 1752 ingevoerd). Plaat b draagt een cirkelvormige uurverdeling voor de horizontale zonnewijzer, tot op 2 minuten nauwkeurig verdeeld!, alsmede als index een gelijkbenige rechthoekige driehoek. De naar de pool gerichte hypotenusa van deze driehoek doet dienst als index voor de horizontale z.w. Op plaat a is een ellipsvormige uurverde-

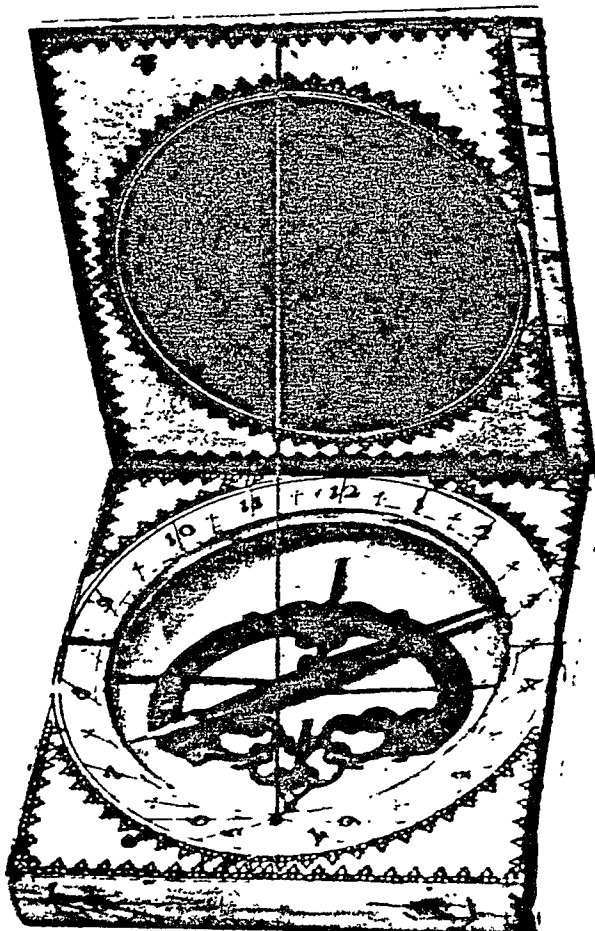
ling voor de analemmatische z.w. aangebracht, eveneens tot op 2 minuten nauwkeurig. Voor deze verdeling doet een rechthoekszijde van de driehoek dienst. Op de verschuifbare plaat b is van dag tot dag de waarde van de tijdsvereffening vermeld (bijschriften "watch slower" resp. "watch faster"). De noord-zuid instelling geschiedt door te zorgen dat beide zonnewijzers bij juiste instelling dezelfde tijd aanwijzen.

Deze z.w. is ook uitvoerig beschreven door P. Terpstra in zijn boekje "Zonnewijzers", Groningen 1953, blz. 127-131 en fig. 14, 62, 63.

In later jaren zijn zakzonnewijzers niet essentieel meer bij reizen, daar er dan horloges in gebruik gekomen zijn.

Gebruikte literatuur:

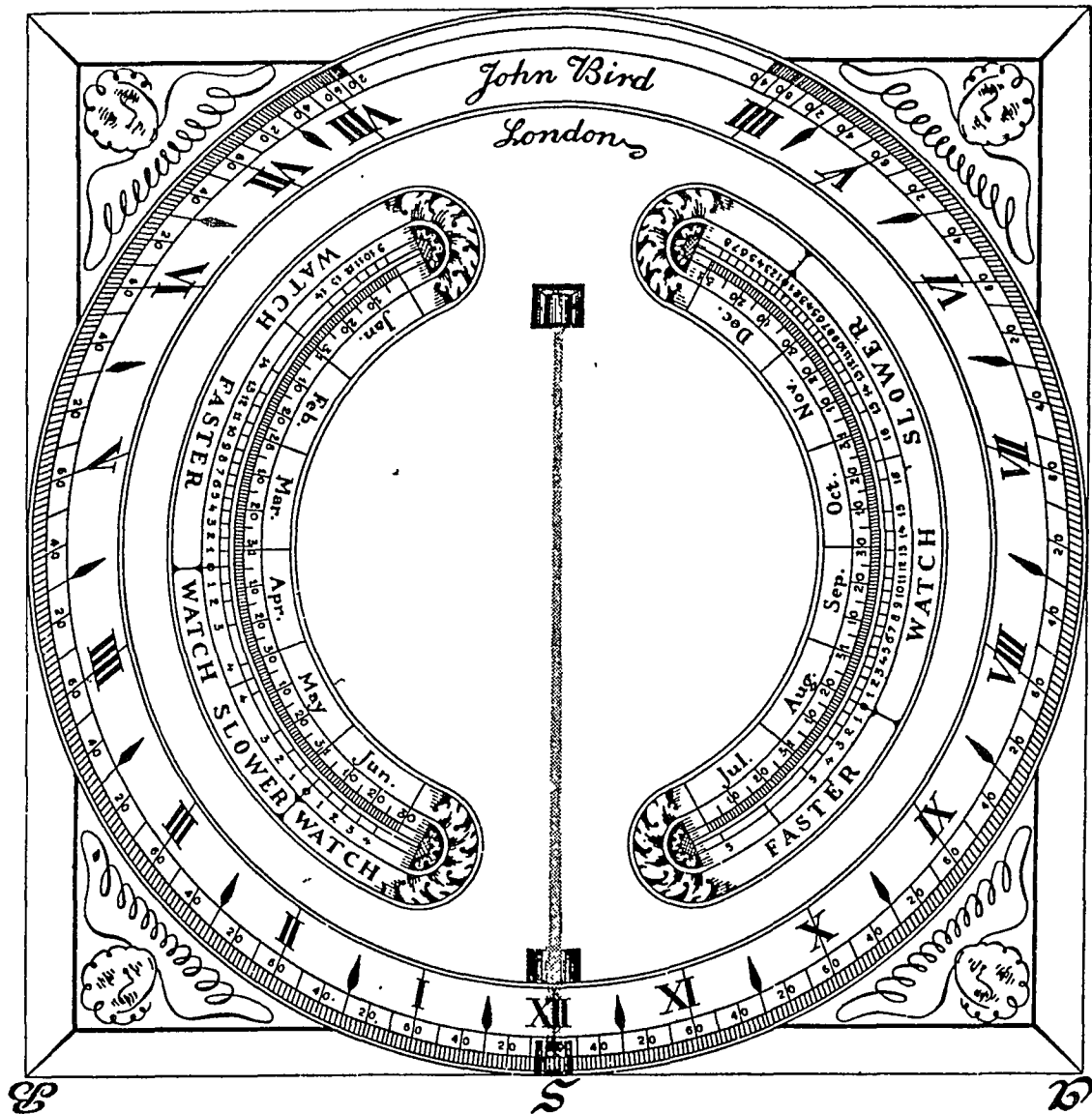
- I. History of Technology, III Oxford 1957
- II Ernst von Bassarmaan Jordan/Hans von Bertele: Montres, Horloges et Pendules. Presse Univ. de France 1964
- III René R-J-Rohr : Sundials. Univ. of Toronto Press 1970
- IV Les chefs d'Oeuvre de l'Horlogerie, Conférences prononcées au Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers. Paris 1949
- V. Ongepubliceerde aantekeningen van Dr. P. H. van Cittert bij (zak)zonnewijzers in het bezit van het Utrechts Universiteitsmuseum.



De heer Gerard beschikte over een mooie afbeelding van de hierboven beschreven plaat b die we op de volgende bladzijde vinden afgedrukt: een prachtig stuk graveerwerk!

Hiernaast is nog een combinatie te zien met een ellipsvormige schaal van de analemmatische zonnewijzer: de magnetische zakzonnewijzer van Bloud, Dieppe omstreeks 1666. Maar hier werken horizontale zonnewijzer en de ellipsschaal niet gelijktijdig: voor het gebruik van de horizontale z.w. moet men het apparaat op het noorden richten - en voor het aflezen van de ellipsschaal moeten de zijanten recht op de zon worden gericht, waarbij dan de magneetnaald de tijd aanwijst op de ellips. Dit ging goed in 1666 in Dieppe, want toen was daar de magnetische afwijking van het kompas = 0 maar dit instrumentje raakte snel in onbruik toen de zaak elders niet meer klopte.

N.B. niet de gnomon, maar de ellipsschaal is hier verschuifbaar, en op die schaal lopen de cijfers nu tegen de klok in.



De hiernaast beschreven plaat b van Bird. N.B. volgens Juliaanse kalender!

Terecht schrijft Mevr. Van Cittert dat zak- en reis-zonnewijzers niet essentieel meer zijn in deze tijd.

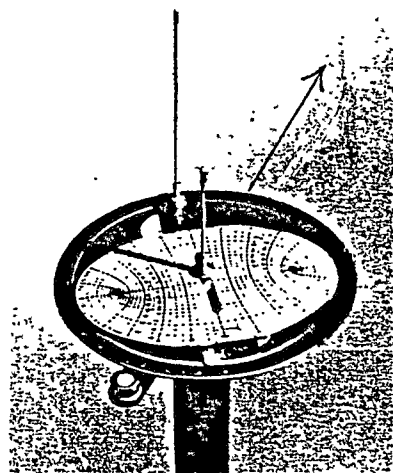
Het zal echter menigeen verbazen dat de Amerikanen tijdens de 2de wereldoorlog bij de tankslag in de Sahara weer gebruik maakten van de analemmatische zonnewijzer om zich te oriënteren, want een kompas in een oorlogstank is waardeloos.

Ik heb deze dingen uitgebreider in Zenit (Jan.1976) behandeld, maar de werking van het hier afgebeelde apparaat is, in het kort, aldus: We handelen net andersom: we moeten weten wat de horlogetijd is, en de correctie voor lengte en E; de gnomon staat vast terwijl de schaal verschuifbaar is, in te stellen op de datum; (er zijn vele ellipsen, elk voor bepaalde breedte, hier tussen 45° NBr. en 45° ZBr.)— en dan: rij mar an, ossewa !

Evenals bij Bird: het is wel een reis-z.w., maar nu niet direct een zak-z.w. want de plaat meet $\varnothing$ 22 cm en het kistje past ec. niet in het vestjeczakje.

-0-0-0-0-0-

Hagen.



Het U.S. Army — Universal Sun Compass.

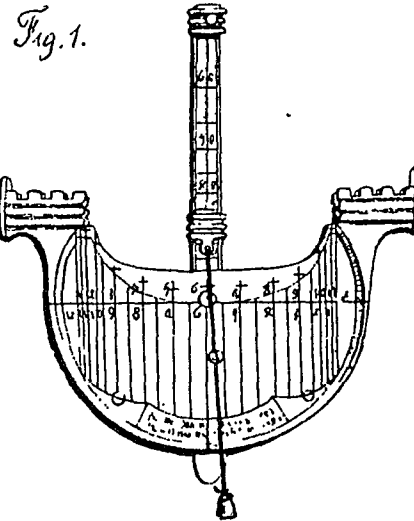
De foto is genomen terwijl ik a.h.w. naast de chauffeur zat. De lijn van libelle naar pijlpunt staat in de rijrichting. Het voertuig reed op 20 oktober, 10^h10^m zonnetijd, op 30° N.Br. De meridiaanstreep bij de perifere staaf stond toen op 35° , zodat het voertuig 35° in noordoostelijke richting reed.

EEN EEUW VERDER TERUG :VAN DE
R-PLAAT NAAR HET
VENETIAANSE SCHEEPJE. J.A.F.de Rijk

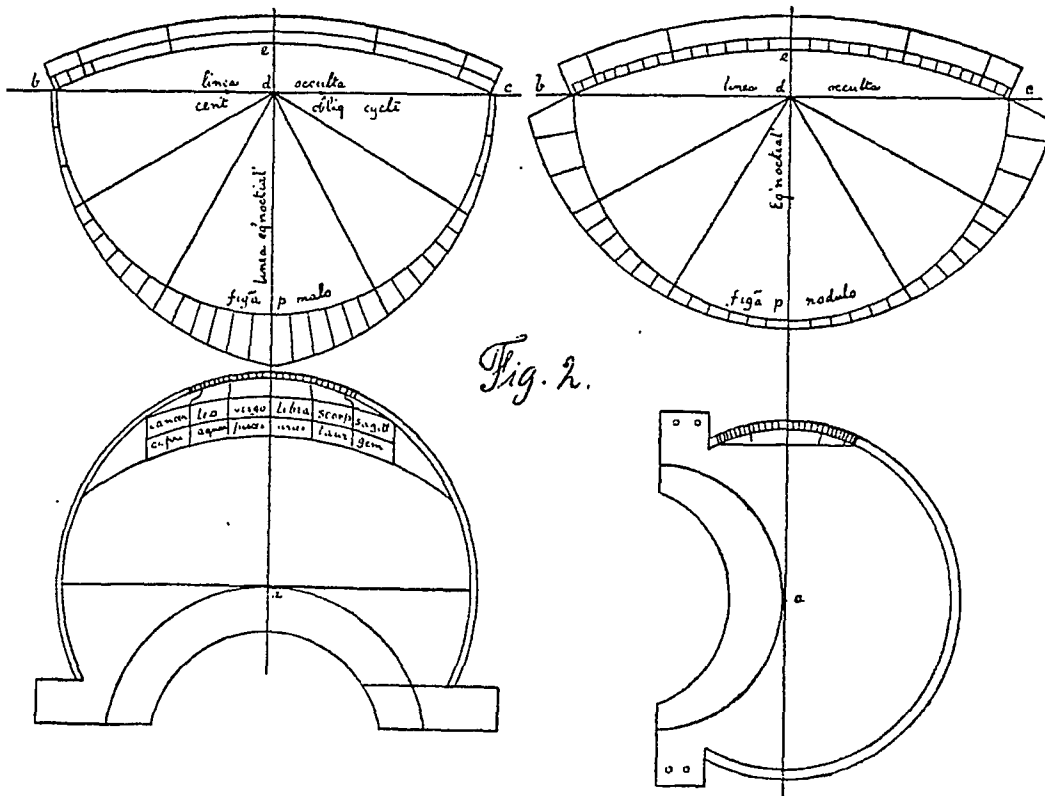
Vanaf het begin van de 14-de eeuw zien we enige uurplaten, die veel overeenkomst vertonen met de R-plaat (Zie Zinner p.116). Het NAVICULA DE VENETIIS neemt daarin een bijzondere plaats in, omdat het de oudste is. Een inventaris van boeken en instrumenten te Oxford, gedateerd 1350, vermeldt het Navicula expliciet! (Gunther). Er zijn maar weinig (niet veel meer dan vier) exemplaren bewaard gebleven, waarvan we er een hiernaast reproduceren.

We kennen verder enige (vrijwel gelijke) latijnse teksten, en een middel-englische, waarin constructie en gebruik volledig beschreven worden. Een latijns ms. (uit Oxford: MS Bodley 68) dat op het einde van de 14-de eeuw in het bezit was van de priester John Enderby, wordt door Gunther in zijn geheel gepubliceerd. Dit ms. bevat ook enige constructie-tekeningen, waarvan we er hieronder enige reproduceren (fig 2).

Het Engelse ms. dat Price publiceerd, komt uit Trinity-college cambridge en moet uit het laatste kwart van de 14-de eeuw stammen, te oordelen naar taalgebruik en schrift. In hetzelfde ms. worden ook de astrologische effecten van grote Jupiter-saturnus-conjuncties behandeld, waarbij vermeld wordt, dat er een in 1405 zal zijn. Vast staat dus: a. vóór 1350 was al een exemplaar van het instrument aanwezig en b. constructie en gebruiksaanwijzingen vinden we in



GERMAN SHIP DIAL, c. 1450.
Evans collection, Scale $\frac{3}{4}$.



NAVICULA DE VENETIIS. MS. Bodley 68, ff. 45, 41^r.

ms. die tussen 1375 en 1400 (maar zeker vóór 1405) geschreven zijn.

Waarom zijn deze feiten zo interessant? Omdat we in het Navicula de Venetiis de intuïtieve, mathematisch niet-exacte, voorganger (prototype) van de R-plaat hebben, zoals ik verderop hoop aan te tonen.

Het Navicula zet de volmaakte R-plaat tegen de achtergrond van een vroegere uitvinding. Daardoor maakt het 't verschijnen van de R-plaat minder mysterieus en tevens beklemtoont het zowel de wiskundige als de technische kwaliteiten van de R-plaat.

Er is nog iets: in deze voorloper vinden we een aanwijzing voor de gedachtengang die achter zijn constructie en die van de R-plaat schuil gaat.

1. Het Venetiaanse scheepje.

Dit bestaat uit twee delen: een half-cirkelvormige plaat (het schip), waarop vertikale uurlijnen staan: dezelfde als bij Regiomontanus.

Verder een staaf (de mast) die aan de achterkant van het schip zo bevestigd wordt, dat hij draaibaar is om het middelpunt van de cirkel.

Het schip heeft aan de onderkant een declinatieschaal (dierenriemtekens met graadverdeling). De mast steekt aan de onderkant iets over de cirkelrand, zodat men de mast een helling kan geven gelijk aan de declinatie van de zon op een bepaalde dag.

Ook aan een der zijanten van het schip is eenzelfde declinatieschaal aangebracht op de 12-uurlijn. Beide declinatieschalen zijn uitgezet met N als middelpunt.

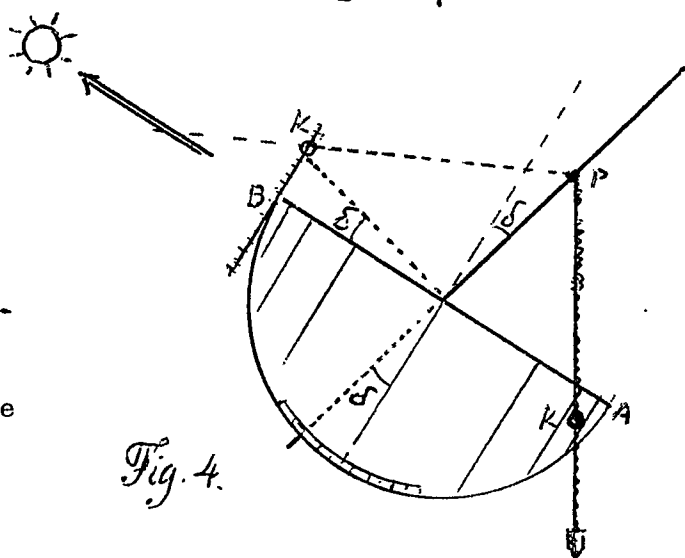
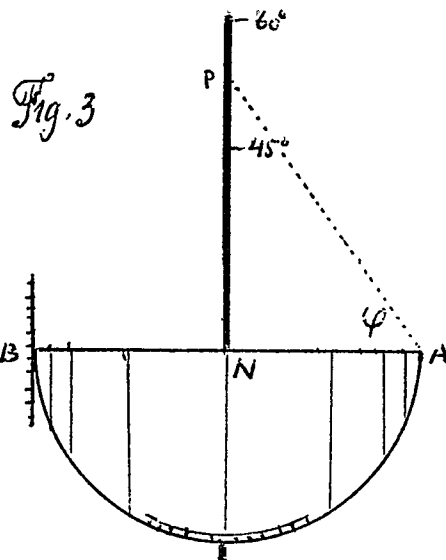
De mast draagt een schaal met breedtegraden. Deze schaal is op dezelfde wijze geconstrueerd als de breedteschaal op de R-plaat, n.l. zo, dat bij P een breedte φ staat waarvoor geldt $\angle NAP = \varphi$.

Om de tijd te bepalen (fig 4) bevestigt men een koordje aan de mast op de gewenste breedtegraad, daarna draait men de mast, zo dat de onderkant op de juiste declinatie staat. Dan trekt men het koordje strak over de declinatieschaal aan de linkerkant en trekt een kraaltje naar de juiste declinatie op deze schaal. Daarmee ligt de lengte van het koordje vast (PK).

Nu richt men het instrument zo op de zon, dat AB de richting van de zon aangeeft. Dit gebeurt bij de behouden ge-

bleven exemplaren met behulp van een vizierinrichting.

Men laat nu het koordje vertikaal hangen en dan zal het kraaltje op de uurlijn komen die de tijd aangeeft.



2. Vergelijking van de constructie van het Navicula met die van de R-plaat.

In figuur 5 (R-plaat) en figuur 6 (Navicula) hebben we beide constructies onder elkaar gezet.

De verticale uurlijnen zijn bij beide hetzelfde.

φ vinden we terug als $\angle QBN$ in figuur 5 en als $\angle PBN$ in fig 6. De zijdelingse declinatieschalen hebben we aan de linkerkant gezet; ze zijn in beide figuren identiek.

Een klein verschil treedt op bij de andere declinatieinstelling.

Weliswaar is $\angle QNQ' = \delta$ (fig 5) en $\angle PNP' = \delta$ (fig 6) en

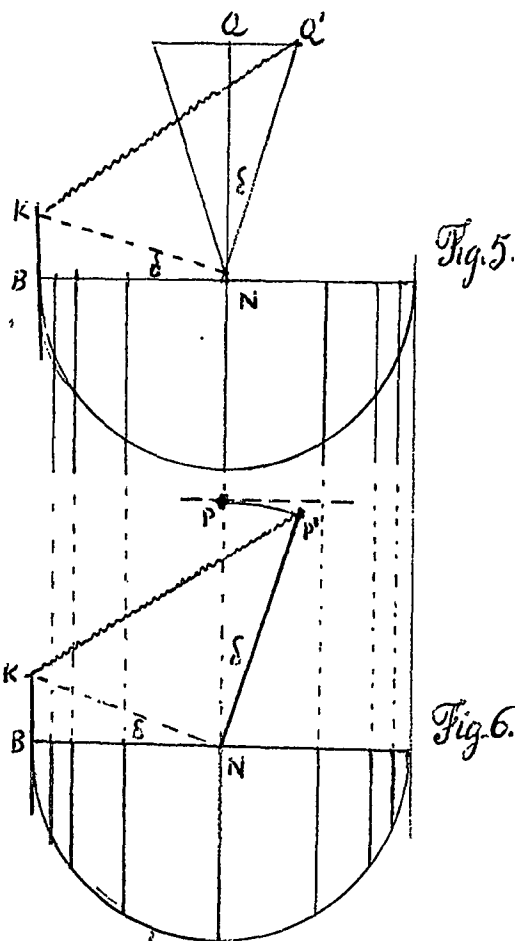
ook is $NQ = NP$
(fig 5) (fig 6).

maar $NQ' > NQ$ in fig 5, terwijl $NP = NP'$ in fig 6.

Daardoor worden de koordlengten in beide figuren ongelijk:

$KQ' > KP$!

Omdat we al weten, dat de R-plaat wiskundig exact is, is het zonder meer duidelijk, dat het Navicula dit niet is. De koordlengte KP' is te klein en boven dien zit het ophangpunt P' niet op de juiste plaats.



3. Intermezzo.

Wie fig. 3 vergelijkt met fig 1 en 2 zal een verschil opmerken, dat hem danig dwars kan zitten, omdat ik zo de nadruk leg op kleine verschillen tussen het Navicula en de R-plaat.

In figuur 1 is nl. de declinatieschaal aan de rechterkant op een cirkelboog uitgezet, die bovendien nogal ver van de 12-uurlijn staat. Die schaal zou recht moeten zijn en op de 12-uurlijn moeten liggen! Hetzelfde zien we in figuur 2. Deze afwijking is echter slechts schijn.

Gelukkig hebben we de uitgeschreven gebruiksaanwijzing bij het scheepje waarvan figuur 2 enige constructietekeningen geeft en deze toont aan, dat het kraaltje niet op de cirkelboog wordt geschoven, maar op de 12-uurlijn.

De middelengelse tekst (zie Price), die dezelfde figuren heeft als onze figuur 2, luidt als volgt:

"Whan thou wolt fynde the houre of the day.....than loke thou the distoucnce of the sunne from equinoccio or solsticio in signe & degre & putt there the maste. And than holde a threde vppon a like degre that is vppon the cerculer lyne vppon which thilke degre hath or schulde haue his contacte. ³if he were there. about ledinge the pynne in the coppe of the maste til that the knott were ri³t vppon the lyne of the ($\wedge$ 12.) houre."

In vrije vertaling: Als U het uur van de dag wilt vinden....kijk dan naar de afstand van de zon van het equinoxium of solstitium, zowel wat betreft het teken (vande dierenriem) als het aantal graden [m.a.w.:zoek de declinatie van de

zon op voor die dag] en plaats daar de mast. [m.a.w. draai de mast op de juiste declinatie] En houd dan een koordje op dezelfde graad die te zien is op de cirkelboog (rechts) waarop die graad is of zou moeten zijn d.w.z. dat je ook tussen twee streepjes terecht kunt komen, en dan moet je interpoleren.

Wat nu komt kan ik niet letterlijk vertalen, maar de bedoeling is duidelijk:

sla het touwtje om een pin die op de juiste breedtegraad van de mast is aangebracht en trek het koordje zover aan, dat de knoop (het kraaltje) op de 12-uurlijn komt te liggen.

De boog dient dus om de richting van het koordje te bepalen, maar de lengte van het koordje wordt toch gevonden, door het kraaltje daarna op te schuiven tot de 12-uurlijn.

4. Het scheepje suggereert een gedachtengang achter de constructie.

Het voorafgaande was een inleiding, die nodig is om te laten zien, dat er achter de constructie van het Navicula een eenvoudige gedachtengang schuilt, die geheel past in het mathematisch idioom van de 14-de eeuw.

Ik roep U nog even in herinnering waar we in het vorige artikel de grens bereikten waar we nog vrij zekere uitspraken konden doen (zie par 7 van : Op speurtocht naar een 15-de eeuwse gedachtengang in Bulletin no 7, p.254).

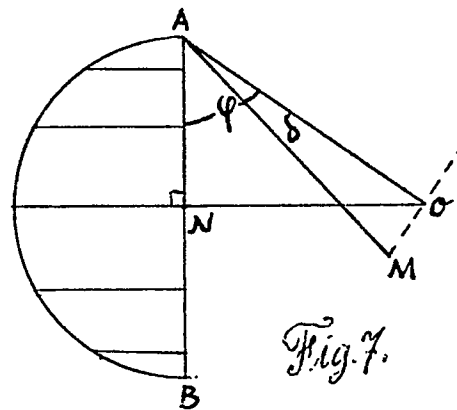
Uit de orthografische projectie volgde rechtstreeks een uurplaat (exact !) waarvan we het schema hier nog eens als fig. 7 reproduceren.

De halve cirkel op AB was de hulpcirkel met uurlijnen.

$\angle NAO = \varphi$ en $\angle OAM = \delta$, terwijl MA de exacte koordlengte was.

Verder is M het middelpunt van de bijbehorende hemelbolcirkel en MA de straal daarvan.

Hiermee was de constructie van de Capucijnerplaat gegeven en om van daaruit naar de R-plaat te komen begon ik te schuiven met de uurlijnenhulpcirkel.....zonder succes.

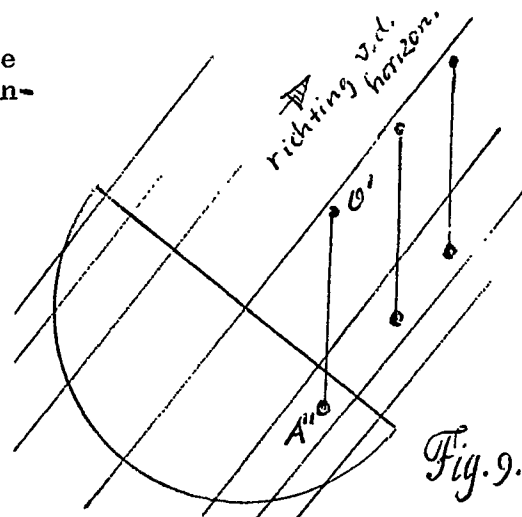


Bekijken we figuur 7 eens vanuit een andere gezichtshoek. Het lijkt veel op het Navicula de Venetiis: de halve cirkel is het scheepje met de juiste uurlijnen. NO is de mast, waarbij het punt O zich op de juiste plaats bevindt voor de breedte φ .

Bij de Navicula wordt NO rond N over een hoek δ gedraaid. Toen het goed tot me doordrong, dat ik zo'n draaiing nog helemaal niet had gebruikt bij mijn zoeken naar de afleiding van de R-plaat, realiseerde ik me welke gedachte achter deze draaiing schuil ging (of beter: schuil zou kunnen gaan).

Om U dit te verklaren moet ik de hemelbolcirkel aan figuur 7 toevoegen.

Het maakt echter niets uit bij het gebruik van het instrument, want alle uurlijnen van het scheepje lopen evenwijdig met de horizon. Stel nu, dat bij een bepaalde waarneming het ophangpunt van het koordje over deze horizon verschoven wordt (fig 9) dan blijft toch het kraaltje op dezelfde plaats tussen de uurlijnen.



CONCLUSIE: 1. De constructie van het Navicula volgt uit de orthografische projectie, gecombineerd met de vondst om een driehoek over de hoek δ te laten draaien.

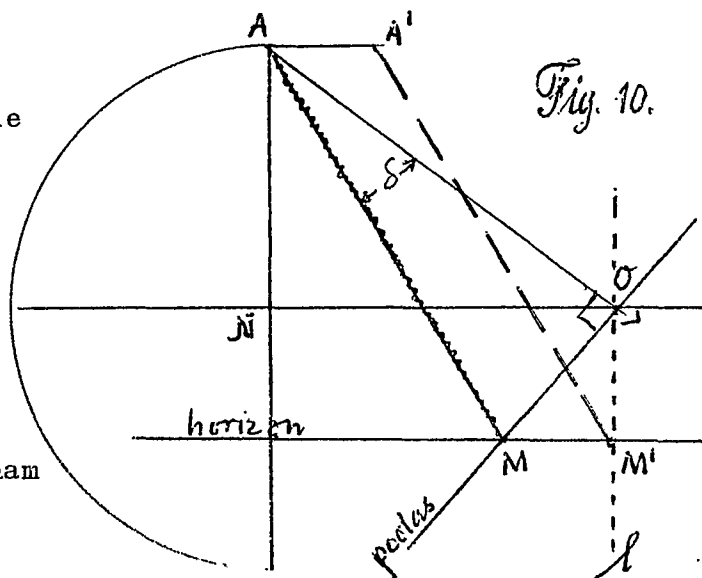
2. Het Navicula is wiskundig niet exact omdat het ophangpunt O' niet precies op de horizon valt, de koordlengte een weinig afwijkt en de δ -instelling op de zijdelingse schaal niet helemaal klopt.

Heeft men niet geprobeerd het Navicula te corrigeren? In de ms. is daar geen sprake van en ook de vroege exemplaren vertonen daarvan geen spoor. Een δ -correctie vinden we wel op een Navicula uit 1620 (Whipple-museum). Deze is aangebracht op de achterkant van de mast en alleen voor breedten tussen 50° en 60° . Maar dit is een correctie achteraf: de correcte R-plaat was toen al meer dan $1\frac{1}{2}$ eeuw bekend.

6. De verbeteringen van Regiomontanus.

Toen Regiomontanus geboren werd, was het Navicula reeds lang bekend en ongetwijfeld was de relatie tussen het Navicula en de orthografische projectie hem ook bekend.

Er kunnen twee voor de hand liggende redenen geweest zijn waarom Regiomontanus het instrument wilde verbeteren. Hoe fraai het Navicula ook oogde, het was met zijn draaiende mast geen handzaam instrument, én het was mathematisch niet perfect.



Om het te verbeteren was een nieuw idee nodig. In de constructie van het Navicula ligt uiteindelijk een evenwijdige verschuiving van het koordje besloten, maar dan wel van een koordje dat niet de juiste lengte had.

Beginnen we nu eens met het koordje AM (fig 10) zo te verschuiven dat M op de horizon blijft. Verschuiving naar M' (op de loodlijn l in O op de horizon) is aantrekkelijk, want deze M' ligt dicht bij het ophangpunt van het koordje, dat bij het Navicula iets uit de koers lag.

Misschien wordt hiermee de gewenste correctie bereikt.

kant en klaar vinden. Toevallig kennen we hier met zekerheid de werkelijke ontdekkers, zodat niemand zo dwaas zal zijn het auteurschap aan Euclides toe te schrijven. Verder stelt Price, dat deze Hellenistische vondst via arabische geschriften, tegelijk met de populaire astronomische tafels van Alfonsus in de 14-de eeuw uit Spanje geïmporteerd is. Ook deze uitspraak is moeilijk hard te maken. ^{x)} Ik zou ze alleen willen aannemen als een 14-de eeuwse (of vroegere) beschrijving of aanduiding van het instrument uit Spanje bekend zou zijn. Juist het ontbreken daarvan (terwijl er toch een overvloed van manuscripten uit Spanje over het astrolabium bekend is), doet mij ertoe overhellen te denken, dat het hier om een oorspronkelijke Engelse uitvinding gaat.

Zinner (p 111) komt tot de conclusie dat het Navicula "heel goed in de 14-de eeuw uitgevonden zou kunnen zijn" en verder: "Ver-moedelijk was de Engelsman John Slape de uitvinder." Deze uitspraak berust kennelijk op een bibliotheek-inventaris uit 1622 (van T. Allen), waarin wordt vermeld dat (een verder onbe-kende) John Slape een ms geschreven zou hebben, getiteld: De compositione navis, quadrantis et cylindre. U mag zelf Uw conclusie trekken! Aan de hand van de mij nu bekende gegevens kan ik niet meegaan met de veronderstelling van vroegere arabische bronnen, en de toeschrijving aan ene John Slape lijkt me te weinig gegrond. Ik houd het op: Engelse vinding; vóór 1350.

De geciteerde werken zijn:

Gunther, Early science in Oxford, dl II.

Price, The little ship of Venice—a middle english instrument tract
verschenen in: Journal of the history of medicine and
allied sciences. XV no 4 okt 1960.

Zinner, Deutsche und niederländische Astronomische Instrumente
des 11-18 Jahrhundert. München 1956.

Fuller, Universal rectilinear dials. Math. Gazette 1957, 41, 9-24

^{x)} Een geringe aanwijzing in die richting is te vinden bij Sédillot, Memoires sur les instruments astronomiques des Arabes, Parijs 1841. Fig 89 zou een onderdeel zijn van een soort astrolabe, waarin we de elementen van het Navicula terug kunnen vinden.

Een soortgelijke afbeelding moet te vinden zijn in ms. Digby 98; ff 75-77. Beide bronnen worden door Gunther vermeld (p 40).

De Rijk heeft nu het sleuteltje gevonden wat op vele doosjes zal blijken te passen! In een volgend bulletin komt daarover wel een vervolg, en dan komt het kwadrant aan de orde, wat al te zien is in fig. 1 i in het artikel van Mevr. v. Cittert.

Van de zakzonnewijzers die op hoogtemeting berusten zijn vele eenvoudig te maken. Dat geldt zeker voor het uurplaatje van Regiomontanus en de daarmee vergelijkbare modellen. Ook het cylindertype met het schaapherdermodel is niet zo moeilijk te construeren, al zijn de uurlijnen gekromd - maar ze liggen op een verticaal vlak en de gnomonschaduw valt rechtstandig naar beneden.

Veel moeilijker is de constructie van de uurlijnen bij het elegante samenklapbare dameshangertje, waar de wijzerplaat hellend is en bovendien de lichtval van opzij komt, maar hier weet F. J. de Vries raad op, zie volgende bladzijden:

De uurlijnen op het hoogtemetende
hangertje met hellend achtervlak

Voor een bepaalde breedtegraad is uit de gegevens datum en zonshoogte te bepalen wat de uurhoek is. Hiervoor geldt de formule:

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau$$

Deze formule is o.a. door de Rijk afgeleid in bulletin vii. Als we ook nog weten of het voor- of namiddag is, is de zonnetijd bekend.

Op dit gegeven zijn diverse typen zonnepijlers gemaakt, o.a. ook de reis-zonnepijler, waarvan fig. 1 een schets geeft.

De // lijnen zijn de datumlijnen of dierenriemtekens, die we willekeurig kunnen plaatsen.

De gekromde lijnen zijn de uurlijnen.

Het instrumentje wordt aan de ophanging zodanig gehouden dat een zonnestraal door het gaatje in de voorplaat de betreffende datumlijn treft en daar is dan de tijd af te lezen. Simpel, maar nu de berekening van de uurlijnen.

In fig. 2 zien we: - horizontale vlak H - verticale vlak V
- wijzerplaat W onder hoek β met V
- in V het gaatje A op afstand g boven H
- een datumlijn DE op afstand y van de centrale lijn BC.
- de loodlijn AB op W en lijn DB//EC.

Een zonnestraal door A treft de datumlijn DE in punt P. Deze punten P moeten we telkens berekenen voor de variabelen δ (=datum) en τ (=uurhoek).

De zonnestraal ligt in het vlak ADE.

Dit vlak trekken we door tot het horizontale vlak H en wordt dan vlak AGE.

De zonnestraal treft lijn GE in punt H.

De zonnestraal ligt ook in vlak AHC. Neem AC maar als een gnomon; de schaduw van AC is dan CH.

De hoek AHC is de zonshoogte die hoort bij de betreffende datum en tijd. (h)

Als we nu telkens de lijnstukken DP of EP berekenen, kunnen we onze uurlijnen tekenen.

We berekenen daarvoor de driehoek AGE met de hoogtelijn DE en de lijn AH. De berekening gaat in een groot aantal stappen.

$$\begin{aligned} AC &= g & AB &= g \cdot \sin \beta & DE &= BC = g \cdot \cos \beta & AE &= \sqrt{g^2 + y^2} \\ AD &= \sqrt{AB^2 + y^2} & KC &= g / \cos \beta \end{aligned}$$

Verleng AB tot het horizontale vlak H. (punt F).

$$AF = AC / \sin \beta = g / \sin \beta \quad (\text{uit } \triangle AFC)$$

Met sin-regel: $AG / \sin 90 = AF / \sin(FGA) = AF / \sin(BDA) = AF \cdot AD / AB$.
ofwel $AG = AF \cdot AD / AB$.

$$GD=AG-AD$$

Bereken nu hoek G uit $tgG=DE/GD$.

Behoudens enkele constante waarden, zoals AB en DE, voeren we bovenstaande berekeningen uit voor alle gewenste datumlijnen. B.v. voor 7 tekens van de dierenriem.

Uiteraard kunnen we ook elke stap in de volgende invullen, en dan krijgen we na enig omwerken formules als:

$$AG=\sqrt{g^2 \cdot \sin^2 \varphi + y^2} / \sin^2 \varphi \quad \text{en} \quad GD=\cotg^2 \varphi \sqrt{g^2 \cdot \sin^2 \varphi + y^2} \quad \text{etc.}$$

Nu moeten we voor elke datumlijn nog een aantal uurpunten berekenen, wat volgens de volgende stappen kan.

$$AH=g/\sinh \quad \sinh=\sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \tau$$

Met sin-regel: $AG/\sin H=AH/\sin G$ Hieruit volgt hoek H !

$$\text{Hoek } A=180-H-G \quad DP=AD \cdot tgA \quad PE=DE-DP.$$

En met deze waarden is de wijzerplaat te tekenen.

Alleen uurpunten waarvoor geldt dat de zonshoogte >0 , zijn van belang om te berekenen.

In fig.3 is op ware grootte een aldus berekende wijzerplaat getekend voor $\varphi=52^\circ$, $\varphi=35^\circ$ en $g=80\text{mm}$.

De lijn voor $\varphi=0$ is als centrale lijn genomen.

De volgende declinatielijnen en waarden voor y zijn aangehouden:

δ in graden	y in mm
-23,5	-15
-20	-10
-11,5	-5
0	0
11,5	5
20	10
23,5	15

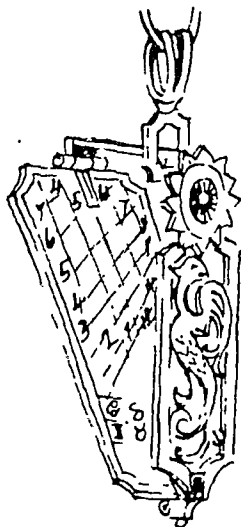
Met deze methode is geen zonnwijzer uit te rekenen voor $\varphi=0$, dus voor een verticaal vlak, omdat de gnomon AC dan in het vlak valt.

In de formules treden delingen door 0 op.

Neem dan een horizontale wijzer AK en maak een nieuwe stap voor stap berekening.

F.J.de Vries Eindhoven.

.....



Hiernaast een tekening van het zeer fraaie hangertje uit de fabriekscollectie van Gotthold Schönwandt te Nordeck, een copie van een frans sieraad uit de 2de helft van de 16de eeuw. Er zijn nog andere modellen die op dezelfde manier werken, maar een andere voorplaat hebben.

Deze modellen zijn ook te verkrijgen bij ons Kringlid: Design Import, Bloemstraat 191 Amsterdam, die ook andere creatie's brengt, o.a. een geslaagde replica van de beroemde Bishop's dial, zie pag. 304, fig. 1 c .

-o-o-o-o-o-o-

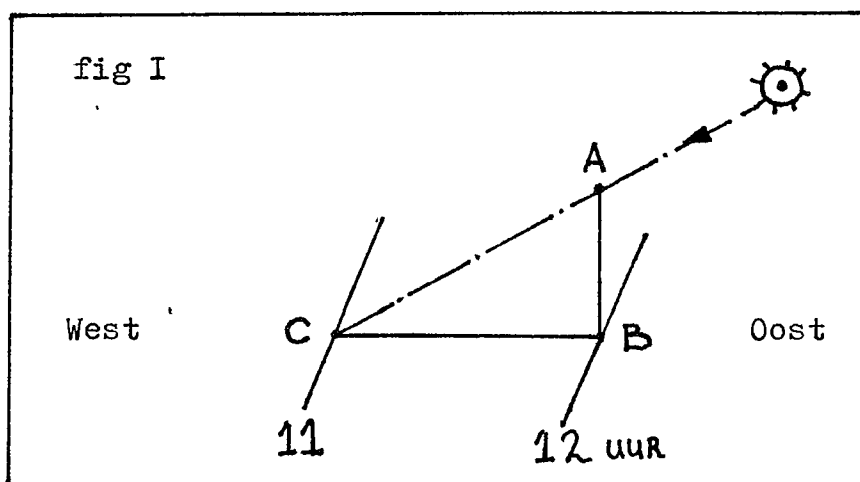
P o l a i r e Z o n n e w i j z e r s
m e t l i n e a i r e s c h a a l

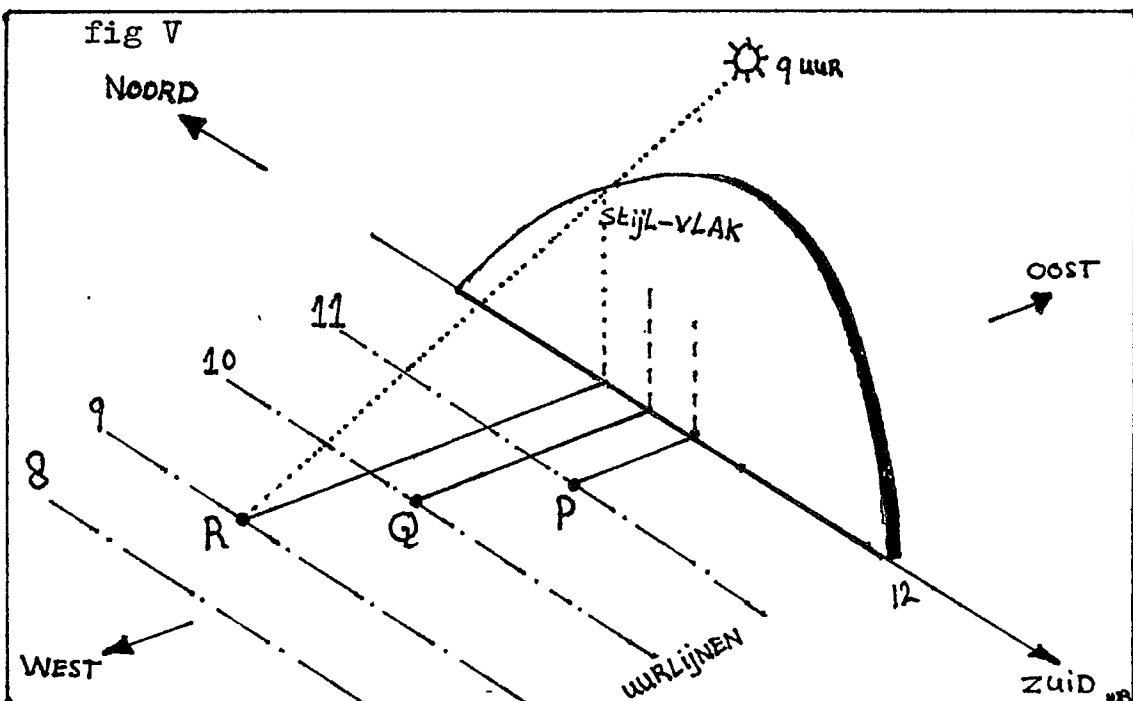
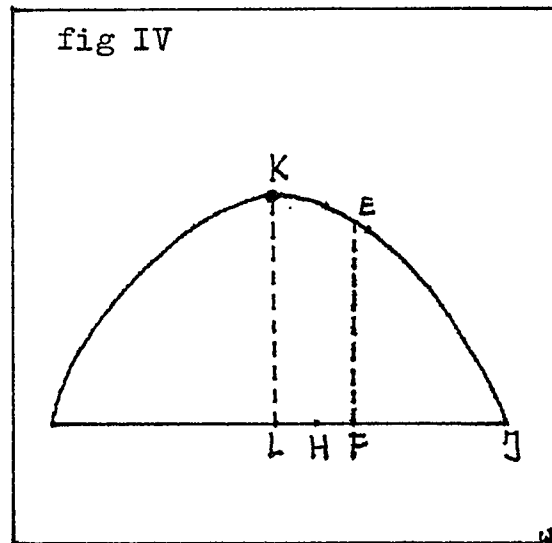
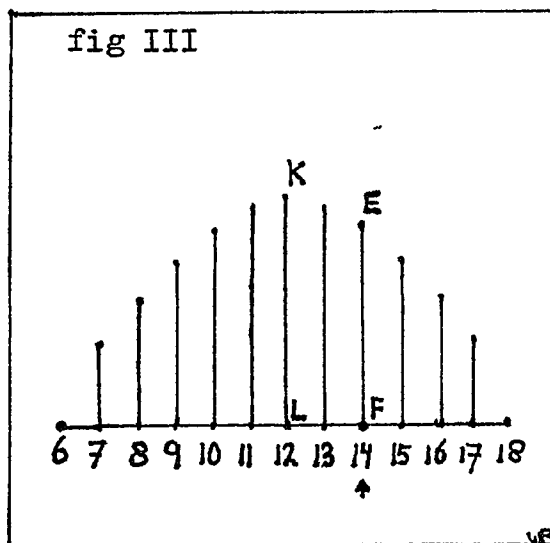
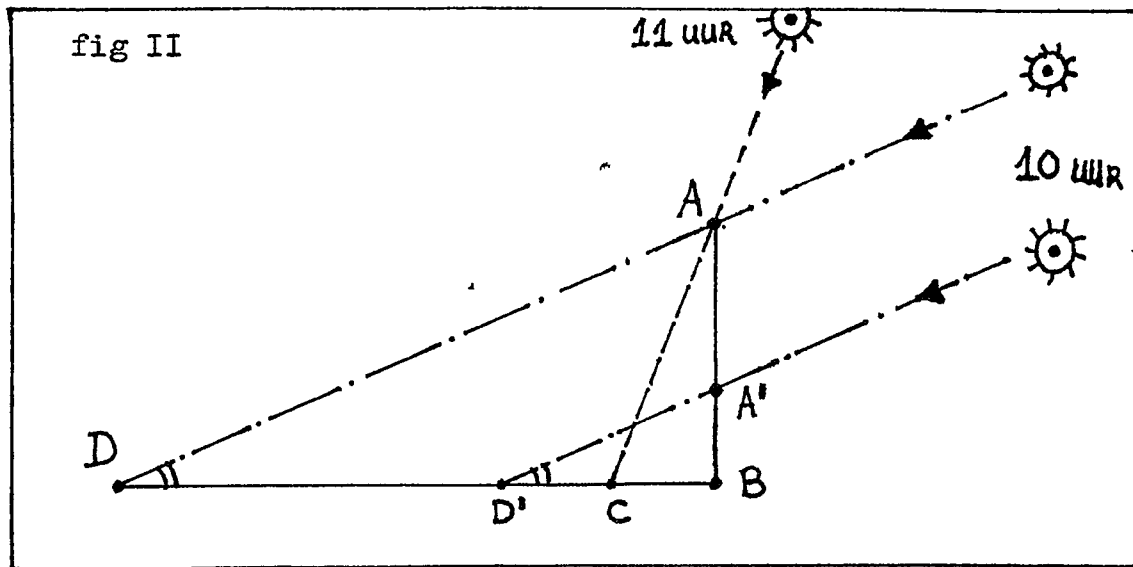
In het artikel van de heerTh de Vries uit Prinsensbeek in Bulletin VI werd een polaire zonnwijzer beschreven met de uurlijnen op regelmatige afstanden van elkaar (z.g.n. lineaire schaal). De stijl bevindt zich hier in het Equatorvlak loodrecht op de wijzerplaat, zie blz. 208.

Het is echter ook mogelijk een dergelijke zonnwijzer te construeren met de stijl in het meridiaanvlak zoals gebruikelijk bij de normale polaire wijzer zonder lineaire schaal. Dit heeft echter consequenties voor de vorm van de stijl hetgeen zal blijken uit het vervolg van dit artikel

Het principe: We gaan uit van de situatie om elf uur 's morgens. In fig I werpt de stijl AB van een polaire wijzer een schaduw BC op de wijzerplaat. D.m.v. punt C zien we dat het elf uur is. In fig II in zij aanzicht bovendien de gang van de zonnestralen om 10 uur 's morgens getekend n.l. de lijn AD; dit geeft dus een schaduw BD op het wijzervlak. De schaduwlengte BD is aanzienlijk langer dan die om elf uur (dit was BC). Om nu een zonnwijzer met lineaire schaal te kunnen creëren zou de schaduwlengte om 10 uur eigenlijk precies tweemaal BC dus gelijk BD' moeten zijn. Aangezien de richting van de invallende zonnestralen op dat tijdstip natuurlijk constant blijft dienen wij voor 10 uur de hoogte van de stijl (stijl-hoogte) te verlagen tot A'B; alleen bij die kleinere stijl is de schaduwlengte om 10 uur precies tweemaal die van 11 uur oftewel BD' is tweemaal BC.

Dit brengt met zich mee dat er voor IEDER uur een aparte stijl-hoogte dus een aparte stijl nodig is. We noemen deze stijlen ook wel uurstijlen. In fig III ziet men de diverse uurstijlen getekend, de exacte berekening vindt men in de bijlage. De hoogte van de stijlen voor 6 en 18 uur bedraagt nul CM aangezien de zonnestralen dan evenwijdig aan de wijzerplaat invallen. In plaats van een stijl-vlak bestaande uit 13 gnomons met tussenruimten naast elkaar, zie fig III, kunnen wij dit in zijn geheel vervangen door het gekromde stijl-vlak uit fig IV; de afstand EF bijvoorbeeld fungeert hier als de denkbeeldige stijl voor 14 uur. Blijft over de vraag: Hoe lezen wij deze nieuwe zonnwijzer nu af?



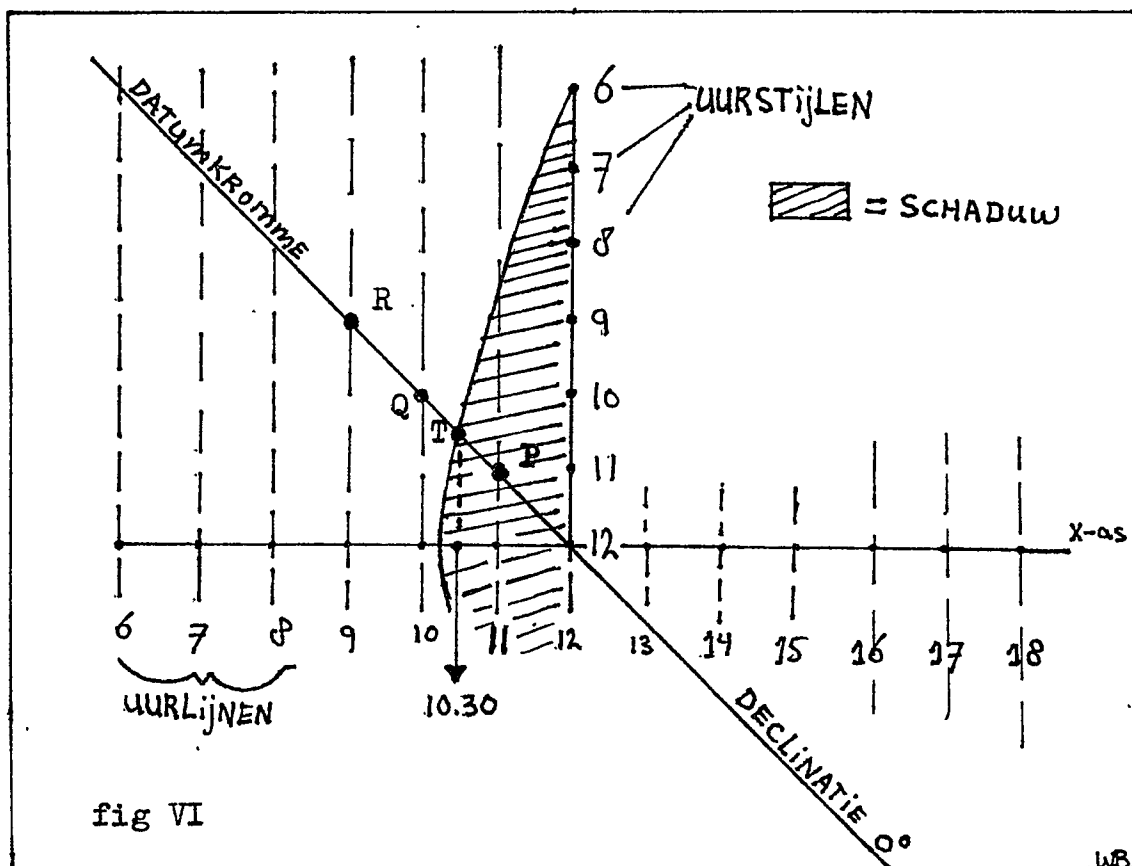


De aflezing van de tijd :

Stel de afstand tussen de onderling evenwijdige uurlijnen bedraagt 2 CM, en we plaatsen de uurstijlen OOK op een onderlinge afstand van 2CM . Dus o.a. LH is HF is 2 CM. Om 11 uur rijkt de schaduw van de bijbehorende uurstijl tot het punt P op de uurlijn van 11 uur. Om 10 uur reikte de schaduw tot punt Q en om 9 uur tot het punt R ,zie fig V.

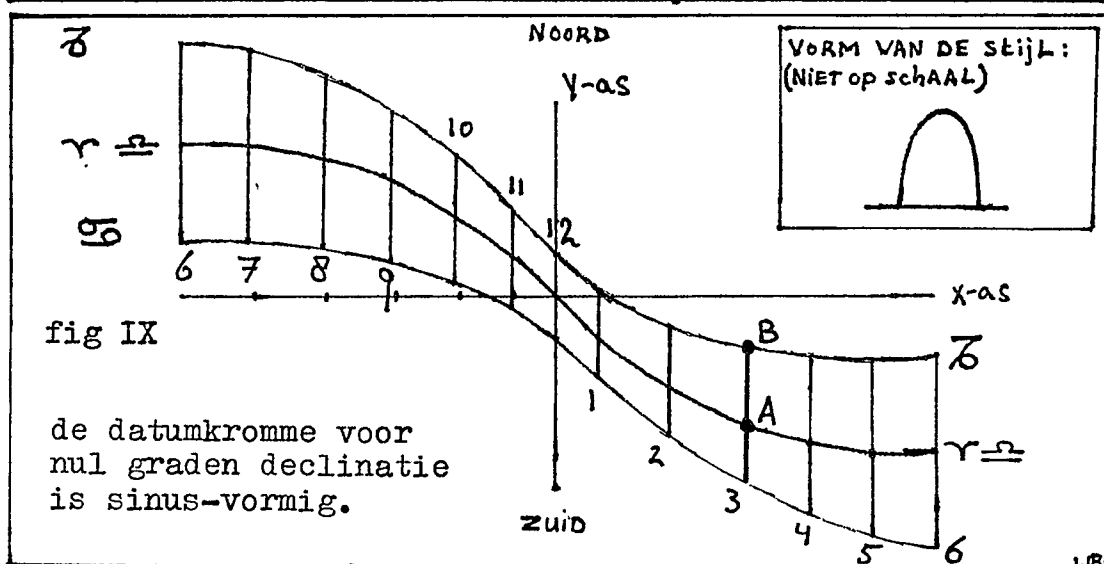
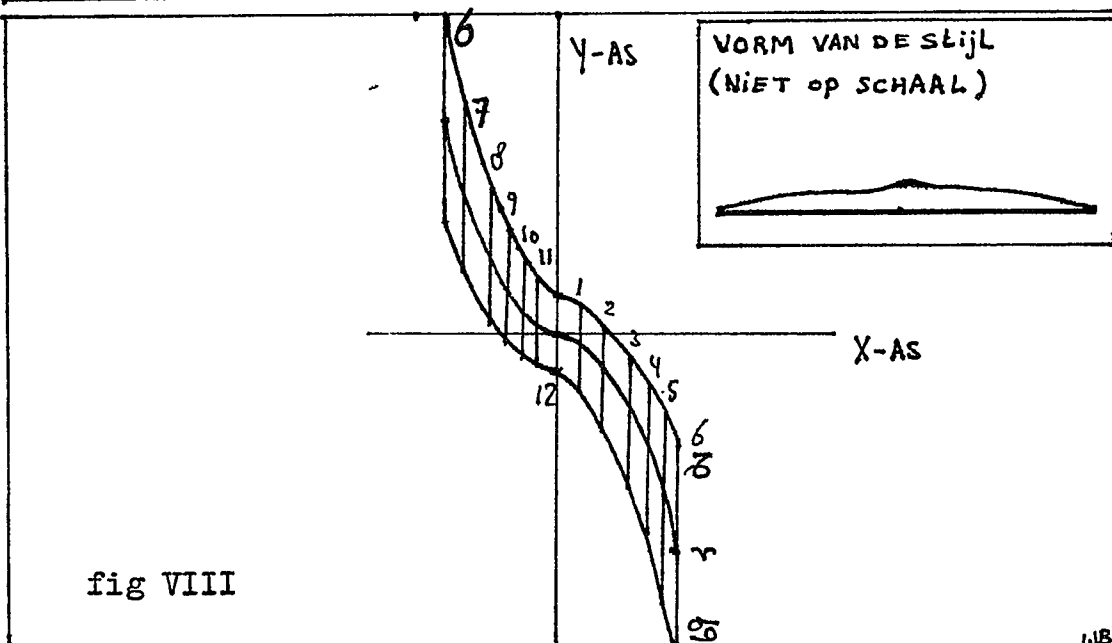
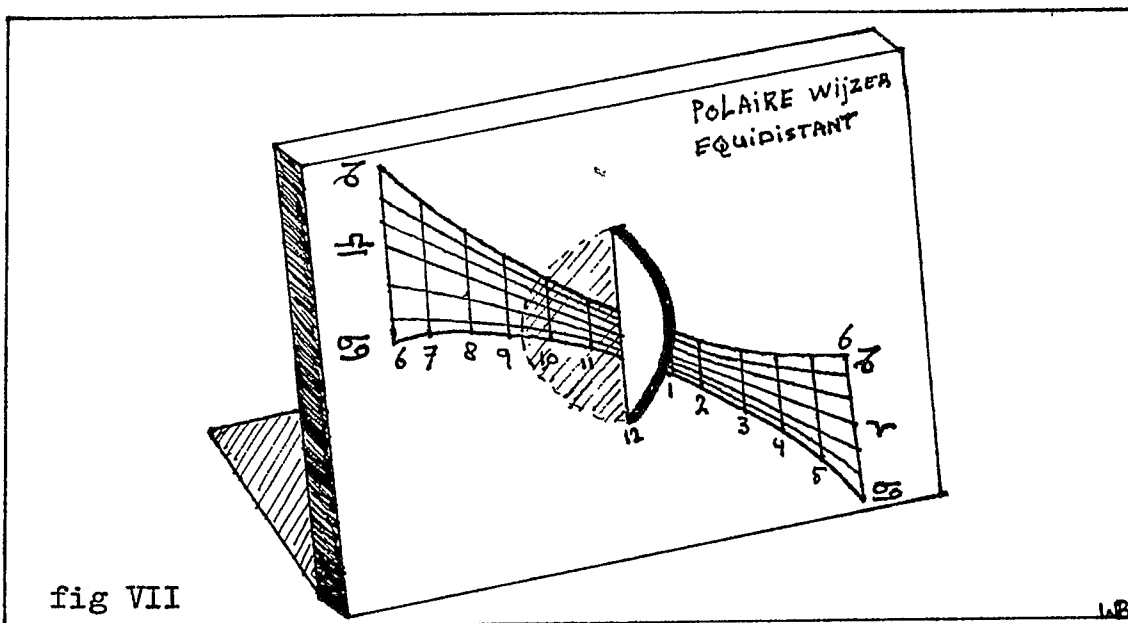
Aangezien de onderlinge afstand van ZOWEL de uurlijnen AIS de uurstijlen regelmatig is liggen de punten P,Q en R op een rechte lijn. Wij zijn hierbij uitgegaan van een declinatie van nul graden. Voor iedere declinatie liggen de punten P,Q ,R enz. op een andere kromme, de z.g.n. datumkromme (datumboog). De datumkromme voor de declinatie van nul graden is in ons geval dus een rechte lijn.

De aflezing werkt nu als volgt: we lezen af daar waar de gekromde schaduwboog een zekere datumkromme snijdt. Aan de hand van de datum hebben wij deze datumkromme gekozen. In fig VI snijdt de schaduw de lijn PQR in het punt T, het is dan 21 maart (declinatie nul graden) om 10.30 uur .



De aflezing NA 12 uur geschied op dezelfde wijze , dus bepaal weer het snijpunt van de kromme-boog van de schaduw met de gewenste datumkromme.

De complete uitvoering van de zonnewijzer ziet men in fig VII



Varianten op het voorgaande thema.

In de praktijk zijn talloze varianten mogelijk. Wat zijn namelijk onze variabelen ? Zowel de vaste afstand tussen de uurlijnen als de onderlinge afstanden tussen de uurstijlen zijn vrij te kiezen ! Kies b.v. 1 cm als afstand tussen de uurlijnen en kies de onderlinge afstanden van de uurstijlen als volgt :

afstand van de uurstijlen tot de stijl van 12 uur:

11 uur	1 cm	13 uur	1 cm
10 uur	4 cm	14 uur	4 cm
9 uur	9 cm	15 uur	9 cm
8 uur	16 cm	16 uur	16 cm
7 uur	25 cm	17 uur	25 cm
6 uur	36 cm	18 uur	36 cm

Het gevolg hiervan is dat de datumkromme voor de declinatie van nul graden geen rechte lijn is maar een parabolische kromme samengesteld uit de linkertak van de parabool $Y=X^2$ en de rechtertak van $Y=-X^2$.

(X is de afstand van een uurlijn tot die van 12 uur)

(Y is de afstand van een uurstijl tot die van 12 uur)

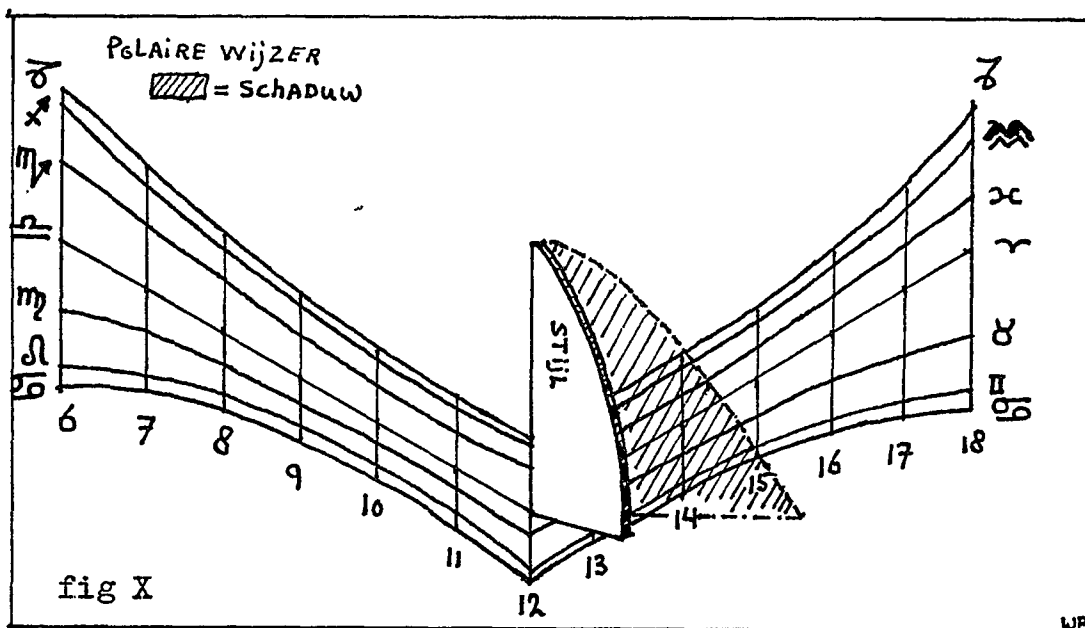
Zie voor de uitvoering van de wijzerplaat fig VIII.

Door de diverse uurstijlen op gunstig gekozen afstanden van elkaar in het meridiaanvlak te plaatsen kunnen wij een datumkromme voor een zekere declinatie de vorm van een aantal wiskundige functies laten aannemen b.v. parabolische, derde graads, wortel -functies enz....., zolang deze functies maar monotoon-stijgend of dalend zijn zodat de schaduwboog slechts één snijpunt met de datumkromme gemeen heeft en een eenduidige aflezing wordt gewaarborgd.

Het spiegelen van zonnewijzers.

Uit fig IV blijkt dat het stijl-vlak symmetrisch is t.o.v. de stijl van 12 uur , dit is dus de lijn KL. De rechterhelft van het stijl-vlak d.i. KLJE is dus identiek aan de linkerhelft. Een kritische beschouwing van fig VI leert ons dat voor de aflezing van 6 tot 12 uur wij slechts van de helft van de schaduw gebruik maken, n.l. dat deel dat de schaduw is van de linkerhelft van het stijl-vlak uit fig IV. Voor de uren na 12 uur maken wij voor de aflezing van de zonnewijzer slechts gebruik van de rechterhelft KLJE van de stijl. Aangezien de linkerhelft van het stijl-vlak identiek is aan de rechterhelft kunnen we net zo goed na 12 uur aflezen m.b.v. de linkerhelft. Het deel KLJE is nu overbodig en kan verwijderd worden. Om nu na 12 uur te kunnen blijven aflezen dienen we de diverse datumkrommen op de rechterhelft van de wijzerplaat te spiegelen t.o.v. de X-as.

Dit is eigenlijk de snijlijn van de wijzerplaat met het vlak dat door de stijl KL van 12 uur gaat en evenwijdig is aan het equatorvlak. Het vlak door KL staat loodrecht op de wijzerplaat en verdeelt de gehele zonnwijzer inclusief het stijl-vlak in twee delen. Met het verwijderen van het deel KLJE van het stijl-vlak hebben wij in wezen gespiegeld t.o.v. het eerder genoemde vlak. Het overgebleven deel van het stijl-vlak is precies het spiegelbeeld (en dus identiek) van KLJE. Het ligt dus voor de hand ook de datumkrommen voor 12 - 18 uur en behorend bij KLJE te spiegelen t.o.v. eerdergenoemd vlak en dus t.o.v. de X-as die een element van dit vlak is. Aldus ontstaat een nieuwe polaire zonnwijzer met lineaire schaal die weer eenduidig is af te lezen, zie fig X.



Passen we dit proces ook toe op de zonnwijzer uit figuur VIII dan wordt de datumkromme voor nul graden declinatie een zuivere parabool n.l. $Y=X^2$.

Nog meer mogelijkheden ontstaan wanneer we een zonnwijzer gaan spiegelen t.o.v. een vlak dat wel evenwijdig is aan het equatorvlak maar dat niet door KL gaat! De stijl (stijl-vlak) uit fig IV wordt dan niet netjes gehalveerd maar stel dat het spiegelvlak door EF gaat. We spiegelen nu het stijl-deel EFJ t.o.v. EF. De datumkrommen op de wijzerplaat worden gespiegeld t.o.v. een lijn evenwijdig aan de X-as en gaande door het punt F uit fig IV.

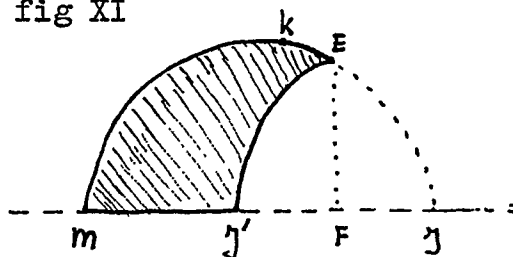
Helaas ontstaan er nu problemen t.a.v. de aflezing.

- a) Voor een aantal uren dient men af te lezen m.b.v. de schaduwhoog geworpen door de boog MKE van de stijl, zie fig XI. Voor de resterende uren m.b.v. de schaduw van boog J'E; dit alles maakt de aflezing niet eenvoudig.
- b) Speciaal rond het uur waarbij de afstand EF als stijl optreedt is de aflezing niet eenduidig meer.

Conclusie : Het laatste type zonnwijzer is alleen theoretisch interessant, maar geeft misschien aanleiding tot andere ontwerpen die wel praktische waarde hebben.

W.G.A. BITS
LEEWARDEN.

fig XI



Stijl-vlak ontstaan door het
stijl-vlak uit fig IV te
spiegelen om de lijn EF.

* Zie voor
de bijlage
volgende
bladzijde.

Voor bladvulling een MOTTO, wat volgens Gatty/Eden Lloyd pag. 485 no. 1679 zou staan inde uitgave uit 1675 van "Beschryvingh der Vlacke Sonne-Wysers" door Phil. Lansbergen, bewerking door Jacob Mogge. - In een andere uitgave kon ik dit motto niet vinden.

X Mijn uyren die 'k U wees, zijn in een uur verdwenen;
 X Die my de Son thans leend, vlugt met mijn schaduw henen,
 X En d'uur die 'k mogelijk krijgh, ick niemant wijsen kan,
 X Sy schijnt als noch by God, en blijft'er wijsen van.



BIJLAGE.

- a) Berekening van de hoogte van een uurstijl voor een zeker uur N .

H_N is de hoogte van de uurstijl.

N is het uur, $7 \leq N \leq 17$. Voor $N=6$ en 18 uur geldt:
 $H_N = \emptyset$ cm.

Q is de vaste afstand tussen de uurlijnen.

$$H_N = \left| \frac{(12 - N) \cdot Q}{\text{Tang}(N \cdot 15^\circ)} \right| \quad 1)$$

Vergelijking 1) voldoet echter niet voor $N=12$. We passen daarom een limiet-overgang toe :

$$H_{12} = \lim_{N \rightarrow 12} \left| \frac{(12 - N) \cdot Q}{\text{Tang}(N \cdot 15^\circ)} \right| = Q \cdot \lim_{a \rightarrow 0} \left| \frac{a}{\text{Tang}(a)} \cdot \frac{(N - 12)}{a} \right|$$

(met $a = 180^\circ - N \cdot 15^\circ$, als $N \rightarrow 12$ dan $a \rightarrow 0$)

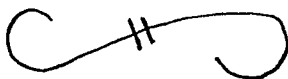
$$H_{12} = Q \cdot \lim_{a \rightarrow 0} \left| \frac{a}{\text{Tang}(a)} \cdot \frac{(N - 12)}{(N - 12)} \cdot \frac{-12}{\pi} \right| = \frac{12 \cdot Q}{\pi}$$

$$H_{12} \approx 3,82 \cdot Q$$

- b) Berekening van de datumkrommen.

We zullen dit illustreren a.h.v. fig IX. Stel de declinatie bedraagt nul graden ($\delta = 0^\circ$), dan gaat de schaduwboog om 3 uur 's middags door punt A van de wijzerplaat. Bij een declinatie δ van -23° (midwinter) gaat de schaduw echter door punt B. De afstand AB is de datumafwijking $D(15, -23)$. Voor een zekere declinatie δ en een uur N bedraagt deze datumafwijking :

$$D(N, \delta) = \frac{\text{Tang}(\delta) \cdot (N - 12) \cdot Q}{\text{Sin}(N \cdot 15^\circ)} .$$



De helling van de ecliptica en de declinatie van de zon

In de Sterrengids 1981 wordt voor de (gemiddelde) helling van de ecliptica (in 1980) genoemd: $23^{\circ} 26' 30,78''$.

De maximale declinatie van de zon is echter $23^{\circ} 26' 24''$ op 21 Juni, en de waarde op 21 Dec. is $-23^{\circ} 26' 25''$.

Hoe is dat verschil te verklaren? Op aanraden van De Rijk schreef ik aan Jean Meeus, die zo vriendelijk was bijgaand antwoord te geven.

(N.B. In de gids is de formule op pag. 149 iets verminkt: $46,485 T$ moet zijn $46,845 T$).

Onze hartelijke dank voor deze uitleg!

Geachte Heer,

Op uw brief van 14 januari kan ik u het volgende antwoorden. De helling van de ecliptica is gelijk aan

$$23^{\circ} 27' 08,26'' - 46,845 T - 0,0059 T^2 + 0,00181 T^3$$

waar T = tijd, in eeuwen van 36525 dagen, sedert 0.5 januari 1900.

De extreme waarden van de declinatie van de Zon zijn echter niet precies gelijk aan deze helling, om de volgende twee redenen:

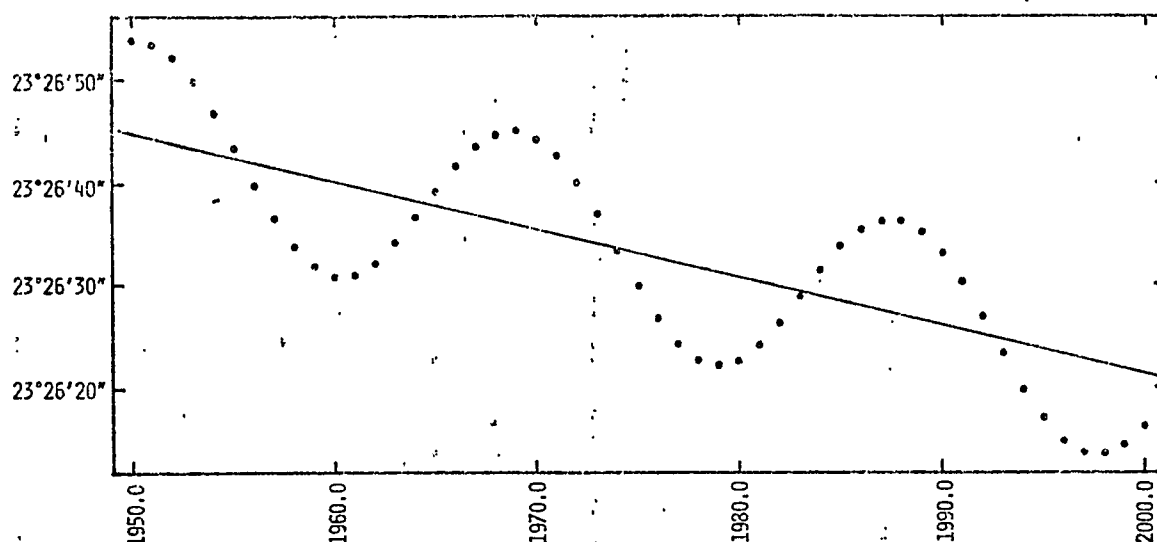
- bovenstaande formule geeft de gemiddelde helling van de ecliptica. De ware helling wordt bekomen door rekening te houden met de nutatie, waarvan de voornaamste term een amplitude heeft van $9,2''$ en een periode van 18.6 jaren (zie bijgaande afdruk) ~~pag. 330~~

- omwille van de storingen door de Maan en de planeten, loopt het middelpunt van de zonneschijf niet precies op de ecliptica. De grootste afwijking bedraagt zowat $1,2''$. In de meeste gevallen is de breedte van de Zon begrepen tussen -0.7 en $+0.7$ boogseconde. Bij nauwkeurige berekeningen moet met deze breedte van de Zon uiteraard rekening worden gehouden.

Omwille van deze twee redenen kan de maximale waarde van de δ van de Zon tot $10''$ afwijken van de (gemiddelde) helling van de ecliptica gegeven door bovenstaande formule.

Met vriendelijke groeten.

J. Meeus



Nutatie

De aardas voert nog een tweede tolbeweging uit, echter van véél kleinere amplitude en van veel kortere periode dan de precessie. Deze beweging, *nutatie* genoemd (Latijn: *nutare* = schommelen), werd in 1736 door de Engelse astronoom Bradley ontdekt. De nutatie heeft een periode van 18,6 jaren, dezelfde als die van het ronddraaien van de maanknoppen waarvan zij trouwens het gevolg is. De nutatie doet de aardas rond haar gemiddelde positie een kleine elliptische kegel beschrijven, waarvan de grote as 18" bedraagt en de kleine as 14".

Door de combinatie van precessie en nutatie beschrijft de hemelpool, tussen de sterren, een kronkellijn. Een gevolg van de nutatie is dat de helling van de ecliptica rond haar middelbare waarde schommelt met een periode van 18,6 jaar en een amplitude van 9,2 boogseconden. Bovenstaande figuur toont de verandering van de helling van de ecliptica van 1950 tot 2000 :

- de gemiddelde helling (de voluit getrokken lijn); deze vermindert van 23°26'45" in 1950 tot 23°26'21" in 2000;
- de helling rekening gehouden met de nutatie (stippen). Zoals men ziet bereikt de helling van de ecliptica de volgende extreme waarden:

minimum	23°26'31"	in 1960
maximum	23°26'45"	in 1968
minimum	23°26'22"	in 1978
maximum	23°26'36"	in 1987
minimum	23°26'13"	in 1997

Wanneer, zoals in 1978, de klimmende knoop van de maanbaan nabij het herfstopunt van de ecliptica staat ($\Omega \approx 180^\circ$), bereikt de helling van de ecliptica haar kleinste waarde. Wanneer, zoals in 1987, de klimmende knoop van de maanbaan nabij het lentepunt is ($\Omega \approx 0^\circ$), is de helling van de ecliptica maximaal.

Dit is echter nog niet alles. Behalve de zoëven beschreven schommeling met een periode van 18,6 jaar bestaan er ook «secundaire nutaties». De belangrijkste hiervan heeft een periode van een half tropisch jaar (182,62 dagen) en is te wijten aan de Zon; als gevolg hiervan ondergaat de helling van de ecliptica nog een supplementaire schommeling; deze storing bedraagt maximaal 0",55. Er bestaat een soortgelijke schommeling, doch nog kleiner (0",09), te wijten aan de Maan en waarvan de periode 13,66 dagen bedraagt.

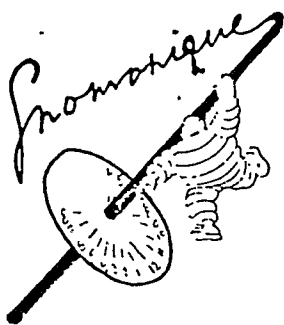
In de nauwkeurige berekeningen wordt met al deze kleine termen rekening gehouden, om wat men noemt de *ware* helling van de ecliptica op een bepaald ogenblik te bekomen:

ware helling = middelbare helling + alle termen van de nutatie.

Eind 1979, bijvoorbeeld, bedraagt de *middelbare* helling van de ecliptica 23°26'31". De *ware* helling echter schommelt tussen de volgende extreme waarden :

minimum	9 nov 1979	23°26'22".38	minimum	6 dec 1979	23°26'21".99
maximum	13 nov 1979	23°26'22".41	maximum	12 dec 1979	23°26'22".08
minimum	23 nov 1979	23°26'22".14	minimum	19 dec 1979	23°26'21".93
maximum	28 nov 1979	23°26'22".21	maximum	26 dec 1979	23°26'22".11

Guide

NOORD ENGELAND
EN SCHOTLAND

Het volgende geeft slechts enkele notities over zonnewijzers, gezien op een reis in 1976, zonder volledig te zijn.

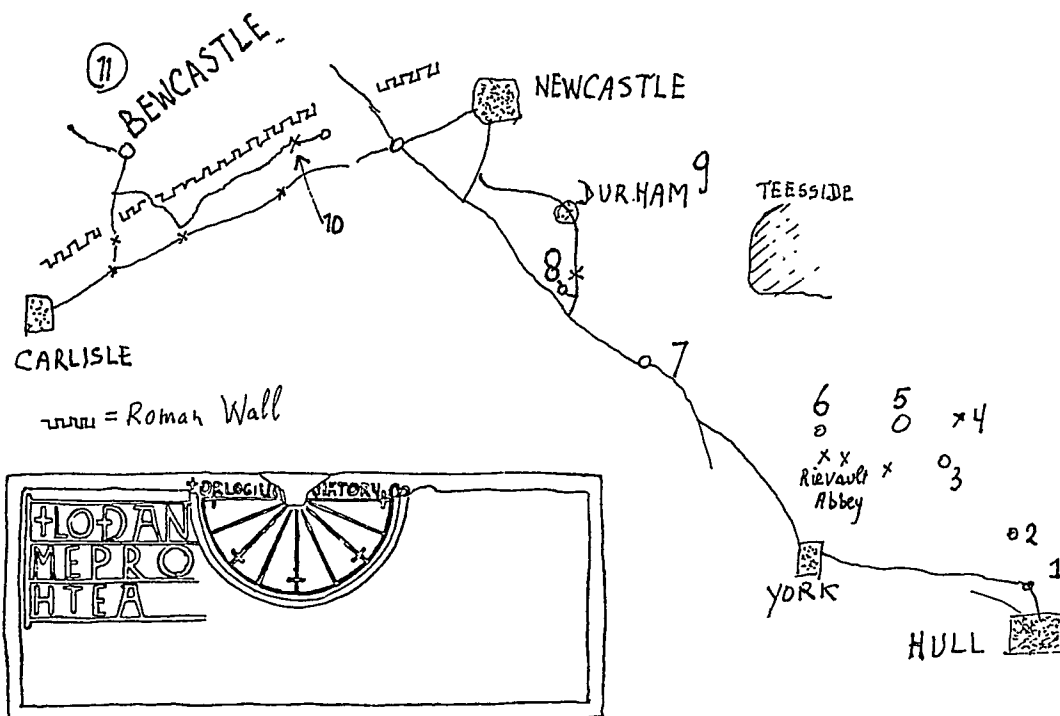
Met de boot naar Hull; we lieten York nu links liggen. In Beverley twee grote z.w. aan de cathedraal, een zuid- en een westwijzer. (1).

Great Driffield de eerste mass-dials, drie tegelijk, pal boven elkaar, cirkelvormig. (2).

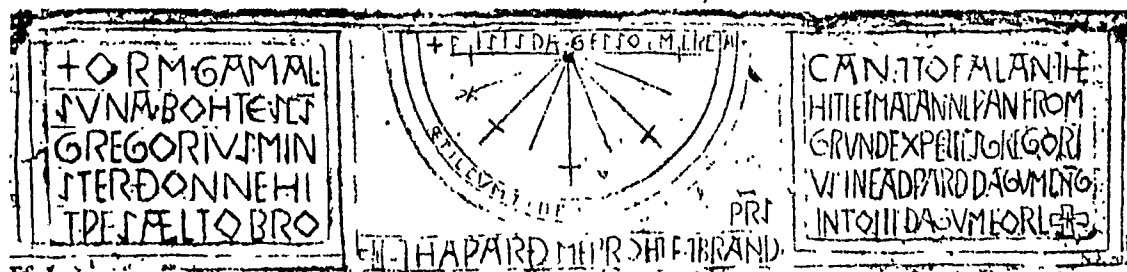
Great Edston(e), klein gehuchtje (3) met een eenzaam gelegen kerkje, waar we de eerste vroeg-Engelse Saxon dial zagen, 8-delig op een halve cirkel, met inscriptie OR(O)LOGIUM VIATORUM en +LOTHAN ME PRO H TE A (Lothan maakte mij).

Lastingham (4) 11de eeuws romaanse kerk, Bede, crypt St. Cedd. Cirkelvormige mass-dial. Elke uurlijn eindigt in een gaatje.

Kirkdale (5). Beslist niet overslaan, en blitz meenemen, want de mooie zonnewijzer zit nu verstopt onder een uitbouwje. De eenvoudige kerk is toch een echte Minster, de St Gregory's Minster. Zie tekening. De z.w. is van 1055, heeft ook weer een verdeling in 8 parten. De steen, 7 feet lang, heeft een uitgebreid opschrift.



3 GREAT EDSTONE.



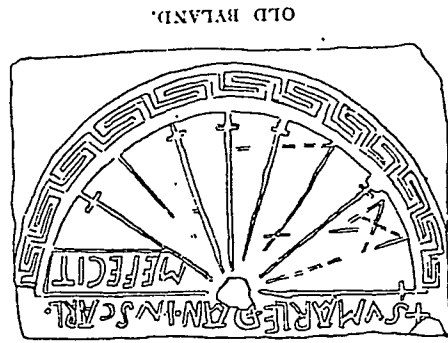
5 KIRKDALE

Old Byland (6). Al die oude verweerde dingen, vaak ook zonder een uitsteeksel van de gnomon, zijn soms moeilijk te vinden; je moet de plekjes weten. Maar hier is het echt een zoekplaatje: een zuidwijzer, die aan de oostkant hoog aan de toren zit, en ook nog op de kop staat. Afgedankt als tijd-aanwijzer?

Let op het aantal uurlijnen: de decimale tijndeling uit Jutland? Sumarleth is Deens.

Darlington (7) Beda-kerk- Zuidwijzer uit 1750.

St. Cuthbert's kerk. In de kerk twee merkwaardige ronde steenplaten. Zelf niet gezien, want de zaak was dicht. Zinner pag. 68 en fig. 9



Escomb (8). Hier de vroegste Saxon-dial die aan een kerkmuur zit. Bijna even oud als de z.w. van Bewcastle. Vierdelige halcirkelvormige, en merkwaardige kop er boven, met armen die om de wijzerplaat grijpen. De donkere steen zit hoog aan de muur, links van het raam. (Op de gevel van de uitbouw zit een gewone moderne z.w. - net als in Kirkdale)

De kerk is in 675 gebouwd uit resten van een Romeinse legerplaats, en in de achtermuur zit nog een steen VII (op de kop) van VIIe legioen.

Durham. (9) In de kloostergang van de cathedraal zit een verticale middagstrip (meridiaan) uit 1829.

Ik sla nog wat mass-dials over, en ook vele z.w. uit de laatste eeuwen want dat is daar niet zo indrukwekkend, en de oudere historie lokte ons: de Romeinse muur, omstreeks 125 n.Chr. gebouwd door keizer Hadrianus, de noordelijkste grens van het Romeinse rijk. Je kan over de resten nog uren lopen, en ziet hier en daar oude legerplaatsen e.d.

Sla de oude Mithras-tempel niet over om een schietgebedje te doen voor een goed weertje! Die staat, compleet met altaartjes maar helaas zonder antieke zonnewijzer, in Carrowburgh (10), het vroegere Brocolitia, waar in het naburige fort een cohort Bataven lag! Daar zwierven dus onze voorouders.

De muur ligt tussen Newcastle en Carisle. Aan het westelijke einde lag het Romeinse B a n n a, tegenwoordig geheten:

BEWCASTLE (11). Ik voel me op een bedevaart: Hier aan deze zuil zit de oudst bekende zonnewijzer van de na-Romeinse tijd. Ongeveer in het jaar 670 werd deze gedenkzuil opgericht, niet alleen vermaard om de z.w. maar ook door het feit dat hier naast runen ook het oudste stukje Engelse taal ingebeiteld is, en dat er naast vele Saksische symbolen ook de eerste Christelijke voorstellingen te zien zijn. Op de tekening hiernaast ziet U van boven naar beneden Johannes de Doper, Christus, Johannes de Evangelist.

Het is een aparte belevenis hier te staan, waar de Ierse monniken op de overblijfselen van Romeinse gebouwen en Noorse versterkingen begonnen met de kerstening - en vandaar uitzwierven naar Nederland: Bisschop Willebrord van Utrecht werd in deze streek geboren, ongeveer in 658. Zou hij de zonnewijzer gezien hebben???

Bewcastle ligt afgelegen; een gehucht met een kerkje, een pastorie, één boerderij en een ruïne van een kasteeltje. Je kan er dus niet een fotorolletje kopen. Erger was dat ik mijn auto niet meer aan de gang kon krijgen en dat kostte veel tijd en zwarte handen.

Intussen gaan we nu naar Schotland. Op de terugreis moesten we ook nog het een en ander zoeken, maar wegens een dreigende bootstaking moesten we hals over kop uit Edinburgh weg. Maar in Schotland raakten we ook wel verzadigd: Een mer à boire voor zonnewijzers, waar we slechts een bescheiden deel van zagen - want Schotland biedt zoveel meer: naast het natuurschoon, onbeschrijfelijk, genoten we ook nog

van het muziektfestival in Edinburgh, en we zaten o.a. een dag op de Braemar Gathering, waar 's middags de Koningin, vergezeld van het hele gezin, de prijzen uitreikte (Balmoral Castle ligt er vlak bij).

Nu alleen wat van de zonnewijzers: opvallend veel in de tweevlakkige vorm, zoals wij in Nederland alleen kennen te Jorwerd. (Voorplaat boek Mevr.v.C)

Zie bv. Alloa. Het huis zag er erg vervallen uit, maar er waren plannen voor restauratie. De z.w. was nog goed. (Kirkgate 25)

Een drievlakkige zag ik op een ruïne van een kerk in Carnock, bij Dunfermline. Het was in feite een kubus, op een console, tegen de muur.

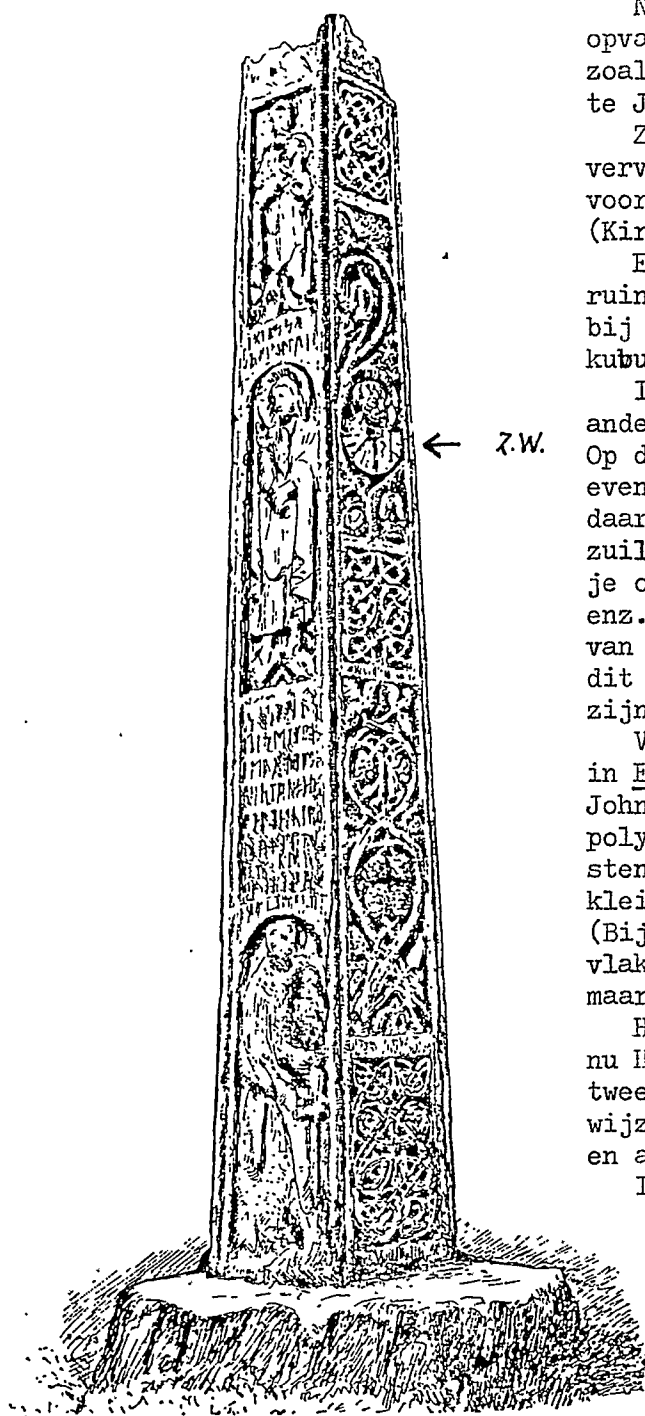
In dezelfde streek, maar aan de andere kant van de Forth ligt Airth. Op de oude weg, door het dorp, moet je even bij de bakker ~~op~~ om de hoek en daar staat een roadcross, een hoge zuil met bovenop een kubus. Die zie je ook vaker (Carisle, Fettercairn, (1670) enz.) en niet altijd zijn vier vlakken van wijzerplaten voorzien. Twee in dit geval, want er moet ook ruimte zijn voor wapenschilden!

Voor die tweevlakkige moet je ook in Edinburgh zijn: het bekende John Knox House; op de hoek een polychroom beeldje van Mozes met de stenen tafelen, en daaronder een kleine zonnewijzer, zuidwest en west. (Bij die tweevlakkige staan de vlakken meestal niet haaks op elkaar, maar onder een stompe hoek).

Het grote gebouw van Heriot's Palace, nu Heriot's School, heeft elf van die tweevlakkige z.w., dus totaal 22 wijzerplaten, aan de vier buitengevels en aan drie gevels op de binnenhof.

In Holyroodcastle moet een mooie zonnewijzer staan/ niet gezien. Wel toevallig een nieuwe z.w. gezien boven de poort bij het theehuis in de Royal Botanic Garden.

Ook in de hortus botanicus van St. Andrews staat een mooie z.w. - een kubus op een zuil - en aan de St. Salvator's Church daar

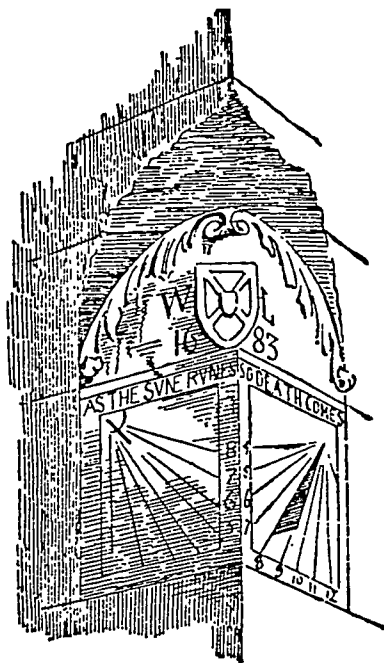


BEWCASTLE CROSS.

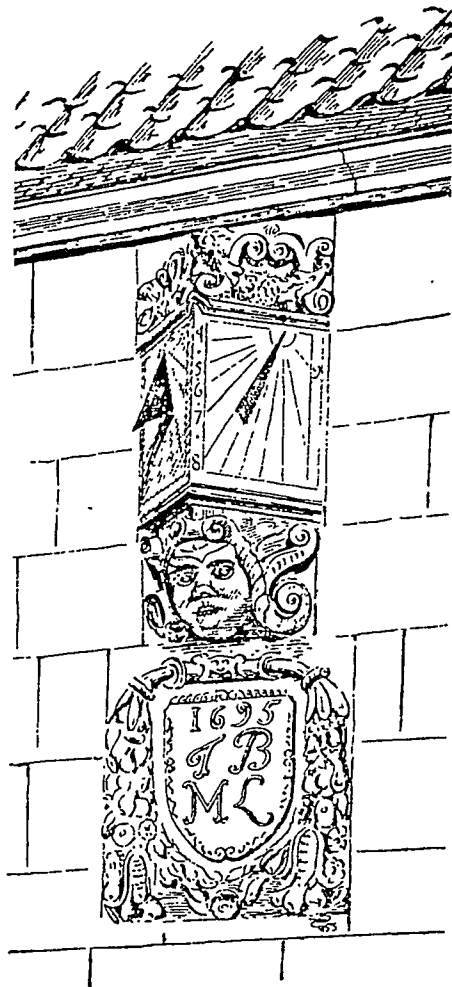
-uit 1456- zit een zeer verweerde mass-dial. In die buurt zit nog wel meer, ook in de buurt van Edinburgh, maar de tijd was beperkt.

Eén bijzondere wil ik nog wel noemen: de kolossale z.w. met 4 grote wijzerplaten en tachtig kleintjes, in de tuin van Glamis Castle, uit ongeveer 1650. Historische grond: de erfenis van Macbeth! Ik kon er niet dicht bij komen - dus: telelens! - maar we mochten in de keuken wel de high tea gebruiken (normale prijzen).

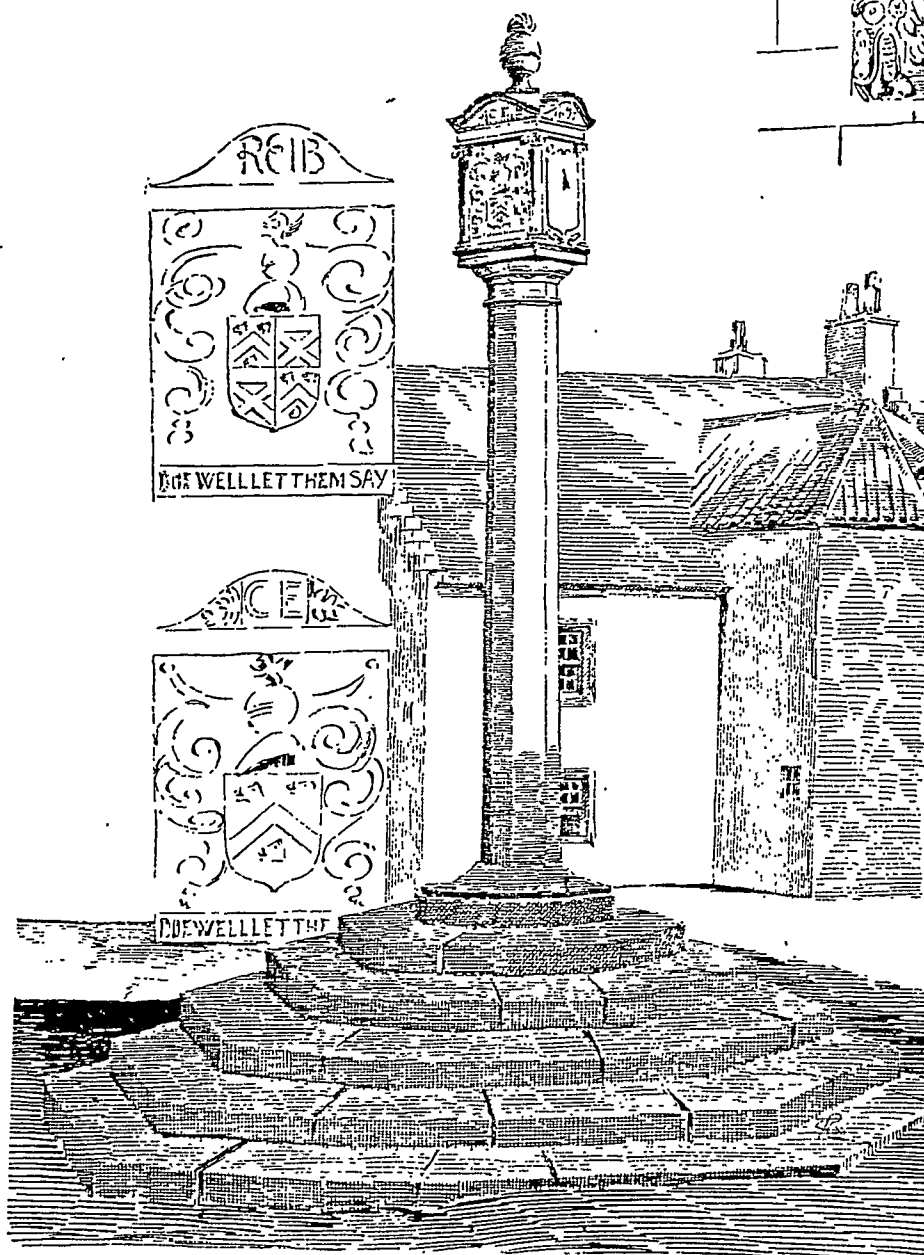
Tenslotte: de A.N.W.B.gids vermeldt zelfs een enkele bijzondere z.w. Hetgeen navolging verdient.



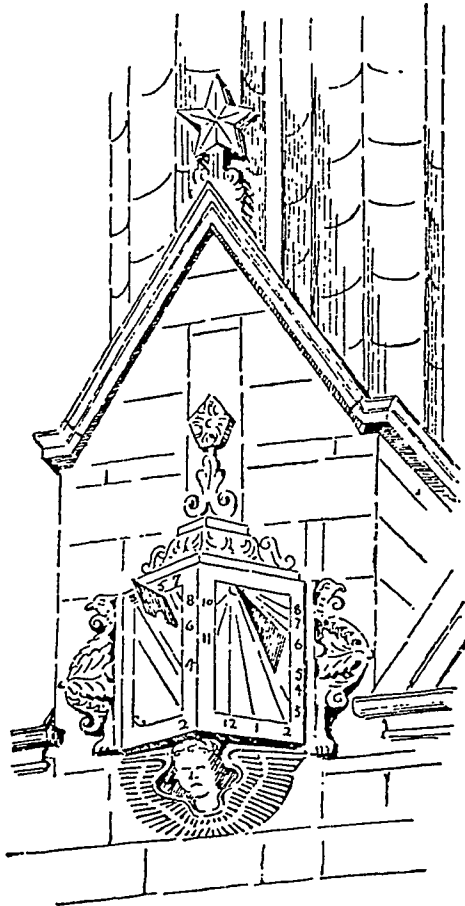
LIBERTON HOUSE.
by EDINBURGH



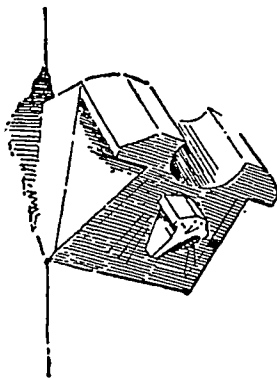
ALLOA.



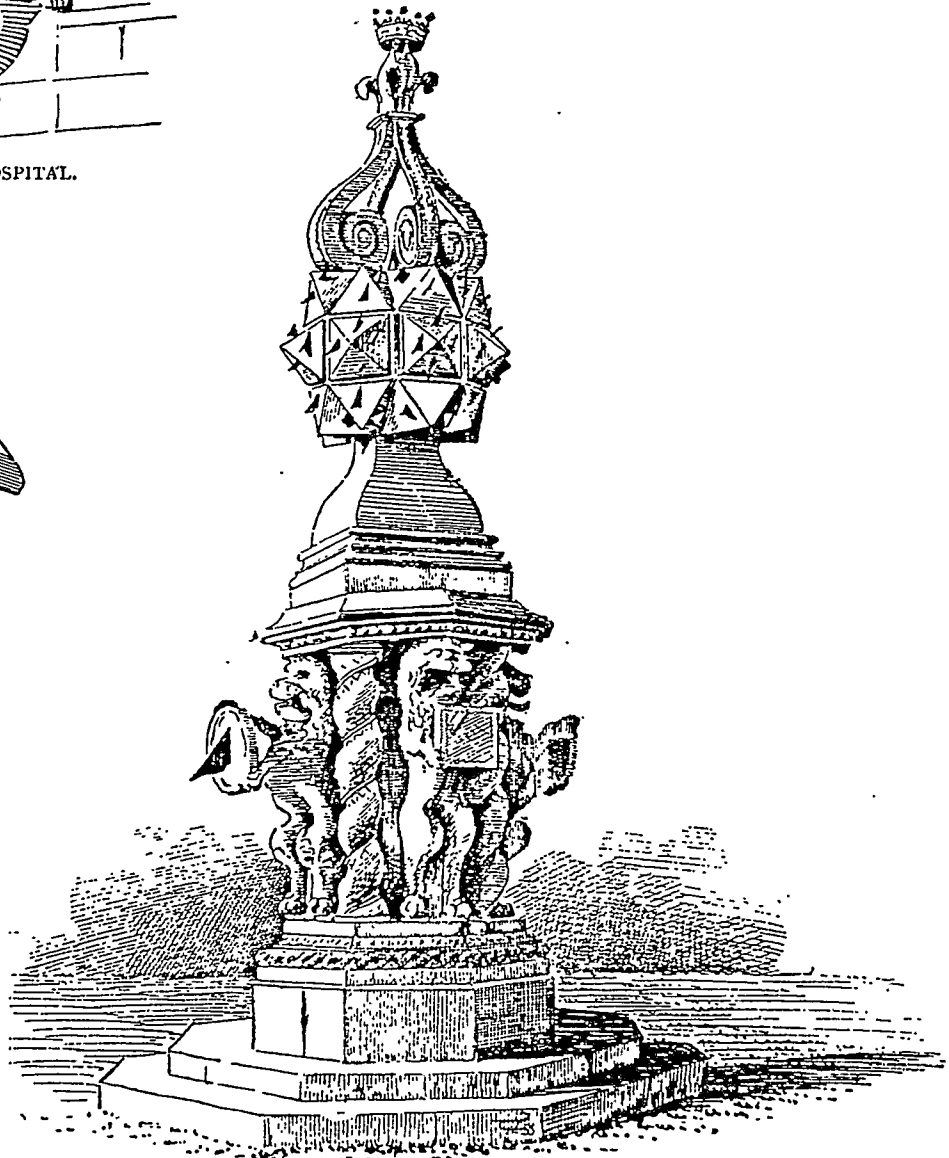
AIRTH.



HERIOT'S HOSPITAL.



OLDHAMSTOCKS.



GLAMIS CASTLE.

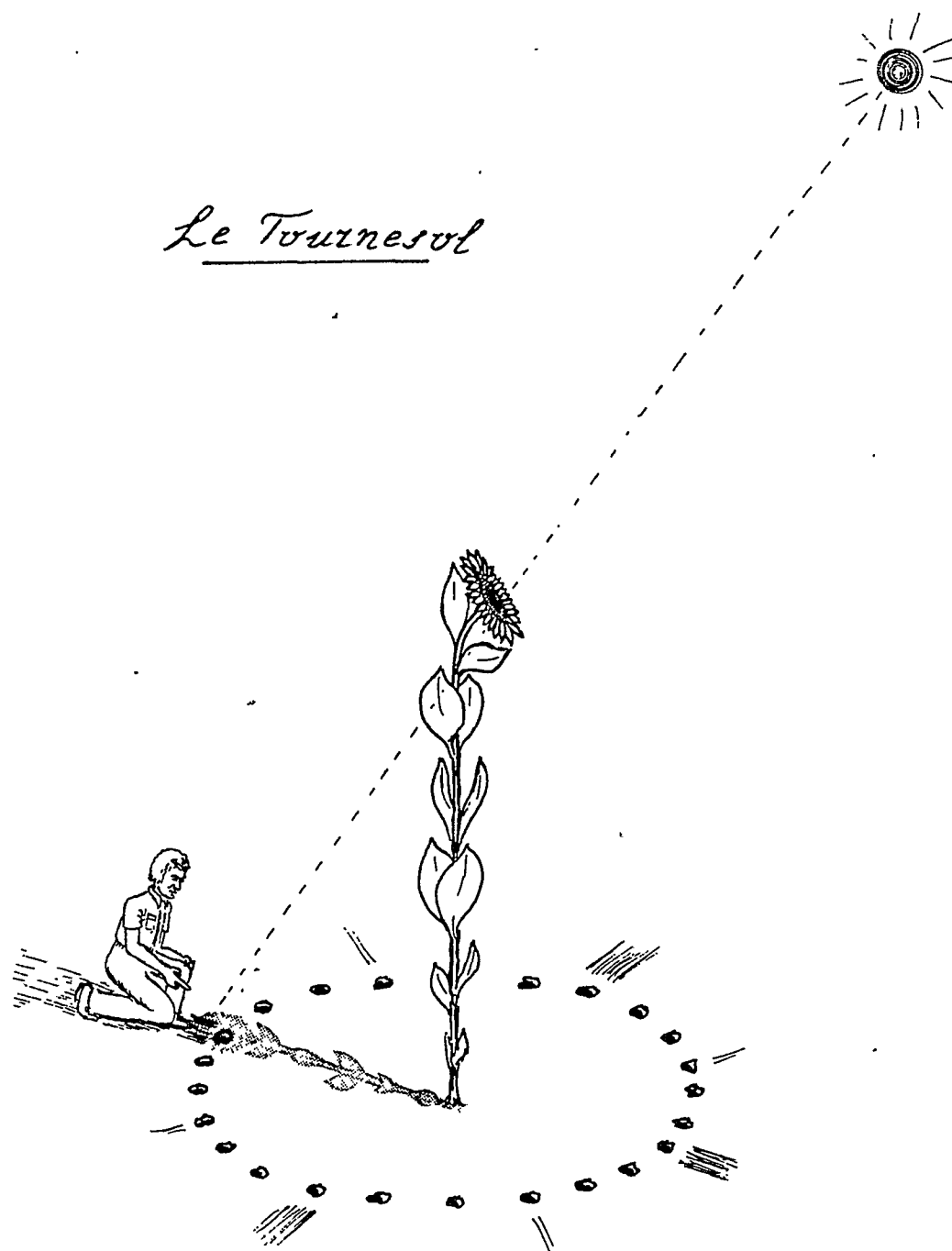
Op deze reis zagen we niet de tuinen van Jun Hamilton Finlay, Huis Stonypath in de buurt van Dunsyre in Lanarkshire (Schotland)

Ik vermeld het hier omdat er in Aug. 1980 in het Kröller-Müller-Museum een tentoonstelling was over deze tuinen, waar een aparte filosofie aan ten grondslag ligt.

Op de talrijke zonnewijzers die daar op dia's te zien waren werd ik door een kennis gattendeerd - maar die waren geen van alle uitzonderlijk. De tuinen zijn mooi, maar elders zie je mooiere zonnewijzers, zoals U naar ik hoop in dit verslag gewaar werd.

Maar, ...tuinen gestoffeerd met
zonnewijzers

Dat is wel een goede overgang naar de volgende twee artikelen, van de heren Gerard en Roebroek.



In Bulletin VII werd ik door onze secretaris min of meer voor een voldongen feit gesteld: "Gerard schrijft wel even een artikel over een bloemenzonnwijzer". Ik neem hem dit allerm minst kwalijk en hij stuurde mij ook nog wat literatuur hierover.

Een mooi bein weliswaar, maar daarmee was ik er nog niet. Met daarnaast de hulp van een Flora en wat andere boeken gelukte het wel een lijst samen te stellen, waaraan echter nog wel het een en ander ontbreekt of onzeker is.

De moeilijkheid begint al met het feit dat bloemen meestal een verscheidenheid van namen hebben, afhankelijk van de streek. Vertalingen uit woordenboeken zijn nog niet altijd juist.

Bovendien moeten de bloemen ongeveer dezelfde bloeitijd hebben. Een in Maart al bloeiende goudveil kan je niet in een zonnenuijzer gebruiken met de in de herfst pas bloeiende gentiaan.

Ook wat de grondsoort betreft wordt het wat ingewikkeld. De zuurgraad van de grond is verschillend voor verschillende planten.

De tijden van opengaan en sluiten der bloemen zijn onzeker wanneer die zijn opgenomen op plaatsen van verschillende meridianen. Ik neem aan dat de bloem reageert op ware zonnetijd en zich niet stoort aan zonetijd of andere menselijke afspraken.

Het lijkt mij echter voor de leden van onze Kring best aardig om in de loop van dit jaar eens wat uit te kijken in de natuur naar wat er groeit en bloeit, en eens op te tekenen wanneer en hoe laat (zonnetijd) bloemen openen en sluiten. Er was tijdens de Twentse excursie in 1979 wel zoveel belangstelling voor de orchideeën, dat ik mag veronderstellen dat er veel natuurliefhebbers onder ons zijn, en dan is wat "veldwerk" in plaats van "huiswerk" misschien wel leuk.

Verder moeten we daarbij wel bedenken dat het opengaan en sluiten van de bloemen sterk afhankelijk is van de dagelijkse weersomstandigheden.

Ondanks alles is het een aardige gedachte om daarvoor geschikte echte zonnenuijzers (zo bv. een grote analemmatische z.w.) bovendien te voorzien van een perk met bedjes bloemen van de op de volgende lijst genoemde soorten.

De meest eenvoudige bloemenzonnenuijzer lijkt mij te maken van de zonnebloem - le Tournesol, die gedurende een zonnige dag min of meer met de zon meedraait. Mijn buurman, J. Heggink, de maker van de z.w. voor het Pius College in Almelo, was zo vriendelijk er een voor mij te tekenen.

Ik hou me aanbevolen voor aanvullingen en correctie's, maar ik heb zelf ook nog vragen:

1. de dagbloem is een winde. Ik heb de naam in de flora niet aangetroffen, maar wel in "Ik kan tuinieren". Zaaitijd 2de helft April; bloeitijd mij onbekend.

2. Anjelier. Ik heb niet kunnen vinden welke anjelier hier bedoeld wordt. Ook de silenes en de koekoeksbloemen behoren bij de anjerachtigen. Mogelijk is het een van deze - zie beneden.

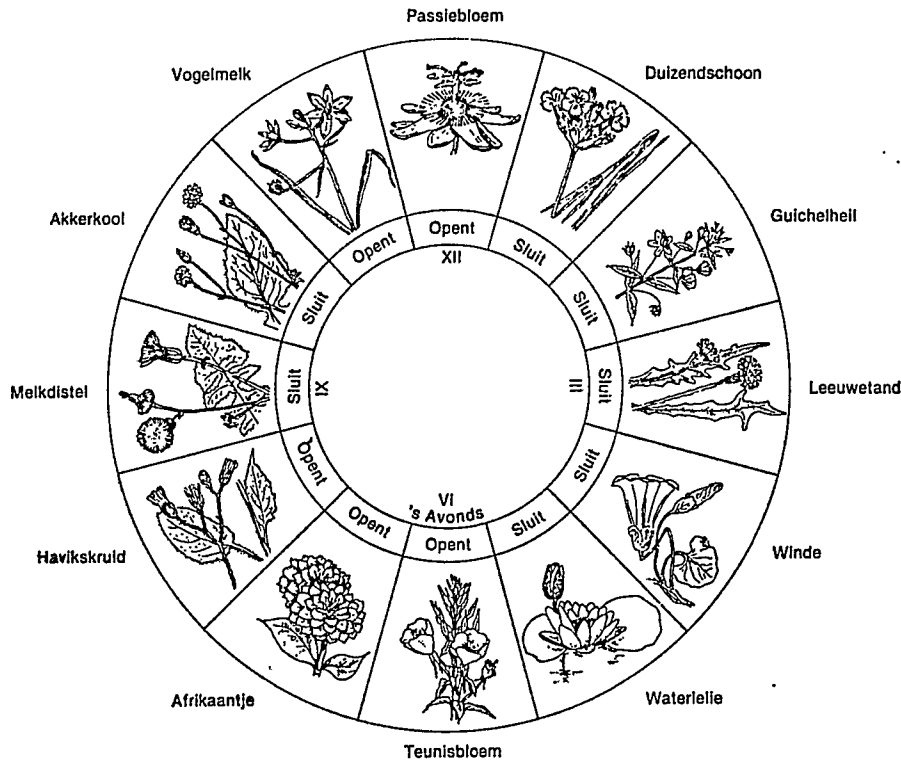
3. Nachtsilene en dagr, avond- en nacht-koekoeksbloem. De Nottingham Catchfly gaat open om 18 uur. Catchfly = silene, mogelijk de nachtsilene. Alle silenes hebben een lijmring, waarschijnlijk om ongewenste vliegen te weren. De zonnedauw en het vetblad vangen vliegen om ze op te eten - maar de wilde Aronskelk vangt vliegen juist voor de bevruchting, welke later weer worden vrijgelaten.

4. Vogelmelk = Lady eleven o'clock = Dame d' onzes heures. Deze bloem schijnt zich echter volgens de flora niet aan deze tijd te storen. evenmin als de dagkoekoeksbloem, die in de morgen opengaat, maar ook wel in de avond. De avondkoekoeksbloem gaat in de namiddag open. Dat is dus onbetrouwbaar, althans voor ons doel.

5. Nachtschone. Van de nachtschone is mij geen bloeitijd bekend. Zij gaat open tegen de avond, maar ook 's nachts.

Wat zijn: Schuppenmiere, Perkelkraut, Nachtmohn (papaver),
Nachtleinkraut, Grundfeste (?), Gänsedistel,
Hasenlettich (?)

Deze bloemen schijnen ook in de bloemenzonnenuijzers gebruikt te worden, want ze komen voor op een tekening in "Das grosze Uhrenbuch"(1) van Anton Lübke (pag. 86, fig 156). De reproductie was niet scherp, er stond een Duitse tekst op, maar het zou berusten op de bloemenzonnenuijzer die de beroemde botanicus Linnaeus samenstelde. Ik weet niet uit welk werk deze prent stamde, maar dat Linnaeus zich hiermee bezig heeft gehouden wordt ook vermeld in literatuur (2) en (3), en (4).



Met toestemming van de uitgever mochten we deze tekening overnemen uit "Natuur en Techniek", 49ste jaargang, 1 (1981): G.A.Groos en W.J.Rietveld. De biologische klok. Ritmen in de natuur.

N.B. Linnaeus gaf de tijden aan voor de breedte van Uppsala! Hij had later wel andere dingen aan zijn hoofd, maar hij kreeg talloze navolgers die zo'n bloemenklok gingen maken. De vele wisselvallige factoren zullen er wel de oorzaak van zijn dat zo iets nooit meer gezien wordt tegenwoordig - maar wie wil het weer eens proberen?

In het boek "De TIJD" (4) staat een langwerpig bloemenperk met de volgende vermeldingen (pag. 35) :

6 uur a.m. kattenkruid - 7 Afrikaantje - 8 Muizeoor - 9 Melkdistel (sluit) - 10 Akkerkool (sluit) - 11 Vogelmelk - 12 Passiebloem - 1 uur p.m. Anjelier (sluit) - 2 Guichelheil (s) - 3 Havikskruis (s) - 4 Winde (s) - 5 Waterlelie (s) - 6 Sleutelbloem, opent.

Hier volgt eerst een lijstje van bloemen, die astronomen zeker moeten kennen: Aardpeer, Aardster, Aster, Kerstster, Maanvaren, Maankop, Morgenster, Sterremuur, Maanzaand, Sagittaria, Saturnia (rups op de Hemelboom levende), Sterhyacinth, Sterrekroos, Sterremos, Venushaar, Venusschoentje, Zevenster, Zonnebloem, Zonnedaauw, Zonnekroon en Zonneroosje.

Voor een heelmeeester zijn belangrijk de Beenbreek en het Gipskruis, het Heelkruid en het Heelbeen - om voor de algemene arts, mij beperkend, slechts één enkele te noemen, de Ogentroost en het Boerenwormkruid. De lijst is bijna onuitputtelijk.

Literatuur:

1. Das grosse Uhrenbuch, Anton Lübke. 2de uitg. Wasmuth, 1977.
2. Fleur, no 48 (geen jaartal) Uitg. Het Spectrum. Terug naar de natuur. "De inval van Linnaeus" (geen auteursnaam)
3. Natuur en Techniek, Jan. 1981. Zie de tekening hierboven. Toevallig dat dit artikel juist verscheen toen we hiermee bezig waren. De bloemenzonnwijzer komt slechts terloops ter sprake, maar buitendien is het een uitermate boeiend verhaal, van twee Fysiologen, over de Tijd in de levende natuur. (pag.18-37). Leer de moeite waard.

Namen der bloemen	Bloeityd								Gaet open op uur	Sluit zich op uur
	maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.		
Boksbaards Gale matgenster									03	12
Dagbloem (winde)									04	09-10
Wilde Cichorei									04	16
Flakkerkool									05	10
Leeuwetand									05-06	
Boterbloem									06	
Witte waterlelie									07	17
Graslelie									07-08	15
Guichelheil									08	14
Engelien (welke?)									08	13
Speenkruid									09	
Spitskruid									08-09	
Portulak									09-10	
Vogelmelk									11	
Middagbloem									± 12	
Muizeoor										13
Goudbloem										14-15
Paardbloem										15
Koningskraak									17-18	
Beemd ooievaarsbek									18-19	
Twingeranium									18-19	
Tennisbloem									19	
Daglelie										20
Nachtsilene										
Dagkoekoeksbloem										
Nacht koekoeksbloem										
Nachtschone										

4. DE TIJD. Parool/Life. 1967 (Ook veel zonnewijzers!)

5. Clockwork Man. Lawrence Wright. 1968 Elek London.

6. Geïllustreerde Flora van Nederland. H. Heimans, H.W. Heinsius, Jac. P. Thijssse. Amsterdam 1965.

7. Elseviers Plantengids. B. Ursing.

8. Geneeskruiden. W.F. Daems.

9. Alpenbloemen in kleuren. D. Aichele en H.W. Schweyler.

10. Wat bloeit aan de Middellandse Zee? Pen I. Schönfelder.

11. Ik kan tuinieren, uit de serie "Ik kan-serie". A.J. Herwig. 1964.

En tenslotte nog een plaatje op pag. 350, uit een Engels boekje.

J. N. A. Gerard.

Hora Siccamastraat 10

Ootmarsum.

Een ontdekking op de Fraeylemaborg

De groeiende belangstelling voor tuinarchitectuur heden ten dage zou wel eens de in gang gezette belangstelling voor de gnomonica kunnen versnellen !; een gedachte die zich opdrong na een bezoek aan "Het heerlijk Buitenleven" - een tentoonstelling op de Fraeylemaborg te Slochteren over historische tuinen in de provincie Groningen - waar, bij schilderij numero 1 (!), een kaartje hing met de volgende korte tekst:

"Weergave van de borg na de verbouwing van 1633. Rechts van boerderij een bloementuin. In het middelste vak een z o n - n e w i j z e r De borg is in 1811 afgebroken."

Een zonnewijzer op een schilderstuk van een Groninger borg ?!; zou dat waar mogen zijn ?

Over welke episode ging het hier ?

Ik citeer de woorden van mijn oud-leerling, de heer Victor M. Schmidt uit de inleiding tot de catalogus (1):

"De oudste tuin, die aan de orde komt is die van de borg SCHELTKEMA - NIJENSTEIN. Het is een voorbeeld van een kasteeltuin. In de 16e eeuw hadden de kastelen - in Groningen dan borgen - hun oorspronkelijke functie van verdediging verloren en konden dus beter dan voorheen geschikt gemaakt worden voor geriefelijke bewoning. De net buiten de gracht gelegen terreinen werden aangelegd als siertuin, moestuin en boomgaard. De siertuin ...(...) was ingedeeld in kleine perken en omgeven met hagen en hekwerk."

Het geëxposeerde schilderij stelde deze borg voor.

Met betrekking tot het stuk zelf merkt de catalogus, even verder, nog op :

"Een ongesigneerd en ongedateerd schilderij uit de 17e eeuw geeft een duidelijke weergave van de borg en het omliggende terrein. De afgebeelde toestand (...) dateert van na 1633, (...). Buiten de borggracht ligt een kleine bloementuin, bestaande uit drie omheinde vakken met kleine perkjes. (...). Of deze bescheiden aanleg later nog is uitgebreid en veranderd is niet bekend. De borg is in 1811 gesloopt."

In het middelste van de vermelde "drie omheinde vakken" moest zich dus de zonnewijzer bevinden.

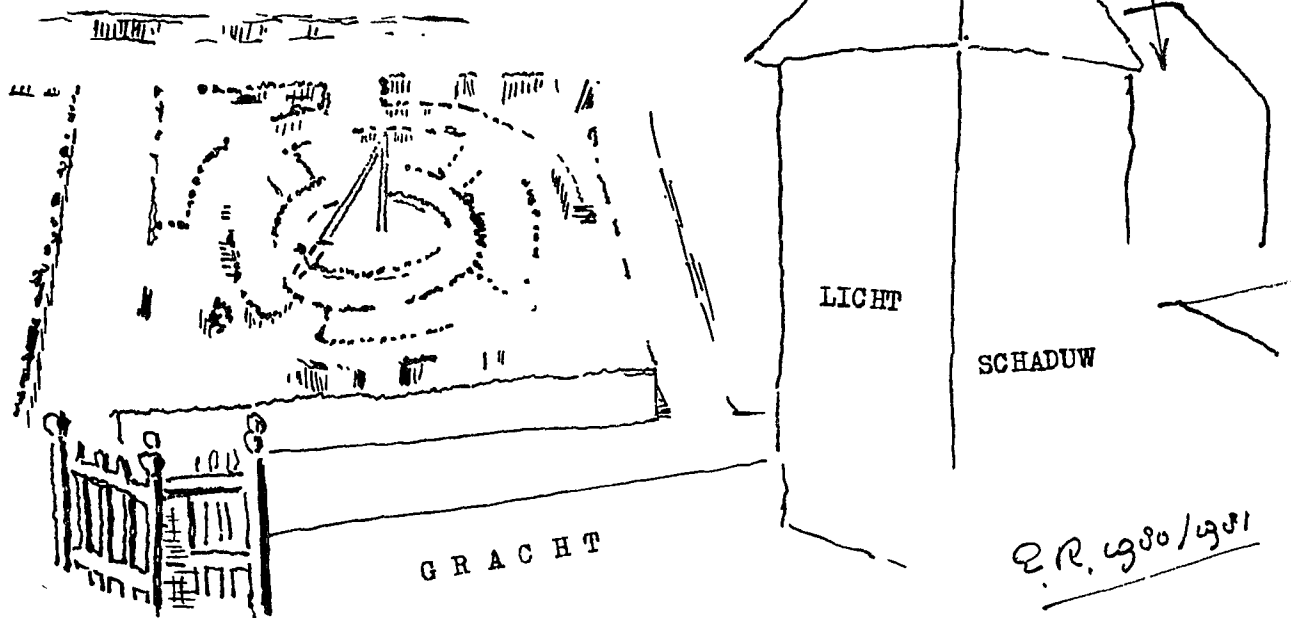
Het was even zoeken; bedoeld vak is nl. op het schilderij, dat ca. 100 x 80 cm. meet, maar 3 bij 5 cm. groot (Figuur 1).

Bij het nader bekijken van dit kleine detail komen vanzelf enkele vragen naar voren. Bijvoorbeeld, wie heeft de vondst gedaan dat in dit perkje - zo propvol bloemen en zonder enige cijferaanwijzing - een zonnewijzer schuil gaat ? (2); de vraag, k n het wel een zonnewijzer zijn, lijkt zelfs alleszins gerechtvaardigd,  f, is er wellicht enige gelijkenis met de "modellen om Sonne-wijzers van Palm te leggen" bij Jan van der Groen (3) ?

Op de tentoonstelling kon alleen de tweede vraag aan de orde komen. Rechts op het schilderij moest dan het Noorden liggen en links het Zuiden. Het kwam er op aan argumenten te vinden. De kanttekeningen getuigen hiervan, maar geheel overtuigend waren de overwegingen toch niet. Immers er is zonder meer aangenomen dat de borg wordt weergegeven rond het middaguur, en, niet eens a l l e bezoekers, die ik daarnaar vroeg, waren het erover eens

W I N S I N G E L
de boomkruinen ontvangen zon van links

M U U R met
geleid fruit ?



H E K wordt van links beschenen

B O S V O O R G R O N D op de
stammen belichting van links

Fig. 1

Schets van het zonnewijzerperk naast de borg SCHELTKEMA-NIJENSTEIN en enige kanttekeningen (Vergroting naar een 17e eeuwse schilderij uit de collectie van het Groninger Museum, in de Menkemaborg, Uithuizen).

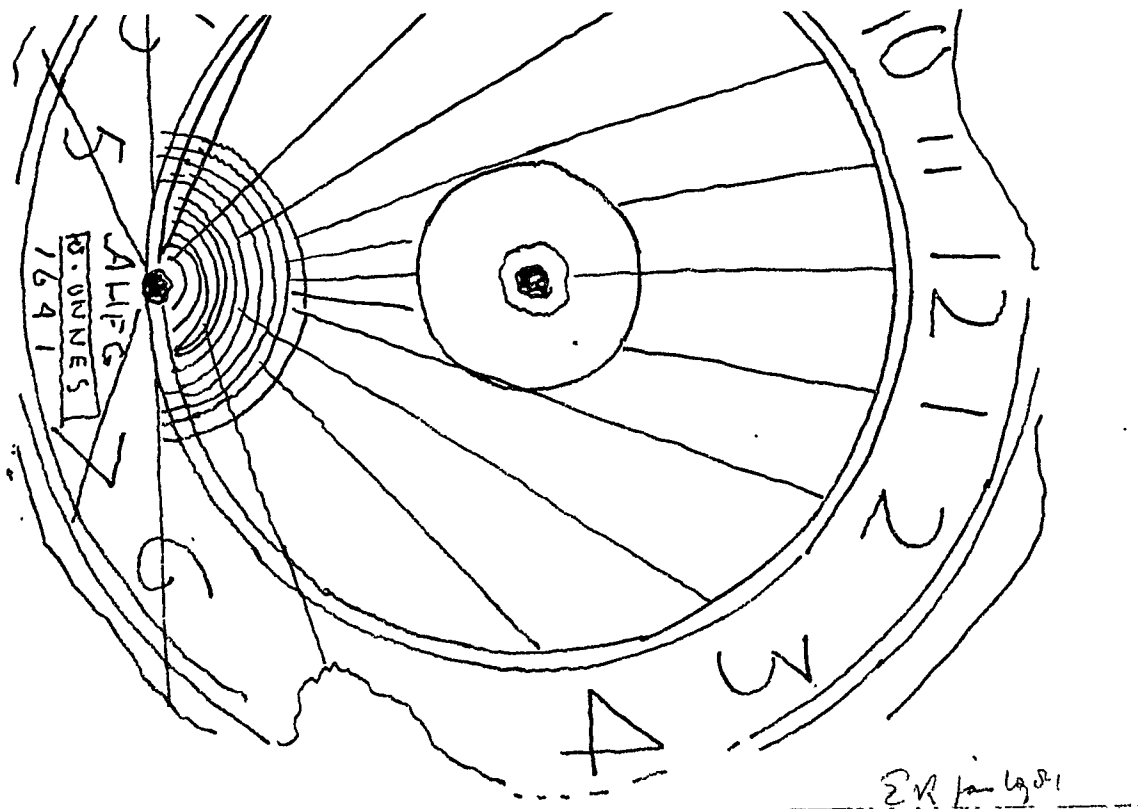


Fig. 2

Schets van een gedeelte van de zonnewijzer op 8-hoekig leitje in de collectie van het Groninger Museum. 1641. Stijlneus ontbreekt.

dat het licht op het schilderstuk in het algemeen van links komt ...

Zekerheid omtrent de precieze ligging van de borg verschaft gelukkig het werk van Dr. Formsma, waarin nauwkeurige situatiekaartjes van de borgen staan. Ook is er een foto in opgenomen van het schilderij van deze borg (4).

Zo kon de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de kunstenaar (die mij deed denken aan een leerling van Joost de Momper) tijdens zijn werk met de rug naar het Oosten was gewend, en dat wij, over de tuin heen kijkend, de blik op het Westen hebben in de richting Zandweer - een plaatsje, enkele kilometers ten Zuiden van de Menkemaborg - en tenslotte, dat dus de scheefstaande staak in het perk inderdaad Noordwaarts neigt, zodat er op de herkenning van deze staak als stijl van een zonnewijzer door de heer Veldman, eigenlijk niets valt aan te merken. Tenzij men mocht denken, dat de stijldoorgang - hier dus de plek waar de stijl de grond raakt - in het midden van het perk thuishoort. Dat deze eis evenwel geenszins wezenlijk is, kan men nagaan bij de Zuid-wijzer van zonnewijzers met zgn. laag-bij-de-grondse cirkelvormige wijzerplaatvlakken alsook bij het leistenen zonnewijzertje uit 1641 in het Groninger Museum (5). Figuur 2.

Het belang nu van het schilderij voor ons is, lijkt mij, dat het laat zien dat hier in 'n tuin - misschien al rond 1635 - een s c h e e f staande stijl als schaduwwerper werd gebruikt, terwijl in 1670 J. v.d. Groen nog rustig zwart op wit zet dat zulk een stijl loodrecht moet staan. Bij palmzonnewijzer no. 5 en no. 6, schrijft hij aldus:

"Men kan oock seer sierlijck een Sonne-wijser van Palm maken op deze wijze: Deelt een Circkel (...) in 24 gelijcke deelen/ maeckt een Star van 12 punten in 't midden/ en laet in de hoecken wederom andere punten sluyten/ soo hegt ghy de uur-linien; (...); de uren mogen van Palm gheplant worden/ of , op een stockje getekent/ en dan kanmen se setten en steken op de punten/ even boven de Palm: (...). De wijs-pen die de schaduw geeft is een stock van 6 of meer voet hoogh/(...)/ of een langh dun Boomtje met soo hoogen stam/ welke l o o t - r e c h t moeten staen/ en dan sal de schaduw op de punten vallende/ uw de ure van den dagh aanwijzen/ (...)."

Hoewel het zonnewijzerperk op onsschilderij erg klein is, daardoor betrekkelijk vaag blijft, en bovendien - zoals al opgemerkt - nog vol bloemen staat, meen ik met zekerheid te kunnen stellen dat het in genen dele lijkt op één der 6 modellen bij Van der Groen. Die hebben allen iets stervormigs, iets stekeligs, iets windroosachtigs i.t.t. de cirkelvorm welke m.i. duidelijk overheerst op het schilderstuk.

Een gedachtensprongetje brengt mij van dit verschil op het ander - en betekenisvoller - verschil, nl. dat tussen de Bullekerkzonnewijzer in Zaandam (1687) en de Prinsenhofzonnewijzer te Groningen (1730). Eerstgenoemde zou men "windrichting-bewust" kunnen noemen, terwijl de ander meer let op "de duur der beschijning". Hierin zie ik weerspiegeld de grote verschillen die destijd in sociaal-geografisch opzicht bestonden tussen beide regio's, t.w. enerzijds "de Zaankanter" met zijn op het water gerichte activiteiten; anderzijds "de Groninger" met activiteiten gericht op zijn landerijen. Korter en concreet: "(zeil)scheepsbouw c.a." i.t.t. "landbouw c.a.". (6).

Merkwaardig is, dat Van der Groen, v o o r hij de palmmodellen bespreekt, een volkomen correcte beschrijving geeft van de wijze waarop men eventueel een kubuszonnewijzer zou kunnen vervaardigen, compleet met Zuid-, Noord-, Oost-, West - en horizontale wijzer, laatstgenoemde met .. s c h e e v e stijl (zgn stijlneus). En bepaald argwanend word ik als hij ..

zijn "Onderwijsinge" begint - les 1 zagezegd - met een kubus die bedoeld is voor 52 graden en 40 minuten! En ik vraag mij dus af of deze tekeningen oorspronkelijk niet gemaakt zijn voor bijvoorbeeld de een of andere buitenplaats en of die kubus daar ooit ook heeft gestaan. Misschien vindt iemand nog eens een rekening. In ieder geval gaat het Alkmaar's Archief uitpluizen of er rond 1670 op 52°40' NB in Noord-Kennemerland een buiten heeft gelegen. (7).

Haren - Gn., jan. 1981
E.L.H. ROEBROECK

- 1 Het Heerlyk Buitenleven
tuinen rond groninger borgen en buitenplaatsen
9 augustus tot 27 oktober (1980)
Fraeylemaborg Slochteren
- 2 In Fig. 1 zijn de bloemen niet ingetekend. De schets werd, om het gevaar iets te suggereren te vermijden, mede vervaardigd a.d.h.v. fotografische vergrotingen in zwart/wit en in kleur. Voor het opzoeken en het beschikbaar stellen van de foto's dank ik Mej. Drs. Lies A.J. Boiten, Conservatrice bij het Groninger Museum en de heer F.J. Veldman, Conservator van de Menkemaborg.
- 3 J. van der Groen "Den Nederlandtsen Hovenier", deel II van het vermakelyck landt-leven, Amsterdam 1670, pp 84-93: "Onderwijsinge, hoe datmen de navolgende Sonne-wijzers in 't werck sal stellen". Groningen, UB en Groningen, Agronomisch Historisch Instituut.
- 4 Dr. W.J. Formsma e.a. "De Ommelander Borgen en Steenhuizen". Assen 1973, i.h.b. p 510 en p 512.
- 5 Bulletin Zonnewijzerkring 7, p 278 e.v.
- 6 H.J. Keuning "Mozalek der Functies (Leopolds. Den Haag 1955), Kaart III, Hoofdstuk V.
- 7 Inmiddels schreef mij de Gemeentearchivaris, Drs W.A. Fasel, oa. het volgende: "De door U genoemde breedtegraad loopt (...) precies door het centrum van de buitenplaats Het Oude Hof te Bergen, thans in gebruik bij de Volkshogeschool. De aanleg van dit huis met park is in 1642 begonnen door Anthony Studler van Surck (...)"

Aan ommezijde: frontispice van een boek uit 1719,
(eerste druk was 1708) van

J. G. DOPPELMAYER : Neue und gründliche Anweisung
wie nach einer universalen Methode grosse Sonnen-
uhren auf jeden ebenen Flächen...so wohl aus einem
arithmetischen Fundament auf verschiedene Arth
accurat zu beschreiben...dann aber auf solchen
allerhand astronomische Vorstellungen...zu weitem
Erklärung der neuermehrten Welperischen gnomonique, etc.

Het klinkt indrukwekkend - en Doppelmayer was wel
een beroemdheid - maar die twee grote perkzonnewijzers
zien er toch wel raar uit, en hebben dezelfde
verticale stijl die Groen ook voorschrijft (pag. 342)



+++++
 + Een formule voor de Tijdsvereffening +
 +++++
 Th.J. de Vries

In de afgelopen vijf maanden is mijn rusteloos zoeken naar een berekening van de tijdsvereffening uiteindelijk beloond met een uiteindelijke nauwkeurigheid van de in de sterregidsen gegeven waarden. Terugkijkend op deze maanden is mijn conclusie dat er in de hemel-mechanica schitterende mogelijkheden liggen om te rekenen. Het is echter rekenwerk geworden voor computers. Om U een indruk te geven van de inspanning die ik mij moest getroosten om tot bovengenoemd resultaat te komen geef ik hier grof het tijdsverloop van mijn zoeken. Benaderingsformule opstellen met twee termen zoals bij de formule van de Hr. Strang van Hees (Bulletin VI 227): Twee avonden; fout in de tijdsvereffening maximaal 81 seconden. Optimaliseringsproces met dezelfde formule-soort duurde een week; restfout maximaal 34 sec. Bestudering van de aardbaan en daaruit voortvloeiende verbazing dat een jaar niet zo maar een jaar is. Dat je voor een baanberekening met de wetten van Kepler te maken hebt met het anomalistische jaar terwijl je voor de helling van de aardas te maken hebt met het tropische jaar. Dit kost twee maanden inclusief omzetting in computer programma. Nauwkeurigheid in de tijdsvereffening toen binnen 2,5 sec. Daarna zes weken gezocht naar de Klassieke formules van Newcomb en hun toepassing inclusief drie weken wachttijd op aangevraagde boeken (Explanatory Supplement To The Astronomical Ephemeris). Na toepassing werd de nauwkeurigheid binnen 1,6 sec. gebracht. Inmiddels waren hierin alle correcties voor nutatie, aberratie en verschil tussen wereldtijd en Efemeridentijd meegenomen. Hoewel ik precies wist wáár ik twintig boogseconden verloor in de lengte van de aardbaan kon ik dat niet verklaren. J.A.F. de Rijk raadde mij aan contact op te nemen met Jean Meeus in België. Ik kreeg van hem drie bladzijden formules met storingen van de maan en de planeten. Zo kwam ik tenslotte aan de waarden uit de Sterrekundige tabellen. Uit bovenstaand relaas komt wel uit dat voor elke seconde verbetering de inspanning en de formules onevenredig toenemen. Keer ik nu terug naar zonnewijzers dan vraag ik mij eigenlijk af wat ik nu met dit zoeken aan het doen was. Voor een zonnewijzer heb je die grote nauwkeurigheid helemaal niet nodig. De tabel die achterin het boek van Cousins staat is naar mijn mening, voldoende. Er zijn echter mensen die graag rekenen en daarom geef ik onderstaand enige benaderingsformules. Ik kwam ze tegen langs de weg die ik hierboven beschreef. Ze hebben geen "last van" bijzondere correcties.

(1) Tijdsvereffening $E = \text{Ware Zonnetijd} - \text{Middelbare Zonnetijd}$. *

De gehanteerde E moet U zelf Voor de lengtegraad van uw plaats corrigeren. In de gegeven vorm geldt hij dus voor de nulmeridiaan of een andere zônemeridiaan.

Dan hier de eerste benadering uit Bulletin VI 227 :

$$(2) \quad E = -7^m,668 \sin\left(\frac{d}{365,25} \times 360^\circ\right) + 9^m,91 \sin\left(\frac{d-80}{365,25} \times 720^\circ\right)$$

Deze formule is van Dhr. Strang van Hees. Hierin is d het dagnummer. Zo geldt voor 1 januari om 0^h U.T. $d=1$ en op bijv. 20 maart: $d=79$.

* / De officiële definitie is: Equation of time at 0^h UT =
 12h + apparent siderial time Greenwich at 0h UT
 - apparent right ascension of Sun at 0h ET - 0,002738 ΔT

Wie deze formule gebruikt loopt de kans een fout te hebben in E van -81 tot +77 seconden.

Een tweede formule

$$(3) \quad E = -7^m,637 \sin\left(\frac{d-2,5}{365,25} \times 360^\circ\right) + 9^m,863 \sin\left(\frac{d-81,6}{365,25} \times 720^\circ\right)$$

is afkomstig van H.R. Mills in zijn boek "Positional Astronomy and Astro-navigation made easy", blz218. Voor een vergelijking met (2) is de oorspronkelijke formule omgevormd tot (3).

Wie deze uitdrukking gebruikt maakt in 1981 een fout die maximaal -39 tot +43 seconden is.

Door in (2) in plaats van d een verlaagde (d-2) in te vullen, zodat in de eerste term (d-2) en in de tweede term (d-82) komt te staan, moet een verbetering verwacht worden. Dit is ook zo want ik kom dan op een fout van -51 tot +39 seconden, dus nog niet zo goed als (3). Nu vraag ik mij af hoe die formuultjes zijn ontstaan. De feiten liggen als volgt:

Door een onregelmatige snelheid in de ellipsvormige baan is het maximum in de vereffening bijdrage 7,664 minuten. Daar zit Strang van Hees dus goed. Dit maximum treedt op bij dagnummer d=278 of wel 5 oktober zodat

$$-7^m,664 \sin\left(\frac{d-?}{365,25} \times 360^\circ\right) = + 7^m,664 \quad \text{zodat} \quad ? = 4,1$$

Dit is de top van de sinus. Wie uitgaat van een bijdrage nihil stelt vast dat de aarde op 2 januari de kortste afstand tot de zon heeft (in het perihelium staat) zodat dan volgens de tweede wet van Kepler de bijdrage inderdaad niets is. Dan zou dus d-2 in de formule moeten staan. Mills is iets hoger gaan zitten op 2,5.

Het tweede deel van de vereffening ontstaat door de helling van de aardas. De maximum bijdrage in het jaar 1981 bedraagt 9,868 minuten. Mills zit er erg dicht bij. Dit maximum treedt o.a. op bij d= 127 of wel op 7 mei zodat

$$+9^m,868 \sin\left(\frac{d-?}{365,25} \times 720^\circ\right) = + 9^m,868 \quad \text{zodat} \quad ? = 81,3$$

Ook hier zit Mills zeer goed. Wie nu denkt dat de combinatie

$$(4) \quad E = -7^m,664 \sin\left(\frac{d-4,1}{365,25} \times 360^\circ\right) + 9^m,868 \sin\left(\frac{d-81,3}{365,25} \times 720^\circ\right)$$

automatisch de beste oplossing moet zijn, komt bedrogen uit. De fout is maximaal -30 tot +50 seconden en daarmee slechter dan het compromis van Mills.

Toch blijft het prikkelen "de beste" formule te vinden met dezelfde eenvoud van twee sinussen. Hiervoor zag ik twee wegen:

- 1/ De tabel voor 1981 omzetten in Fourier-componenten en de eerste vier termen omzetten naar de som van twee sinussen met fase.
- 2/ Uitgaan van de baanvergelijkingen en de lange weg van reeksontwikkeling toepassen tot de uitdrukking voor de vereffening voldoende nauwkeurig er uit komt rollen. Daarna nauwkeurigheid verminderen door de hogere termen in de reeksontwikkeling weg te laten.

De eerste methode is wat zonderling. Eerst moet je alle meetwaarden voor de vereffening kennen om daarna hieruit de formule te distilleren. Op 73 meetpunten, dus de vereffening van iedere vijfde dag, kom ik dan op de volgende formule:

$$(5) \quad E = -7^m,359 \sin\left(\frac{d-4,24}{365} \times 360^\circ\right) + 9^m,932 \sin\left(\frac{d-81,78}{365} \times 720^\circ\right).$$

De fout die hiermee voor een willekeurige dag in 1981 wordt gevonden is maximaal -35 tot +33 seconden.

De tweede methode is veel interessanter omdat hierin de mogelijkheid van de voorspelling ligt. De opbouw van de uitdrukking is immers volledig bekend! Wie uit de reeksontwikkeling die tot hogere nauwkeurigheid leidt, alleen 'de eerste vier termen samenvoegt krijgt

$$(6) \quad E = -7^m,366 \sin\left(\frac{d-4,187}{365,2422} \times 360^\circ\right) + 9^m,937 \sin\left(\frac{d-81,59}{365,2422} \times 720^\circ\right).$$

De nauwkeurigheid ligt op de mooiste waarde die ik vond, n.l. binnen -34 tot +30 seconden.

Die hogere nauwkeurigheid waarvan ik boven spreek komt nu ter sprake.

Berekening van de Tijdsvereffening tot op + of - 3 seconden

Met de volgende berekeningen werd ik geholpen door twee standaardwerken, te weten:

- W.M. Smart: Textbook on Spherical Astronomy, Cambridge University Press, 1931. Reprint 1980.
- Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris, the American Eph. and the Nautical Almanac. Uitgave H.M.S.O., London.

De uitdrukkingen komen als volgt uit mijn berekening:

Voor 1981

$$(7) \quad E = -104^s,720 \sin(L) - 429^s,345 \cos(L) + 596,241 \sin(2L) - 2,047 \cos(2L) + 4,322 \sin(3L) + 19,312 \cos(3L) - 12,739 \sin(4L).$$

$$L = (d \times \frac{360^\circ}{365,2422} - 80,41953^\circ)$$

Voor 1982

$$(8) \quad E = -104^s,858 \sin(L) - 429^s,306 \cos(L) + 596,232 \sin(2L) - 2,050 \cos(2L) + 4,327 \sin(3L) + 19,310 \cos(3L) - 12,738 \sin(4L).$$

$$L = (d \times \frac{360^\circ}{365,2422} - 80,658248^\circ)$$

Voor 1983

$$(9) \quad E = -104^s,996 \sin(L) - 429^s,266 \cos(L) + 596,224 \sin(2L) - 2,052 \cos(2L) + 4,333 \sin(3L) + 19,308 \cos(3L) - 12,738 \sin(4L).$$

$$L = (d \times \frac{360^\circ}{365,2422} - 80,896966^\circ)$$

Voor 1984

$$(10) \quad E = -105^s,133 \sin(L) - 429^s,227 \cos(L) + 596,216 \sin(2L) - 2,055 \cos(2L) + 4,338 \sin(3L) + 19,306 \cos(3L) - 12,738 \sin(4L).$$

$$L = (d \times \frac{360^\circ}{365,2422} - 81,135683^\circ)$$

Met deze formules kunt U dus een aantal jaren vooruit.

Voorbeelden

1/ Wat is de tijdsvereffening op 7 januari 1981 om 0^h GMT ?

Antw. $d = 7$ zodat $E = -367,54$ seconden of wel $-6m08s$.

2/ Wat is de tijdsvereffening op 25 november 1981 om 14^h GMT ?

Antw. $d = 329,58333..$ zodat $E = +777,51$ seconden of $12m58s$.

De formule in "Sundials" van Frank Cousins

Op bladzijde 236 van zijn boek geeft Cousins de volgende formule voor de vereffening:

$$(11) \quad E = -97^{\circ}.8 \sin(L) - 431^{\circ}.3 \cos(L) + 596^{\circ}.6 \sin(2L) - 1^{\circ}.9 \cos(2L) \\ + 4.0 \sin(3L) + 19.3 \cos(3L) - 12.7 \sin(4L) \dots$$

Deze heeft hij ontvangen van Dr J.G. Porter in 1965. Wie het "geheim" van de formule kent komt tot een schrikbarende ontdekking. Na enig interpoleren blijkt namelijk voor het jaar 1931 en alleen voor dit jaar te gelden:

$$(12) \quad E = -97^{\circ}.811 \sin(L) - 431^{\circ}.268 \cos(L) + 596^{\circ}.649 \sin(2L) - 1^{\circ}.921 \cos(2L) \\ + 4.039 \sin(3L) + 19.410 \cos(3L) - 12.753 \sin(4L) \dots$$

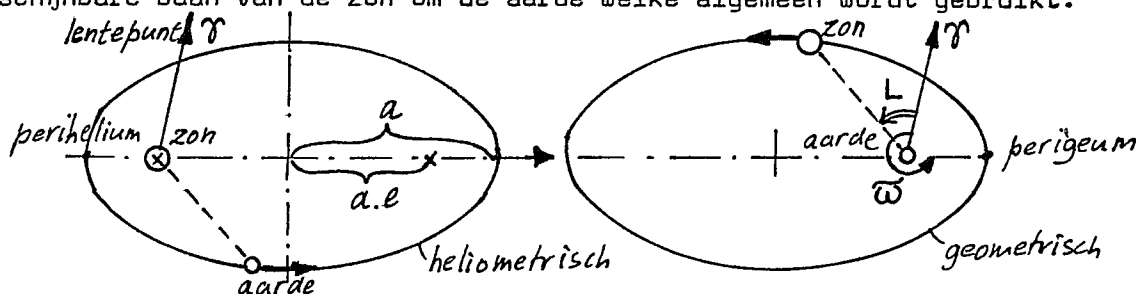
$$L = (d \times \frac{360^{\circ}}{365,2422} - 81,296986^{\circ})$$

De formule van Porter/Cousins lijkt daar dus verdacht veel op. Heeft Porter die misschien uit het boek van Smart gehaald dat immers voor het eerst in 1931 werd uitgegeven ?

Terecht wijst Cousins erop dat deze formule onderhevig is aan verandering door variaties in de lengte van het perihelium en het Lentepunt. Wie (12) toch gebruikt in 1981 zal een maximale fout hebben van -20 tot $+19$ seconden.

Voor hen die zelf de uitdrukkingen (7) t/m (12) willen samenstellen.

De klassieke formules van Newcomb uit 1895 zijn nog steeds de basis voor vele sterrekundige berekeningen. De grootheden worden zonder verdere uitleg als hoeken aangegeven in de onderstaande symbolische voorstelling van de baan van de aarde om de zon en de daaruit volgende schijnbare baan van de zon om de aarde welke algemeen wordt gebruikt:



Onder verwaarlozing van: de lang-periodieke termen, de nutatie, de aberratie en de storingen, geef ik hier

- De middelbare lengte van de ZON, gerekend vanaf het lentepunt bij een bepaalde datum:

$$(13) \quad L = 279^{\circ}.696678 + 0^{\circ}.9856473354 d_0 + 0^{\circ}.00002267 \left(\frac{d_0}{10000} \right)^2$$

- De middelbare lengte van het perigeum bij een bepaalde datum:

$$(14) \quad \bar{\omega} = 281^{\circ}.220844 + 0^{\circ}.0000470684 d_0 + 0^{\circ}.0000339 \left(\frac{d_0}{10000} \right)^2$$



- De excentriciteit van de ellipsvormige baan:

$$(15) \quad e = -0,01675 - 0,000011444 \left(\frac{d_0}{10000} \right) - 0,0000000094 \left(\frac{d_0}{10000} \right)^2$$

- De middelbare helling van de aardas:

$$(16) \quad \epsilon = 23,452294 - 0,0035626 \left(\frac{d_0}{10000} \right)$$

Hierin is d_0 het aantal dagen (formeel het aantal Juliaanse dagen) dat verlopen is sinds het Epoch (=tijdstip) 0 januari 1900 te 12^h Efemeridentijd.

Als we in plaats van Efemeriden-tijd met wereldtijd rekenen zonder correctie maken we geen al te grote fout.

Tenslotte wordt nog de variabele y gebruikt die uit (16) volgt:

$$(17) \quad y = \tan^2(\epsilon/2)$$

De uitdrukking voor de vereffening is nu:

$$(18) \quad E' = (-2e \cos \bar{\omega} - 2ey \cos \bar{\omega}) \sin(L) + \\ + (2e \sin \bar{\omega} - 2ey \sin \bar{\omega}) \cos(L) + \\ + \left(y - \frac{5}{4} e^2 \cos 2\bar{\omega} \right) \sin(2L) + \left(\frac{5}{4} e^2 \sin 2\bar{\omega} \right) \cos(2L) + \\ + (2ey \cos \bar{\omega}) \sin(3L) + (-2ey \sin \bar{\omega}) \cos(3L) + \\ + \left(-\frac{1}{2} y^2 \right) \sin(4L) \dots \quad \text{in radialen}$$

Wie (13) t/m (18) gebruikt heeft E' in radialen.

2π radialen komt in tijd overeen met 24 uur of te wel 24×3600 sec. zodat E in seconden volgt uit:

$$(19) \quad E = E' \times \frac{24 \times 3600}{2\pi} \text{ seconden}$$

Voorbeeld

3/Bereken de tijdsvereffening op 31 december 1980 om 0^h wereldtijd (=GMT=UT).

Opl. Deze datum, ook wel 0 januari 1981 genoemd ligt 29584,5 dagen na het Epoch 0 januari 1900 te 12 uur. Kortom:

$$d_0 = 29584,5 \quad \text{zodat}$$

$$L = 279,580470$$

$$E'(\text{rad}) = -0,0127524777 \quad \text{of}$$

$$\bar{\omega} = 282,613636$$

$$E(\text{sec}) = -175,36 \text{ s.} = -2^m 55^s$$

$$e = 0,0167171$$

$$\epsilon = 23,4417532$$

4/Wat is de tijdsvereffening op 25 november 1981 om 14^h GMT ?

$$\text{Opl. } d_0 = 29914,083 \quad L = 244,433409 \quad \bar{\omega} = 282,629155 \quad e = 0,0167167222 \\ \epsilon = 23,4416357 \quad E = +777,60 \text{ s} = +12^m 58^s$$

Het is ook mogelijk de coëfficiënten van (18) voor 0 januari uit te rekenen en dan te veronderstellen dat die coëfficiënten het gehele jaar zo weinig veranderen dat ze voor dat jaar als constanten zijn te beschouwen. Dit is in feite met vergelijking (7) t/m (12) gedaan. De lengte van de zon moet dan vergroot worden met een hoek van $360^\circ/365,2422$ per dag. Hierin is die 365,2422 ongeveer het aantal middelbare zonnedagen in een Tropisch jaar. De totale hoek is in (7) met 360° verminderd van $279,58047$ naar $-80,41953$ maar dat verandert het antwoord niet.

+++++
+ L I T E R A T U U R +
+++++

306. René R. J. Rohr. A Unique Greek Sundial recently discovered in Central Asia. - Journ.R.Astron.Soc.Can. Vol.74 no 5, 1980,271-278.

307. Robert Sagot et Marcel Collenot. Cadrans solaires de l'Eure. 24 pag. Beschrijvingen met foto's. Ons toegezonden door Soc. Astr. de France, waarvoor veel dank.

308. Werner Stephan. Sonnenuhren. Catalogus van de tentoonstelling in de Hessische Landes-Bibliothek, Darmstadt 1980. 78 pag.

309. A Sundial on an Office Ceiling. William W. Shrader. Al een oud artikel, maar hier nog nooit vermeld. Sky and Telescope, April 1975, pag. 217 en 218 + Cover. (over een reflecterende z.w.)

(310.)Uit Scientific American enkele grepen:

310. May 1966 (Geen auteur, geen pag.no), een beschrijving van de capucijner z.w. uit het boek van Cousins - maar zonder bewijsvoering.

311. Sept. 1980, pag. 46. Bespreking van het boek: Greenwich Time and the discovery of the longitude, by Derek Howse. Oxf.Univ.Press.

312. Dec. 1980. In de rubriek "The Amateur Scientist" beschrijft Jearl Walker een horizontale zonnwijzer met tijdsvereffeningslussen ontworpen door C.K.Sloan.Pag. 174-180. --- De poedelprijs voor het slechtste artikel op ons gebied, dat ooit geschreven is. Uitvoerige bespreking met 5 leden die het lazen staat ter beschikking voor hen die er meer van willen weten.

313. Journal of Navigation. E.W.Anderson, bespreking van het boek, ook genoemd door Th.J.de Vries op pag. 346: H. R. Mills, Positional Astronomy and Astro-navigation Made Easy. 267 pag. St.Thornes,1978.

314. Alte Uhren Jhrg.III 1980, no 2, April: H. Behrendt, Alte Fenster-Sonnenuhren.

Dit alles slechts kort wegens ruimtegebrek,
maar tot besluit een prentje bij het stuk van Gerard:



A FLORAL CLOCK

How well the skilful gardener drew
Of flowers, and herbs, this dial new;
Where, from above, the milder sun
Does through a fragrant zodiac run,
And, as it works, the industrious bee
Computes its time as well as we!
How could such sweet and wholesome hours
Be reckoned but with herbs and flowers!

Andrew Marvell

This is quite different from the so-called Floral Clock so often seen in municipal gardens, which is merely decorated with growing flowers and is driven by clockwork. The true Floral Clock is planted with a circle of English wild flowers, each of which opens and closes at particular hours. The flowers in the diagram are shown accordingly, as open or closed. When, as from 3 to 7 o'clock, there are two flowers opposite each hour, one indicates the morning and the other the evening hour. The following familiar, and fairly regular flowers, are recommended to gardeners who would construct this pretty conceit:

Yellow Goatsbeard or Noontide	opens at 3 a.m.	closes at 12 noon
Wild Succory or Chicory	" 4 "	" 4 p.m.
Common Nipplewort	" 5 "	" 10 a.m.
Buttercup	" 6 "	
White Water Lily	" 7 "	" 5 p.m.
Scarlet Pimpernel	" 8 "	" 2 "
Proliferous Pink	" 8 "	" 1 "
Lesser Celandine	" 9 "	
Common Star of Bethlehem or Lady Eleven o'clock	" 11 "	
Rough Dandelion		" 3 "
Nottingham Catchfly	" 6 p.m.	
Evening Primrose	" 7 "	

