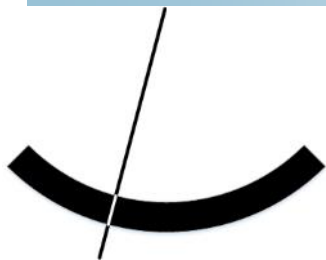


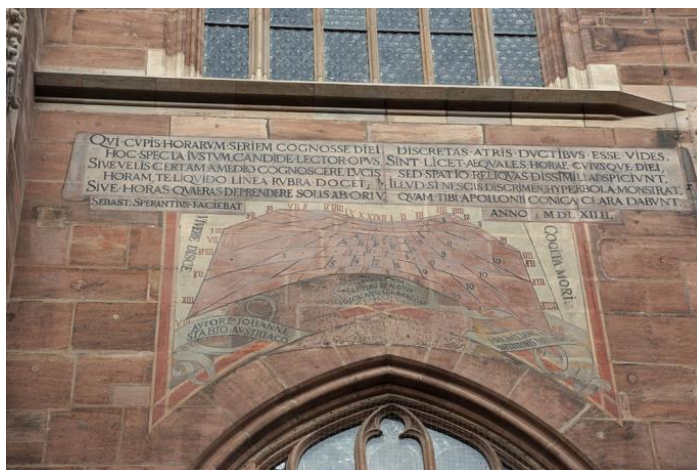
De Zonnewijzerkring



Tijd voor zonnewijzers!
Sundial time!

Nr. 121 december 2016

De zonnewijzer van de St. Lorenzkerk met zijn Neurenbergse uren is in de vorige editie uitvoerig door Frans Maes beschreven. John Souverijn heeft daar toch nog wat aanvullende ideeën over en heeft ook de Latijnse tekst met wat externe hulp weten te vertalen. Dit levert weer een reactie op van Frans en nu kunt u in twee artikelen van deze editie lezen hoe het lijnenspel op deze zonnewijzer geïnterpreteerd zou kunnen of moeten worden.



Het is al lastig genoeg om een lijnenpatroon op een vlakke horizontale of verticale zonnewijzer uit te rekenen, maar met een cilindrische wijzerplaat kun je het jezelf nog moeilijker maken. Frans Maes heeft zich hier nog maar eens in verdiept en leidt ons met wat formules naar het resultaat van uur- en datumlijnen op verticale cilinders.

Voorbeelden van deze zonnewijzers zijn te vinden op een kantoorpand in Brussel en in Humbeek. Ook het jubileumglas / lustrumgeschenk aan de leden in 2008 is er een voorbeeld van en dat is dan ook nog een conische cilinder. Hendrik Hollander heeft het effect hiervan meegenomen in zijn ontwerp.

Maartje de Vries blijft rondlopen op Antarctica en moet het nog steeds doen met een op een zonnewijzer gebaseerde kompas. Helpt u mee Maartje de weg te vinden? Los de puzzel op die u in deze editie kunt vinden.

Onder andere in dit nummer:

- De Zimmertoren in Lier.
- Bijeenkomst 21 januari.
- Louw Pals overleden.
- Verslag 24 september 2016.
- Tijdvereffeningstabel



Het Bulletin is een uitgave van "DE ZONNEWIJZERKRING".

ISSN 1383-388X

QR-code van de Zonnewijzerkring. Richt uw smartphone met de juiste "app" op deze code en u bent direct verbonden met de website van de Kring!
Of anders: www.zonnewijzerkring.nl

Penningmeester:

BIC: INGBNL2A. **IBAN:** NL02 INGB 0000 5188 37
t.n.v. *De Zonnewijzerkring*
Prof. Boerhaaveweg 57
2251 HX VOORSCHOTEN
Tel: 071 5614141
Email: penningmeester@zonnewijzerkring.nl

Redactie:

Parklaan 18
1701 GS HEERHUGOWAARD
Tel: 072 5715930
Mob: 06 13122769
E-mail: redactie@zonnewijzerkring.nl

Secretariaat:

Molukkenstraat 3d
6524 NA NIJMEGEN
Tel: 024 6630823
E-mail: secretaris@zonnewijzerkring.nl

Bestuur: Rien Spruijt	voorzitter
Frans Maes	secretaris
Han Hoogenraad	penningmeester
Hans de Rijk	erelid
Astrid vd Werff	website en archief
Volkert Hoogeland	redacteur

Waar komt de Kring bijeen:

Kerkelijk centrum De Belder; Belder 6;
4196 HH Tricht;
http://hervormdegemeentetricht.nl/?page_id=195

Uit het reglement en mededelingen van het bestuur:

Het verenigingsjaar loopt telkens van 1 januari t/m 31 december.

Opzegging van het lidmaatschap moet schriftelijk vóór 1 december geschieden. Daarna is de contributie voor het gehele volgende jaar verschuldigd.

Contributie:

€ 24,00 voor een lidmaatschap met een bulletin dat per e-mail wordt toegestuurd.

€ 33,00 voor een lidmaatschap met een bulletin op papier dat per post wordt toegestuurd

De publicatierechten van de artikelen berusten bij de auteur van het artikel.

Overname van een artikel is alleen toegestaan met bronvermelding en handhaving van de auteursnaam. Toezending van een exemplaar van de uitgave waarin de overname staat aan het secretariaat en aan de auteur wordt op prijs gesteld.

Bijeenkomsten 2017:

	Aanvang	Plaats
Zaterdag 21 januari	13:30	Tricht
Zaterdag 25 maart	13:30	Tricht

Het programma is binnenkort ook op onze website www.zonnewijzerkring.nl te lezen

Colofon	Secretariaat	2
Bijeenkomsten 2017	Secretariaat	2
Van het bestuur	Secretariaat	3
Zonnewijzer in een verticale cilinder	Frans Maes	5
Zimmertoren te Lier (Belgie) deel 3	Lidy Bolsman	9
Neurenbergse uren: een reactie hierop	John Souverijn	12
Te koop aangeboden / gevraagd	Redactie	15
Antwoord op de reactie van John Souverijn en Bernard Mooy	Frans Maes	16
Prijsvraag	Frans Maes	19
Verslag bijeenkomst 24 september 2016	Secretariaat	21
Toelichting tijdvereffeningstabel	Thijs de Vries	23
Tabel tijdvereffening en declinatie voor 2017	Thijs de Vries	24
Summary	Redactie	26

Van het Bestuur

Secretariaat

Van het Bestuur

Het Bestuur wenst alle leden en hun dierbaren een zonnig, voorspoedig en gezond 2017!

Bijeenkomst 21 januari

Het Bestuur nodigt u uit voor de a.s. bijeenkomst op zaterdag 21 januari 2017 in Tricht (bij Geldermalsen). De locatie is Kerkelijk Centrum De Belder, Belder 6, 4196 HH Tricht. De aanvang is 13:30 uur. Langs de Belder is parkeergelegenheid.

Mocht u per trein willen komen, het dichtstbijzijnde NS-station is Geldermalsen. Wij wachten daar op de trein van 12:22 uur uit Utrecht (vanaf spoor 21) in de richting Den Bosch, die om 12:46 uur in Geldermalsen verwacht wordt, alsmede op de trein van 12:26 uit Den Bosch (spoor 4a) in de richting Utrecht - Den Haag, die om 12:41 in Geldermalsen arriveert, en brengen u comfortabel per auto naar Tricht.

Wanneer u hiervan gebruik wilt maken, wilt u zich dan uiterlijk 20 januari aanmelden:

- per e-mail naar secretaris@zonnewijzerkring.nl
- of telefonisch bij Frans Maes, 024-663.0823.

Op 21 januari is Frans te bereiken op 06-1535.6619.

Programma

De huishoudelijke vergadering zal niet al te lang duren. Daarna is er ruim tijd om ons te wijden aan de zonnewijzerkunde in brede zin. Hiervoor geldt:

Breng zelf iets in, dan neemt iedereen er wat van mee!

Vertel iets over uw recente resultaten, uw huidige project, of uw plannen. Laat een leuk object zien, iets boeiends dat u gelezen heeft, of leg een vraag of probleem op tafel. Kortom: alleen met uw actieve deelname wordt de bijeenkomst interessant voor ons allen! Beamer en laptop zijn aanwezig. In elk geval zal Rob van Gent ons vertellen over de zonnewijzers die hij heeft gevonden in Griekse en Romeinse mozaïeken.

Jaarvergadering

De statutaire jaarvergadering zal plaatsvinden op zaterdag 25 maart 2017, eveneens in Tricht.

Excursie 2017

Suggesties voor de jaarlijkse excursie, in juni of juli 2017, zijn welkom.

Zonnewijzerroutes

We hebben contact met de ANWB om in het magazine Kampioen in 2018 (ons 8e lustrum) aandacht aan zonnewijzers te besteden. In samenhang daarmee willen we een aantal zonnewijzerroutes aanbieden, die te voet of per fiets gevolgd kunnen worden. Kijkt u in uw omgeving om u heen of u mogelijkheden ziet om een dergelijke route gestalte te geven, en laat het ons weten.

Cursus Zonnewijzerkunde

De Basiscursus Zonnewijzerkunde is voor de tweede maal van start gegaan, met meer dan 10 cursisten.

Zonnewijzerwiskunde

Er is belangstelling voor het uitverkochte boekje *Basis-wiskunde voor de zonnewijzer* van H.W. van der Wyck uit 2001. Wij zijn van plan een herdruk te (laten) maken. Mocht u hier belangstelling voor hebben, laat het de secretaris weten.

Metaalrestaurateur gezocht

Onlangs is de Kring benaderd voor het restaureren van een armillaarsfeer. Momenteel zijn de leden op wie voorheen een beroep gedaan werd, niet meer beschikbaar. Hebt u zelf vaardigheden in deze richting, of hebt u contacten en ervaring met een metaalbewerker, machinebankwerker of smid in uw omgeving die in staat is zonnewijzerkundig verantwoord te werken, dan horen we dat graag.

Personalia

Ons bereikte het droevige bericht dat Louw Pals is overleden. Hij was een enthousiaste bezoeker van de bijeenkomsten en bracht vaak iets interessants mee. Zo liet hij op de laatste vergadering die hij bezocht, september 2015, nog een tweetal romantische prieeltjes zien, die hij gemaakt had naar een ontwerp van Willy Leenders.



In het recente verleden is België verrijkt met twee bijzondere zonnewijzers, waarbij het patroon van uur- en datumlijnen zich in een cilindrische wijzerplaat bevindt. Het gnomonisch ontwerp van beide is van Willy Leenders. Op een kantoorpand in Brussel valt de schaduw van een bol op de binnenkant van een kwart cilinder (fig. 1). De bol hangt niet in de as van de cilinder, maar tussen de as en de cilinderwand.

Op een driesprong in Humbeek staat een matglazen cilinder, die dag en nacht de ware plaatselijke tijd (en de datum) wijst (fig. 2). Overdag wordt de aanwijzing verzorgd door de schaduw van een donkere schijf midden op de bovenzijde, de nodus; 's nachts neemt een projector die taak over op een eigen lijnenraster.

In een tweetal artikelen [1,2] beschreef Willy het ontwerpproces in detail. Hij berekende eerst de uur- en datumlijnen van een verticale puntzonnewijzer. Vervolgens bepaalde hij de centrale projectie hiervan vanuit de nodus op de cilinderwand. Tenslotte berekende hij de afroling van het lijnenpatroon op de cilinder. Bij de zonnewijzer in Humbeek deed zich nog het probleem voor dat de vlakke zonnewijzer die als tussenstap diende, slechts beschenen wordt als de zon zuidelijk van de oost-westlijn staat. De lijnen voor de vroege en late uren moesten dus in een aparte ontwerpslag via een verticale noordwijzer geconstrueerd en aan het middendeel vastgeplakt worden.

Deze procedure voelt contra-intuïtief aan. Het lijkt niet alleen eenvoudiger maar ook logischer om de schaduw van de nodus, die gedurende een dag in de cilinder ronddraait, rechtstreeks te modelleren op een cilindrische wijzerplaat, zonder de tussenstap van een vlakke verticale zonnewijzer. Daarom wil ik in dit artikel nagaan hoe een rechtstreekse berekening verloopt.

We gaan uit van de twee basisformules van de zonnewijzerkunde, voor de zonshoogte H en het azimut Z van de zon:

$$\sin(H) = \sin(\delta) \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(t)$$

$$\tan(Z) = \sin(t) / [\sin(\varphi) \cos(t) - \cos(\varphi) \tan(\delta)]$$

Hierin is δ de zonsdeclinatie, t de uurhoek van de zon en φ de geografische breedte waarop de zonnewijzer opgesteld zal worden. Alle hoeken worden uitgedrukt in graden ($^{\circ}$).

Mijn benadering wordt toegelicht in fig. 3. Het linker deel toont een horizontale doorsnede door de cilinder. Dat is een cirkel met straal R , uitgedrukt in een willekeurige eenheid, en middelpunt M . M is het punt waar de as van de cilinder door het vlak prikt.

In de cirkel ligt op een willekeurig punt P de nodus (schaduwgever). Bij een bepaalde zonshoogte H en azimut Z valt de schaduw van P op de wand van de cilinder; dat is het schaduwpunt S . Het verticale meridiaanvlak door de as snijdt de cirkel op twee plaatsen. Aan de noordkant is dat in punt O .

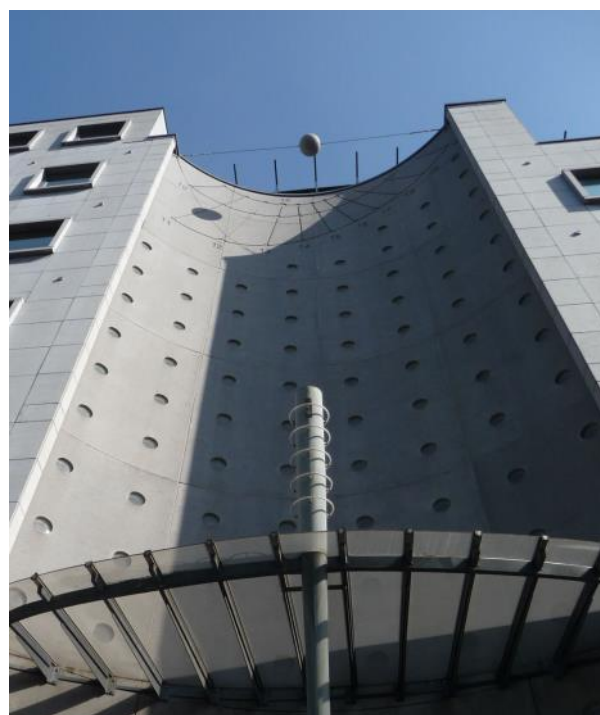


Fig. 1. De zonnewijzer aan het kantoorpand Boudewijnlaan 12 in Brussel.



Fig. 2. De cilinderzonnewijzer in Humbeek. Het bovenste lijnenstel is de eigenlijke zonnewijzer, op het patroon daaronder wordt 's nachts door een projector een lichtvlek geworpen. Bron: www.wijzerweb.be.

Op de cilinderwand brengen we een coördinatenstelsel aan, met de oorsprong in punt O. De x-coördinaat loopt horizontaal langs de cirkel en is gelijk aan de lengte van de cirkelboog; naar oost is positief, naar west negatief. De y-coördinaat loopt verticaal; naar beneden is positief. X en y hebben dezelfde eenheid als R.

Een tweede verticaal vlak is het 'azimutvlak' (rechts in fig. 3), dat door (het middelpunt van) de zon en door de punten P en S gaat. Dat vlak snijdt de cirkel ook op twee plaatsen. Het snijpunt dat recht boven S ligt, is T. De middelpuntshoek OMT noemen we α (alfa). Die telt vanaf O naar oost positief en naar west negatief, net als de x-coördinaat. Daarmee heeft α hetzelfde teken als Z: vóór het middaguur negatief, erna positief. De afstand PT noemen we D.

Als α en D eenmaal bekend zijn, zijn de coördinaten X_s en Y_s van het schaduwpunt S eenvoudig te berekenen:

$$X_s = 2\pi R \alpha / 360^\circ, Y_s = D \tan(H).$$

Ook X_s heeft hetzelfde teken als Z: vóór het middaguur negatief, erna positief. De hoogte H is altijd positief, dus Y_s is ook altijd positief. Na afrollen van de cilinder in een plat vlak vormen x en y het gebruikelijke rechthoekige coördinatenstelsel.

Nodus op de as

Het eenvoudigste geval is dat in Humbeek: De nodus P ligt op de as van de cilinder en valt dus samen met het middelpunt M. Daarmee is $\alpha = Z$ en $D = R$, dus de coördinaten van het schaduwpunt S zijn:

$$X_s = 2\pi R Z / 360^\circ, Y_s = R \tan(H).$$

In een spreadsheet laten we H en Z berekenen voor een aantal uurhoeken en declinaties. Daarmee zijn α en D bekend en worden X_s en Y_s berekend en getekend (fig. 4). De lay-out voor een zonnwijzer als die in Humbeek is dus wel heel eenvoudig te verkrijgen.

Nodus op een willekeurige plaats

Na deze vingeroefening komt het echte werk: de nodus ligt op een willekeurige plaats binnen de cilinder, zoals in fig. 3. In fig. 5 is de positie van de nodus P ten opzichte van M vastgelegd door de afstand f R en de hoek OMP, die we σ (sigma) noemen. De fractie f is een getal tussen 0 en 1. Met $f = 0$ ontstaat de situatie van Humbeek, waarbij P op M ligt; met $f = 1$ ligt P op de cilinderwand. Hier is $f = 0,45$. De hoek σ telt vanaf O naar oost positief (net als de x-coördinaat), tot $+180^\circ$, en naar west negatief, tot -180° . Hier is $\sigma = 65^\circ$. Op het getekende tijdstip is $Z = -45^\circ$.

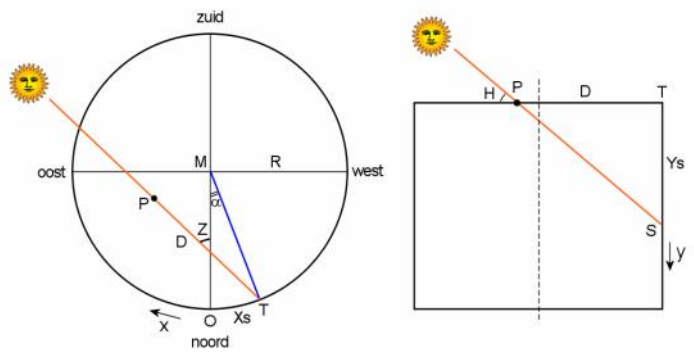


Fig. 3. Links: horizontale doorsnede door een verticale cilinder, met middelpunt M en straal R. Punt P is de nodus. Rechts: Het verticale azimutvlak bevat de nodus P en zijn schaduwpunt S. Op de binnenwand is het coördinatenstelsel x-y aangebracht, met oorsprong O. De as van de cilinder (stippellijn) ligt achter dit vlak.

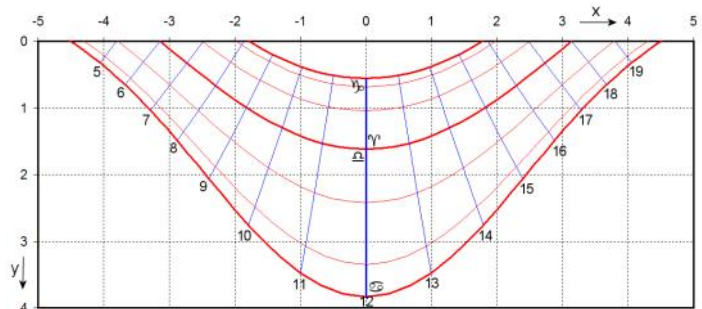


Fig. 4. Het lijnenpatroon op de binnenzijde van de afgerolde cilinder voor de breedte van Humbeek, $50,97^\circ$. De straal R van de cilinder is 2 eenheden

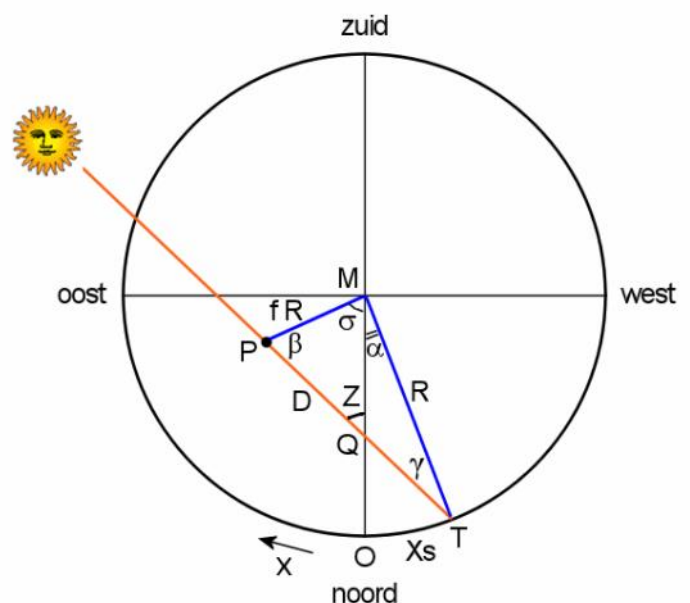


Fig. 5. De horizontale doorsnede van fig. 3 links, met de nodus P op een willekeurige plaats. Met eenvoudige meetkunde kan uit de bekende azimuthoek Z en de positie van P, uitgedrukt door f en σ , de hoek α naar de schaduw van P berekend worden.

In driehoek MPT zijn de zijden $MT = R$ en $MP = f R$ bekend. De hoek $MPT = \beta$ (bèta) kan bepaald worden in driehoek MPQ: $\beta = 180^\circ - (\sigma - Z)$. Het minteken voor Z is omdat Z hier negatief is. Want in een driehoek is de som van de *absolute* waarden van de hoeken gelijk aan 180° . Zo is hoek TMP gelijk aan $(\sigma - \alpha)$, omdat α hier negatief is. De derde hoek in driehoek MPT noemen we γ (gamma).

De opgave is dus om hoek $OMT = \alpha$ en de afstand $PT = D$ te berekenen. Hiervoor is de *sinusregel* het gereedschap bij uitstek. Voor driehoek MPT geeft de sinusregel:

$$R / \sin[180^\circ - (\sigma - Z)] = f R / \sin(\gamma) = D / \sin(\sigma - \alpha)$$

Omdat $\sin(180^\circ - x) = \sin(x)$, kunnen we de eerste term ook schrijven als $R / \sin(\sigma - Z)$.

We nemen eerst de eerste twee termen:

$$R / \sin(\sigma - Z) = f R / \sin(\gamma), \text{ waaruit volgt:}$$

$$\sin(\gamma) = f \sin(\sigma - Z), \text{ oftewel: } \gamma = \arcsin[f \sin(\sigma - Z)].$$

Nu is de arcsin-functie niet éénwaardig; bijv. $\arcsin(0,5) = 30^\circ$ en 150° . Maar γ kan nooit stomp zijn en ligt dus altijd in het interval $-90^\circ \dots +90^\circ$. Daarmee is het resultaat eenduidig.

Omdat Z negatief is, is hoek MQT gelijk aan $(180^\circ + Z)$, zodat uit driehoek MQT volgt:

$$\alpha = Z - \gamma = Z - \arcsin[f \sin(\sigma - Z)].$$

Nu passen we de sinusregel toe op de eerste en derde term:

$$R / \sin(\sigma - Z) = D / \sin(\sigma - \alpha), \text{ waaruit volgt:}$$

$$D = R \sin(\sigma - \alpha) / \sin(\sigma - Z).$$

Deze formule vergt enige aandacht.

Als de noemer $\sin(\sigma - Z)$ nul wordt, is $\sin(\sigma - \alpha)$ ook nul en kan D niet berekend worden. Dat is het geval als M , P en T op één lijn liggen. Als P vanuit de zon gezien voorbij M ligt, is $\sigma = Z$ en $D = (1-f) R$; als P vóór M ligt, is $\sigma = Z \pm 180^\circ$ en $D = (1+f) R$.

Met de gevonden waarden van α en D worden de coördinaten X_s en Y_s berekend en getekend. Hiervoor is een spreadsheet in Excel gemaakt, dat ook te downloaden is [3]. Fig. 6 geeft het resulterende lijnenpatroon voor 51° NB.

Wat de precieze relatie tussen de nodus en de as van de cilinder is bij de Brusselse zonnewijzer, wordt in het artikel van Willy Leenders [1] niet vermeld. In [4] valt te lezen dat de zonnewijzer een kwart cilinder beslaat en ongeveer naar het zuidzuidwesten gericht is. Dat laatste betekent dat σ in de buurt van $22,5^\circ$ is, en naar fig. 1 te oordelen is f een stuk groter dan $0,5$. Met wat proberen blijkt het spreadsheet met de waarden $f = 0,7$ en $\sigma = 20^\circ$ een lijnenpatroon op te leveren dat goed overeenkomt met het patroon in [1] (fig. 7).

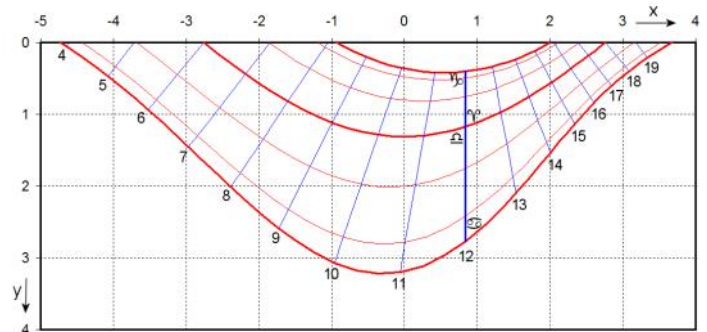


Fig. 6. Lijnenpatroon voor het voorbeeld van fig. 5, voor 51° NB en straal van de cilinder $R = 2$ eenheden. Voor de nodus geldt: $f = 0,45$ en $\sigma = 65^\circ$.

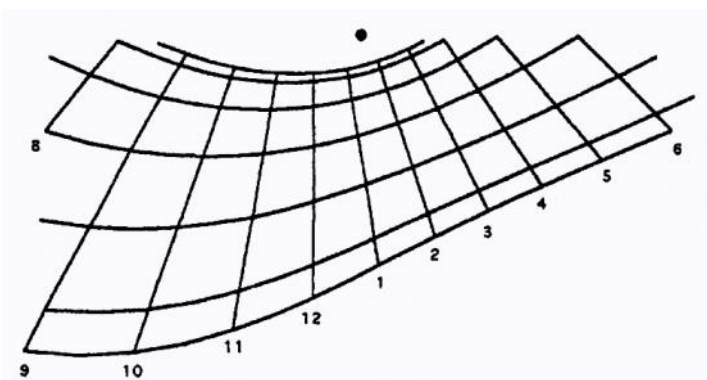
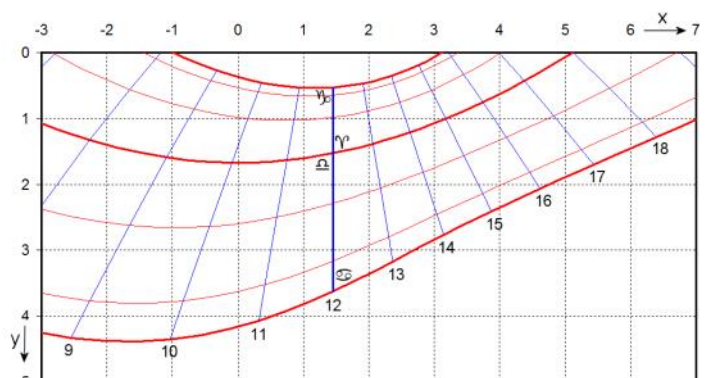


Fig. 7. Boven: het patroon berekend met het spreadsheet, voor $50,86^\circ$ NB, met $R = 6$ eenheden, $f = 0,7$ en $\sigma = 20^\circ$. Onder: het lijnenpatroon voor de zonnewijzer in Brussel, uit [1].

Nodus op de noordrand

Bij de controle van het spreadsheet plaatste ik de nodus ook op de noordrand, met de waarden $f = 1$ en $\sigma = 0^\circ$. Ik verwachtte dat dat geen lijnenpatroon zou horen op te leveren. Toen er toch wat verscheen (fig. 8), dacht ik even dat het spreadsheet niet deugde. Maar al gauw realiseerde ik mij dat - mits de cilinder transparant is - de schaduw van de nodus wel degelijk op de binnenwand kan vallen. Dat gebeurt zodra de zon noordelijk van de oost-west lijn staat, wat gedurende het hele zomerhalfjaar het geval is aan het begin van de morgen en het eind van de middag, op dezelfde uren waarop een verticale noordwijzer werkt. Op de langste dag is dat zelfs ca. 7 van de ca. 16 daguren het geval.

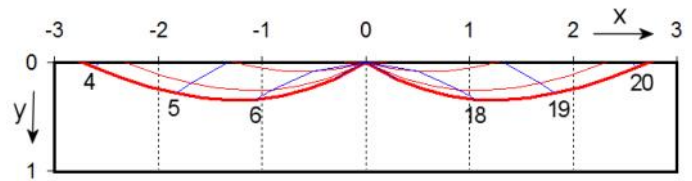


Fig. 8. Als de nodus op de noordkant van de cilinder geplaatst wordt, is er in het zomerhalfjaar 's morgens vroeg en 's avonds toch nog een schaduwpunt op de cilinderwand zichtbaar op dit lijnenstel. Hier is $\varphi = 51^\circ$ NB en $R = 2$ eenheden.

Nodus op de westrand

Op een cilindrisch drinkglas kun je een nodus op de wand aanbrengen en het glas daarmee tevens als zonnwijzer laten dienen. Dan is $f = 1$. Het ligt voor de hand om de nodus aan de zuidkant te nemen. Maar Hendrik Hollander deed het anders: hij plaatste de nodus aan de westkant, dus met σ ca. -90° (fig. 9). Daarmee loopt het bereik van de zonnwijzer van ca. 14 uur MET tot zonsondergang. Het spreadsheet levert met $f = 1$ en $\sigma = -90^\circ$ een vergelijkbaar lijnenpatroon op (fig. 10), zij het dat het resultaat gespiegeld moest worden, omdat we in fig. 9 de *buitenkant* van de cilinder zien.

Het glas van Hendrik werkt alleen correct als het *leeg* is. Het is dus bedoeld om te kunnen zien of het borreluur al aangebroken is, en daarna of er nog tijd is om het geleegde glas opnieuw te vullen. Zou het glas in *gevulde* toestand als correcte zonnwijzer moeten kunnen dienen - uiteraard gevuld met een doorzichtige vloeistof - dan zou het lijnenpatroon er heel anders uitzien. Maar daarover misschien een volgende keer.



Fig. 9. Een zonnwijzerglas van Hendrik Hollander was het lustrumgeschenk 2008 voor de leden. Het glas is licht conisch en Hendriks programma hield daar rekening mee. Het zonnwijzerpatroon, voor zomertijd in Utrecht, is aangebracht door lasergraving.

Referenties

1. W. Leenders, Een zonnwijzer op een hol cilindrisch vlak. Zonnetijdingen 2002-4, nr. 24, p. 14-15.
2. W. Leenders, Een zonnwijzer op de binnenkant van een cilinder, aan de buitenkant te zien. Zonnetijdingen 2013-4, nr. 68, p. 4-6.
3. Het Excel-spreadsheet CilinderZw.xls (voor Windows) is te downloaden van www.fransmaes.nl/zonnwijzers, menu -optie Downloads.
4. W. Leenders, Grootste verticale zonnwijzer van het land te Brussel. Zonnetijdingen 2006-3, nr. 39, p. 4-5.

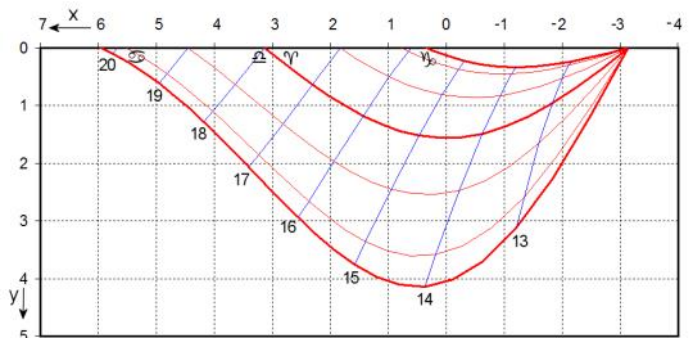


Fig. 10. Het patroon voor een zonnwijzer voor zonetijd op de buitenkant van een cilindrisch glas, berekend voor 52° NB, met de nodus aan de westkant ($f = 1$, $\sigma = -90^\circ$, $R = 2$).

De interesse in zonnewijzers laat vanzelf je interesse groeien in het begrip tijd en van daar is de stap klein om je te verdiepen in astronomische begrippen. De uurwerken op de toren van Lier zijn een afspiegeling van de geweldige hoeveelheid kennis die Zimmer zich eigen heeft gemaakt en heeft uitgewerkt tot uurwerken die voor iedereen een begrijpelijk beeld geven van tijdmeting, van de indeling van ons jaar door de draaiing van de aarde, van de relatie maan-aarde etc.

In dit artikel bespreek ik de volgende uurwerken op de toren: de dierenriem, de eb en vloed afbeelding, de maanfasen.

De maanfasen (eerste uurwerk links van de maanbol)

Vanaf de aarde zien we altijd dezelfde kant van de maan. Dat is het gevolg van het feit dat de draaiing om de eigen as van de maan even lang duurt als de draaiing van de maan om de aarde, te weten 27,3217 dagen. Op internet staan korte filmpjes waarin dit te bekijken is. Men noemt een dergelijke draaiing een synchrone rotatie.

Men noemt deze periode van 27,3217 dagen ook wel de *siderische* maand (de plaats van de maan is gemeten t.o.v. van de vaste sterren) (bv. Alfa Centauri) zijn al door Hipparchos (190 voor Chr-120 voor Chr.) in een sterrencatalogus vastgelegd en later is deze catalogus door tal van astronomen bijgewerkt. De Almagest van Ptolemaeus uit de tweede eeuw na Chr. heeft lang als leidraad gediend. Ook de astronoom Uluy Bey (1407-1449) heeft een geweldige bijdrage geleverd aan het bijwerken van de sterrencatalogus dankzij waarnemingen, die gedaan zijn door de bouw van een immense sextant (uit marmer gehouwen).

Een *synodische* maand is 29,53059 dagen en dat is de periode van nieuwe maan tot nieuwe maan.

De *achterzijde* van de maan kennen wij nu ook dankzij de foto's, die zijn gemaakt door de satelliet DISCOVER (door de technische ontwikkelingen beter en scherper dan de eerste foto's uit 1959 van de LUNA3).

De zon verlicht altijd de *helft* van de maanbol (het deel dat naar de zon gekeerd is), maar een waarnemer op aarde ziet van de maan verschillende delen verlicht afhankelijk van de plaats op aarde: men spreekt van de fasen van de maan. We hebben deze fasen een naam gegeven, zoals op het eerste uurwerk links van de maanbol te zien is op de toren te Lier.



Afbeelding 1 Toren van Lier de figuren maanfasen en eb/vloed

De fasen zijn:

- *eerste kwartier* EK de rechter helft van de maan is zichtbaar (gezien vanuit de waarnemer)
- *volle maan* VM maan staat in oppositie van de zon
- *laatste kwartier* LK de linkerhelft van de maan is zichtbaar
- *nieuwe maan* NM maan niet zichtbaar, de zon verlicht de van de aarde afgekeerde zijde van de maan

Een ezelsbruggetje is om het beeld van de maan in eerste kwartier te onthouden als letter P(premier) en in laatste kwartier te onthouden als letter D(dernier).

Een *zonsverduistering* kan alleen plaatsvinden als de maan in haar baan om de aarde in de positie "nieuwe maan" staat. Het zonlicht wordt door de maan tegengehouden. Niet iedere nieuwe maan levert echter een zonsverduistering op en dat heeft weer te maken met de beweging van de maan in haar baan om de aarde.

Een *maansverduistering* kan alleen plaatsvinden als de maan in haar baan om de aarde in de positie "volle maan" staat. De aarde staat tussen de zon en de maan in en de schaduw van de aarde is te zien op de maan. Soms met een rode gloed door de verstrooiing van licht in de atmosfeer van de aarde.

Eb en Vloed (tweede uurwerk links van de maanbol)

Lier ligt aan de Beneden Nete; de Kleine Nete en de Grote Nete (Schelde bekken) komen in Lier samen en heten dan de Nete of Beneden Nete. In Lier werd vroeger met platbodems op vis gevestigd en de vissers lieten zich met de stroming van eb en vloed meedrijven. In Lier zelf is nu minder van het getij waar te nemen door de aanleg van o.a. een sluis en een Netekanaal. De Grote Nete en de Kleine Nete kennen nog wel getij en vormen een bijzonder landschap (Lees bijvoorbeeld *Erfgoedbank Kempens karakter over de getij-evolutie van de Nete* op internet).

De grootte van het scheepje geeft aan eb dan wel vloed, de vlag in top geeft aan dat het hoogwater (grootste scheepje) is en het vaantje eronder of erboven geeft afname dan wel toename van het water aan.

De aantrekkingskracht van de maan en in mindere mate de aantrekking van de zon zorgen ervoor dat er een vloedberg ontstaat aan de kant van de aarde die naar maan is toegekeerd. Aan de andere zijde van de aarde is er echter ook vloed. De vloedberg aan de tegenoverliggende zijde van de aarde is te verklaren door het feit dat maan en aarde eigenlijk draaien om een *gezamenlijk* punt dat net buiten de aarde ligt. Water van de oceanen ondervindt door het draaien van de aarde om dit punt een naar buiten gerichte kracht (centrifugale kracht) en deze kracht is het grootst in het punt dat het verst verwijderd is van dit gezamenlijke zwaartepunt.

Er is 2 keer hoogwater en 2 x laagwater in de Westerschelde en de Zeeschelde. Iedere getijcyclus duurt zo'n 12 uur en 25 minuten en er is een hoogteverschil van zo'n 4,5 meter. Vanaf Vlissingen wordt de getijgolf opgestuwd naar Antwerpen, maar de weerstand van de bodem zorgt ervoor dat er de getijgolf lager wordt en in tijd later aankomt dan verwacht.

De periode van het stijgen van het water heet *vloed* (opkomend tij), die van het dalen *eb* (afgaand tij). *Hoogwater* is de maximale waterhoogte bij vloed en *laagwater* is de minimale water"hoogte".

Springtij: zon en maan versterken elkaar in aantrekkingskracht, het water stijgt extra.

Doodtij: zon en maan krachten staan loodrecht op elkaar en werken elkaar tegen.

Isaac Newton was de eerste wetenschapper die het begrip zwaartekracht gebruikte om het *begrip getij* te verklaren (1687).

Zwaartekracht gaat uit van een massa. Zon, maan en aarde hebben massa en oefenen krachten op elkaar uit. De aarde oefent krachten uit op de maan, de maan op de aarde, de zon op aarde en maan. De maan oefent haar kracht uit op de massa van de aarde, zowel op de aardkorst als op het water van zeeën en oceanen. Alleen van het water merken we wat: eb en vloed zijn een terugkerend verschijnsel per etmaal aan de kust.

Dankzij metingen vanuit satellieten en GPS systemen neemt de kennis van de vervorming van de aardkorst toe (Geodesie is de wetenschap die zich hier op richt).

Tabellen voor eb en vloed laten een verschuiving per dag zien en dat heeft te maken met het feit dat de maan en de aarde iedere dag opschuiven in hun baan om de zon. Precieze tabellen voor eb en vloed zijn bijvoorbeeld te vinden op de site van Rijkswaterstaat, waar ook een goede uitleg staat van zaken als springtij en doodtij etc.

De dierenriem (derde uurwerk rechts van de maanbol)



Afbeelding 2 toren van Lier de dierenriem

De dierenriem met zijn 12 tekens is voor veel mensen een bron van informatie om karaktereigenschappen toe te dichten aan personen die in een bepaalde maand geboren zijn. Men stelt dat de zon in een bepaald sterrenbeeld staat op het moment van iemands geboorte en dat het tegenovergestelde teken ook invloed heeft. Hoe is men hiertoe gekomen en wat is de betekenis van de dierenriemtekens als we de sterrenhemel als basis nemen? De **ecliptica** is de jaarlijkse baan van de zon ten opzichte van de sterren aan de hemelbol zoals wij die sterren op de aarde waarnemen. De 20° brede band van 12 sterrenbeelden waar de ecliptica doorheen loopt wordt de dierenriem of zodiak genoemd. De ecliptica maakt met de hemelequator een hoek van 23,5°. Zij snijdt de hemelequator in het zogenaamde lentepunt.

De sterrenbeelden die in het vlak liggen zijn ingedeeld in vlakken van 30° (12 sterrenbeelden verdeeld over een cirkel van 360°). Deze indeling klopt niet helemaal want de ecliptica loopt ook door het sterrenbeeld Slangendrager. Dan is er nog een punt waar we rekening mee moeten houden. Precessie is het verschijnsel dat de aardas een tolbeweging maakt: de aardas (van Noordpool naar Zuidpool) maakt een hoek met het vlak waarin de aarde om de zon draait. Zon en maan oefenen krachten uit op de aarde, zodanig dat deze as een tolbeweging in de vorm van een kegel gaat maken. In grofweg 26.000 jaar maakt de aarde deze tolbeweging. Wat wij nu de Noordpool - ster noemen zal bijvoorbeeld over 1000 jaar niet meer als leidraad voor het noorden kunnen dienen.

Hierdoor verschuift het lentepunt, waardoor het tijdstip dat de zon in een sterrenbeeld staat verschuift. Wat betekent dit voor de eigenschappen die men een mens toedicht? Een vraag om over na te denken.

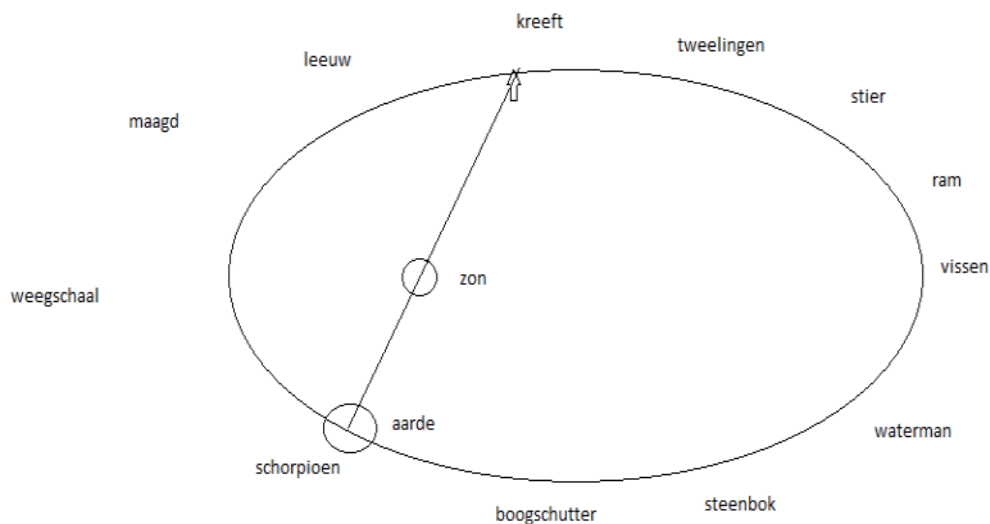
Gebruikte websites

Wikipedia

hemel.waarnemen.com

aa.quae.nl (site voor allerlei antwoorden op astronomisch gebied)

www.rijkswaterstaat.nl



Afbeelding 3 De tekens van de dierenriem

Graag wil ik een reactie geven op het intrigerende artikel van Frans in het Bulletin van Augustus 2016 over de zonnewijzer op de San Lorenz in Nürnberg. Dankzij zijn artikel heb ik me extra moeten verdiepen in de Latijnse tekst en de hyperbolen van Apollonius. Toch weer een leuke klus.

Er zijn twee aspecten in het artikel van Frans waarop ik wil ingaan, en die beide aspecten hebben met elkaar te maken. In eerste instantie is daar de Latijnse tekst boven de zonnewijzer die door Frans is weergegeven als een “gebruiksaanwijzing in het Latijn”. Maar in die gebruiksaanwijzing zit de clou voor het tweede punt en dat is dat de schaduwgever voor de Neurenbergse uren niet op het kruispunt van de horizonlijn en de meridiaanlijn moet hebben gelegen maar een knop was op de poolwijzer.

Laten we beginnen met de tekst:

Het klinkt misschien wat vreemd, maar de Latijnse tekst is een gedicht. Wanneer het Latijn op de juiste manier wordt gelezen, ontstaat er ritme in de klank door de afwisseling van lettergrepen waar een klemtoon op moet vallen en klemtoonloze lettergrepen. Dit valt misschien een beetje buiten het beschouwen van het instrument de zonnewijzer zelf, maar is zeker de moeite waard om te constateren. De dikgedrukte lettergrepen moeten dan met klemtoon worden uitgesproken.

De Latijnse tekst is als volgt:

**Qui cupis horarum seriem cognosse di-e-i
Hoc specta iustum, | candide lector opus
Sive velis cert(am) a medio cognoscere lucis
Horam, te liquido | linea rubra docet.
Sive horas quaeras deprendere solis abortu
Discretas atris | ductibus esse vides.
Sint licet aequales: horae cuiusque di-e-i,
Sed spatio reliquas | dissimili adspiciunt.
Illud si nescis discrimen, hyperbola monstrat.
Quam tibi apoloni-i | conica clara dabunt**

Vertaling:

Wie begeert om de reeks der uren van de dag te leren kennen, kijk naar dit juiste werk, waarde lezer.

Als je het zekere uur vanaf het midden van het licht (dus: vanaf 12 uur) te weten wilt komen: als je het helder bent, leert de rode lijn het.

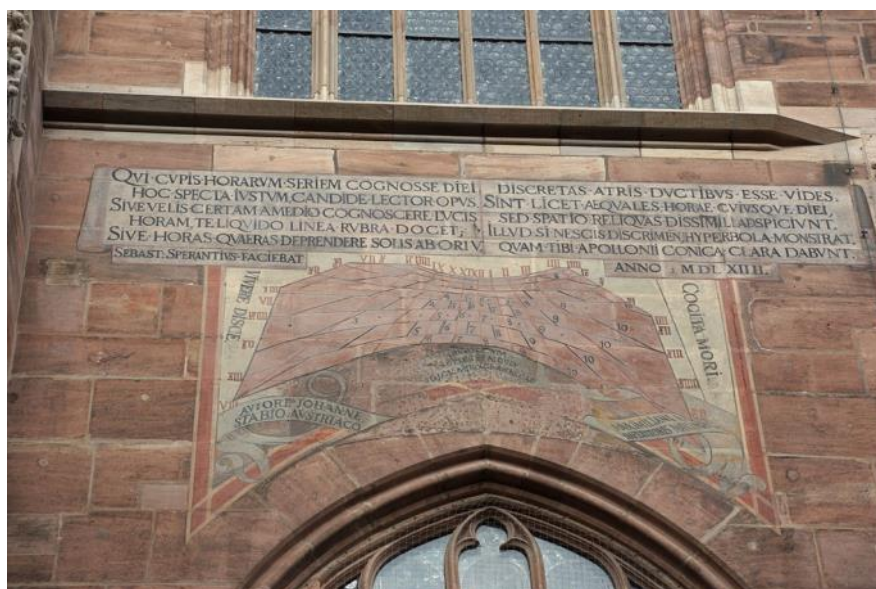
Als je zoekt om de uren vanaf zonsopgang te grijpen, dan zie je dat die door zwarte strepen gescheiden zijn.

Weliswaar zijn de uren van elke dag gelijk, maar zij (die zwarte strepen) tonen de overgebleven uren met verschillende ruimte.

Als je dat onderscheid niet kent, dan toont dat de hyperbool, die de kegels van Apollonius je zullen geven.

Het is belangrijk te constateren dat in de Latijnse tekst zowel over de rode lijnen als over de zwarte gesproken wordt. Ze zijn dus tegelijk aanwezig in de zonnewijzer en er geen sprake van een oud of nieuw gedeelte van de zonnewijzer. Recht onder de zonnewijzer onder de zomerboog staat ook nog tekst in het Latijn, maar deze is te verweerd om makkelijk te kunnen lezen.

Op het plaatje (plaat 1) dat ik nu toevoeg



kan ontcijferd worden:

RENOVATUM MDCXIII ET NEQCLV DICU MDCXCI ARGNI.CAD.
Het kan best zijn dat er iets anders staat dan ik lees. De jaartallen (schuine letters) wijzen erop dat de zonnewijzer gerenoveerd is in 1614 en 1691. Die 1614 zou ook gelezen kunnen worden als MDLXIII, en dan is het 1564. Frans meldt ook de restauratie in 1691, maar meldt tevens 4 andere die niet vermeld worden op de zonnewijzer. De restauratie uit 1658 zie ik niet vermeld onder de zomerboog, maar het een en ander is slecht te lezen.

Een ander jaartal op de zonnewijzer zijn 1564 rechtsonder de tekst. Dit doet vermoeden dat deze tekst in 1564 werd aangebracht. Wanneer het plaatje goed bekeken wordt, is er in tekst op verschillende plaatsen te zien dat er een andere tekst onder zit. Men heeft kennelijk bij de restauratie in 1564 over de oude tekst heen geschilderd. Frans vermeldt al dat bij die restauratie een fout werd gemaakt. Men heeft over de datum van installatie van de zonnewijzer MDII (1502) toen bij vergissing MDLXIII (1564) gekwast. Slordig!

Het zijn de regels over de hyperbool van Apollonius die me er toe aangezet hebben verder naar de zonnewijzer te kijken.

In zijn artikel meldt Frans dat in eerdere besprekingen van deze zonnewijzer drie auteurs aangeven dat de lijnen van de Neurenbergse uren ergens boven de horizonlijn op de meridiaan samenkomen. En er is door Frans een auteur gevonden die aangeeft dat het punt van samenkomst op de horizonlijn moet liggen.

Bij de reconstructie van de zonnewijzer in het Bulletin wordt ervan uit gegaan dat het punt van samenkomst op de horizonlijn ligt, en men zet vanuit die gedachte de constructie op. Zodoende ontstaat er een plaat van Neurenbergsche uren die heel veel lijkt op die van het origineel, maar toch niet precies past, zoals Frans ook in zijn verhaal beschrijft. Ik wil aannemelijk maken dat de snijpunten van de zwarte uurlijnen in de loop van de dag stijgen en dalen, en dus niet door een punt gaan dat op de horizonlijn zou liggen, en dat er een reden is aan te wijzen om dat toe te staan, namelijk dat op die manier de zichttijd van elke dag volgens de Neurenbergsche uren in gehele uren wordt aangegeven.

Argumentatie:

De hyperbolen zijn de doorsnede van de schaduwkegels door de muur. In de loop van het jaar worden die hyperbolen vanaf de winter (lichthyperbool met de punt naar boven) platter tot een cirkel met de equinox en dan een kegel met de punt naar beneden in de zomer, die zorgt voor de hyperbool van de schaduw met de bocht omhoog.

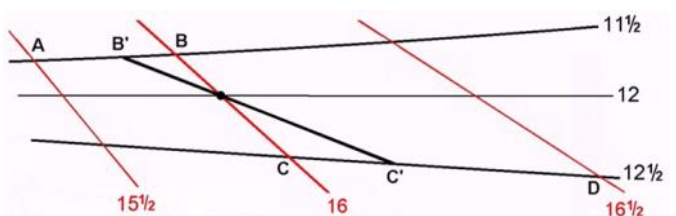
De zwarte lijnen zijn verbindingslijnen tussen de gelijke uren op drie opeenvolgende hyperbolen die de schaduw elke dag doorloopt van seizoen naar seizoen. We zien dat deze zwarte verbindingslijnen tamelijk plat liggen aan de zijkanten van de hyperbolen, dus in de vroege en late uren. Wanneer deze lijnen verlengd worden zullen ze elkaar snijden in een snijpunt. Naarmate de dag verstrijkt, gaan de verbindingslijnen meer rechtop staan. Het snijpunt van die lijnen zal dan ook omhoog gaan. Op het middaguur vallen alle zwarte lijnen samen met de rode lijn van de equinoctiale zonnewijzer. Vlak bij het middaguur zullen de zwarte lijnen elkaar snijden op de meridiaanlijn vlak onder het voetpunt van de poolstijl van de rode lijnen, en naarmate de uren verder van het middaguur afliggen zullen de zwarte lijnen elkaar verder onder het voetpunt van de poolstijl snijden.

Het laagste snijpunt van de zwarte verbindingslijnen ligt op de horizonlijn, en dat is de lijn die zonsopgang en zonsondergang in de winter verbindt.

Een andere manier om deze gedachten uit te drukken is dat de Neurenbergse uurlijntjes naarmate ze dichterbij de zonnetijd 12 uur liggen meer gaan lijken op de equinoctiale lijnen. Vlak voor en vlak na dat punt zullen die lijn dus hun snijpunt net onder het snijpunt van equinoctiale lijnen hebben liggen. En hoe verder de Neurenbergsche lijntjes van het midden van de dag afliggen, hoe lager hun snijpunt zal komen.

Hoe moet gerekend worden hoe de zwarte lijnen moeten kantelen om te bereiken dat elke zichtdag in een geheel aantal uren kan worden verdeeld?

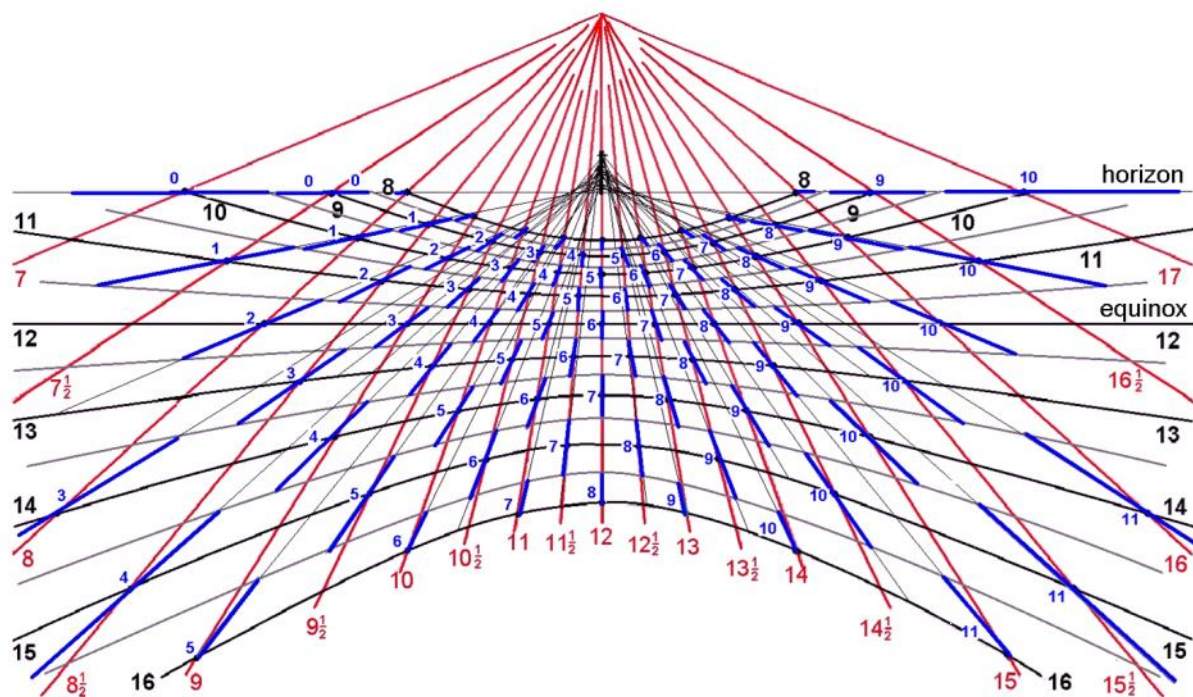
Laten we als voorbeeld de lijn van de zichtdag met 12 uren zicht nemen. Dat is de dag van de equinox. Boven de rechte lijn van de equinox dag ligt de hyperbool met de punt naar beneden waarop de dag 11,5 uur duurt. Onder lijn van de equinox ligt de hyperbool van de dag waarop de dag 12,5 uur duurt. In de tekening (fig.1) is dit aangegeven.



Figuur 1

De rode lijnen zijn de lijnen van de equinoctiale zonnewijzer en die geven de uren van de dag aan, resp. 15 uur 30, 16.00 uur en 16 uur 30 op de dag van de equinox. Om nu te bereiken dat de zonnewijzer ook op de dagen die korter zijn en de dagen die langer zijn hetzelfde uur aanwijzen als het uur van de equinox, moeten de uren op de 11,5 hyperbool wat korter worden genomen, en op de 12,5 hyperbool wat langer. In de figuur is dit aangegeven met resp. B' en C'. In deze hele zone wordt de dag in 12 uren verdeeld, dus op de 11,5 uur hyperbool is elk uur $\frac{1}{12} \times \frac{1}{2}$ uur = $\frac{1}{24}$ uur korter dan op de equinox hyperbool. En zo is ook vast te stellen dat elk uur op de 12,5 hyperbool $\frac{1}{24}$ uur langer moet zijn dan een uur op de equinox hyperbool.

Deze berekeningen zijn voor alle punten van de zonnewijzer uit te voeren en uitgevoerd. In de volgende figuur (fig.2) is dat aangegeven.



Figuur 2

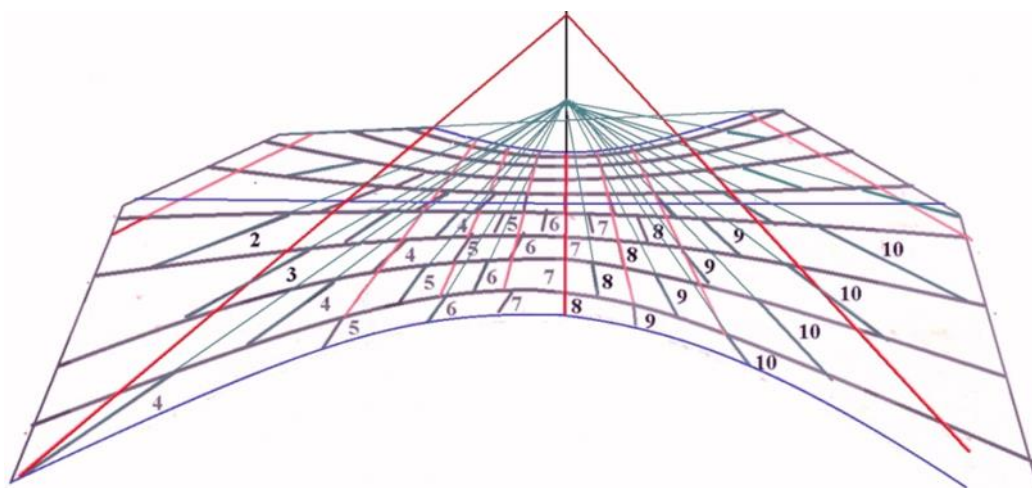
Hier wordt het resultaat van berekeningen getoond. Te zien zijn de equinoctiale zonnwijzer en zijn urenindicatie in het rood, net als op de zonnwijzer van Nürnberg, en tevens is nu in het blauw aangegeven hoe de ligging van de berekende Neurenbergsche streepjes moet zijn. Wanneer de laatste worden verlengd, komen ze niet in een punt samen, maar in een rij van punten die hoger liggen rond het middaguur en lager aan de randen van de dag.

Vóór deze benadering spreekt dat nu alle zichtdagen in gehele uren zijn opgedeeld en dat er geen aannames meer hoeven worden gedaan. De Latijnse tekst zegt ook dat de dagen opgedeeld zijn in aantallen gehele uren, maar dat de ruimte die ze innemen op de zonnwijzer verschillend is.

Het verschil met de benadering door Frans is dat hij uitgaande van een snijpunt voor alle Neurenbergsche lijntjes de lijntjes heeft geconstrueerd. In mijn verhaal ga ik uit van de gewenste correctie van de aanduiding op de zonnwijzer en mijn inziens is de overeenstemming met de lijnen op de zonnwijzer bijna perfect. (figuur 3)

Een bijkomend argument voor een hoger liggend snijpunt is nog dat wanneer men een foto zoekt die bijna loodrecht op de zonnwijzer is genomen (plaat 1) en men gaat de zwarte lijnen verlengen, ook te zien is dat de snijpunten van de verlengde zwarte lijnen in de loop van de dag stijgen tot het middaguur en daarna weer dalen.

Dan blijft de vraag waar de schaduwgever heeft gezeten. Op dit moment zit een veel te kort stokje op de plek van de poolstijl, zoals Frans al zegt. Er moet dus een langere poolstijl aanwezig zijn geweest met een knop erop waarmee de seizoenen en dus ook de Neurenbergsche uren werden aangegeven. Op het plaatje 1 is geen spoor te zien van een gnomon op de horizonlijn, maar ik geef toe dat dat niet alles zegt.



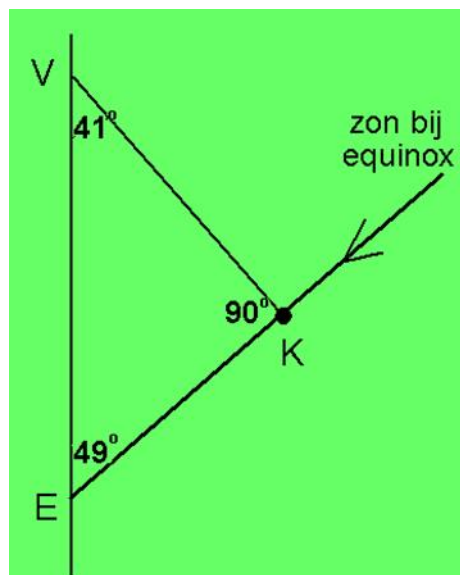
Figuur 3. Dit is een kopie van de foto van de zonnwijzer met daarin getekend de berekende lijnen voor de Neurenbergsche uren in het licht paars. In het donkerpaars zijn de lijnen die op de foto te zien zijn.

Gebruik makend van de cursus, meen ik dat als volgt te berekenen is waar de knop op de poolstijl moet hebben gezeten. waarbij ik voor mijn gemak maar even doe alsof de zonnewijzer pal naar het zuiden kijkt, (hoewel ik denk dat het voor deze berekening niet uitmaakt wat de muurdeclinatie is). Ook neem ik even aan dat het midden op de dag is, de zon staat in het zuiden en het is een equinox dag:

Nurnberg ligt 49 graden NB. De hoek die de poolstijl maakt met de muur in het vlak loodrecht op de muur is dus $90 - 49 = 41$ graden, en uiteraard is de hoek die het zonlicht maakt met de poolstijl 90 graden.

In de driehoek VKE geldt dan $VK/VE = \cos 41$,
dus $VK = 0,75 \times VE$.

Ik ken de maten van de zonnewijzer niet, zodat ik geen meters kan opgeven.



Dit hele verhaal heb ik met de hulp van Bernhard Mooy opgezet.

Te koop aangeboden / gevraagd

Redactie

Ik ben op zoek naar het boekje:

Basis-wiskunde voor de ZONNEWIJZER,

"Theorie en wiskundige grondslag voor de met de grondbeginselen van de wiskunde bekende lezer" van ing. H.W. van der Wyck

Wie kan mij daaraan helpen (event. te leen voor het maken van een pdf-bestand)?

Jan ten Böhmer

jan.tbohmer@upcmail.nl / 06 53 27 11 53

Antwoord van Frans Maes op de reactie van John Souverijn en Bernard Mooy

Ik ben blij dat mijn artikel over de Neurenbergse uren (Bulletin 120, p. 9-14) zo'n uitgebreide en doordachte reactie van John Souverijn en Bernard Mooy heeft uitgelokt. Geen dankbaarder lezers voor een auteur dan kritische lezers!

John Souverijn vond dat ik de Latijnse tekst onrecht aandeed door deze slechts te kenschetsen als "een gebruiksaanwijzing in het Latijn". Maar ik heb dan ook geen Latijn in mijn pakket gehad. John en Bernard gelukkig wel. Dank zij hen is nu duidelijk dat de zonnewijzer voor equinoctiale uren er vanaf het begin geweest is. En daarmee hoogstwaarschijnlijk ook een poolstijl. Die moet dan een knop gehad hebben waarvan de schaduw de Neurenbergse tijd wees: de nodus. De knop had dan dezelfde functie vervuld als een gnomon, een staaf haaks op de muur, waarvan de schaduw van de punt de tijd wijst.

Als er een gnomon geweest was, had die ingeplant moeten zijn op het snijpunt van de meridiaanlijn en de horizonlijn, schreef ik. Dat geldt evenzeer voor de knop op de poolstijl: die had recht voor het genoemde snijpunt moeten zitten. Nee, zeggen John en Bernard, de Neurenbergse uurlijnen hebben een duidelijk snijpunt als je ze naar boven toe verlengt, en dat ligt duidelijk boven de horizonlijn (zie hun fig. 3). Dat is discutabel. De Neurenbergse uurlijntjes zijn maar kort en niet altijd even strak meer. Dus een verlenging naar boven gaat altijd met enige onnauwkeurigheid gepaard. Maar zoals in fig. 1 hieronder te zien is, is van een duidelijk snijpunt geen sprake. Er is een wolkje van snijpunten, dat echter wél duidelijk boven de horizonlijn ligt. Het reikt van de horizonlijn tot ca. 30% van de afstand naar de poolstijlvoet.

Toch blijf ik erbij dat de nodus recht voor het snijpunt van de meridiaanlijn en de horizonlijn, het 'nodusvoetpunt', hoort te zitten. Even voor de duidelijkheid: de horizontale lijn die op de zonnewijzer het lijnenpatroon van boven begrenst, is daadwerkelijk de horizonlijn en niet zomaar een afsluiting van het lijnenpatroon. Je kunt dat zien aan de snijpunten van de winterboog en de horizontale lijnstukken. De uurhoek t van de zon bij zonsopkomst en -ondergang wordt gegeven door: $\cos(t) = -\tan(\delta) \tan(\varphi)$. Hierin is φ de breedte, voor Neurenberg $49,42^\circ$, en δ de zonsdeclinatie. Op de kortste dag is $\delta = -23,44^\circ$. De uurhoek bij zon op/onder is dan $\pm 59,6^\circ$ en de tijd is 8.02 c.q. 15.58 uur. Dat klopt met de genoemde snijpunten: die liggen ongeveer precies op de equinoctiale lijnen van 8 en 16 uur.

De nodus hoort dus recht voor de horizonlijn te zitten, omdat anders de schaduw van de nodus op de momenten van zonsopkomst en -ondergang niet op de horizonlijn valt. Geen gnomonicus zou deze voor de hand liggende toets van zijn constructie durven te veronachtzamen!

Op de grensdagen tussen twee uurzones is de dag een half uur korter of langer dan op de centrumdag en moet er 's morgens en 's avonds een kwartier in- dan wel uitgelopen worden. Waar het mij in de paragraaf "Een kwartiertje smokkelen" om ging was: hoe gebeurt dit precies? Dat wordt bepaald door de manier waarop de Neurenbergse uurlijntjes getrokken worden. Ik vond enkele publicaties over deze zonnewijzer. In de figuren werden ze getrokken in de richting van een punt dat een stukje boven het nodusvoetpunt ligt. Maar waarom juist naar dat punt, en hoe dat punt dan bepaald werd, daarover zwegen ze tot mijn frustratie.



Fig. 1. Op een foto van de zonnewijzer zijn een aantal uurlijntjes voor Neurenbergse uren naar boven toe verlengd (in groen). Er is een tamelijk breed wolkje van snijpunten, dat duidelijk boven de horizonlijn ligt.

Dus trok ik de Neurenbergse uurlijnen in de richting van het nodusvoetpunt, in elk geval een duidelijk gedefinieerd punt. Dat had tot gevolg dat de correctie voor de uren rond de middag groter uitvalt dan voor de uren aan de uiteinden van de dag.

Fout, zeggen John en Bernard, de correctie moet elk uur hetzelfde zijn. En zij lichten dat toe in onderstaande figuur (fig. 2). De rode lijnen zijn de equinoctiale uurlijnen voor 15½, 16 en 16½ uur en de zwarte lijnen de declinatielijnen voor dagen van 11½, 12 en 12½ equinoctiaal uur daglengte. Punt M is het 4-uur punt op de equinoxlijn. Daar zijn equinoctiale en Neurenbergse uren gelijk. Op de bovenste declinatielijne moet een half uur 'bezuinigd' worden, dus elk uur moet 2½ minuut ingekort worden. De Neurenbergse 16-uurs lijn moet de bovenste datumlijn niet in punt B snijden, maar $4 \times 2\frac{1}{2}$ minuut = 10 minuten eerder.

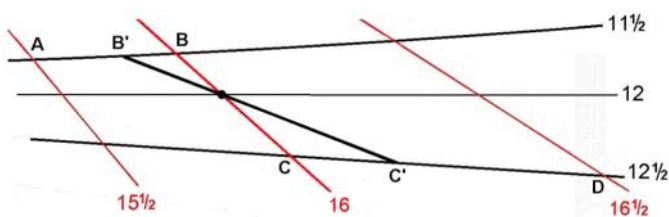


Fig. 2. De figuur van John en Bernard waarin ze toelichten hoe de Neurenbergse uurlijnen volgens hen getrokken zouden moeten worden.

Hierin geef ik John en Bernard helemaal gelijk. Dit is precies overeenkomstig de definitie van de Neurenbergse uren. Maar de wijze waarop ze dit toepassen, klopt niet. Hun redenering is: de afstand van A naar B komt overeen met 30 minuten, dus het nieuwe snijpunt B' ligt op 1/3 van de afstand B-A. John en Bernard zien echter over het hoofd dat de schaduw niet met constante snelheid langs de declinatielijne loopt, maar naar rechts met toenemende snelheid. Daarom is afstand B-E ook langer dan de afstand A-B, hoewel ze elk een half uur vertegenwoordigen. Je kunt dus niet lineair interpoleren, zoals zij doen.

Hoe zou het dan wél moeten? Hun benadering bracht me op het goede idee: in plaats van de lijn B'-C' moet er door punt M de antieke uurlijn voor het 10e uur getrokken worden. Die levert precies de gezochte punten op de daglengtelijnen.

Even ter herinnering: antieke uren verdelen de lichte dag, van zonsopkomst tot zonsondergang, in 12 gelijke delen. 's Zomers is het antieke uur langer dan een modern, equinoctiaal uur, 's winters korter. Ze worden ook wel Joodse, bijbelse, temporale of ongelijke uren genoemd. Dat laatste omdat ze door het jaar in lengte verschillen. Antieke uurlijnen snijden elkaar niet in één punt en lopen niet door het voetpunt van de gnomon/nodus.

De antieke uurlijnen verdelen de dag van 11½ uur dus in 12 gelijke delen van 57½ equinoctiale minuten, precies wat John en Bernard wilden bereiken. Voor hetzelfde deel van het lijnenpatroon als hierboven geeft dit het volgende beeld, berekend met behulp van het onvolprezen programma ZW2000 van Fer de Vries (fig. 3). De verschillen tussen de drie varianten voor de Neurenbergse 10-uur lijn zijn klein, maar duidelijk waarneembaar.

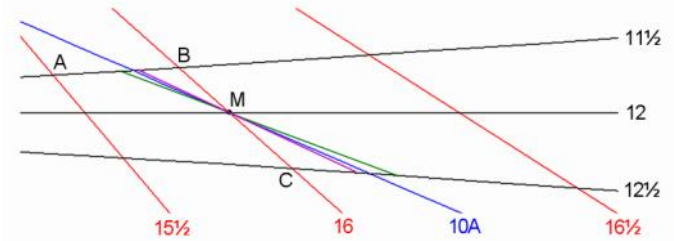


Fig. 3. Hetzelfde stukje van het lijnenpatroon als in fig. 2, met rode equinoctiale uurlijnen en zwarte declinatielijnen. In groen de lijn in de richting van het nodusvoetpunt, die ik gebruikte, in paars de lijn die B-A op 1/3 snijdt, van John en Bernard, en in blauw de lijn voor het antieke 10e uur.

Als we de antieke uurlijnen laten berekenen door ZW2000 en verlengen, ontstaat het beeld van fig. 4. De snijpunten vormen wat Bernard een 'snavel' noemt. De top daarvan ligt op ca. 20% van de afstand van nodusvoetpunt (het rode +-teken) naar poolstijlvoet.

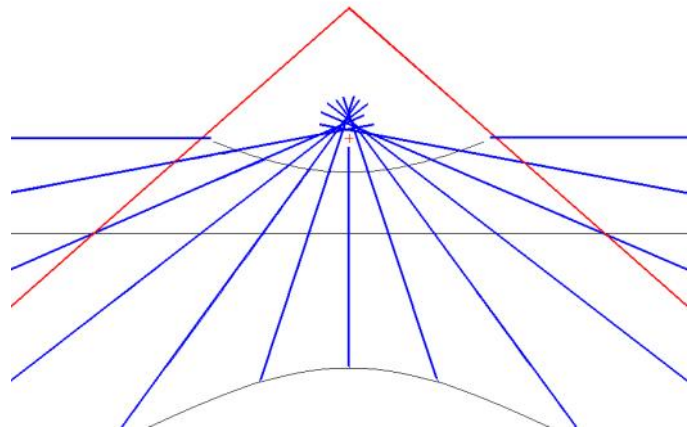


Fig. 4. De antieke uurlijnen voor de breedte van Neurenberg, naar boven toe verlengd. De rode lijnen zijn de equinoctiale uur lijnen voor 8 en 16 uur. Die snijden elkaar in de voet van de poolstijl.

Met de keuze van antieke uurlijnen voor de Neurenbergse uren slaan we drie vliegen in één klap. De antieke uren worden gewezen door een nodus die recht voor de horizonlijn ligt, de antieke uurlijnen gaan niet door één punt, en het wolkje snijpunten ligt boven het nodusvoetpunt. Eigenlijk kun je antieke uurlijnen niet zomaar verlengen, want ze zijn in feite niet recht maar iets S-vormig. Maar dat is op de breedte van Neurenberg nog nauwelijks merkbaar.

Voor de andere daglengtezones zijn lijnen nodig die de zone in 8, 9, ..., 16 gelijke, Neurenbergse uren verdelen. Ook hierbij kan ZW2000 helpen. Je kunt daarmee de lichte dag namelijk in een willekeurig aantal gelijke perioden verdelen, door in het parametervenster de stapgrootte voor de antieke uurlijnen aan te passen. Met een stapgrootte van 1,5 ontstaan 8 intervallen van $1\frac{1}{2}$ antiek uur, met een stap van 1,333 komen er 9 gelijke intervallen, enz.

De conclusie kan dus luiden dat in elke daglengtezone de Neurenbergse uurlijnen overeenkomen met de antieke uurlijnen voor hetzelfde aantal 'uren'.

Toch blijf ik nog met een vraag zitten: was dit ook de constructie die Johannes Stabius, de ontwerper van de zonnewijzer, toepaste? De aanleiding dat ik me dat afvraag is de volgende. Fig. 5 van mijn artikel toont de tekening van de zonnewijzer in *Gnomonice* van Andreas Schöner uit 1562. Die had ik gekopieerd uit het artikel van Hans Gaab [1]. Maar via Google Books is een kopie van het boek te downloaden, met hoge resolutie gescand. Fig. 5 is de tekening uit dat boek. Hierin heb ik een aantal Neurenbergse uurlijnen zo nauwkeurig mogelijk verlengd naar boven. De snijpunten blijken een klein wolkje te vormen, dat vrijwel rond het nodusvoetpunt gecentreerd is en niet de karakteristieke snavelvorm van fig. 4 heeft.

Het beroemde leerboek *Welperische Gnomonica* geeft in de edities van 1672 en 1719 ook het constructievoorschrift van zonnewijzers voor Neurenbergse uren, in deel 2, hst. 11. Ook dat is via Google Books te vinden. En omdat het in het Duits is, kan ik het zelfs lezen. Het constructievoorschrift is hetzelfde als wat John en Bernard proberen te doen, maar met een nettere manier van interpoleren.

Graag wil ik John Souverijn en Bernard Mooy bedanken voor hun inbreng bij de oplossing van deze puzzel.

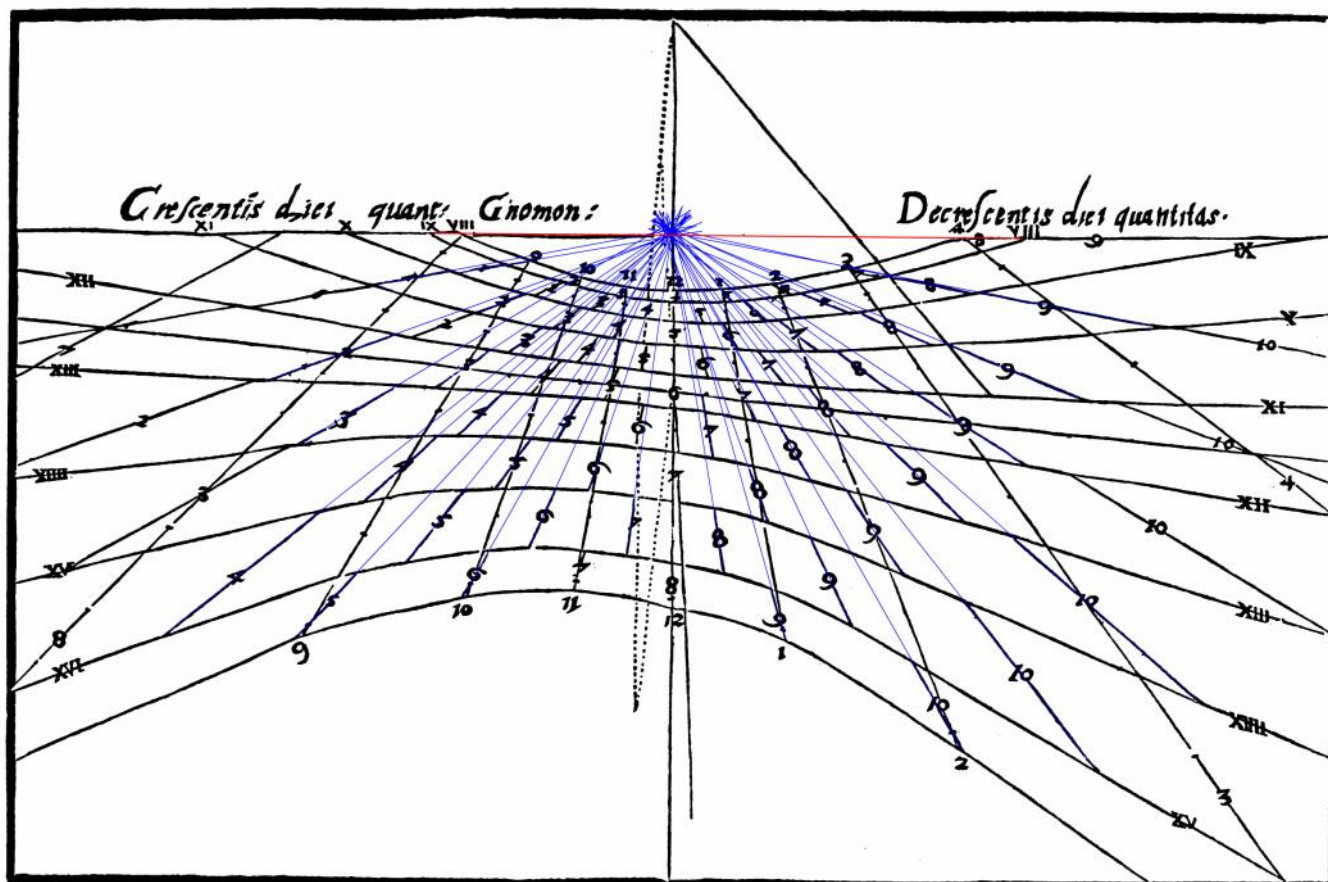


Fig. 5. De tekening van de zonnewijzer aan de St Lorenzkerk in *Gnomonice* van Andreas Schöner uit 1562 (p. 33r). In blauw de verlengde Neurenbergse uurlijnen, in rood de horizonlijn.

De oude opgave

In het vorige Bulletin werd de hulp van de lezers ingeroepen om Maartje de Vries aan een zonnekompass te helpen dat ze op de Zuidpool kan gebruiken. Een zonnekompass is een zonnewijzer die 'omgekeerd' gebruikt wordt. Een zonnewijzer wordt op de windrichtingen (c.q. het noorden) georiënteerd, waarna je de tijd afleest van de schaduw van de poolstijl of schaduwgever. Bij gebruik als zonnekompass weet je hoe laat het is en draai je de zonnewijzer tot hij dezelfde tijd wijst. Op dat moment staat hij goed georiënteerd. Dan weet je waar het noorden is en daarmee ook de andere windrichtingen.

De oplossing

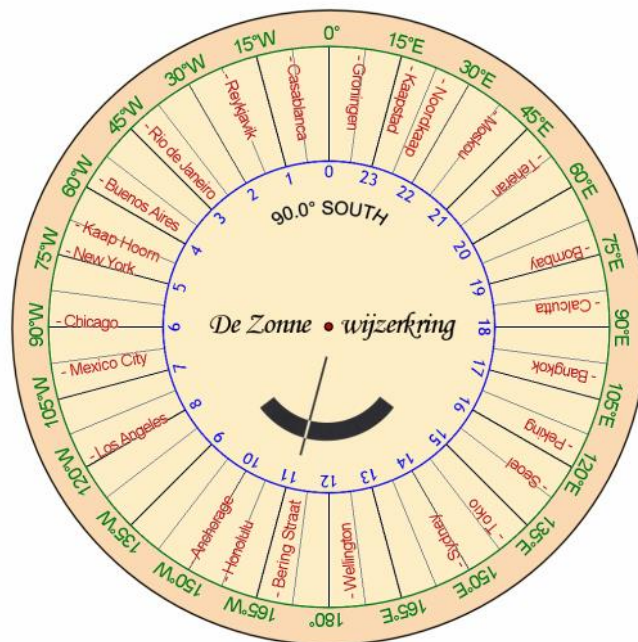
Als hint werd het zonnekompass genoemd dat de Geallieerden in de Noord-Afrikaanse woestijn gebruikten tijdens de Tweede Wereldoorlog. In principe was dat een analemmatische zonnewijzer. De wijzerplaat bevatte een aantal concentrische, elliptische uurschalen, voor verschillende geografische breedten.

Hoe ziet een analemmatische zonnewijzer er aan de polen uit? De vorm van de ellips hangt af van de breedtegraad: hoe dichterbij de pool, hoe 'boller', dus hoe langer de korte as wordt ten opzichte van de lange as, tot ze op de pool even lang zijn: de ellips is een cirkel geworden. De verdeling van de uurpunten is dan homogeen, dat wil zeggen dat ze allemaal 15° uit elkaar liggen. De datumlijn wordt naar de pool toe juist korter, en is op de pool tot een enkel punt gereduceerd. De analemmatische zonnewijzer is daar identiek met een vlakke equatoriale zonnewijzer. De verticale schaduwgever is een poolstijl geworden en staat onbeweeglijk in het middelpunt.

Hoe ziet de schaalverdeling er uit? Natuurlijk zijn de uren 1 tot 24 vermeld; op de Zuidpool tegen de wijzers van de klok in. En de windrichtingen? Je kunt er geen noord, oost, zuid en west bij zetten, want op de Zuidpool zijn alle richtingen noordwaarts. Wat de richtingen op de Zuidpool wél onderscheidt, is naar welke meridiaan ze wijzen. Alle meridianen komen aan de zuidpool bij elkaar, van 180° WL tot 180° OL. Maar welke lengtegraad komt bij welk uurcijfer? Dan moeten we eerst weten welke tijdrekening er op de Britse Zuidpoolbasis gebruikt wordt. Dat kan niet anders dan Greenwich Mean Time (GMT) zijn. GMT is wereldwijd de standaardtijd en ook nog de eigen Britse tijd.

Waar staat de zon om 12:00 uur GMT? Inderdaad precies boven de nul-meridiaan, de meridiaan van Greenwich. De schaduw van de poolstijl valt in de richting van de meridiaan van +/- 180°. Bij uurpunt 12 komt dus te staan: 180°. Elk volgend uurpunt ligt 15° verder tegen de klok in. Bij uurpunt 13 staat dus 170°E (East=oost), bij uurpunt 14: 160°E, enz. De waarde 0° komt bij uurpunt 24 en uiteindelijk 170°W bij 11 uur.

Maartjes zonnekompass zou er dus uit kunnen zien als in onderstaande figuur. In het centrum wordt een dun verticaal staafje geplaatst als poolstijl.



De inzendingen

De oogst was schraler dan vorige keer. Was de oplossing misschien te eenvoudig? Er kwamen twee inzendingen binnen, van Lidi Schoorel en Jan ten Böhmer. Lidi gaf op de vraag: Kun jij Maartje helpen...? als antwoord: "Nee, ik denk het niet. De zon staat zo laag, dat je een hele grote cirkel en grote ellipsen nodig hebt voor de uurpunten. Op een (zuid)breedte van 89° kies ik bij een schaduwgever / gnomon van 16 cm een ellips met een halve lange as van ruim 9 meter. Zo'n groot zonnekompass neem je niet mee op je wandeling." Maar de schaduw van de punt mag best voorbij de urenring vallen; het gaat alleen om de *richting* van de schaduw.

Jan betrapte mij om te beginnen op het vertellen van fabels. Hij had uitgezocht dat er op de Zuidpool wel een Amerikaans poolstation ligt, maar dat de Britse bases verder noordelijk liggen. Sorry Jan! Hij kwam vervolgens wél met een bevredigend antwoord.

Hij begon met een zelfrichtende combinatie van een analemmatische en een horizontale zonnewijzer, constateerde dat beide op de pool identiek zijn met een vlakke equatoriale zonnewijzer en dat daarmee een zonnekompass te maken zou zijn, als volgt: "omdat alle plaatselijke tijdzones op deze locatie bij elkaar komen (bemanning poolstation gebruikt ook GMT), verwacht ik, dat voor het bepalen van de ligging van de meridiaan, de horizontale, equatoriale zonnewijzer slechts zo behoeft te worden gedraaid, dat de schaduw van de gnomon de tijd in GMT aanwijst. De uurlijnen lopen linksom, 12.00 uur in het noorden."

Dat de uurlijnen linksom lopen, is correct. Alleen de lay-out van de schaal komt niet helemaal uit de verf. Toch zit Jan voldoende dicht bij het goede antwoord om hem tot winnaar uit te roepen.

De nieuwe opgave

Nu Maartje haar zonnekompas heeft, kan ze eindelijk haar wandeling maken. Op een mooie zomerdag gaat ze op stap. Het is daags voor Kerst, dus er is geen probleem met de tijdsvereffening. Ze vertrekt 's morgens om 9 uur, na een echt Engels ontbijt. Haar nieuwe zonnekompas heeft ze bij zich gestoken. Oei, dat is scherp, dat zonlicht op het sneeuwwhite poollandschap! Ze houdt de zon maar zo goed mogelijk in de rug en volgt haar eigen schaduw op de voet. Grappig dat die de hele dag even lang blijft. Met haar snowboots maakt ze toch wel 5 km per uur. Pauzes gunt ze zich niet, maar de repen krachtvoer smaken haar goed. En wat heerlijk dat het nooit donker wordt; ze kan wel alsmaar doorlopen. Maar om 5 uur 's middags heeft ze het wel gezien en wil ze terug naar de basis. Voor het diner van Kerstavond zijn de heerlijkste dingen ingevlogen, zag ze. Ze haalt haar zonnekompas tevoorschijn en ...

De vraag is: Hoe komt Maartje langs de kortste weg naar de basis? In welke richting ligt die en hoever is dat?

Stuur je oplossing per e-mail of brief uiterlijk 12 februari naar Frans Maes op het adres van het secretariaat; zie pagina 2. Uit de goede inzendingen wordt een prijswinnaar getrokken. Die mag een boek uit onze collectie dubbele zonnewijzerboeken uitzoeken.

Rien spruijt opent de vergadering om 11.30 uur. Vijftien personen zijn aanwezig.

In de huishoudelijke vergadering passeert een groot aantal punten de revue.

- Rien legt uit dat de zaal in Leiden die hij had besproken nu Museum Boerhaave langdurig dicht is, opeens afgezegd werd toen een profijtelijker huurder verscheen. Op korte termijn was er geen andere zaal in Leiden te vinden, zodat we terugvielen op de bekende locatie in Utrecht.
- Rien heet in het bijzonder het nieuwe lid Peter de Groot welkom. Leden die een nieuw lid aanbrengen, mogen een exemplaar uit de lijst met dubbele boeken uitzoeken.
- Tevens verwelkomt hij de gasten Henk Hietbrink, Wilfred de Graaf en Pouyan Rezvani, collega's van Rob van Gent aan de afdeling Wiskunde van de Universiteit Utrecht. Rob is verhinderd, maar Henk Hietbrink zal iets vertellen over hun educatief project in Turkije.
- Bericht van verhindering is ontvangen van Jacob Borsje, Karine van Drunen, Rob van Gent, Theo Kip (nieuw lid), Lidi Schoorel, Hans Stikkelbroeck en Astrid vd. Werff. Kaartjes voor de zieken (Jacob, Astrid en Louw Pals) gaan rond.
- Het bestuur bereidt een herschikking van taken voor. Voor de a.s. jaarvergadering wordt een nieuw bestuurslid gezocht voor het penningmeesterschap. Han Hoogenraad zal de redactie van het Bulletin op zich nemen; Volkert Hoogeland blijft zorgdragen voor de productie en verzending ervan.
- Rien vertelt dat we voor een beoogd project in samenwerking met de ANWB een aantal zonnwijzerroutes in Nederlandse steden willen uitzetten, die liefst te voet of per fiets gevolgd kunnen worden. Hij roept leden op om in hun omgeving de mogelijkheden te inventariseren.
- Het boekje van Rob van Gent over astrolabia (uitgave Museum Boerhaave), dat ter sprake kwam bij de lezing van Tiemen Cockuyt in januari, is aanwezig in de bibliotheek van de Kring en kan geleend worden via Astrid vd. Werff.
- Thibaud Taudin Chabot is aan het opruimen en bracht een aantal boeken mee die leden mogen meenemen. Via lootjes werd de volgorde bepaald waarin de aanwezigen een keuze konden maken.
- De Basiscursus Zonnwijzerkunde gaat begin oktober opnieuw van start. Frans Maes benadrukt het belang van educatie: als je er meer van weet, beleef je er meer plezier aan en daar profiteert ook de Kring weer van. Hij ziet de inzet van de vijf geslaagden van de afgelopen cursus bij de excursie naar Geldermalsen als een mooie illustratie hiervan en verrast de aanwezige geslaagden met een bouw pakketje van Astromedia.
- Jan ten Böhmer kwam een boekje tegen van Aad Goddijn, *De ster van de dag gaat op en onder. Rekenen aan zonsopkomst en zonsondergang*. Het is boekje nr. 34 uit de Zebra-reeks, bedoeld voor VWO-scholieren.
- Jan zoekt het boekje *Basis-wiskunde voor de zonnwijzer* van Van der Wyck.
- Het is de bedoeling dat de catalogus van onze bibliotheek op de website komt, in het deel voor leden.
- John Souverijn spreekt zijn waardering uit voor het Bulletin. En passant vraagt hij naar het lot van twee manuscripten die hij ingestuurd had. Dat zal nagegaan worden.

Na de lunch houdt John Souverijn de publiekslezing, getiteld: *Lengte en breedte. Waar ben ik en hoe laat is het?* Het is een goed gestructureerd verhaal, toegesneden op een algemeen publiek. Dat heeft, ondanks de brede verspreiding van het persbericht in en rond Utrecht, de vergaderlocatie helaas niet weten te vinden.

De zonnwijzer is gebaseerd op de relatie tussen zon en aarde. De armillosfeer is een model hiervan. De zonnwijzer vormt daarmee ook de basis voor onze tijdmeting. Op een schilderij uit 1673 van de Dam in Amsterdam wijst de klok op het Stadhuis (nu Koninklijk Paleis) dezelfde tijd als de zonnwijzer op de Nieuwe Kerk. Dat dat nu niet meer zo is, is omdat er zo nodig aan de tijdrekening gesleuteld moest worden.

Waar je je op aarde bevindt, kan vastgelegd worden met lengte- en breedtegraad. De breedtegraad is gelijk aan de pools(tijl) hoogte, die was gemakkelijk te meten. Op zee werd daar het sextant voor gebruikt. Maar de lengtegraad was vroeger moeilijk te bepalen, zeker op zee. Een tijdsverschil van een paar minuten komt overeen met tientallen kilometers lengteverschil. Een dergelijke fout leidde in 1707 tot het vergaan van vier Engelse oorlogsschepen bij de Scilly-eilanden. Als reactie op deze ramp schreef de Britse regering een prijsvraag uit voor de ontwikkeling van een methode om de lengte op zee te bepalen. De klokkenmaker John Harrison ontwikkelde een uurwerk dat ook op zee zeer nauwkeurig bleef lopen. Samen met het bepalen van de lokale tijd kon daarmee de breedte berekend worden.

Meridiaanlijnen in kerken kun je beschouwen als horizontale zonnewijzers, die gereduceerd zijn tot de 12-uurs lijn. Ze werden aangelegd om de Paasdatum te kunnen vaststellen. Maar ze werden ook gebruikt voor allerlei astronomische metingen, zoals de lengte van een dag en van het jaar, het moment waarop de zon precies in het zuiden staat, en de scheefte van de ecliptica. Zo werd bij het bepalen van de lengte van het jaar ontdekt dat het zomerhalfjaar op het noordelijk halfrond enkele dagen langer duurt dan het winterhalfjaar. Dat leidde tot de bevinding dat de baan van de aarde om de zon niet precies een cirkel is, maar een beetje ellipsvormig.

Bij de discussie komt ter sprake dat er o.a. meridiaanlijnen in kerken zijn in Italië en Frankrijk en, zoals we op de excursie in 2015 zagen, ook in België. Zij het dat die pas in de 19e eeuw aangelegd werden. Nederland heeft een meridiaanlijn in het stadhuis van Den Bosch en in het kasteel (voormalig klooster) van Gemert.

Na de theepauze is het tijd voor het informeel zonnewijzerkundig allerlei.

Henk Hietbrink geeft ons een impressie van het Astrofest, een jaarlijks astronomiefestival in Bursa, Turkije. Dat is een stad van 2,5 miljoen inwoners, 90 km ten zuiden van Istanbul. Samen met collega's Rob van Gent en Wilfred de Graaf geven ze workshops, zoals hoe de richting naar Mekka te bepalen, over astrolabia en hoe een 3D-model te maken van de zonnebanen door het jaar. Het eerder genoemde boekje van Goddijn, niet toevallig ook een collega, is bij dat laatste een mooie ondersteuning.

Om 15.30 kan Rien Spruijt de vergadering sluiten, zodat iedereen nog op een nette tijd thuis kan zijn.

Toelichting van Thijs de Vries op de tijdvereffeningstabel op de volgende pagina's

Hierbij de TABEL voor 2017 aangehecht.

Voor 2017 is de deltaT op 69 seconde gesteld voor de tabelberekening.

Toelichting:

Op 31 december 2016 wordt er een extra seconde ingevoerd (schrikkelseconde) zodat (TAI-UTC) dan 37s wordt.

(Zie NIST Time Scale Data and Bulletin Archive: <http://tf.nist.gov/pubs/bulletin/timescaleindex.htm>)

Verwachting voor (UT1-UTC) is (afgerond) +0,278 op 1 juli 2017.

(Zie <http://maia.usno.navy.mil/search/search.html> met invulling voor 1 juli 2017 als bijlage Blad - 1.jpg en als uitkomst bijlage Blad - 2.jpg als prediction (P) voor die datum.)

Verwachting voor 2017 wordt daarmee:

$\Delta T = (TT) - [UT1] = (TAI + 32,184s) - [UTC + (UT1 - UTC)] = (TAI - UTC) + (32,184s) - (UT1 - UTC) = (37s) + (32,184s) - (+0,278) = 68,906s$.

Voor de berekening afgerond op 69 seconden.

TT is in de berekeningen nodig om de positie van de hemellichamen te bepalen vanaf het aardoppervlak gezien.

Alleen de maan en de planeten zijn in de berekeningen meegenomen als storingen op de aardbaan rond de zon.

USNO
EO Database Search

Welcome to the EO database search page. This database contains Earth orientation data from 1-2-1973, to the present.

Search range from 1-2-1973 to present.
example input: 1-2-1973 (MM-DD-YYYY)

From: 7-1-2017
To: 7-1-2017

Type of data to be returned
(Check at least one box)

Combination/prediction indicator for Bull. A polar motion values ☐
Bull. A PM-x (sec. of arc) ☐
Bull. A PM-y (sec. of arc) ☐
Bull. A UT1-UTC (sec. of time) ☐
error in LOD (msec. of time per day) ☐
error in dPSI (msec. of arc) ☐
Bull. B PM-x (sec. of arc) ☐
Bull. B dPSI (msec. of arc) ☐

Bull. A PM-x (sec. of arc) ☐
error in PM-y (sec. of arc) ☐
error in UT1-UTC (sec. of time) ☐
Combination/prediction indicator for Bull. A nutation values ☐
Bull. A dEPSILON ☐
Bull. B PM-y (sec. of arc) ☐
Bull. B dEPSILON (msec. of arc) ☐

error in PM-x (sec. of arc) ☐
Combination/prediction indicator for Bull. A UT1-UTC values ☐
Bull. A LOD (msec. of time per day) ☐
Bull. A dPSI (msec. of arc) ☐
error in dEPSILON (msec. of arc) ☐
Bull. B UT1-UTC (sec. of time) ☐

SUBMIT

Bijlage:

Blad - 1

Query Results

This search engine will search up to one year from present.

Search dates: *First Date* = 7, 1, 2017 *Second Date* = 7, 1, 2017

DATE Y - M - D	DATE MJD	IERS (I)	UT1-UTC	Bull. A UT1-UTC
17 7 1	57935.00	P		0.2777989

57935 is the Modified Julian day inputted

1 = Number of days in the query

Done

Bijlage:

Blad - 2

Tijdvereffening en Declinatie tabel

aangeleverd door Thijs de Vries

TIJDVEREFFENING (E.T.) EN DECLINATIE (DEC.) OM 12h00m M.E.T.

JAN 2017

FEB 2017

MRT 2017

DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	-03 39	-22 57.6	01:	-13 36	-16 58.4	01:	-12 17	-07 25.3
02:	-04 07	-22 52.3	02:	-13 43	-16 41.0	02:	-12 05	-07 02.4
03:	-04 35	-22 46.4	03:	-13 49	-16 23.4	03:	-11 53	-06 39.4
04:	-05 02	-22 40.2	04:	-13 55	-16 05.5	04:	-11 40	-06 16.3
05:	-05 29	-22 33.4	05:	-14 00	-15 47.3	05:	-11 26	-05 53.1
06:	-05 56	-22 26.3	06:	-14 04	-15 28.8	06:	-11 13	-05 29.8
07:	-06 21	-22 18.7	07:	-14 07	-15 10.1	07:	-10 58	-05 06.5
08:	-06 47	-22 10.6	08:	-14 10	-14 51.1	08:	-10 44	-04 43.1
09:	-07 12	-22 02.1	09:	-14 11	-14 31.9	09:	-10 29	-04 19.7
10:	-07 36	-21 53.2	10:	-14 12	-14 12.4	10:	-10 13	-03 56.2
11:	-07 60	-21 43.9	11:	-14 12	-13 52.7	11:	-09 57	-03 32.6
12:	-08 23	-21 34.1	12:	-14 12	-13 32.7	12:	-09 41	-03 09.0
13:	-08 45	-21 23.9	13:	-14 10	-13 12.6	13:	-09 25	-02 45.4
14:	-09 07	-21 13.3	14:	-14 08	-12 52.2	14:	-09 08	-02 21.7
15:	-09 28	-21 02.3	15:	-14 05	-12 31.6	15:	-08 51	-01 58.1
16:	-09 49	-20 50.9	16:	-14 02	-12 10.8	16:	-08 34	-01 34.4
17:	-10 08	-20 39.1	17:	-13 57	-11 49.8	17:	-08 17	-01 10.6
18:	-10 27	-20 26.9	18:	-13 52	-11 28.7	18:	-07 60	-00 46.9
19:	-10 46	-20 14.4	19:	-13 47	-11 07.3	19:	-07 42	-00 23.2
20:	-11 04	-20 01.4	20:	-13 41	-10 45.8	20:	-07 24	+00 00.5
21:	-11 20	-19 48.1	21:	-13 34	-10 24.1	21:	-07 07	+00 24.2
22:	-11 37	-19 34.4	22:	-13 26	-10 02.2	22:	-06 49	+00 47.9
23:	-11 52	-19 20.3	23:	-13 18	-09 40.2	23:	-06 31	+01 11.6
24:	-12 07	-19 05.9	24:	-13 09	-09 18.0	24:	-06 13	+01 35.2
25:	-12 21	-18 51.1	25:	-13 00	-08 55.7	25:	-05 55	+01 58.8
26:	-12 34	-18 36.0	26:	-12 50	-08 33.3	26:	-05 37	+02 22.3
27:	-12 46	-18 20.5	27:	-12 40	-08 10.7	27:	-05 18	+02 45.8
28:	-12 58	-18 04.7	28:	-12 29	-07 48.1	28:	-05 00	+03 09.3
29:	-13 08	-17 48.6				29:	-04 42	+03 32.7
30:	-13 18	-17 32.2				30:	-04 25	+03 56.0
31:	-13 27	-17 15.4				31:	-04 07	+04 19.2

APR 2017

MEI 2017

JUN 2017

DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° ' "
01:	-03 49	+04 42.4	01:	+02 56	+15 12.3	01:	+02 08	+22 06.5
02:	-03 31	+05 05.5	02:	+03 02	+15 30.3	02:	+01 59	+22 14.3
03:	-03 14	+05 28.5	03:	+03 09	+15 47.9	03:	+01 49	+22 21.7
04:	-02 56	+05 51.4	04:	+03 14	+16 05.3	04:	+01 39	+22 28.7
05:	-02 39	+06 14.1	05:	+03 19	+16 22.4	05:	+01 28	+22 35.3
06:	-02 22	+06 36.8	06:	+03 24	+16 39.3	06:	+01 18	+22 41.5
07:	-02 05	+06 59.4	07:	+03 28	+16 55.9	07:	+01 07	+22 47.3
08:	-01 48	+07 21.8	08:	+03 31	+17 12.2	08:	+00 55	+22 52.7
09:	-01 32	+07 44.1	09:	+03 34	+17 28.2	09:	+00 44	+22 57.8
10:	-01 15	+08 06.3	10:	+03 37	+17 43.9	10:	+00 32	+23 02.4
11:	-00 60	+08 28.4	11:	+03 39	+17 59.3	11:	+00 20	+23 06.6
12:	-00 44	+08 50.3	12:	+03 40	+18 14.4	12:	+00 07	+23 10.4
13:	-00 29	+09 12.0	13:	+03 40	+18 29.2	13:	-00 05	+23 13.8
14:	-00 14	+09 33.6	14:	+03 40	+18 43.7	14:	-00 18	+23 16.7
15:	+00 01	+09 55.1	15:	+03 40	+18 57.9	15:	-00 30	+23 19.3
16:	+00 15	+10 16.4	16:	+03 39	+19 11.8	16:	-00 43	+23 21.5
17:	+00 29	+10 37.5	17:	+03 37	+19 25.3	17:	-00 56	+23 23.2
18:	+00 43	+10 58.4	18:	+03 35	+19 38.5	18:	-01 09	+23 24.5
19:	+00 56	+11 19.2	19:	+03 32	+19 51.4	19:	-01 22	+23 25.5
20:	+01 08	+11 39.8	20:	+03 29	+20 03.9	20:	-01 36	+23 26.0
21:	+01 20	+12 00.2	21:	+03 25	+20 16.1	21:	-01 49	+23 26.1
22:	+01 32	+12 20.4	22:	+03 20	+20 28.0	22:	-02 02	+23 25.7
23:	+01 43	+12 40.4	23:	+03 15	+20 39.5	23:	-02 15	+23 25.0
24:	+01 54	+13 00.1	24:	+03 10	+20 50.6	24:	-02 28	+23 23.9
25:	+02 04	+13 19.7	25:	+03 04	+21 01.4	25:	-02 41	+23 22.3
26:	+02 14	+13 39.1	26:	+02 57	+21 11.8	26:	-02 53	+23 20.3
27:	+02 24	+13 58.2	27:	+02 50	+21 21.9	27:	-03 06	+23 18.0
28:	+02 32	+14 17.1	28:	+02 43	+21 31.5	28:	-03 18	+23 15.2
29:	+02 41	+14 35.8	29:	+02 35	+21 40.9	29:	-03 31	+23 12.0
30:	+02 48	+14 54.2	30:	+02 26	+21 49.8	30:	-03 42	+23 08.4
31:			31:	+02 18	+21 58.3			



TIJDVEREFFENING (E.T.) EN DECLINATIE (DEC.) OM 12h00m M.E.T.

JUL 2017			AUG 2017			SEP 2017		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '
01:	-03 54	+23 04.4	01:	-06 20	+17 54.0	01:	+00 03	+08 07.1
02:	-04 05	+22 59.9	02:	-06 15	+17 38.7	02:	+00 22	+07 45.2
03:	-04 16	+22 55.1	03:	-06 10	+17 23.0	03:	+00 42	+07 23.3
04:	-04 27	+22 49.9	04:	-06 05	+17 07.1	04:	+01 02	+07 01.1
05:	-04 38	+22 44.3	05:	-05 59	+16 50.9	05:	+01 22	+06 38.9
06:	-04 48	+22 38.3	06:	-05 52	+16 34.4	06:	+01 42	+06 16.6
07:	-04 57	+22 31.9	07:	-05 45	+16 17.6	07:	+02 03	+05 54.2
08:	-05 06	+22 25.1	08:	-05 37	+16 00.6	08:	+02 24	+05 31.6
09:	-05 15	+22 18.0	09:	-05 29	+15 43.4	09:	+02 44	+05 09.0
10:	-05 24	+22 10.4	10:	-05 20	+15 25.9	10:	+03 05	+04 46.3
11:	-05 32	+22 02.5	11:	-05 10	+15 08.1	11:	+03 27	+04 23.5
12:	-05 39	+21 54.2	12:	-04 60	+14 50.1	12:	+03 48	+04 00.6
13:	-05 46	+21 45.5	13:	-04 49	+14 31.8	13:	+04 09	+03 37.7
14:	-05 53	+21 36.4	14:	-04 38	+14 13.4	14:	+04 30	+03 14.7
15:	-05 59	+21 27.0	15:	-04 26	+13 54.7	15:	+04 52	+02 51.6
16:	-06 05	+21 17.2	16:	-04 14	+13 35.7	16:	+05 13	+02 28.4
17:	-06 10	+21 07.0	17:	-04 01	+13 16.6	17:	+05 34	+02 05.3
18:	-06 15	+20 56.5	18:	-03 48	+12 57.2	18:	+05 56	+01 42.0
19:	-06 19	+20 45.6	19:	-03 34	+12 37.7	19:	+06 17	+01 18.8
20:	-06 22	+20 34.4	20:	-03 20	+12 17.9	20:	+06 38	+00 55.5
21:	-06 25	+20 22.9	21:	-03 06	+11 57.9	21:	+06 60	+00 32.1
22:	-06 28	+20 10.9	22:	-02 50	+11 37.8	22:	+07 21	+00 08.8
23:	-06 30	+19 58.7	23:	-02 35	+11 17.5	23:	+07 42	-00 14.6
24:	-06 31	+19 46.1	24:	-02 19	+10 56.9	24:	+08 02	-00 37.9
25:	-06 32	+19 33.2	25:	-02 02	+10 36.3	25:	+08 23	-01 01.3
26:	-06 32	+19 20.0	26:	-01 46	+10 15.4	26:	+08 44	-01 24.7
27:	-06 31	+19 06.4	27:	-01 28	+09 54.4	27:	+09 04	-01 48.0
28:	-06 30	+18 52.6	28:	-01 11	+09 33.2	28:	+09 24	-02 11.4
29:	-06 28	+18 38.4	29:	-00 53	+09 11.9	29:	+09 44	-02 34.7
30:	-06 26	+18 23.9	30:	-00 35	+08 50.4	30:	+10 04	-02 58.0
31:	-06 23	+18 09.1	31:	-00 16	+08 28.8			

OKT 2017			NOV 2017			DEC 2017		
DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '	DA-TUM	E.T. m s	DEC. ° '
01:	+10 23	-03 21.3	01:	+16 25	-14 33.8	01:	+10 54	-21 51.7
02:	+10 43	-03 44.5	02:	+16 26	-14 52.7	02:	+10 32	-22 00.7
03:	+11 01	-04 07.7	03:	+16 26	-15 11.5	03:	+10 08	-22 09.2
04:	+11 20	-04 30.8	04:	+16 25	-15 30.0	04:	+09 44	-22 17.3
05:	+11 38	-04 53.9	05:	+16 24	-15 48.2	05:	+09 20	-22 24.9
06:	+11 56	-05 16.9	06:	+16 22	-16 06.2	06:	+08 54	-22 32.2
07:	+12 13	-05 39.8	07:	+16 19	-16 23.9	07:	+08 29	-22 38.9
08:	+12 30	-06 02.7	08:	+16 15	-16 41.4	08:	+08 03	-22 45.3
09:	+12 47	-06 25.5	09:	+16 10	-16 58.5	09:	+07 36	-22 51.2
10:	+13 03	-06 48.2	10:	+16 04	-17 15.4	10:	+07 09	-22 56.6
11:	+13 19	-07 10.8	11:	+15 58	-17 32.0	11:	+06 41	-23 01.6
12:	+13 34	-07 33.4	12:	+15 50	-17 48.3	12:	+06 13	-23 06.1
13:	+13 48	-07 55.8	13:	+15 42	-18 04.2	13:	+05 45	-23 10.2
14:	+14 02	-08 18.1	14:	+15 33	-18 19.9	14:	+05 17	-23 13.8
15:	+14 16	-08 40.3	15:	+15 23	-18 35.2	15:	+04 48	-23 17.0
16:	+14 29	-09 02.4	16:	+15 12	-18 50.2	16:	+04 19	-23 19.7
17:	+14 41	-09 24.4	17:	+15 00	-19 04.9	17:	+03 49	-23 21.9
18:	+14 52	-09 46.2	18:	+14 48	-19 19.2	18:	+03 20	-23 23.6
19:	+15 03	-10 07.9	19:	+14 34	-19 33.2	19:	+02 50	-23 24.9
20:	+15 14	-10 29.4	20:	+14 20	-19 46.8	20:	+02 20	-23 25.7
21:	+15 24	-10 50.8	21:	+14 05	-20 00.1	21:	+01 50	-23 26.1
22:	+15 33	-11 12.0	22:	+13 49	-20 13.0	22:	+01 20	-23 26.0
23:	+15 41	-11 33.0	23:	+13 33	-20 25.5	23:	+00 50	-23 25.4
24:	+15 49	-11 53.9	24:	+13 15	-20 37.7	24:	+00 21	-23 24.3
25:	+15 56	-12 14.6	25:	+12 57	-20 49.5	25:	-00 09	-23 22.7
26:	+16 02	-12 35.1	26:	+12 39	-21 00.9	26:	-00 39	-23 20.7
27:	+16 08	-12 55.4	27:	+12 19	-21 11.8	27:	-01 08	-23 18.3
28:	+16 13	-13 15.5	28:	+11 59	-21 22.4	28:	-01 38	-23 15.3
29:	+16 17	-13 35.4	29:	+11 38	-21 32.6	29:	-02 07	-23 11.9
30:	+16 20	-13 55.1	30:	+11 16	-21 42.4	30:	-02 36	-23 08.0
31:	+16 23	-14 14.5				31:	-03 04	-23 03.7

Content of Bulletin 121, December 2016

by Volkert Hoogeland

<i>Colophon</i>	<i>Secretary</i>	<i>page 2</i>
<i>Messages from the committee</i>	<i>Secretary</i>	<i>page 3</i>
<i>Sundial in a vertical cylinder</i> A simple approach to the determination of hour and date lines.	<i>F. Maes</i>	<i>page 5</i>
<i>The Zimmer Tower in Lier, Belgium (part 3)</i> There are dials on the tower that show the phase of the moon, the tide and the Zodiac. These dials are explained in this article.	<i>L. Bolsman</i>	<i>page 9</i>
<i>Nuremberg hours: a reaction on the article in bulletin 120</i> The Latin text above the sundial is translated into Dutch and is a kind of a poem. An explanation and argumentation follows about how the grid on the sundial should be interpreted. It differs from the conclusions in the article in bulletin 120.	<i>J. Souverijn</i>	<i>page 12</i>
<i>A reply on te reaction of J. Souverijn and B. Mooy</i> The hour lines for Nuremberg hours appear to be related to antique hour lines.	<i>F. Maes</i>	<i>page 16</i>
<i>Quiz</i> The results of the previous puzzle are published. The sun compass constructed for this location in the previous puzzle is used for a new puzzle.	<i>F. Maes</i>	<i>page 18</i>
<i>The minutes of the meeting on the 24th of September 2016</i>	<i>Secretary</i>	<i>page 21</i>