

Het Astrolabium

door: Siebren van der Werf

Vanaf het begin van de grote zeevaart, in de vijftiende eeuw, tot in het begin van de achttiende eeuw, werden zonshoogten gemeten met het zeeastrolabium of met de Jacobsstaf. In de Noord-Europese landen verdween het astrolabium eigenlijk al eerder. Zo besloot de VOC al in 1675 haar schepen geen astrolabia meer mee te geven en verder te vertrouwen op de Jacobstaf en de verbeterde versie daarvan, de 'back staff' van Davis. De Spanjaarden en de Portugezen bleven het astrolabium langer gebruiken. De grote omwenteling in hoogtebepaling was de introductie van spiegelmeetinstrumenten, als eerste de octant van Hadley, voor het eerst beschreven in 1731. Dat luidde het definitieve einde in van zowel het astrolabium als de Jacobsstaf.

HET VOLLEDIGE ASTROLABIUM

De ontwikkeling van het astrolabium gaat volgens veel schrijvers terug tot Hipparchos (ca. 190-125 v. Chr.), maar de eerste beschrijving van het astrolabium die wij kennen is van Philoponus van Alexandrië aan het begin van de 6de eeuw na Christus. Vermoedelijk heeft het instrument zich van daaruit verspreid. Het werd vooral bekend in de Arabische wereld en in de loop van de tijden werden veel verbeteringen en verfijningen aangebracht. Het woord astrolabium betekent letterlijk 'sterrenzoeker'. Het is een samenstelling van de Griekse woorden $\alpha\sigma\tau\rho\nu$: ster en $\lambda\alpha\mu\beta\alpha\delta\epsilon\iota\nu$: grijpen of vatten.

Het astrolabium in zijn volle glorie is eigenlijk een combinatie van twee instrumenten. De voorkant is een soort planisfeer, waarmee azimutrichtingen van hemellichamen gemeten konden worden. Het instrument werd daarbij horizontaal gehouden. De achterkant was voorzien van een rondlopende gradenverdeling en een wijzer met een vizier, de alhidade.

Het astrolabium kon aan een ophanging verticaal gehangen worden en zo konden hoogten van hemellichamen gemeten worden.



Fig. 1: Voorkant van een laat-Middeleeuws astrolabium.

Het astrolabium stelt een stereografische projectie voor van grootcirkels op het aardoppervlak, gemeten vanuit de zuidpool en geprojecteerd op het vlak van de hemelequator. De positie van de ecliptica en van prominente sterren worden aangegeven op een draaibare binnencirkel, de spin



Fig. 2: De spin. Het draaipunt stelt de Poolster voor. Andere duidelijke sterren zijn als punten op de spin aangegeven. De spin wordt over een vaste schijf gelegd, de timpaan, waarop een netwerk van azimutlijnen is getekend voor een gegeven breedtegraad

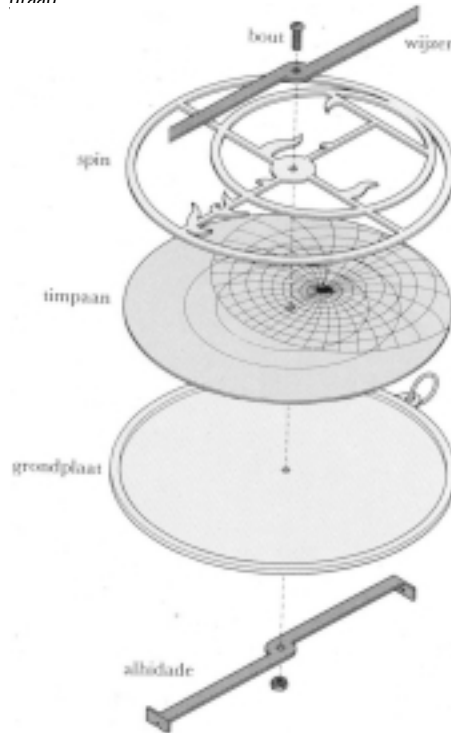


Fig. 3: Opbouw van het volledige astrolabium.

Tegenwoordig kennen we de planisfeer. Die doet in feite hetzelfde als de voorkant van een astrolabium. Het verschil in uitvoering is dat bij de planisfeer de maanden op de sterrenplaat langs de buitenrand staan, terwijl het netwerk met azimut coördinaten draaibaar is. Je kunt ze tegenwoordig overal krijgen, niet zelden als weggevertjes of relatiegeschenken.



Fig. 4: Een hedendaagse planisfeer. De binnenste kaart geeft de sterrenhemel weer in een stereografische projectie vanuit de Zuidpool. De open uitsparing geeft het deel van de sterrenhemel dat zichtbaar is voor een waarnemer op 52° NB

HET ZEE-ASTROLABIUM

Het astrolabium deed zijn intrede in Europa ongeveer in de tiende eeuw via Spanje. Dat is niet toevallig want daar leefden de Arabische, Christelijke en Joodse gemeenschappen eeuwenlang samen. Onder Prins Hendrik de Zeevaarder (1394-1460) groeide Portugal uit tot de eerste grote zeevarende natie. Wetenschap en techniek richtten zich op de grote zeevaart, met in het verschieft nieuwe continenten en natuurlijk de handel die dat zou meebrengen.

Het astrolabium kon in de zeevaart maar beperkt worden gebruikt, want de plaat met azimutlijnen, het timpaan, geldt alleen voor de breedtegraad waarvoor hij is gemaakt. Je kunt wel verschillende van die timpanen meenemen, maar ook dat werd snel onpractisch als je in feite de hele wereld bevoer.

Wat wel algemeen bruikbaar bleef, was juist de achterkant van het astrolabium, waarmee hoogten gemeten konden worden. Dat werd door de Portugezen geïntroduceerd als zelfstandig instrument: het zeeastrolabium. De Portugezen zijn met recht trots op deze uitvinding: wie ooit in het scheepvaartmuseum van Lissabon, het Museu de Marinha, geweest is weet dat daar zelfs de deurgrepen als replicas van zeeastrolabia zijn uitgevoerd.

Een volledige beschrijving van bewaard gebleven zeeastrolabia wordt gegeven door Alan Stimson, in 'The Mariner's Astrolabe, A survey of known, surviving sea astrolabes'.

EEN REPLICA VAN EEN ZEVENTIENDE EEUWS ASTROLABIUM

Drie van de mooiste exemplaren worden bewaard in het Skokloster kasteel in Zweden. Dat kasteel is tegenwoordig een museum. Het werd halverwege de zeventiende eeuw gebouwd door veldmaarschalk Carl Gustav Wrangel. Deze had enige tijd in de Nederlanden doorgebracht, waar hij onder andere navigatie had gestudeerd. Vanuit Nederland nam hij drie zeeastrolabia mee. Omdat ze niet, zoals de meeste andere overgebleven astrolabia, uit wrakken zijn opgedoken, zijn ze volledig gaaf.

In de jaren negentig kwam ik voor mijn werk veel in Uppsala. Het Skokloster kasteel ligt daar niet ver vandaan en ik heb het een keer bezocht, in december 1995. De conservator, Dr. Arne Losman, haalde voor mij één van die astrolabia uit de vitrine en ik mocht het in handen hebben, maar wel moest ik eerst fluwelen handschoenen aantrekken. De zon scheen die dag en door het raam hebben we een hoogtemeting gedaan. Ik had het plan opgevat om een kopie van een oud astrolabium te maken en Arne Losman vond goed dat ik daarvoor één van de Skokloster astrolabia zou gebruiken. Het moest dan wel als kopie herkenbaar zijn. We hebben het Skokloster I exemplaar ter plekke gedocumenteerd. Een afbeelding en een goede documentatie staan ook in het boek van Stimson.

In die tijd werd de sterrenwacht in Roden gesloten. Van een klein restbudget zijn daar vier replica's gemaakt, gegoten in brons. Twee technici, Gert Veltman en Geert Hagenau, hebben ieder twee exemplaren afgewerkt. Het wapen van de Rijks Universiteit Groningen is er op gegraveerd en ook het logo van de technicus die het afwerkte: mijn belofte aan Arne Losman om ze zichtbaar als replica's uit te voeren.

Eén exemplaar is geschonken aan het Nederlands Scheepvaartmuseum in Amsterdam. Een tweede exemplaar werd door mij, ter gelegenheid van het Willem Barentsz jaar in 1997, overhandigd aan het Willem Barentsz Instituut, in de persoon van directeur Harms. Bij die astrolabia werd het volgend ijkrapport afgegeven:

'Den 9. September 1996 wast moy, claer weder, doen namen wy de hooghde vande Son mettend astrolabium, ende was verheven boven den Horizont 42. graden 0. minuten, haer declinatie was 5. graden 7. minuten, deselvighe ghetogen vande ghenomen hooghde, so blifter 36. graden 53. minuten, die dan ghenomen van 90., werdt bevonden dat wy op des Pools hooghde waren van 53. graden 7. minuten.

Wesende te Rhoden, twelk uyt de caerte bleeck ghelegen op 53. graden 8. minuten, so besluynen wy dat de gravinghe opt astrolabium goet ghemaeckt is'.

Onderteeckent den 7. November 1996.

Van de resterende twee exemplaren is er één eigendom van het Noordelijk Scheepvaartmuseum in Groningen. Samen met het vierde exemplaar gebruik ik het bij mijn college over de geschiedenis van de navigatie aan de RUG.



Fig. 5: Eén van de vier replica's van het Skokloster I astrolabium. Het origineel dateert van 1626. Het vizier van de alhidade bestaat uit twee opstaande elementen, met elk een kleine perforatie.

HET ASTROLABIUM IN DE PRACTIJK.

Als de zon goed fel schijnt is het voor het meten van de zonshoogte niet nodig door de twee perforaties te kijken. Het instrument wordt aan een vinger verticaal gehangen en de zon werpt door de perforatie in het eerste opstaande element een lichtvlekje op het tweede. De alhidade wordt nu zó gedraaid, dat het lichtvlekje door de perforatie in het tweede opstaande element verdwijnt. De waarnemer hoeft dus niet rechtstreeks in de zon te kijken. Bovendien zou je het astrolabium niet lang stabiel kunnen houden als je het boven je macht optilt: een exemplaar als Skokloster I weegt meer dan vier kilo.

Willem Barents gaf als advies de meting zittend te doen, met de rug tegen de voet van de grote mast en met het astrolabium hangend tussen de opgetrokken knieën, waardoor de arm die het astrolabium omhoog houdt kan worden ondersteund. Er zijn zelfs gevallen bekend waarin de navigator een plek opzocht waar de beweging van het schip nog minder was: de meting werd ook wel op een benedendek gedaan, als daar de zon daar op viel.

Sterren zijn te lichtzwak om de bovenstaande methode te gebruiken en moeten rechtstreeks door de twee perforaties waargenomen worden: het astrolabium moet omhoog gehouden worden. Om het zoeken niet te lang te laten duren waren de perforaties voor sterren in het algemeen groter dan voor zonswaarnemingen. Sommige alhidades hadden daarom een stel fijne perforaties voor de zon en een stel grotere voor sterren. Het was ook mogelijk alhidades te verwisselen: de vleugelmoer bestond al in de zestiende eeuw!

HOE NAUWKEURIG IS EEN ASTROLABIUM?

Over de nauwkeurigheid van het astrolabium is eigenlijk niet zoveel bekend. De verdeling op de rand is in graden aangegeven, maar een graad komt overeen met zestig mijlen. Je kunt tienden graden schatten, maar hoe nauwkeurig kan dat in de praktijk?

Vanaf 1998 doe ik met de studenten die mijn navigatiecollege volgen hoogtemetingen met twee replica's, die van het Noordelijk Scheepvaartmuseum en mijn eigen exemplaar.

We meten de hoogte van de zon en lezen de tijd af. De positie wordt gevonden met een hand-GPS. De opgave is dan: je weet de tijd en ook je positie, bereken met behulp van de tabellen uit de Nautical Almanac hoe hoog de zon staat. Daarna: vergelijk met het resultaat van je meting.

Je kunt deze meting aan land doen, want je hebt geen horizon nodig. Een astrolabium hangt verticaal en meet dus eigenlijk de topshoek of zenithoek. Trek die af van 90° en je hebt je hoogte. Ook met kimduiking heb je dus niet te maken. Wel met refractie en daar moet je je meting eerst voor corrigeren voor je hem vergelijkt met je berekening.

Intussen heb ik een kleine 200 metingen verzameld. Figuur 6 laat zien dat verreweg de meeste metingen minder dan 20' afwijken van de berekende hoogte. De gebruikelijke maat is een afwijking links en rechts van het gemiddelde, waarbinnen twee-derde van alle metingen ligt. Als we dat criterium aanhouden vinden we 16'.6 als nauwkeurigheid.

De studenten waren natuurlijk geen ervaren waarnemers. Aan de andere kant hadden ze boven de navigator op een schip het voordeel dat ze op vaste grond stonden.

Terwijl de replica's getrouwe kopieën waren, waren de meetomstandigheden dat niet. Ervaring vergroot de nauwkeurigheid en de bewegingen van een schip verslechteren die. Het lijkt niettemin aannemelijk dat de nauwkeurigheid op 20' of iets beter mag worden geschat.

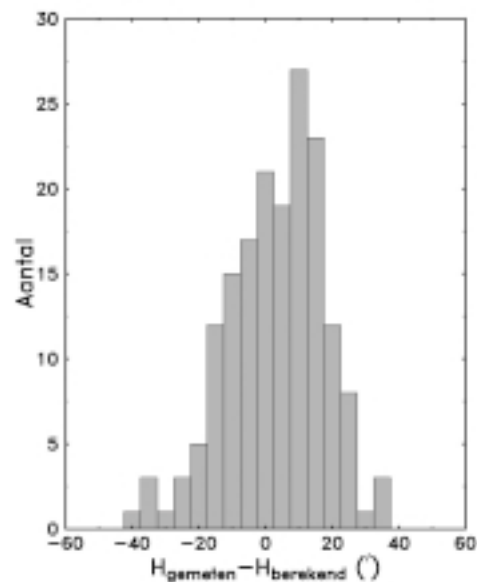


Fig. 6: Histogram van de afwijking tussen gemeten en berekende hoogte, verzameld uit studentenmetingen vanaf 1998.

Bronnen:

1. Alan Stimson, *The Mariner's Astrolabe, A survey of known, surviving sea astrolabes*, HES Publishers, Utrecht, 1988.
2. Maurice Daumas, *Scientific Instruments of the 17th & 18th centuries and their makers*, Portman Books, London, 1972.
3. Colin A. Ronan, *De amateur astronoom*, Zomer & Keuning, Ede, 1982.
4. Robin Kerrod, *Speurtocht door het heelal*, Elsevier, Amsterdam/Brussel, 1984.
5. *Eerste Nederlandse Systematisch Ingerichte Encyclopedie*, deel IX, ENSIE, Amsterdam, 1950.
6. Willem Barents, *Nieuwe Beschryvinghe ende Caertboeck vande Midtlandsche Zee*, Cornelis Claesz, Amsterdam, 1595.