

Poolshoogte nemen

DOOR: SIEBREN VAN DER WERF

Breedtebepaling in de vijftiende en zestiende eeuw

“Den 2. April [1597] wast moy claer weder, de wint noordt ende stil, doen namen wy de hoochte vander Sonne ende was verheven boven den Horisont 18. graden 40. minuten, zijn declinatie was 4. graden 40. minuten, de selfde ghetoghen vande ghenomen hoochte, so blijftet 14. gr. die getrocken vande 90. so blijft des Pools hoochte 76. graden.”

De woorden zijn van Gerrit de Veer, in zijn verslag van de derde tocht naar het Noorden [1]. Ze laten de praktijk zien van het uitwerken van een middaghoogte, zoals dat eeuwenlang gebeurde. En nog steeds, want voor wie zijn positie wil meten met een sextant is de middaghoogte het gemakkelijkst uit te werken en geeft meteen de breedte (poolshoogte).

In 1545 verscheen het eerste echte handboek voor zeevaartkunde, ‘Arte de Navigar’, van Pedro de Medina [2]. Daarin geeft hij voorschriften en voorbeelden, om de navigator van die tijd uit te leggen hoe een middaghoogte moet worden genomen en uitgewerkt, hoe op het noordelijk halfrond de breedte bepaald wordt door meting van hoogte van de poolster en op het zuidelijk halfrond met behulp van het Zuiderkruis. In dit artikel bespreken we die methoden en voegen daarbij de breedtebepaling via de middernachtzon.

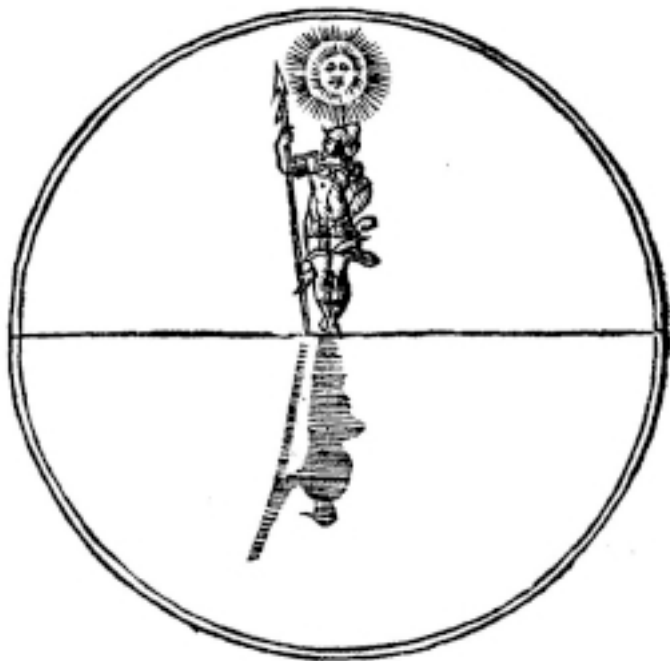


Fig 1: ‘Als de zon aan de Noordzijde staat & Uw schaduw strekt zich naar het Zuiden, dan kunt gij U ten Noorden van de Linie bevinden, tussen de zon en de Linie & gij kunt U op de Linie bevinden & alsook ten Zuiden daarvan’.

De Medina geeft in totaal dertien illustraties zoals in figuur 1, bedoeld om zijn lezer een globale indruk te geven van wat er bij een hoogtemeting te pas komt. Voor het meten en uitwerken daarvan geeft hij de navigator vijf aanwijzingen:

‘De eerste, dat hij de zonshoogte juist op de middag neemt’.

‘De tweede, dat hij zich vergewist waar op die dag de zon staat ten opzichte van de Linie’.

‘De derde, naar welke zijde de schaduw zich strekt’.

‘De vierde, hoe groot de declinatie van de zon is’.

‘De vijfde, dat hij in staat is de regels toe te passen, al naar gelang tijd en plaats waar hij zich bevindt’.

Wat betreft de vierde aanwijzing: zijn boek bevatte volledige declinatie-tabels voor een periode van vier jaren. Daarbij was de meridiaan van Tenerife als de standaardmeridiaan gekozen. De tijdsaanduiding was die van de Juliaanse kalender, waarin ieder vierde jaar een schrikkeljaar was. De Gregoriaanse kalender werd in 1582 ingevoerd op gezag van Paus Gregorius XIII. Daarin zijn eeuwen die geen veelvoud zijn van 400, zoals 1700, 1800 en 1900, geen schrikkeljaren. In de Juliaanse tijdrekening zouden ze dat wel geweest zijn.

De declinaties die De Medina gaf zijn zeer nauwkeurig en verschillen nooit meer dan een paar boogminuten van wat we nu achteraf met veel groter precisie kunnen berekenen. In ieder geval was hun nauwkeurigheid veel groter dan die van de meetinstrumenten van die tijd: het astrolabium en de Jacobsstaf hadden een typische nauwkeurigheid van 20 à 30 boogminuten. Bij de vijfde aanwijzing voegt De Medina nog een vermaning: ‘De navigator moet deze regels kennen, niet alleen de woorden, maar ook hun betekenis en achtergrond & als hij hun oorsprong en achtergrond niet kent, dan kan daar veel ellende van komen’.

Een voorbeeld van zo’n regel, waarvan De Medina er in het totaal elf geeft, is weergegeven in figuur 2. De uitwerking van Gerrit de Veer, in de aanhef hierboven, volgt precies dit schema. Dat is niet toevallig, want De Medina’s boek, in Nederlandse vertaling, was aan boord. Het is in het Behouden Huijs teruggevonden.

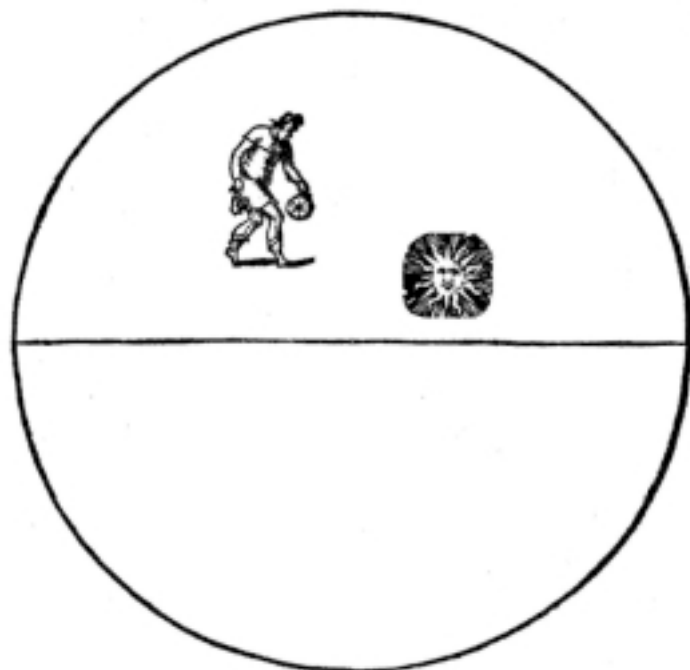


Fig 2: ‘Bevindt zich de zon aan de Noordzijde en strekken zich de schaduwen naar het Noorden, dan staat de zon tussen U en de Linie. Bezieet hoeveel graden de hoogte is die gij genomen hebt & en hoeveel daaraan toegevoegd moet worden om er negentig van te maken & en tel de declinatie op bij dit verschil. Zoveel zijt gij verwijderd van de Linie ten Noorden’.

MIDDAGHOOGTE

De regels van De Medina zijn samengevat in figuur 3. Daarin geven we ook de regels voor de middernachtzon, waarover verderop meer.

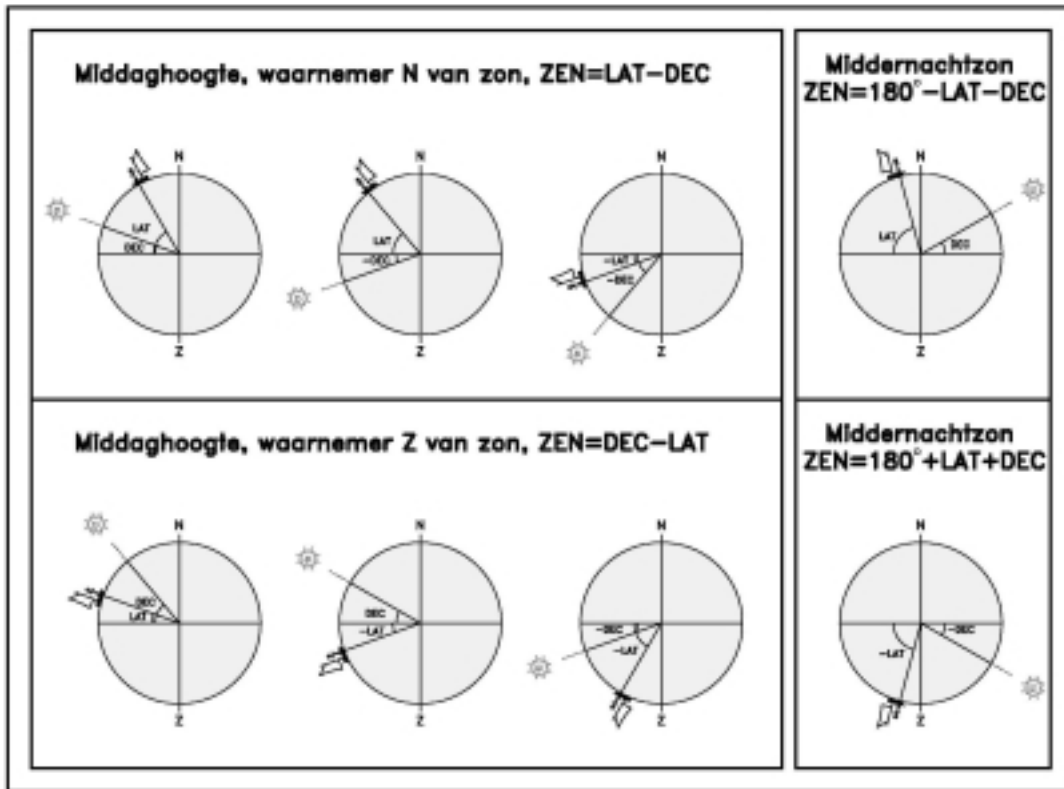


Fig. 3: Links boven: waarnemer noordelijk van de zon. Links beneden: waarnemer zuidelijk van de zon. Rechts: middernachtzon op het noordelijk (boven) en op het zuidelijk halfrond (onder). Terwille van de leesbaarheid van de figuur is de declinatie van de zon in sommige gevallen overdreven groot getekend. In werkelijkheid ligt zij altijd tussen -23° 5' en 23° 5'.

Voor de middaghoogte is de topshoek, of zenithhoek (ZEN), altijd gelijk aan het positief-gerekende verschil tussen de breedte (LAT, van latitude) van de waarnemer en de declinatie van de zon, DEC. Daarbij rekenen we beiden positief als ze noordelijk zijn en negatief als ze zuidelijk zijn. De topshoek is dus:

$ZEN = LAT - DEC$ als LAT groter dan DEC: waarnemer noordelijk van de zon.
 $ZEN = DEC - LAT$ als DEC groter dan LAT: waarnemer zuidelijk van de zon.

De topshoek geeft aan hoever de zon uit het zenit staat. De hoogte (H) wordt gemeten ten opzichte van de horizon. Er geldt altijd:

$$H = 90^\circ - ZEN$$

Is de hoogte gevonden, dan volgt de breedte, of poolhoogte, uit:

$LAT = 90^\circ - H + DEC$ waarnemer noordelijk van de zon.
 $LAT = -90^\circ + H + DEC$ waarnemer zuidelijk van de zon.

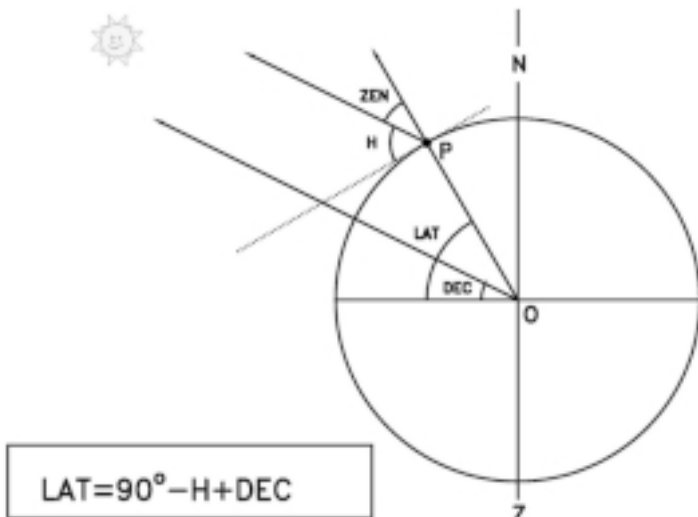


Fig. 4: Gedetailleerde illustratie van de situatie linksboven in figuur 3: waarnemer, in P, noordelijk van de zon, declinatie noordelijk.

MIDDERNACHTHOOGTE

De twee plaatjes rechts in figuur 3 laten middernachthoogten zien op het noordelijk halfrond en op het zuidelijk halfrond. De zon staat op de tegenmeridiaan van de waarnemer en de topshoek is nu de som van de poolhoeken:

$ZEN = 180^\circ - LAT - DEC$ noordelijk halfrond
 $ZEN = 180^\circ + LAT + DEC$ zuidelijk halfrond

zodat voor een gemeten hoogte de breedte volgt uit:

$LAT = 90^\circ + H - DEC$ noordelijk halfrond.
 $LAT = -90^\circ - H - DEC$ zuidelijk halfrond.

De Medina beschrijft de middernachtzon niet, maar Willem Barentsz leerde zijn mannen hoe daarmee om te gaan:

‘Den 10. Mey [1597] wast moy claer weder met een n.w. wint. Des nachts wesende de Son op ons ghemeen Compas int n.n.o. op zijn laechste, so hebben wy de hoochte des selfs ghenomen, ende was verheven 3. graden 45. minuten, zijn declinatie was 17. graden 45. minuten, daer af ghetoghen de ghenomen hoochte, soo blijftet 14 graden, de selvighe ghetrocken van 90. so blijft des Pools hoochte 76. graden’.

Hier merkt De Veer terloops op dat de magnetische variatie op Nova Zembla twee streken West was, zodat op het magnetisch kompas het ware Noorden als n.n.o. gelezen werd.

DE POOLSTER

Een directe meting van de noordpool, het punt aan de sterrenhemel, dat in het verlengde van de aardas ligt, geeft direct de breedte van de waarnemer: breedte is gelijk aan de hoogte van de pool: de poolhoogte. De poolster, Polaris, is de helderste ster van de Kleine Beer. Hij staat minder dan een graad verwijderd van het ware Noorden. Zijn declinatie is nu 89° 16'. In de zestiende eeuw was dat anders: in 1545, toen De Medina zijn handboek schreef was zijn declinatie 86° 50'. Het verschil komt door de precessie van de draaiingsas van de aarde. De Medina geeft een waarde van 86° 30', corresponderend met het einde van de vijftiende eeuw.

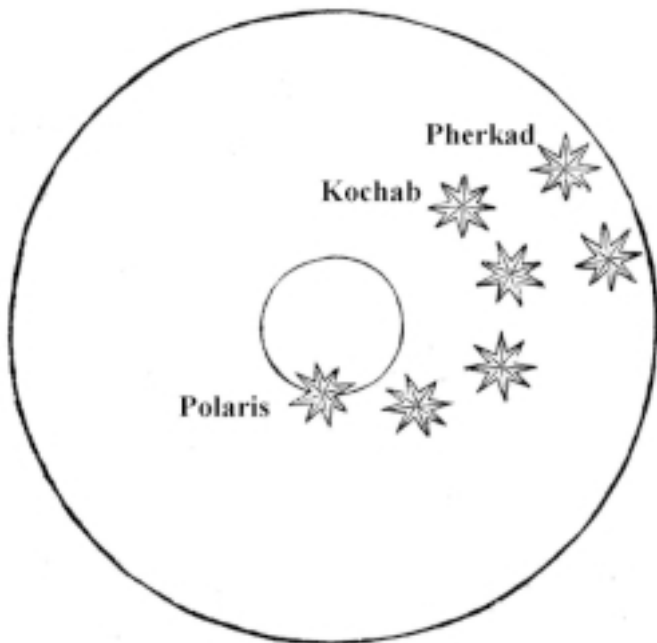


Fig. 5: De Kleine Beer. Polaris, Kochab en Pherkad zijn, in die volgorde, de helderste sterren en worden aangeduid als α , β , γ en δ Ursae Minoris.

Zo luidt het voorschrift (vrij vertaald):

'De wachters in het oosten, de lijn van de voorste wachter (Kochab) naar de poolster loopt oost-west, dan staat de poolster anderhalve graad lager dan de pool'.

Of: 'De wachters in het zuid-westen, zodat hun onderlinge verbindingslijn oost-west loopt, dan staat de poolster drie en een halve graad hoger dan de pool', en zo voor alle windstreken.

De Medina voegt een voorbeeld toe:

'Als gij een hoogte van 40° gevonden hebt [voor de poolster] & de wachters staan in het noordoosten, tel dan drie en een halve graad- zoveel staat de ster beneden de pool- op bij de gevonden hoogte. Dat geeft $43^\circ 30'$, en dat is Uw breedte. En als de wachters in het zuidwesten staan, trek dan de drie en een halve graad, die de ster boven de pool staat, af van 40° . Er blijft over $36^\circ 30'$ & dat zal Uw breedte zijn'.

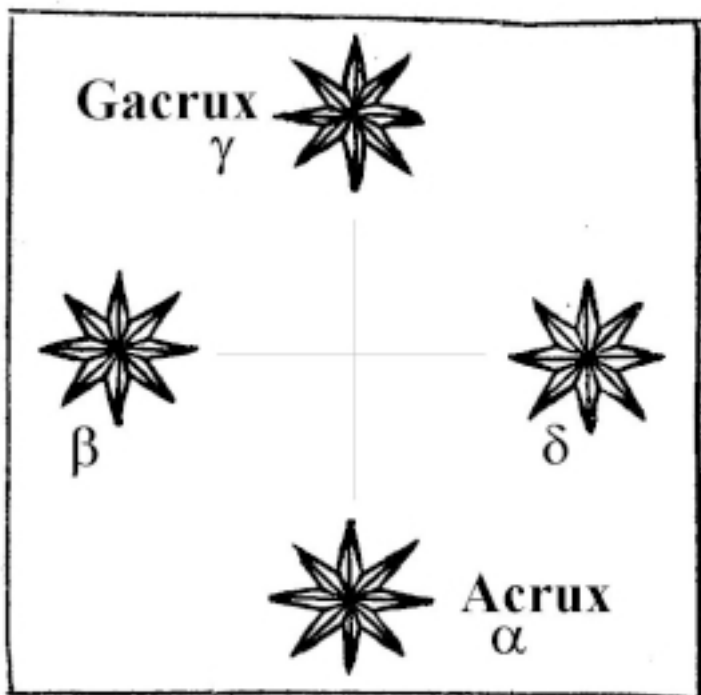


Fig. 6: Het Zuiderkruis (Crux Australis). De vier sterren worden in volgorde van afnemende helderheid aangeduid als α , β , γ en δ Crucis. De figuur is genomen uit De Medina's boek. De annotaties zijn van de auteur van dit artikel.

HET ZUIDERKRUIS

Wie van Noord naar Zuid de Linie passeert, verliest de poolster uit het zicht.

Een heldere ster die dicht bij de zuidpool staat is er niet. Voor het bepalen van de breedte werd het Zuiderkruis gebruikt.

Het bestaat uit vier duidelijk zichtbare sterren, waarvan de helderste het dichtst bij de Zuidpool staat. Deze ster draagt de prozaïsche naam Acrux. De topster heet Gacrux. In onze tijd is de declinatie van Acrux $-63^\circ 33'$, in 1545 was het $-60^\circ 35'$. De Medina geeft de declinatie als precies -60° , een waarde die, evenals zijn declinatie voor de poolster, correspondeert met de tweede helft van de vijftiende eeuw.

Het verlengde van de lijn Gacrux-Acrux loopt dicht langs de ware zuidpool. De navigator wacht op de situatie waarin deze beide sterren recht boven elkaar staan, zoals in figuur 6, en neemt dan de hoogte van Acrux. De zuidpool ligt dan 30° lager.

De Medina schrijft hierover: 'Als gij Uw breedte wenst te kennen, wacht tot de onderste ster [Acrux] op de juiste plaats staat: want zij draait met de beweging van de hemel, zoals alle sterren & en als zij in de juiste positie staat, neemt gij haar hoogte, zoals gij dat zoudt doen voor de Noordster & en beziet of die hoogte gelijk is aan 30° , of meer, of minder & als hij precies 30° is, dan zijt gij op de Linie: als hij groter is dan 30° , dan zijt gij van de Linie verwijderd zuidwaarts, zoveel als hij [van 30°] verschilt & als hij minder is dan 30° , dan zijt verwijderd noordwaarts van de Linie, zoveel als hij [van 30°] verschilt. Voorbeeld: Als ik, de ster in de juiste positie zijnde, een hoogte meet van 40° , dan bevind ik mij 10° bezuiden de Linie'.

BREEDTEBEPALING IN DE PRAKTIJK

Breedtebepalingen werden in de vijftiende en zestiende eeuw gedaan zoals De Medina het voorschreef en zoals we hierboven zijn instructies hebben samengevat. De instrumenten van de navigator waren hoofdzakelijk het astrolabium en de Jacobsstaf. Metingen met het astrolabium waren middelpuntshoogten. Bij het gebruik van de Jacobsstaf konden onderrands- en bovenrandmetingen worden gedaan, naar keuze. De bovenrandmeting had als voordeel dat het oog dan beschermd was tegen het directe zonlicht. Dat een hoogtecorrectie van $16'$ voor de halve diameter van de zon gemaakt moest worden was bekend. Dat kan bijvoorbeeld ook in het boek van De Veer worden gevonden.

Hoogteverbetering door correcties voor astronomische refractie en voor schijnbare kimduiking werden niet gemaakt. Refractie was aan het eind van de zestiende eeuw onderwerp van onderzoek onder astronomen en een bruikbare theorie werd pas aan het begin van de zeventiende eeuw door Kepler opgesteld. In de zeevaart was het nog onbekend.

Kimduiking was iets dat intuïtief begrepen werd: hoe hoger je staat, des te verder kun je zien. Als hoogtecorrectie werd het niet toegepast. Voor een astrolabiummeting was dat ook niet nodig, Dat instrument werd verticaal opgehangen en in feite meet het dus de topshoek.

VERZOEK AAN DE LEZER

Soms wordt in de nautische literatuur gesproken over de 'Zuidster'. Olivier van Noort, bijvoorbeeld, spreekt daar over. Het is mogelijk dat daarmee Acrux, de helderste ster van het Zuiderkruis wordt bedoeld. Als U, lezer, dat ergens bent tegengekomen, het liefst natuurlijk in verband met een historische positiebepaling, dan zou ik dat graag weten. Mijn emailadres is vdwerf@kvi.nl

Referenties:

1. De Veer, G., *Waerachtige Beschryvinge van drie seylagiën ter werelt noyt soo vreemt ghehoort*, Claes Claesz, Amsterdam, 1598.
2. De Medina, P., *Arte de Navegar*. Valladolid, 1545. Franse vertaling door Nicolas de Nicolai: *L'art de Naviguer*, Guillaume Rouille, Lyon, 1554. Nederlandse vertaling door Michiel Coignet, *De Zeevaart oft Conste van ter Zee te varen. Uitgebreid met noch een ander nieuwe Onderwijsinghe op de principaelste punten der Navigatien*, Antwerpen, 1580. Facsimile-uitgave van de Franse editie: Ugo Mursia editore, Milano, 1988.