

# Over de waarneming van de Nederlanders in het hoge Noorden

*De observatione Hollandorum in alto Septentrione  
In: Ad Vitellionem Paralipomena quibus Astronomiae Pars  
Optica traditur (1604)*



Iedereen heeft wel eens het reisverslag van de Nederlanders in handen gehad, of liever: de beschrijving van de zeereis over de noordelijke oceaan naar de verlaten streken, Nova Zembla geheten, om een zeeëngte te zoeken die een doorgang zou moeten zijn naar de Scythische (1) en de oostelijke oceaan. In dat boek beschrijven zij naast andere opmerkelijke zaken, hoe voor hen, gevangen in het ijs, de poolnacht aanbrak en zij in het jaar 1596, op 3 november nieuwe stijl (2) voor het laatst de zon zagen, en wel vanaf een poolhoogte (3) die zij bepaalden op  $76^\circ$ ; dat zij, op grond van astronomische principes, het voor zeker hielden dat de zon niet eerder dan 11 februari zou terugkeren, maar dat zij niettemin in werkelijkheid, op 24 januari, zeventien dagen voor de rechtmatige datum, de zon weer terugzagen, haar bovenrand juist in het punt van de meridiaan (4); hoe zij zelfs, weinige uren hierna een conjunctie van Jupiter en de maan waarnamen, in de 2de graad van [het sterrenbeeld] de Stier (5), zodat men niet kan veronderstellen dat hun, door de aanhoudende duisternis, de normale lengte van dagen en nachten ontgaan zou zijn. Opdat iedere twijfel weggenomen worde: op de 27ste januari zagen zij de zon in zijn geheel. Dus viel op 25 januari de opkomst van het middelpunt van de

zon. Uit verwondering hierover hebben alom velen zich tot verschillende wiskundigen gewend, waarvan sommigen dit en anderen dat zeiden, maar waarop mijn antwoord is: omdat het verhaal van de

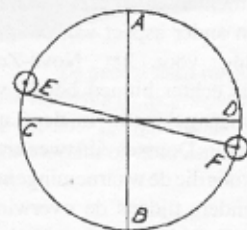
Nederlanders er betrouwbaar uitziet, is er geen enkele reden een nautische fout in hun vaststelling van de poolhoogte te veronderstellen, zoals sommigen gedaan hebben. Want indien gij hier de zeevaarders ontstrijdt, dat zij binnen vijf graden (zoveel namelijk stond de bovenrand van de zon op de genoemde datum in werkelijkheid onder de horizon) nauwkeurig hun poolhoogte zouden hebben kunnen bepalen, dan zoudt gij zo

goed als alle nautische verworvenheden van deze eeuw kunnen verwerpen; en ook zouden die Palinuri (6) zich dat niet zonder verontwaardiging hebben laten zeggen. Bovendien, zoals hun eigen verhaal zegt, kwam de ondergang van het middelpunt van de zon tussen 2 en 3 november, allerminst overeen met haar terugkeer op dit tijdstip [24 januari]. Deze afwijking kan dus niet geheel aan de poolhoogte gelegen hebben. Op 2 november, toen zij hem niet [meer] in zijn geheel zagen, bevond de zon zich op  $11^\circ 37'$  in [het sterrenbeeld] Schorpioen, op 3 november op  $12^\circ 38'$  in Schorpioen, waar zij nog maar juist de bovenrand zagen. Dus haar middelpunt ging onder op  $12^\circ 7'$  in Schorpioen, welks declinatie van [Zuid]  $15^\circ 27'$  tevens die van de zon was toen zij op 6 februari door  $17^\circ 53'$  in Waterman ging, en niet toen de zon in  $5^\circ 28'$  van Waterman stond op 25 januari. En ook dreef die plaats of kust waar zij in de boeien van het ijs gevangen werden gehouden niet in de oceaan (om de volgelingen van Bodinus van replek te dienen), zodat zij in die drie maanden durende duisternis zestig mijlen (7) van het noorden naar het zuiden hadden kunnen drijven. Want kort daarna herhaald, kwam de poolhoogte, evenals die van de zon, weer nauwkeurig met de eerdere waarnemingen overeen. En op hun terugtocht legden zij dezelfde route af als op de heenweg.

Er blijft dus over dat alleen de breking voor dit verschijnsel verantwoordelijk is. Opdat een zo wonderbaarlijke refractie, van zoveel graden, echter waarschijnlijk zij, heb ik geoordeeld dat eerst de genoemde voorbeelden van Tübingen en Hessen op deze wijze begrepen moeten worden, waar betrouwbare auteurs een horizontale refractie gevonden hebben, groter in het eerste geval dan één graad, in het tweede geval [groter dan] twee graden. Want hoewel de plaats van de Nederlanders aan zee lag, waar op grond van de eigenschappen van [lucht]vocht[igheid] de hoogte van de lucht ongeveer gelijk is aan die in Denemarken, zou toch [nog] een andere oor-

zaak, [namelijk] de dichtheid van die lucht zelf, de refracties hebben kunnen vergroten. Want als het waar is dat lucht in de duisternis dichter wordt en bij licht dunner, dan duurde daar zeker de duisternis lang genoeg om een zodanige refractie te veroorzaken: ongeveer drie maanden.

Ik voegde daar nog een andere ervaring aan toe, betreffende Groenlandse neveldruppels van ronduit ongelofelijke grootte, waar ik weet niet [meer] wie getuige van geweest is. Laat, alvorens hier nog iets aan toe te voegen, eerst hun poolhoogte onderzocht worden.



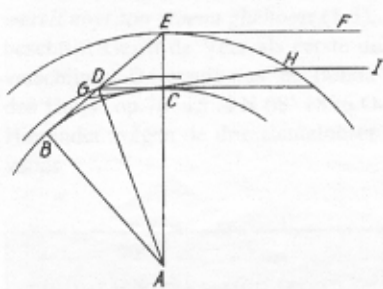
Laat EF de horizon zijn, CD de equator, waarvan A en B de polen, op 2 1/2 november de zon in F met een declinatie DF van  $15^\circ 27'$ . Laat in werkelijkheid de zon in E zijn op 30 april, op welke dag (ik bedoel 12 uren voor de middag) zij berichtten de [middernacht]zon voor eerst geheel boven de [noordelijke] horizon te hebben gezien. Zij was op  $9^\circ 20'$  in Stier met een declinatie van  $14^\circ 39'$  wat CE is na aftrek van de semidiameter van  $15'$ . Dus kon het centrum van de zon bij een declinatie van  $14^\circ 24'$  op de horizon geweest zijn. Derhalve is AE  $75^\circ 36'$  en DF  $15^\circ 27'$ , de som zou  $90^\circ$  hebben moeten zijn, en overschrijdt  $90^\circ$  met  $1^\circ 3'$  wat de grootte van de gezamenlijke refractie is voor E en F. Dit is inderdaad klein. En indien de al genoemde waarneming op 30 april na de middag plaats vond zou dit hoekje nog kleiner zijn geweest, nauwelijks  $44'$ . Tenzij wellicht de zon in E een zekere hoogte boven de horizon had, wat zij er niet bij vertellen. Na halvering van dit brekingshoekje, de helft afgetrokken van AE en de rest van DF, blijft in het eerste geval een poolhoogte van  $75^\circ$ , in het tweede geval een

## Johannes Kepler

vertaling en annotaties:  
Siebren Y. van der Werf  
en Harry Smits

hoogte van  $15^\circ$  ten opzichte van de equator, [binnen] een paar minuten meer of minder. Of, meer waarschijnlijk: laat in het eerste geval de breking, omdat de dag lang was,  $20'$  zijn en in het tweede geval, vanwege de korthed van de dag  $43'$ , dan zou de poolhoogte  $75^\circ 16'$  zijn, de hoogte ten opzichte van de equator  $14^\circ 44'$  en de declinatie van de zon, toen zij voor het eerst gezien werd [zuid]  $18^\circ 58'$ . Dus de refractie was  $4^\circ 14'$  [en] zou bij halvering van de som der refracties  $4^\circ 3'$  zijn geweest.

Ik wil nu eerst een berekening maken van de hoogte en de dichtheid van de lucht zoals die minimaal geweest moet zijn om een zo grote refractie te bewerkstelligen. De kleinste dichtheid nemen wij dan aan als we stellen dat die refractie van  $4^\circ 14'$  geheel horizontaal is, d.w.z. dat de lichtstraal van de zon, die vanuit de ether het luchtoppervlak raakt naar de lucht toe gebroken wordt en weer het oppervlak van de aarde raakt. Hij maakt dan binnen de lucht met het luchtoppervlak een hoek van  $85^\circ 46'$  waarvan de secans 1354677 is (8). Derhalve draagt een enkele refractie [bij een invalshoek] van  $90^\circ : 19'$ . Maar tevoren [vonden wij] dat lucht gewoonlijk bij zijn normale dichtheid [het licht] vanaf  $90^\circ$  met  $1^\circ 6''$  brak. Dat is dus ongeveer het zeventienvoudige van die dichtheid: een luchtsfeer, inderdaad, ongeveer het viervoudige van hiervoor, [ofwel] bijna twee mijlen. Zo'n [grote] hoogte komt mij daarom niet echt waarschijnlijk voor. En toch kunt ge hem niet lager veronderstellen (9).



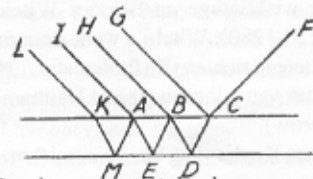
Laat met A als middelpunt de grootste cirkel van het aardoppervlak BC getrokken worden en door E die van de lucht, en laat in een of ander punt E de zonne-straal FE het luchtoppervlak E raken, en laat deze hier volgens EB gebroken worden zodanig dat EB het aardoppervlak raakt in B en laat de brekingshoek  $4^\circ 14'$  zijn. Daaraan zal BAE gelijk zijn door het boven bewezen, en de hoogte CE zal [daardoor] bepaald worden. Als ge het luchtoppervlak reeds lager wilt tekenen moet dus met A als middelpunt een cirkel binnen E geschreven worden en [deze] zal de gebroken [straal] EB snijden, hij zal hem in D snijden en vanuit het punt D worde DC getrokken, juist parallel aan EF, zodat de brekingshoek weer  $4^\circ 14'$  zij omdat immers BEF gelijk is aan de hoek BDC. Ik zeg nu dat DC

niet meer door de ether maar door lucht verloopt omdat hij immers de cirkel in D moet snijden, vanaf de kant van EF. Laten immers de punten D en A verbonden worden. Omdat dan EF en DC evenwijdig zijn, zullen DCA en FEA gelijk en rechthoekig zijn, omdat EF de cirkel in E zal raken. Waardoor in de rechthoekige driehoek DCA, [de hoek] DCA recht is [en] gelijk aan [de hoeken] CDA en CAD gezamenlijk. DCA zal dan groter zijn dan CDA alleen. DA zal dan groter zijn dan CA volgens Euclides I, 18. En aangezien DA de halve diameter is van de zojuist door D getrokken luchtcirkel, zal de omtrek D derhalve verder van A af liggen dan het punt C. Dus zal DC de omtrek snijden in de richting van [en aan de andere kant van] C evenzo als in het punt D. Zo zal het zijn dat CD in lucht is en niet in de vrije ether.

Daarom zal dit verschijnsel ofwel niet tot de normale refracties behoren, of wij moeten geloven dat de hoogte van de lucht twee mijlen was. Ik zal daarom nog twee manieren tonen, waardoor het mogelijk is dat zo'n verschijnsel zich voordoet: beide zijn [al] door Cleomedes geschetst, als [tenminste] hetgeen hij schrijft aan het eind van zijn tweede boek als zodanig geïnterpreteerd wordt. De eerste bestaat hierin dat, als de waarneming zal geschieden in punt B, DC als raaklijn aan het aardoppervlak wordt getrokken, ons realiserend dat diens hoek met DB vastgelegd wordt, zodat aangezien de refractie  $4^\circ 14'$  moet zijn, BDC  $175^\circ 46'$  is. Laat hij de aarde in C raken en BE snijden in D. En stel dat er in C al geen lucht is. Er moet dus beneden D een of andere opborreling bestaan van dichte dampen met een onregelmatig oppervlak, die zich niettemin zo gedraagt dat zij door middel van de dichtheid van die doorschijnende materie de zonnestraal CD die vanuit de vrije ether aankomt, over  $4^\circ 14'$  vermag te buigen. Dit is, denk ik, wat Cleomedes bedoelt, wanneer hij de luchtdampen aan de horizon vergelijkt met water waarin een munt wordt geworpen. Want zoals daar het oog zich buiten het dichte medium bevindt, zo neemt ook hier Cleomedes aan dat het oog van de waarnemer zich bevindt in de lucht buiten die dichte damp. Omdat dus DBA en DCA recht en DAB en DAC gelijk zijn, elk  $2\ 1/9$  graad, komen wij hier al dichter bij de voornoemde grootte: immers was bij gewoonlijk optredende refracties BAD  $2^\circ$ . Want als iemand de hoogte van de punt D ofwel van de dampen te hoog schijnt, kan altijd nog de damp verlaagd worden door de breking te verdubbelen. Dan kan immers op EB een lager punt G worden gekozen en vanuit G een raaklijn aan de aarde GH getrokken worden, zodat hij de lucht snijdt in H, en daar gebroken wordt. Vanuit H wordt dus tenslotte HI

evenwijdig aan EF getrokken. De breking in H zal gewoon zijn, daarna ongevoon in G. Wanneer gij echter bedenkt dat de Bataven, het gezicht naar het zuiden gericht, uitkeken naar het bergachtige, bosrijke en zeer hoge Tartarije, van waaruit de rivier Ob naar beneden stroomt, zo dat BE zich over ongeveer zestig mijlen landinwaards uitstrekt, zal het U wellicht niet onwaarschijnlijk voorkomen dat het punt E in het luchtoppervlak zich op dat moment zo hoog boven het oppervlak BC ter plaatse van de Bataven bevond: over deze discrepantie meer hieronder.

Een tweede manier bestaat in reflectie, hetzij bewerkstelligd door een (zoals Cleomedes het wil) dichte en homogene nevel, ofwel, zoals ik [meen], aan het bovenoppervlak van de ons omgevende lucht, zodat als IH gebroken zou worden naar HG hij ook in het punt G van het gekromde oppervlak dat door G gaat, weerkaatst zou worden naar B. Dit is mogelijk door de wetten van reflectie als CD en DB hetzelfde sferische oppervlak treffen. Men behoeft niet bang te zijn dat dit oppervlak de stralen doorlaat, en wel omdat aan gene zijde van dat convexe oppervlak het medium dunner is. Wij zien immers in glas dat beide oppervlakken, zowel het bovenste aan het oppervlak, alsook het binnenste aan de de onderkant, de stralen weerkaatsen, zodat een glazen spiegel, naar de zon toe gehouden tot [wel] een derde en vierde reflectie vertoont.



Beschouw een stuk glas waarvan het bovenoppervlak ABC is en het onderoppervlak ED, waar de spiegel door opgebracht loodwit begrensd wordt. En laat de zon in F staan, invallend langs FC en de reflectie CG derhalve onder gelijke hoeken. Maar omdat het glas doorzichtig is gaat een belangrijk deel van de stralen in C door het oppervlak en wordt gebroken volgens CD, waardoor het resterende deel dat via CG verstrooid wordt, zeer zwak is. Vervolgens wordt CD in het punt D sterk (omdat de spiegel in D afgesloten is) en onder gelijke hoeken weerkaatst volgens DB, en wordt natuurlijk hier in B, in lucht uittreidend, gebroken volgens BH en deze straal BH is zeer sterk. Omdat DB weer op het het gepolijste oppervlak B valt, wordt hij gedeeltelijk (maar zwak) gereflecteerd onder gelijke hoeken naar BE, niettegenstaande het feit dat zich boven B lucht bevindt; en in E wordt hij weer sterk gereflecteerd naar EA en in A uittreidend wordt hij volgens AI gebroken



maar hier is hij zeer zwak, omdat een deel ervan verdwenen is in C, veel meer nog in B, waarvan het eerste langs CG en het tweede langs BH verstrooid wordt, zodat hij langs AI zeer zwak is. En toch wordt in A [nog] iets ervan gereflecteerd van EA naar AM en vanuit M naar MK en het wordt gebroken via KL. Maar deze vierde straal kan vanwege zijn extreme zwakte nog nauwelijks worden waargenomen, tenzij hij valt in een verduisterde omgeving.

Dus op dezelfde wijze, als waarop stralen in glas gereflecteerd worden aan het bovenoppervlak, hoewel dit niet is afgesloten, kunnen zij ook weerkaatst worden in lucht vanaf het bovenoppervlak daarvan, zodat in plaats van de zon zelf zijn [gereflecteerd] beeld op Nova Zembla voor de Bataven zichtbaar heeft kunnen zijn. Laten geleerden bezien of op deze manier ook de schemering kan worden verdedigd, zodat het niet nodig is dat de te verlichten materie tot 12 mijlen opstijgt (10); het zal voldoende zijn dat een straal van de zon, eenmaal het luchtoppervlak binnengekomen, vanwaar hij weer uittreedt [ook] aan de binnenkant onder gelijke hoeken weerkaatst wordt en dit tweemaal, driemaal of viermaal doet, totdat de belichting van de lucht, veroorzaakt door de weerkaatste stralen, geheel en al vervaagt wordt en niet langer de ogen bereikt.

#### LITERATUUR

Tot Keplers tijd was het meest-omvattende leerboek over optica dat van de Poolse wiskundige en filosoof Witelo (ca. 1220-1280). Witelo's werk steunde op eerdere inzichten van Ptolemaeus (2<sup>de</sup> eeuw) en van Alhazen (Ibn al Haitham) (10<sup>de</sup> eeuw).

Johannes Keplers *Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur* verscheen in druk bij Claude Marne en de Erven Johannes Auber, Frankfurt, 1604. De merkwaardige titel kan vertaald worden als: *Toevoegingen aan Witelo, waarin de astronomische optica wordt behandeld*. Het woord Paralipomena is een verlatijnsing, gebaseerd op het griekse παραλειπω (verwaarlozen, weglaten).

De Paralipomena werden herdrukt in: *Gesammelte Werke* band II, Ed. W. von Dyck en M. Caspar, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München (1938).

Keplers werk telt 11 hoofdstukken. Een vertaling in het Duits van de hoofdstukken 2-4 door Ferdinand Plehn werd in 1922, uitgegeven in Leipzig bij de Akademische Verlagsgesellschaft. De hoofdstukken 1-5 bestaan in een franse vertaling door Catherine Chevalley, uitgegeven door de Librairie Philosophique J. Vrin, Parijs, 1980.

Keplers beschouwingen over het Nova

Zembla effect (*De observatione Hollandorum in alto Septentrione*) zijn deel van zijn 4<sup>de</sup> hoofdstuk dat over refractie handelt. De waarnemingen die Kepler analyseert worden beschreven in: Gerrit de Veer, *Waerachtige Beschryvinge van drie seylagiën ter werelt noyt soo vreemt ghehoort*, Claes Claesz, Amsterdam, 1598. De Veers boek werd binnen enkele jaren vertaald in een aantal talen, onder andere in het Latijn. Het is waarschijnlijk in de latijnse versie dat Kepler De Veers boek kende.

Belangrijke geannoteerde versies van later datum zijn:

Beke, Ch.T., *The three voyages of Willem Barents to the arctic regions (1594, 1595 and 1596) by Gerrit de Veer*, First ed. 1853. Second ed. with an Introduction by Lieut. Koolemans Beynen, 1876. Printed for the Hakluyt Society, London. l' Honoré Naber, S.P., *Reizen van Willem Barents, Jacob van Heemskerck, Jan Cornelisz Rijp en anderen naar het Noorden (1594-1597)*, vols. I and II., Linschoten Vereniging, vol. XIV and XV, 's Gravenhage: Martinus Nijhoff, (1917).

#### NOTITIES

- 1) Russisch.
- 2) Volgens de Gregoriaanse kalender, in 1582 ingevoerd op gezag van Paus Gregorius XIII. Ten tijde van de overwintering op Nova Zembla liep de Gregoriaanse kalender 10 dagen voor op de oudere Juliaanse kalender.
- 3) Geografische breedte.
- 4) Dit is meer detail dan Gerrit de Veer geeft.
- 5) Het was gebruikelijk op deze manier de ecliptische lengte aan te geven: de ecliptica werd in 12x30° verdeeld, waarbij elk interval van 30° de naam heeft van een teken van de dierenriem. Het nulpunt is Ram. Als de zon in de 2° graad van de Stier staat is haar ecliptische lengte 32°.
- 6) Als erenaam bedoeld: Palinurus was de mythologische stuurman van Aeneas, van wie Vergilius in zijn Aeneis zegt dat hij koerste op de sterren. Tijdens deze bezigheid liet Neptunus hem overboord slaan, vermoedelijk als offer voor zijn toestemming aan Aeneas om de onderwereld te mogen bezoeken. Daar ontmoet Aeneas Palinurus weer en verneemt de toedracht van diens mysterieuze verdwijning. De kaap Capo Palinuro in Lucanië is naar hem genoemd.
- 7) De Duitse mijl, gelijk aan vier hedendaagse zeemijlen of 7.408 km, werd destijds algemeen gebruikt. Ook Barents en De Veer gaven afstanden in Duitse mijlen.
- 8) Kepler gebruikt hier en op andere plaatsen een lengteëenheid van 100000 en geeft de secans van 85° 46' als 1354677 in plaats van 13.54677. Men

mag zich verbazen over de nauwkeurigheid waarmee destijds al goniometrische functies bepaald konden worden: de juiste waarde wijkt pas af in de laatste decimaal en is 13.54676.

9) In Keplers tijd werd de atmosfeer opgevat als een luchtlag van ongeveer een halve Duitse mijl, aan de bovenkant scherp begrensd door de ether.

10) Om te verklaren dat de schemering tot ver na zonsondergang wordt gezien moest verondersteld worden dat lichtdeeltjes aanwezig zijn tot grote hoogte, zodat ze belicht kunnen worden door de zon, ook als deze tot 10° of meer onder de horizon staat. Dit was in tegenspraak met de opvatting dat de normale hoogte van de lucht ongeveer een halve Duitse mijl zou zijn. Kepler denkt deze tegenspraak hier te hebben opgelost.

#### DE VERTALERS

*Siebrén van der Werf is verbonden aan het Kernfysisch Versnellend Instituut, Zernikelaan 25, 9747AA Groningen.*

*Harry Smits is oudleraar klassieke talen aan het Stedelijk Gymnasium, Leeuwarden.*