

Kathedralen en middaglijnen (deel 4)

In Zonnetijdingen nr. 68 werd o.a. de middaglijn van Cassini in de San Petronio-basiliek in Bologna gepresenteerd. Maar wat wilde Cassini daar eigenlijk mee doen?

Officiële en officieuze doelstellingen

Cassini's openlijke doel voor het construeren van een 67 meter lange middaglijnlijn was het zo nauwkeurig mogelijk bepalen van de lengte van het zg. tropische jaar door het meten van de tijd die verstreek tussen twee opeenvolgende passages van de zon door het lentepunt. Die bepaling zou het o.a. mogelijk maken om de exactheid van de officieel in 1582 ingevoerde Gregoriaanse kalender na te gaan.

Cassini had echter nog een 'geheim' doel voor ogen: nauwelijks 20 jaar na de kerkelijke veroordeling van de Italiaanse astronoom Galileo Galilei (1564-1642) kon hij immers niet openlijk verklaren dat hij een instrument wilde bouwen waardoor hij kon bewijzen dat het wel degelijk de aarde is die rond de zon draait en niet andersom.

Bekende en aanvaarde basisgegevens waren:

- dat de zon langzamer aan de hemel lijkt te bewegen in de zomer dan in de winter;
- dat de zon het verste staat van de aarde in de zomer.

Volgens de antieke en antiek geschoolde geleerden was het deze grotere afstand die de beweging van de zon trager leek te maken.

Vele astronomen vroegen zich echter af of de zon zich 's zomers enkel langzamer leek te bewegen dan wel of die beweging effectief trager was.

De Duitse astronoom Johannes Kepler (1571-1630) had in 1609 al in zijn boek *Astronomia Nova* gesteld dat de aarde sneller beweegt als ze dicht bij de zon staat dan als ze er verder vanaf staat. Die stelling staat bekend als de "Tweede wet van Kepler" of de "Wet der perken". Ze stelt dat de snelheid van een planeet zodanig verandert dat, in gelijke tijdsintervallen, de oppervlakte bestreken door de verbindingslijn tussen de zon en de planeet gelijk is. De verbindingslijn beschrijft per tijdseenheid dus een constant oppervlak - een perk - vandaar de naam "Wet der perken".



Jean-Dominique Cassini (1625-1712)

Om die wet te kunnen verifiëren moest men de schijnbare diameter van de zon observeren. Nam deze diameter af in dezelfde mate als de snelheid daalde, zou dat betekenen dat de vermindering van de snelheid ongetwijfeld slechts schijnbaar was.

Met behulp van de middaglijn in de San Petronio-basiliek, waar de diameter van het zonnebeeld op de kerkvloer 26 cm is in de zomer, terwijl de lineaire af-



metingen 168 x 64 cm zijn in de winter, kon Cassini in de loop van het jaar de variaties in zonnediameter bepalen met een nauwkeurigheid van ongeveer een boogminuut.

Zijn waarnemingen toonden aan dat de schijnbare diameter van de zon afnam als de afstand tot de aarde toenam. Hij nam echter niet af in dezelfde mate als de snelheid daalde. Dit betekende dat de zg. 'schijnbare' niet-eenparige beweging van de zon eigenlijk helemaal niet eenparig was.

Dit was de eerste waarnemingsbevestiging van Kepler's tweede wet, maar het was nog geen bevestiging van de superioriteit van het heliocentrische systeem ten opzichte van het geocentrische systeem.

Als gevolg van de relativiteit van de beweging, lijken de twee systemen in feite equivalent in observatie, maar door gebruik te maken van de middaglijn in de San Petronio-basiliek toonde Cassini aan dat, in termen van zonnetheorie, zowel de zon als de aarde als een planeet konden worden behandeld - wat Nicolaus Copernicus in 1543 al gepubliceerd had in zijn *De revolutionibus orbium coelestium*.

Andere waarnemingen en metingen

De nauwkeurigheid van de constructie van de middaglijn liet Cassini toe nog andere belangrijke resultaten te bereiken, waaronder een nieuwe meting van de zg. obliquiteit (de hellingshoek van het equatorvlak ten opzichte van het eclipticavlak): hij bepaalde die op $23^{\circ} 29' 15''$. Ook deed hij nieuwe metingen van het refractieverschijnsel waarbij het licht van een ster een afwijking ondergaat bij het doorkruisen van de atmosfeer, waardoor die ster hoger boven de horizon lijkt te staan. De resultaten van Cassini's metingen werden gedurende meer dan een eeuw gebruikt (o.a. voor navigatiedoeleinden op zee).

In zijn werk *De Gnomone Meridiano Bononiensi* analyseerde de Italiaanse astronoom Eustachio Manfredi (1674-1739) in 1736 tachtig jaar van waarnemingen uitgevoerd met behulp van de middaglijn in de San Petronio-basiliek. Daaruit blijkt dat de obliquiteit daalde met minder dan een boogseconde per jaar. Deze daling weerspiegelt de richting van de rotatie-as van de aarde ten opzichte van het vlak waarin de aarde rond de zon draait, de voornaamste oorzaak van de seizoenveranderingen.

Zoals J.L. Heilbron stelt, hadden de astronomen die hun waarnemingen deden met behulp van de middaglijn in de San Petronio-basiliek, de eer de eersten te zijn om te ontdekken én te meten dat dit proces, indien het onveranderd bleef, de seizoenen na verloop van tijd zou doen verdwijnen!

Nadat de veelzijdige Zwitserse geleerde Leonhard Euler (1707-1783) de verschuiving van de planetaire rotatie-assen toeschreef aan wederzijdse gravitatie-interacties, toonde de Franse wiskundige Pierre-Simon Laplace aan dat de daling van de obliquiteit eigenlijk een periodieke verschuiving was - en dat ons seizoenspatroon dus niet zomaar zou verdwijnen.

Besluit

De middaglijnen in grote kerken werden indertijd in eerste instantie geconstrueerd op vraag van de rooms-katholieke kerkelijke autoriteiten met het oog op het bepalen van de exacte lengte van het zonjaar, resp. het bepalen van de rooms-katholieke paasdatum in de loop van de volgende jaren. De betrokken astronomen maakten er echter dankbaar gebruik van om ook andere astronomische waarnemingen en metingen uit te voeren - en daarbij stelden ze wel eens dingen vast die indruisten tegen de toenmalige rooms-katholieke leer - zoals o.a. Galileo Galilei moest ondervinden. Hoewel men er in kerkelijke kringen sinds lang van overtuigd was dat Galilei indertijd vrij inquisitioneel was behandeld, is het pas in oktober 1992 - zowat 450 jaar later dus - dat er een officieel kerkelijk excuus kwam bij monde van paus Johannes Paulus II. En in 2008 prees de vorig jaar afgetreden paus Benedictus XVI Galilei's grote bijdrage aan de sterrenkunde.

Willy Ory

Referenties

- Heilbron J.L., *The sun in the church: cathedrals as solar observatories*, Harvard University Press, Cambridge (MA, USA) & London (GB), 1999.
- Ory W., Lezing "Over kathedralen en meridianen".
- Kleurenfoto's zijn te vinden op <http://www.zonne-wijzerkringvlaanderen.be/MERIDIANA3.pdf>