

Sterrenkunde, de oudste wetenschap?

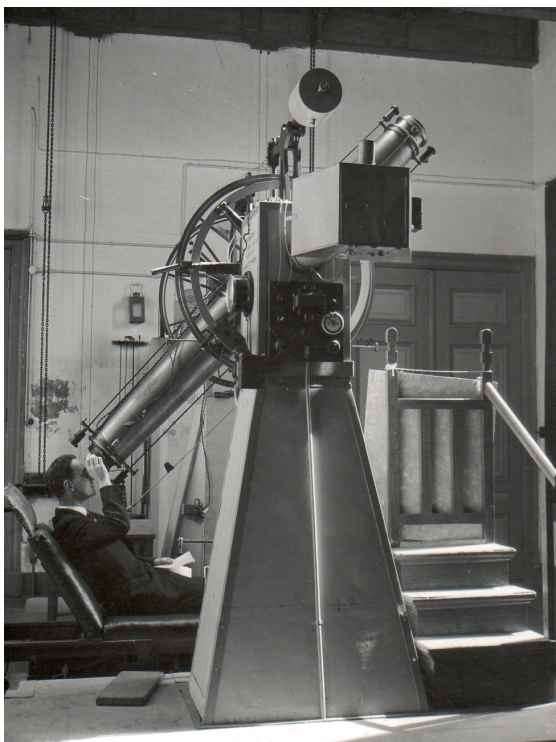
Mensen hebben zich altijd verwonderd over de sterrenhemel en over de vreemde omzwervingen van de maan en de planeten. Duizenden jaren geleden zagen mensen al dat die omzwervingen voorspelbaar waren. Volgens veel commentatoren is sterrenkunde daarmee de oudste wetenschap. David Baneke

Dat sterrenkunde de oudste wetenschap zou zijn, ligt niet erg voor de hand. Waarom zou wetenschap juist moeten beginnen bij de verre sterrenhemel? Waarom niet dichterbij huis, bijvoorbeeld het bestuderen van planten en dieren, het menselijk lichaam of naburige volkeren? Natuurlijk, sterrenkunde was belangrijk voor tijdrekening en navigatie, maar het is toch moeilijk vol te houden dat sterrenkunde een urgenter (of ouder) probleem vormde dan voedselvoorziening, ziektes en verwondingen of oorlog en vrede. Het antwoord is natuurlijk dat er over die andere zaken wel kennis werd verzameld, maar dit werd om de een of andere reden geen wetenschap genoemd. De uitspraak 'sterrenkunde is de oudste wetenschap' zegt meer over wat wij onder wetenschap verstaan dan over sterrenkunde. Wetenschap is kennelijk meer dan alleen 'kennis'. Wat wetenschappelijke kennis zo bijzonder maakt, is echter niet gemakkelijk aan te wijzen. In de loop van de eeuwen zijn de criteria daarvoor veranderd. Dat is te zien aan de manier waarop over sterrenkunde als wetenschap werd gesproken. Wat de antieke voorspellingen van zon- en maaneclipsen zo indrukwekkend maakt, is dat

ze waren gebaseerd op berekeningen. Het was de eerste keer dat mensen de natuur probeerden te beschrijven met behulp van wiskunde. Sinds enkele eeuwen is het wiskundige gehalte een van de belangrijkste criteria voor de wetenschappelijkheid van een discipline. Dat verklaart waarom bijvoorbeeld literatuurwetenschap en geschiedenis in de ogen van veel mensen een dubieuze wetenschappelijke status heb-

ben: er komt geen berekening aan te pas. Sociologie en psychologie doen het al beter, met flinke porties statistiek. Natuur- en sterrenkunde staan volgens dit criterium bovenaan de pikorde. De wetten van Newton golden eeuwenlang als de ultieme wetenschap. In de beweging van hemellichamen zijn deze wetten in hun zuiverste vorm te zien, gezien de afwezigheid van wrijving. Het definitieve bewijs daarvan was de ontdekking van een nieuwe planeet in 1846, precies op de plek waar die volgens de berekeningen werd verwacht: Neptunus.

Let wel, het was niet de ontdekking zelf maar de achterliggende theorie waar het om ging. De ontdekking, hoe spectaculair ook, bevestigde alleen maar dat de berekeningen klopten. In de negentiende eeuw werden er ook veel kleine planeten ontdekt (later bekend als asteroïden; de grootste, Ceres, heet tegenwoordig dwergplaneet). Die ontdekkingen hadden niets met wiskunde te maken, het was gewoon een kwestie van goed kijken. De negentiende-eeuwse astronoom Frederik Kaiser vond dat dan ook niet interessant. Hij hield zich bezig met de onderlinge verstoringen van planeten en kometen in hun banen om de zon. Dat was hogere wiskunde en



De meridiaankijker van Frederik Kaiser. Meridiaankijkers waren de instrumenten waarmee negentiende-eeuwse astronomen zo nauwkeurig mogelijk waarnemingen probeerden te doen. Foto: Archief van de Leidse Sterrewacht.

dus echte wetenschap. Kaisers visie doet denken aan de beroemde uitspraak van Ernest Rutherford: alle wetenschap is ofwel natuurkunde ofwel postzegels verzamelen. Een nieuwe planeet is als een nieuwe postzegel: je kunt hem bekijken en catalogiseren, maar verder niets. Pas als je zijn baan gaat berekenen ben je met natuurkunde (lees: echte wetenschap) bezig.

Maar wiskundig gehalte is natuurlijk niet het enige criterium voor wetenschap. Je zou ook naar andere dingen kunnen kijken, bijvoorbeeld naar hoe systematisch informatie wordt verzameld. Eeuwenlang deden mensen waarnemingen aan de sterren en planeten, maar Tycho Brahe was in de zestiende eeuw een van de eersten die een langlopend, systematisch waarnemingsprogramma uitvoerde. Bovendien waren zijn metingen nauwkeuriger dan alle voorgaande. Dat was baanbrekend (vergeef de woordspeling): Brahe's waarnemingen waren de basis voor Keplers wetten over planeetbanen. Systematiek en precisie – Kaiser zou dat ook als wetenschap herkennen. Zelf deed Kaiser er alles aan om zijn metingen aan te scherpen. Zijn opvolgers gingen zelfs zo ver dat ze meer tijd besteedden aan het meten van afwijkingen in hun instrumenten dan het waarnemen van de sterrenhemel!

Brahe's metingen zijn met het blote oog nooit overtroffen, maar acht jaar na zijn dood in 1601 richtte Galilei voor het eerst een telescoop op de sterren. Sindsdien zijn telescopen voortdurend verbeterd. Daarmee werden natuurlijk steeds nauwkeurigere metingen mogelijk, maar het principe bleef hetzelfde: een waarnemer deed een meting terwijl hij naar de hemel keek. Dat veranderde met de komst van fotografie in de tweede helft van de negentiende eeuw. Plotseling (nou ja, het was een proces van tientallen jaren) was een waarneming niet meer een eenmalige gebeurtenis. Je kon de hemel letterlijk vastleggen en op je gemak later nog eens bekijken. Een historicus schreef: "fotografie veranderde observationele astronomie in een echte wetenschap: objectieve gegevens die konden worden gemeten en vergeleken, in plaats van feilbare menselijke waarneming".

Hier hebben we kennelijk te maken met weer een andere definitie van wetenschap: niet wiskundig gehalte of nauwkeurigheid, maar objectiviteit.



Een foto van de grote komeet van 1882, genomen door David Gill in Kaapstad. Toen hij zag hoeveel sterren er op de foto zichtbaar waren, realiseerde hij zich dat fotografie een prachtig middel was om de hemel vast te leggen, zodat je waarnemingen later nog eens kon controleren. Foto: Archief van de Leidse Sterrewacht.

Wetenschap is misschien mensenwerk, maar het wordt pas serieus als de menselijke factor zo veel mogelijk wordt uitgeschakeld. Aan een postzegelverzameling kun je misschien zien wat voor iemand de verzamelaar is; aan fysica hoor je niet te kunnen zien wie de fysicus is. Naast hun instrumenten onderzochten Kaiser en zijn opvolgers dus ook zichzelf en hun medewerkers, om te zien of er systematische afwijkingen in hun metingen waren waarvoor ze moesten corrigeren.

Het uiteindelijke doel van die precisie metingen was overigens nog steeds kennis van de beweging van sterren en planeten. Maar aan het eind van de negentiende eeuw werd dat hele onderzoeksprogramma neergezet als oppervlakkig en oninteressant. George Ellery Hale vond het niet genoeg om de positie en beweging van hemellichamen te berekenen: hij wilde weten wat ze waren, hoe ze in elkaar zaten. Dat was mogelijk door een nieuwe techniek: spectrografie. In de negentiende eeuw hadden fysici ontdekt dat chemische elementen een herkenbaar spectrum hebben. Later bleek het spectrum nog veel meer informatie te bevatten, bijvoorbeeld over temperatuur, beweging (Dopplereffect) en magnetisch veld (Zeemaneffect). Om de waarnemingen beter te kunnen interpreteren vond Hale dat sterrenwachten een eigen fysisch laboratorium moesten hebben waar spectra van allerlei stoffen onder

verschillende omstandigheden konden worden onderzocht.

Deze beweging stond aanvankelijk bekend als *New Astronomy*; later raakte de term astrofysica ingeburgerd. Dat is een vreemde term – is Newtoniaanse hemelmechanica dan geen natuurkunde? Kennelijk hebben we hier te maken met een ander onderscheid dan wiskunde alleen. In deze visie is hemelmechanica slechts een hogere vorm van postzegels verzamelen: je kunt misschien voorspellen waar je een ster of planeet aan de hemel kunt vinden, maar wat weet je dan eigenlijk? Astrofysica kan je vertellen wat een ster is. Bovendien kun je deze informatie combineren met fysische theorieën om iets te zeggen over hoe sterren veranderen gedurende hun bestaan. Vanaf het midden van de twintigste eeuw gaat het in de astronomie

David Baneke is wetenschapshistoricus. Hij werkt op de Universiteit Utrecht bij de masteropleiding History and Philosophy of Science. In 2008 publiceerde hij *Synthetisch denken: natuurwetenschappers over hun rol in een moderne maatschappij 1900-1940* (Uitgeverij Verloren). In maart 2015 verscheen zijn nieuwe boek *De ontdekkers van de hemel: de Nederlandse sterrenkunde in de twintigste eeuw* (uitgeverij Bert Bakker).



D.M.Baneke@uu.nl



De radiotelescoop van Dwingeloo waarmee vanaf de jaren vijftig van de vorige eeuw een nieuw deel van het spectrum kon worden onderzocht. Het openen van het elektromagnetische spectrum heeft in de twintigste eeuw gigantisch veel nieuwe informatie over het heelal opgeleverd. Foto: Archief van de Leidse Sterrewacht.

steeds vaker over de levensloop of zelfs de evolutie van sterren, sterrenstelsels en het heelal zelf.

Het onderscheid tussen fysica en postzegels verzamelen is hier niet meer of je iets kunt meten en berekenen, maar of je iets kunt verklaren. In de woorden van een astronoom die ik hierover sprak: astronomie veranderde in de negentiende en twintigste eeuw van een fenomenologische discipline die zich bezighoudt met het beschrijven van fenomenen, naar een fysische wetenschap, die probeert verschijnselen theoretisch te verklaren. Het is geen toeval dat dat gebeurde in termen uit de biologie, zoals geboorte, ontwikkeling en dood. Biologie was een andere discipline die was opgeschoven van classificeren naar verklaren, met de evolutietheorie als overkoepelende verklaring.

Opvallend genoeg wordt deze ver-

schuiving vaak omschreven als het moment waarop sterrenkunde een volwassen wetenschap werd. De biologische metafoor wordt dus ook op de discipline zelf toegepast. Het mag dan de oudste wetenschap zijn, kennelijk is astronomie ergens in zijn ontwikkeling blijven steken. Overigens verschillen de meningen over wanneer dit moment precies was. Was het de introductie van spectrografie in de negentiende eeuw? Was het Arthur Eddingtons boek over *The Internal Constitution of the Stars* uit 1926? Of waren het de eerste theorieën over kernfusie als energiebron van sterren uit de jaren dertig van de vorige eeuw?

Er zijn ook goede redenen om te zeggen dat sterrenkunde nog tot diep in de twintigste eeuw in de kinderschoenen stond. Tot de Tweede Wereldoorlog was astronomische kennis vrijwel uitsluitend gebaseerd op waarnemin-

gen in zichtbaar licht, dat ongeveer één 'octaaf' aan golflengtes omspannt (circa 400-800 nm). Sinds die tijd zijn de waarnemingen uitgebreid tot meer dan zestig octaven, van laagfrequente radiogolven tot hoogenergetische gammastraling. Bovendien is de gevoeligheid van telescopen in alle golflengtes, ook zichtbaar licht, enorm toegenomen. De hoeveelheid informatie die we in de afgelopen vijftig jaar over het heelal hebben verzameld is dus onvergelijkbaar veel groter dan alles wat daarvoor kwam.

Elke keer als een nieuw deel van het spectrum werd onderzocht leverde dat letterlijk een nieuwe kijk op het heelal op. De grote astronoom Jan Oort zei eens: "Voor de komst van radioastronomie hadden astronomen zich totaal niet gerealiseerd dat zo veel verschijnselen in het heelal een explosieve aard hebben." Onder de nieuw ontdekte verschijnselen waren exotische objecten als quasars, pulsars, neutronensterren en gammaflitsen.

De apparatuur waarmee die nieuwe fenomenen werden ontdekt was vaak uiterst complex en kostbaar. Dingen ontdekken is misschien geen 'echte' wetenschap, maar we hebben het hier wel over postzegels verzamelen op hoog niveau! Hoe lang kan dat doorgaan? In 1977 voorspelde astronoom Jesse Greenstein dat het laaghangende fruit in alle golflengtegebieden binnenkort wel geplukt zou zijn. Daarna moeten astronomen echt aan het werk: "Sterrenkunde zal een volwassen wetenschap worden, waarin het noodzakelijk wordt om systematische onderzoeksplannen te maken." Henny Lamers, een Utrechtse astrofysicus, zei eens "Ik ken ook een astronoom die vindt dat sterrenkunde pas in de afgelopen twintig jaar echt volwassen is geworden, met de eerste fysische theorieën over de aard van hoogenergetische fenomenen als quasars. Net als Hale vond hij dat echte wetenschap dingen niet alleen observeert maar ook verklaart. Volgens die visie is er nog een lange weg te gaan – in diezelfde twintig jaar hebben wetenschappers ook bekend gemaakt dat ze niets begrijpen van 95% van de energie in het heelal."

Het hangt er dus maar vanaf wat je als wetenschap beschouwt. Volgens het ene criterium is sterrenkunde de oudste wetenschap, volgens het andere zijn we nog maar net begonnen.