



De geschiedenis van de sterrenkunde

Hoorcollege over de historische ontwikkeling van ons wereldbeeld



Door Govert Schilling

nrcacademie>





Opname:

Sandro Ligtenberg
(Leiden, februari 2011)

Stem inleiding:

F.C. van Nispen tot Sevenaer

Mastering:

Frits de Bruijn

Vormgeving:

Aad van den Berg, Bart de Jong

Productie en vermenigvuldiging:

Promese BV

ISBN 978-90-8530-089-2

NUR 77

Copyright © 2011

Govert Schilling

Alle rechten voorbehouden. Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen, mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, uitgeleend, verhuurd, uitgezonden, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door (foto)kopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.





nrcacademie>

Onder de naam NRC Academie organiseert de krant speciaal voor abonnees evenementen met een educatief karakter. Een uitdagende selectie cursussen, lezingen, debatten, hoorcolleges en reizen op het gebied van cultuur, maatschappij en persoonlijke ontwikkeling vindt u regelmatig in de krant en op nrcacademie.nl

De hoorcolleges van NRC Academie worden geproduceerd i.s.m. Home Academy Publishers, uitgeverij van hoorcolleges en luisterboeken op CD en in MP3. Kijk voor meer informatie op www.home-academy.nl

Deze uitgave is tot stand gekomen i.s.m. Studium Generale Universiteit Leiden. Het Studium Generale van de Universiteit Leiden verzorgt een interdisciplinair aanbod van lezingen en symposia op wetenschappelijk en cultureel gebied. Kijk voor meer informatie op: www.studiumgenerale.leidenuniv.nl





© Hans Hordij

Wetenschapsjournalist **Govert Schilling** is autodidact op het gebied van zowel de sterrenkunde als de journalistiek. Van 1980 tot 1987 was hij hoofdredacteur van het sterrenkundig maandblad 'Zenit', en van 1982 tot 1998 was hij als programmaleider verbonden aan het Artis Planetarium in Amsterdam. Hij schrijft over sterrenkunde en ruimteonderzoek voor kranten en tijdschriften in binnen- en buitenland, o.a. voor De Volkskrant, Eos, Science, New Scientist en Sky & Telescope. Hij publiceerde tientallen boeken over uiteenlopende sterrenkundige onderwerpen (waaronder *Evoluerend heelal*, *Handboek sterrenkunde* en *Atlas van astronomische ontdekkingen*), waarvan sommige ook in diverse vertalingen zijn verschenen. Daarnaast is hij een graag geziene gast in radio- en tv-programma's, om uitleg te geven bij recente ontdekkingen in de astronomie. In 2002 ontving hij van de stichting Weten en de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) de Eureka-oeuvreprijs voor zijn bijdragen aan de popularisering van wetenschap en techniek. In 2007 werd planetoïde (10986) *Govert* naar hem genoemd door de Internationale Astronomische Unie. Eerder verscheen van hem het hoorcollege op CD *Evoluerend Heelal*.





I N H O U D S O P G A V E

De geschiedenis van de sterrenkunde

Hoorcollege over de historische ontwikkeling van ons wereldbeeld

Door Govert Schilling

CD 1

Sterrenkunde in de oudheid

- H1.** De oorsprong van de sterrenkunde
- H2.** Het geocentrische wereldbeeld
- H3.** Sterrenkunde in andere culturen

CD 2

Een nieuw wereldbeeld, een nieuw instrument

- H4.** Het heliocentrische wereldbeeld
- H5.** De uitvinding van de telescoop
- H6.** Nieuwe ontdekkingen in een eindeloos heelal

CD 3

De ontdekking van het uitdijend heelal

- H7.** Metingen in het Melkwegstelsel
- H8.** Het evoluerend heelal
- H9.** De opkomst van de astrofysica

CD 4

Moderne sterrenkunde, moderne mysteries

- H10.** Nieuwe wegen voor de sterrenkunde
- H11.** Van exoplaneten tot zwarte gaten
- H12.** Het mysterieuze heelal





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

Sterrenkunde in de oudheid

Al vele duizenden jaren lang kijkt de mens nieuwsgierig naar boven en probeert hij de wonderlijke wereld van de hemellichamen te begrijpen. In de tijd van de Grieken leidde dat tot de eerste samenhangende kijk op de kosmos. Het geocentrische wereldbeeld van Aristoteles en Ptolemaeus zou anderhalf millennium onze blik op het heelal bepalen.



H1. De oorsprong van de sterrenkunde

Sterrenkunde is de oudste wetenschap. Al sinds de prehistorie hebben mensen naar de nachtelijke hemel gekeken en zich verbaasd over de regelmaat in de bewegingen van zon, maan, planeten en sterren.

Archeologische vondsten in Midden-Europa, de piramiden van Egypte, Stonehenge in Zuid-Engeland - uit alles blijkt een grote belangstelling voor de hemellichamen, die tegelijkertijd gezien werden als personificaties van de goden - daarin moet de oorsprong van de astrologie worden gezocht. De oudst bewaarde astronomische waarnemingen dateren uit de Babylonische cultuur die zich vooral richtte op de cyclische verschijnselen aan de sterrenhemel. Pas in de tijd van de Grieken stelde men zich ook vragen over fysische grootheden, zoals de afmeting van de aarde en de afstand tot de zon en de maan.

H2. Het geocentrische wereldbeeld

Volgens de invloedrijke Griekse wijsgeer Aristoteles vormde de aarde het onbeweeglijke middelpunt van het heelal. Rond de aarde zouden de hemellichamen bewegen op transparante, kristallen bollen. Van binnen naar buiten waren dat: de maan, Venus, Mercurius, de zon, Mars, Jupiter en Saturnus. Buiten de kristallen bol van Saturnus bevond zich de sfeer van de 'vaste sterren'. Claudius Ptolemaeus werkte dit geocentrische wereldbeeld (met de aarde in het centrum) verder uit in zijn boek *Mathematike Sintaxis*, dat via een Arabische





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

- 7 -

Sterrenkunde in de oudheid

vertaling pas veel later in Europa bekend werd onder de naam *Almagest*. Het geocentrische wereldbeeld zou ongeveer anderhalf millennium in zwang blijven.

H3. Sterrenkunde in andere culturen

De westerse astronomie is gebaseerd op het fundament van Egyptenaren, Babyloniërs en Grieken. Ook in andere culturen werd echter sterrenkunde bedreven. In het Verre Oosten (China, Korea) hielden priester-astrologen nauwgezet de hemel in de gaten en werden onder andere kometen en 'gaststerren' (supernova-explosies) opgetekend.

In Midden-Amerika hadden de Maya's vooral veel aandacht voor de bewegingen van de planeet Venus. Polynesische zeevaarders navigeerden op de sterren over afstanden van duizenden kilometers en in de Arabische wereld werd de erfenis van de Grieken aangevuld met nieuwe inzichten en betere waarnemingen. Via Noord-Afrika en Spanje bereikte die kennis aan het begin van de Renaissance Europa.





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

Een nieuw wereldbeeld, een nieuw instrument

Pas halverwege de zestiende eeuw moest het geocentrische wereldbeeld van de Grieken plaats maken voor het heliocentrische wereldbeeld van Copernicus, met de zon in het midden. Kort daarna werd in Nederland de telescoop uitgevonden, waarmee de ontwikkeling van de astronomie in een stroomversnelling kwam. Sterrenkunde werd eindelijk een wetenschap.



H4. Het heliocentrische wereldbeeld

De Poolse astronoom Nicolaus Copernicus publiceerde in 1543 zijn boek *Over de omwentelingen van de hemellichamen*, waarin werd afgerekend met het eeuwenoude wereldbeeld van Aristoteles en Ptolemaeus. Volgens

Copernicus is de aarde zelf een planeet en bewegen alle planeten in een baan om de zon. Dat idee werd niet door iedereen omarmd: de Deense sterrenkundige Tycho Brahe hield er een hybride wereldbeeld op na. Zijn Duitse assistent Johannes Kepler ontdekte dat de planeten niet in cirkelbanen bewegen maar in ellipsen, en legde de basis voor het werk van de Engelsman Isaac Newton die met zijn universele zwaartekrachtwet een wiskundige onderbouwing voor de waargenomen hemelverschijnselen gaf.

H5. De uitvinding van de telescoop

Eind zestiende of begin zeventiende eeuw werden de eerste telescopen gebouwd in Nederland. De Middelburgse brillenslijper Hans Lipperheij vroeg in 1608 octrooi aan op de uitvinding. Een jaar later hoorde de Italiaanse natuur- en sterrenkundige Galileo Galilei over de Hollandse uitvinding. Hij bouwde zijn eigen telescopen en deed er in 1609 en 1610 revolutionaire ontdekkingen mee. Vervolgens werd de telescoop in korte tijd sterk verbeterd, o.a. door de Nederlander Christiaan Huygens en door Isaac Newton, die de spiegeltelescoop uitvond. Vervolgens werden steeds grotere telescopen





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

- 9 -

Een nieuw wereldbeeld, een nieuw instrument

geconstrueerd, o.a. door de Engelsman William Herschel, die in 1781 de planeet Uranus ontdekte.

H6. Nieuwe ontdekkingen in een eindeloos heelal

Dankzij steeds grotere en betere telescopen werden in de zeventiende, achttiende en negentiende eeuw talloze nieuwe ontdekkingen gedaan, zoals de eigenbeweging van sterren, het bestaan van planetoïden tussen de banen van Mars en Jupiter, de parallax van sterren (waaruit hun afstanden kunnen worden afgeleid), de spiraalstructuur van sommige nevels, en - via berekeningen aan waargenomen baanafwijkingen van Uranus - de achtste planeet, Neptunus. Astronomie bestond in deze periode vooral uit het verkennen, optekenen en catalogiseren van het heelal; over de onderliggende natuurkundige verschijnselen was hoegenaamd niets bekend.





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

De ontdekking van het uitdijend heelal

Dankzij de telescoop werd het Melkwegstelsel in kaart gebracht en ontdekten sterrenkundigen dat onze Melkweg slechts een van de talloze sterrenstelsels in het heelal is. De moderne visie op de kosmos ontstond begin twintigste eeuw, met het werk van Edwin Hubble. De mens ontdekte zijn ondergeschikte plaats in ruimte en tijd.



H7. Metingen in het Melkwegstelsel

Vanaf het midden van de negentiende eeuw volgden astronomische ontdekkingen elkaar in hoog tempo op. Planeetmanen, planetoïden, Marskanalen, donkere lijnen in het zonnespectrum waaruit de samenstelling van het zonnegas kon worden afgeleid, uitbarstingen op de zon, merkwaardige witte dwergsterren, een systematiek in de eigenschappen van sterren, het bestaan van interstellaire materie en kosmische straling - uit al die nieuwe vondsten bleek dat er onder die waargenomen verschijnselen onbekende natuurkundige principes moesten schuilen. Toch was er nog steeds weinig bekend over de afmetingen van het heelal of over de energiebron van sterren.

H8. Het evoluerend heelal

In navolging van William Herschel probeerde de Nederlandse astronoom Jacobus Kapteyn het Melkwegstelsel in kaart te brengen. Pas kort na zijn dood bleek dat het Melkwegstelsel veel uitgestrekter is dan hij dacht. Met de 2,5-meter Hooker-telescoop in Californië ontdekte de Amerikaan Edwin Hubble dat spiraallevels afzonderlijke sterrenstelsels zijn, vergelijkbaar met ons Melkwegstelsel, en in 1929 ontdekt hij ook de uitdijning van het heelal die kort daarna leidde tot de oerknaltheorie. In tegenstelling tot wat algemeen werd aangenomen, blijkt het heelal als geheel te evolueren en ook een oorsprong gehad te hebben, met alle filosofische vraagstukken van dien.





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

- 11 -

De ontdekking van het uitdijend heelal

H9. De opkomst van de astrofysica

De astrofotografie en de spectroscopie, beiden opgekomen in de tweede helft van de negentiende eeuw, vormden belangrijke hulpmiddelen voor de astronomie. Eindelijk was het mogelijk om objectieve metingen te verrichten aan zeer zwakke objecten en om de scheikundige samenstelling en de bewegingen van hemellichamen te achterhalen. Het Hertzsprung-Russell-diagram liet het verband zien tussen oppervlaktetemperatuur en werkelijke lichtkracht van sterren, maar de opkomst van de atoomfysica bracht pas het antwoord op de vraag naar de energiebron van sterren zoals de zon: kernfusie. Daarmee werd de levensloop van sterren en de vorming van de elementen achterhaald - astronomen bestudeerden plotseling processen in plaats van objecten.





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

Moderne sterrenkunde, moderne mysteries

De ontdekking van 'onzichtbaar licht', zoals radiostraling en röntgenstraling, bood een totaal nieuwe kijk op het heelal. Ruimtevaart maakte het mogelijk om andere hemellichamen te bezoeken en instrumenten boven de storende dampkring te tillen. Dankzij computertechnologie konden reusachtige telescopen worden gebouwd. Maar het nieuwe heelal dat de afgelopen decennia is ontdekt, is er niet veel begrijpelijker op geworden.



H10. Nieuwe wegen voor de sterrenkunde

Vanaf het midden van de twintigste eeuw zijn er nieuwe wegen geopend voor de astronomie. Sterrenkundigen ontdekten dat hemellichamen niet alleen zichtbaar licht uitstralen, maar ook radiostraling, infrarode straling, ultraviolette straling en zelfs röntgen- en gammastraling. De ruimtevaart bood niet alleen de mogelijkheid om stralingssoorten te bestuderen die niet door de aardse dampkring heen dringen, maar baande ook de weg voor het planeetonderzoek met behulp van ruimtesondes. Dankzij nieuwe technologieën konden op aarde reuzentelescopen worden gebouwd met spiegelmiddellijnen tot tien meter en computertechnieken maakten het mogelijk om grote geautomatiseerde waarnemingsprogramma's op te zetten.

H11. Van exoplaneten tot zwarte gaten

Al die nieuwe ontwikkelingen hebben geleid tot een veel beter begrip van de evolutie en samenhang van het heelal. De vorming - en de catastrofale begintijd - van het zonnestelsel wordt veel beter begrepen. De ontdekking van neutronensterren en zwarte gaten heeft natuur- en sterrenkundigen inzicht gegeven in het gedrag van materie onder extreme omstandigheden. De eigenschappen en de evolutie van sterrenstelsels en quasars zijn grotendeels ontraadseld en als klap op de vuurpijl zijn er sinds 1995 honderden planeten bij andere sterren ontdekt, waardoor de vraag naar het bestaan van buitenaards leven weer buitengewoon actueel is geworden.





De geschiedenis van de sterrenkunde

HOORCOLLEGE OVER DE HISTORISCHE ONTWIKKELING VAN ONS WERELDBEELD

- 13 -

Moderne sterrenkunde, moderne mysteries

H12. Het mysterieuze heelal

Hoewel de ontdekking van de kosmische achtergrondstraling in 1965 een fraaie bevestiging vormde van de oerknaltheorie, is het met name de kosmologie die nog veel onopgeloste raadsels herbergt. De ware aard van de donkere materie, die alleen via zijn zwaartekrachtswerking waarneembaar is, is nog steeds niet begrepen en ook de donkere energie, die een versnelling in de uitdijing van het heelal teweeg brengt, vormt een mysterie. Bovendien heeft niemand een sluitende verklaring waarom het heelal precies de eigenschappen heeft die een grote mate van complexiteit mogelijk maken - inclusief de vorming van levende organismen. Wellicht moeten we wennen aan het idee dat ook ons universum niet uniek is en dat we in een Multiversum van een mogelijk oneindig aantal heelallen leven.



Aanbevolen literatuur

Kosmos. Geschiedenis van de sterrenkunde, van Stonehenge tot Hubble en verder, Harm J. Habing, Veen Magazines, 2009

Atlas van astronomische ontdekkingen, Govert Schilling, Fontaine Uitgevers, 2009

Astronomie.nl. Een Hollandse kijk op het heelal, Govert Schilling, Veen Magazines, 2008

Kinderen van Hubble. Een wetenschappelijke zoektocht naar de geheimen van het heelal, Dennis Overbye, De Haan, 1991

Ruimte en tijd. Verkenningen rond de Melkweg, Timothy Ferris, De Haan, 1990



Van Babylon tot New York

*Hoorcollege over 5000 jaar stads-
geschiedenis*

Sprekers:
Fik Meijer,
Paul
Knevel,
Herman
Beliën



De menselijke toon

*Hoorcollege over de filosofie
van de moderne mens*

Spreker:
Ger Groot



Tweede Wereldoorlog

*Hoorcollege over 's werelds grootste
gewapende conflict*

Spreker: Maarten
van Rossem



Klinkende geschiedenis

*Hoorcollege over de westerse
muziekgeschiedenis*

Spreker:
Leo
Samama



Vaderlandsliefde

*Hoorcollege over nationaal gevoel
en nationalisme in
Europa*

Spreker:
Joep
Leerssen



Aarde en klimaat

*Hoorcollege over de geologische
geschiedenis en
toekomst van
onze planeet*

Spreker:
Salomon
Kroonenberg



Overspelige vrouwen

*Hoorcollege over desperate
housewives
in de wereld-
literatuur*

Spreker:
Maarten
van Buuren



Christiaan Huygens

*Hoorcollege over de echte
natuurwetenschap*

Spreker:
Vincent Icke



Godsgeloof of atheïsme?

*Hoorcollege over de filosofische
strijd der wereld-
beschouwingen*

Spreker:
Herman
Philippe





Andere hoorcolleges van NRC Academie

- 15 -

Kijk voor meer informatie op nrcacademie.nl

De waarde van het woord

Hoorcollege over de Nederlandse literatuur en cultuur in de 19e eeuw

Spreker:
Marita
Mathijssen



Het romantische bewustzijn

Hoorcollege over de hedendaagse cultuurfilosofie van de romantiek

Spreker:
Maarten
Doorman



Einstein

Hoorcollege over de grondlegger van de moderne natuurkunde

Spreker:
Erik
Legendijk



Het Sovjetexperiment

Hoorcollege over de moderne geschiedenis van Rusland

Spreker:
Henk
Kern



Wat is kunstgeschiedenis?

Hoorcollege over de geschiedenis van de kunst als moderne wetenschap

Spreker:
Kitty
Zijlmans



Kritisch denken

Hoorcollege over het ontwikkelen van heldere ideeën en argumenten

Spreker:
Johan
Braeckman



Cultuurgeschiedenis van Nederland

Hoorcollege over de historische ontwikkeling van de Nederlandse identiteiten

Spreker:
Herman Pleij



Levenslot of levenskunst?

Hoorcollege over de levensvisies van grote denkers en schrijvers

Sprekers:
Joep
Dohmen
en Maarten
van Buuren



De taal van muziek

Hoorcollege over het begrijpen van de muzikale ideeën en composities

Spreker:
Leo
Samama





nrcacademie>

