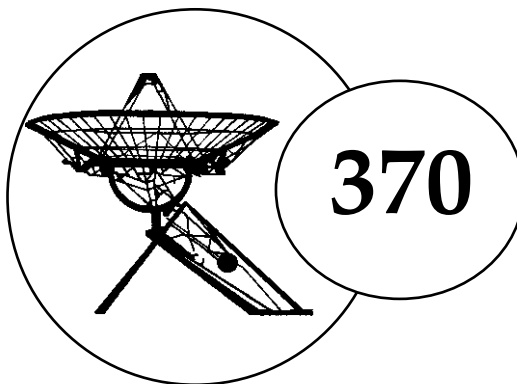


# INFORMATIEBLAD

Stichting 'De Koepel'  
Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht  
tel. 030 - 2311360,  
fax. 030 - 2342852  
info@dekoepel.nl  
www.dekoepel.nl




Jaargang 34 - feb/mrt 2009

Productie: Coos Haak  
Bert de Bruijn  
Timothy Kamp  
Josiane Claesen  
Marga Trienekens  
Mat Drummen (red)

## ZONNESTELSEL

### Ceres mogelijke bron van leven?

 Bij leven buiten de Aarde wordt al snel gedacht aan Mars of de Jupiter-maan Europa, maar volgens Joop Houtkooper van de Universiteit van Giessen in Duitsland zou ook de dwergplaneet Ceres leven kunnen herbergen. Houtkooper stelt dat het al langer bekend is dat zich op Ceres waarschijnlijk veel ijs bevindt. Dan is het niet uitgesloten dat deze dwergplaneet een ondergrondse oceaan heeft. Dan is er mogelijk ooit leven ontstaan rond zogeheten hydrothermale bronnen, die te vinden zijn op de bodem van oceanen. Omdat de meeste hemellichamen in ons zonnestelsel in het bezit zijn van rotsachtige kernen, zouden deze heetwaterbronnen nog steeds kunnen bestaan. In de aardse oceanen is er ook tektonische activiteit en die zorgt voor extra warmte waar het leven kan gedijen. Bij een dwergplaneet als Ceres ontbreekt die activiteit en dat betekent misschien dat het leven zich er toch niet heeft ontwikkeld.

De theorie van Houtkooper gaat nog verder: bij het ontstaan van het zonnestelsel heeft de Aarde geleden onder een hevige bombardement van meteorieten, planetoïden en kometen. Mogelijk is Ceres zelf ook geraakt waarbij een deel (met veel ijs) van de dwergplaneet de ruimte in werd geslingerd en op Aarde is terechtgekomen.

Of er zich onder het oppervlak van Ceres een oceaan bevindt, wordt misschien beantwoord in het jaar 2015, wanneer de Amerikaanse ruimtesonde Dawn de dwergplaneet passeert. Voordat Dawn bij Ceres arriveert, zal deze in 2011 langs de planetoïde Vesta trekken. Onlangs is Dawn langs Mars gekomen om een koerscorrectie te kunnen uitvoeren met behulp van de aantrekkingskracht van de rode planeet. (NASA/Astrobiology, 5 mrt 09)

### Nieuw maantje in G-ring van Saturnus

In de G-ring van Saturnus heeft de Cassini een maantje gevonden dat mogelijk de voornaamste bron van de ring is. Het maantje heeft een diameter van een halve km en bevindt zich in het helderste deel van de ring. Ook alle andere ringen van Saturnus hebben een relatie met een van de manen. Bij de G-ring was dat tot nu toe niet bekend. De G-ring bevindt zich op een afstand van 170.000 km van de planeet. Dat is binnen de E-ring, de buitenste van alle ringen. De G-ring is smal en diffuus. Een deel van deze ring is over een lengte van 150.000 km extra helder en breder. Daar bevindt zich ook het maantje. Het maantje is op de opnamen te klein om de diameter direct te kunnen meten, maar door de helderheid te vergelijken met het bekende maantje Pallene, heeft men een schatting van de diameter kunnen doen. De baan van het maantje wordt overigens enigszins gestoord door de grotere maan Mimas die mede verantwoordelijk is voor de heldere ringboog. (NASA persbericht, 3 mrt 2009)



### Atmosfeer van Pluto

Door gebruik te maken van de Very Large Telescope van de ESO hebben astronomen een beter beeld gekregen van de atmosfeer van de dwergplaneet Pluto. Ze vonden een onverwacht grote hoeveelheid methaan. Ook blijkt de atmosfeer, hoewel altijd nog 180 graden onder nul, 40 graden warmer dan het oppervlak. Deze eigenschappen kunnen verklaard worden door de aanwezigheid van een methaanrijke laag vlak boven het oppervlak van de dwergplaneet.



Pluto heeft een massa van een vijfde van die van de Aarde. De dwergplaneet bestaat uit gesteente en ijs. Ze staat op ongeveer 40 AE. De oppervlaktetemperatuur is er gemiddeld  $-220^{\circ}\text{C}$ . Al sinds omstreeks 1980 is bekend dat Pluto een ijle atmosfeer bezit die voornamelijk uit stikstof bestaat met sporen van methaan



en mogelijk koolstofmonoxide. Methaan is na stikstof het meest voorkomende gas in de atmosfeer en maakt 0,5% uit van de moleculen. Nu Pluto geleidelijk van de Zon af beweegt in zijn 248 jaar durende omloop, zal de atmosfeer geleidelijk uitvriezen en neerslaan. Tot nu toe kon men alleen de hogere delen van de atmosfeer onderzoeken en wel door middel van sterbedekkingen. Daaruit werd een temperatuur van  $-170\text{ }^{\circ}\text{C}$  afgeleid, dus 50 graden warmer dan het oppervlak.

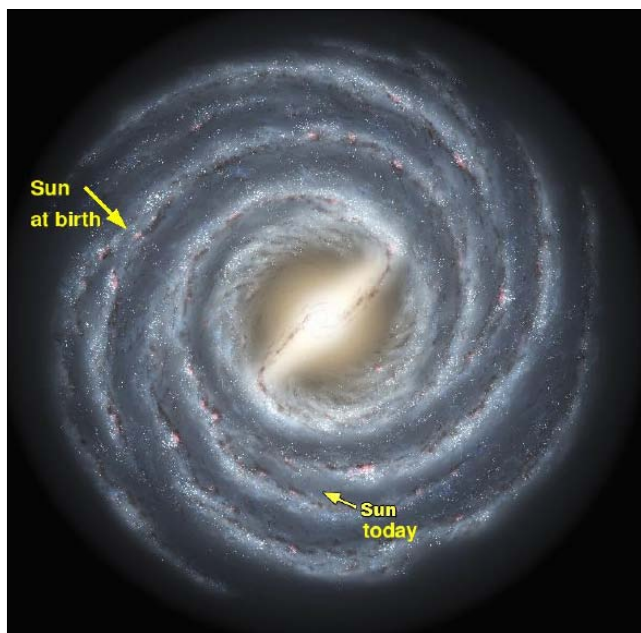
Het nieuwe onderzoek gebeurde met de Cryogenic InfraRed Echelle Spectrograph (CRIRES) gekoppeld aan de VLT waarmee de hele atmosfeer kan worden gescand. Geheel anders dan bij de Aarde is in de atmosfeer van Pluto sprake van een temperatuurinversie: hoe hoger in de atmosfeer, hoe warmer. Elke km stijgt de temperatuur  $3^{\circ}$  to  $15^{\circ}$ . Op Aarde is het omgekeerde het geval. Daar daalt de temperatuur met de hoogte (ongeveer  $6^{\circ}$  per km). Doordat op Pluto het ijs aan oppervlak verdampt, koelt het oppervlak af en is dat kouder van de atmosfeer. (ESO persbericht, 2 mrt 2009)

## STERREN EN MELKWEG

### Familie van de Zon



De Zon is 4,6 miljard jaar geleden uit een grote molecuulwolk ontstaan samen met een groep van enkele duizenden sterren, zo blijkt uit theoretisch statistisch onderzoek van Simon Portegies Zwart van de Universiteit van Amsterdam. Deze sterren bevonden zich in een sterrenhoop met een diameter van minder dan 20 lichtjaar en een massa van 500 tot 3000 zonsmassa, helemaal aan de andere kant van de Melkweg, zo'n 44.000 lichtjaar van de



plek waar de Zon nu is. Sinds haar geboorte is de Zon circa 27 keer rond de Melkweg geweest om uiteindelijk op zijn huidige locatie op ongeveer 28.000 lichtjaar van het centrum te belanden. De sterren die samen met de Zon zijn gevormd bleven gedurende die gehele reis vrij dicht in de buurt. Dat wil zeggen, uit de analyse blijkt dat er nog steeds een 40-tal van hen binnen een afstand van een paar honderd lichtjaar van de Zon zou moeten staan. Deze sterren kunnen met toekomstige waarnemingsprogramma's worden geïdentificeerd, zoals de in 2011 te lanceren Gaia-satelliet, die 1 miljard sterren van de Melkweg in kaart gaat brengen. (NOVA, 13 mrt 08)

### Koolstofrijke sterren in centrum Melkweg

Met de Spitzer infraroodsatelliet van NASA is door een team van Spaanse, Poolse en Amerikaanse astronomen ontdekt dat er in de buurt van het centrum van de Melkweg veel planetaire nevels (sterren op leeftijd) aanwezig zijn die veel koolstof, zuurstof, silicium en andere 'zware' elementen bevatten. Tot nu toe waren er wel sterren buiten het centrum gevonden met veel van deze elementen, maar niet in het centrum van ons melkwegstelsel. Met de Spitzer werden 26 planetaire nevels in de buurt van het centrum (het lensvormig deel van het stelsel) en 14 buiten het centrum onderzocht. In het stof rond 21 van de objecten in het centrum zijn in het infrarood duidelijk de 'vingerafdrukken' van grote hoeveelheden kristallijne silicaten en polycyclische aromatische hydrocarbonaten (PAH's) gevonden. Dat zijn twee substanties die wijzen op zuurstof en koolstof. In de Melkweg komen deze silicaten en PAH's zelden tegelijk voor. Eigenlijk alleen soms bij nauwe dubbelsterren.

De onderzoekers denken aan het volgende scenario: in de vrij lichte sterren van planetaire nevels worden – voordat het tot de nevel komt – , juist meer van genoemde 'zware' elementen gevormd dan in sterren buiten het centrum, maar door die extra hoeveelheid komen die elementen niet in de buitenste lagen van de ster terecht, zoals bij andere sterren. Pas in een laatste, relatief korte fase van hun bestaan (op de asymptotische tak van het HR-diagram) als de ster sterk pulseert worden de buitenlagen van waterstof gemengd met genoemde elementen. De buitenlagen worden vervolgens vrijwel geheel afgestoten en zo komt het koolstof en zuurstof toch in de interstellair ruimte. Door schokgolven worden kristallijne silicaten gevormd en zien we die ook in de omgeving van deze sterren. (Spitzer/JPL, 12 mrt 09; Astron. & Astroph, feb 09)

### Zwaar stellair zwart gat verklaard

De Utrechtse promovenda sterrenkunde Selma de





Mink heeft een verklaring gevonden voor het zware zwarte gat in de nauwe dubbelster M33-X7 in Messier 33 in het sterrenbeeld Driehoek (Triangulum), dat veel zwaarder is dan standaard-stermodellen kunnen verklaren. Het zwarte gat in M33-X7 is met 16 zonsmassa het op een na zwaarste stellaire zwarte gat dat men kent. Het is herkenbaar aan zijn röntgenstraling. De begeleider is een ster met een massa van 70 maal die van de Zon, dus een zeer zware ster. Om de 3,5 dagen beweegt de begeleider voor het zwarte gat langs zodat, als bij een zonsverduistering, tijdelijk minder röntgenstraling wordt gezien. Het stelde sterrenkundigen voor een raadsel. Alleen als de ster waaruit het zwarte gat is gevormd, geen massa zou hebben verloren, zou de waargenomen massa kunnen worden verklaard. Maar dat correspondeert niet met de modellen die voorspellen dat een ster met een begeleider op zo'n korte afstand juist extra veel massa verliest door zwaarte-krachtsinvloeden.

De Mink heeft gekeken naar de mengprocessen in het inwendige van het sterlichaam van de componenten van dergelijke snel roterende, zeer nauwe dubbelsterren. De conclusie is dat de door kernfusie gevormde elementen in die sterren door de snelle rotatie heel goed gemengd worden. Er ontstaat geen sterromantel van alleen waterstof rond een (gemengde) kern: het hele sterlichaam is gemengd. Als zo'n mantel ontbreekt zetten de sterren niet uit. Ze blijven 'klein', ze dragen geen massa aan elkaar over en blijven op gewicht. De bevindingen worden binnenkort gepubliceerd in het vakblad *Astronomy & Astrophysics*. (NOVA 25 mrt 09)

### Zwart gat reguleert zichzelf



De 'micro-quasar' GRS 1915+105 in het sterrenbeeld Arend (Aquila) is een nauw dubbelstersysteem waarbij een van de componenten een zwart gat is met een massa van 14 maal die van de Zon. Het object bevindt zich in een sterrijk gebied van de Melkweg. Het is optisch, in infrarood, in radio en in röntgen zichtbaar. Het zwart gat wordt gevoed doordat er materiaal van de begeleider via een accretieschijf naar toe stroomt. In radiostraling zijn krachtige sterk variabele jets te zien, die van het zwarte gat uitgaan loodrecht op het vlak van de accretieschijf. De jets veranderen in sterkte op korte en op lange tijdschalen, van seconden tot maanden.

De röntgensatelliet Chandra van NASA heeft GRS 1915+105 elf maal waargenomen sinds 1999 en ziet dan met name de straling van de accretieschijf. De jets worden blijkbaar periodiek onderdrukt als er een hete deeltjeswind afkomstig van de accretieschijf ontstaat. Die hete wind is zichtbaar in in röntgen. De jets

worden dan tijdelijk uitgeschakeld omdat de bron (de materie uit de accretieschijf) ze door de hete wind niet meer bereikt. Als de wind weer afneemt krijgen de jets weer materiaal en vormen ze zich opnieuw. Een zwart gat heeft hiermee een zelfregulerend mechanisme waarmee het zijn eigen groei in de hand houdt. Men vermoedt al langer dat een mechanisme van zelfregulering bij superzware zwarte gaten in de kernen van melkwegstelsels een grote rol speelt. Nu is het voor het eerst bij een stellair zwart gat gezien. (Chandra News 25 mrt 09)


### Supernovae zijn ontplofte rode superreuzen

Dat een supernova een ontplofende zware ster is met een minimale massa van 8 maal die van de Zon staat wel vast. Maar welk soort ster. De meeste astronomen denken aan een rode superreus, maar ook blauwe superreuzen worden genoemd. Deense astronomen van het Dark Cosmology Centre van het Niels Bohr Instituut van de Universiteit van Kopenhagen en Ierse sterrenkundigen van de Queens University in Belfast hebben nu van twee supernovae bewezen dat het om rode superreuzen gaat. Een superreus ontstaat als de brandstof in de kern van de ster op is en er alleen de buitendelen nog kernfusie plaatsvindt. In die fase zwelt het sterlichaam gigantisch op, tot wel 1500 maal de diameter van de Zon. De straal is dan 7 AE: dan reikt de ster tot voorbij de baan van Jupiter! De totale lichtkracht kan uitgroeien tot 100.000 zonnen.

Dankzij opnamen gemaakt met de Hubble en met de 8 meter Gemini telescoop konden de astronomen van twee extragalactische supernovae ook de voorlopers identificeren. Dat is een lastige klus omdat individuele sterren in extragalactische melkwegstelsels moeilijk te fotograferen zijn en van hun omgeving te onderscheiden zijn. Supernovae stoten behalve gas ook veel stof uit en dat stof verduistert de omgeving (inclusief de sterren), maar na enige jaren is het stof weg en de omgeving weer helder. Zo bleek bij recente opnamen op de plek van SN1993J in Messier 81 en SN2003gd in Messier 74 een rode superreus (respectievelijk met een M- en een K-spectrum) verdwenen die vóór de explosie wel aanwezig was. Bij SN2003gd was een blauwe begeleider van de rode ster nog wel zichtbaar! In beide gevallen ging het om SN van het type II. Dat zijn supernovae waarbij de kern van een zware ster in elkaar klapt tot een neutronenster of zwart gat en de buitenlagen wegvliegen. Daarmee is het aannemelijk gemaakt dat dit soort SN inderdaad van rode superreuzen afkomstig zijn. Supernovae van type I hebben een andere oorsprong: het ontploffen van een witte dwerg die 'te zwaar' wordt door massa-accretie. (EurekAlert/Science, 19 mrt 2009)




### Bijzondere voorloper van supernova

 Op opnamen van de Hubble Space Telescope uit 1997 van het balkspiraalstelsel NGC 266 op 215 miljoen lichtjaar afstand in het sterrenbeeld Vissen waarin in 2005 een supernova verscheen (SN 2005gl) is op de plek van de SN een intrinsiek zeer heldere ster te zien met een absolute visuele maginitude van  $-10,3$ , ongeveer een miljoen maal zo helder als de absolute helderheid van de Zon! In 2007 werden met de Hubble ook opnamen van dit stelsel gemaakt, maar toen vond men geen spoor meer van deze ster. Het moet dus wel de voorloper zijn geweest van de SN.

De ster moet een massa hebben gehad van ongeveer 100 maal die van de Zon! Hij behoorde waarschijnlijk tot de klasse van extreem heldere sterren die 'Luminous Blue Variables' genoemd wordt. In de Melkweg is de ster  $\eta$  (Eta) Carinae een voorbeeld. Een LBV-ster verliest een groot deel van zijn massa door een krachtige sterrenwind. Al snel vormt zich daarna een grote ijzerkern die tenslotte ineenstort tot een zwart gat en een supernova veroorzaakt. Volgens de theorie van de sterevolutie verliezen deze sterren vrijwel al hun waterstof voordat ze als supernova exploderen. Gezien de grote helderheid van ster lijkt echter in dit geval kort voor de ontploffing nog het grootste deel van de waterstofmantel aanwezig te zijn. Met andere woorden SN 2005gl lijkt veel 'te vroeg' geëxplodeerd! Een van de mogelijke verklaringen is dat de ster deel was van een nauw dubbelstersysteem waarbij de sterren met elkaar zijn samengevloeid waardoor de reacties in de kern heviger werden en er zich voor korte tijd een helderder ster vormde die echter nog steeds in de eindfase van de evolutie was. (HubbleSite/Nature-online, 22 mrt 2009)

### MELKWEGSTELSELS

#### Dubbel zwart gat

 Todd Boroson en Tod Lauer van het National Optical Astronomy Observatory (NOAO) in Tucson (VS) hebben een object gevonden dat vermoedelijk een tweetal superzware zwarte gaten betreft die om elkaar heen draaien in het hart van een melkwegstelsel/quasar. Al langer heeft men dubbele zwarte gaten voorspeld, maar het bewijzen dat ze ook in het heelal bestaan, is pas nu aannemelijk gemaakt dankzij systematisch en nauwkeurig speurwerk. Beide gaten verraden zichzelf door de stromen hete materie die naar de gaten toestroomt. De zwarte gaten zijn herkenbaar in hun optisch spectrum: de materie die in het gat valt zendt straling uit in een smal emissiegebied. Daaruit kan men ook de

richting van de zwarte gat en de snelheid van het invallend materiaal bepalen. Bij een dubbel zwart gat zou er een verdubbeling van de betreffende emissielijnen te zien moeten zijn. En dat is precies wat nu gevonden is. Dit werd ontdekt na scanning van 17.500 quasars in de Sloan Digital Sky Survey. Quasars zijn de kernen van stelsels met een actief superzwaar zwart gat. Na zorgvuldig onderzoek kon men uitsluiten dat het om twee quasars ging waarvan de zwarte gaten toevalling vrijwel over elkaar vallen, maar die op heel verschillende afstand staan. De emissielijnen hebben dezelfde roodverschuiving; dus de zwarte gaten bevinden zich in dezelfde quasar.

De zwarte gaten staan ondanks hun grote massa op slechts één derde lichtjaar (circa 20.000 AE) van elkaar. Uit de snelheid waarmee de zwarte gaten om elkaar heen draaien, is gebleken dat het ene zwart gat ongeveer 20 miljoen keer zo zwaar is als de Zon, en het andere zelfs 50 miljoen keer zo zwaar. De vorming van het dubbele zwarte gat zou te maken kunnen hebben met een vroegere botsing van het betreffende stelsel met een ander stelsel. Uit de berekeningen is ook gebleken dat de zwarte gaten in de loop van de miljoenen jaren steeds dichter naar elkaar toe zullen bewegen om tenslotte samen te smelten tot één groter zwart gat. Men verwacht dat er binnen enkele jaren al meetbare snelheidsverschillen optreden. Zie ook blz 5. (NOAO/ Nature, 4 mrt 09)

#### Zwarte gaten in het 'Haar van Medusa'

Met gecombineerde beelden in röntgenlicht van het Chandra X-ray Observatory en optisch licht van de Hubble-telescoop heeft men onderzoek verricht aan het zogeheten Medusa stelsel, NGC 4194 in de Grote Beer. Het gaat in feite om een twee stelsels die met elkaar in botsing zijn gekomen. Door de botsing zijn er grote getijdengolven ontstaan en bevindt zich achter de stelsels een brede staart van gas en stof.

De heldere röntgen-puntbronnen die op de opnamen zichtbaar zijn, zijn dubbelsterren met een stellair zwart gat of een neutronenster. Deze röntgenstraling wordt een zeer lange tijd uitgezonden, langer dan de leeftijd van de zware sterren waaruit ze gevormd zijn. Uit deze 'fossiele' sterren kan men meer te weten komen van de geschiedenis van de stervorming van de melkwegstelsels waarin ze voorkomen. Naast het Medusa-stelsel heeft men nog negen andere melkwegstelsels onderzocht op de correlatie tussen de vorming van sterren en de productie van heldere röntgendubbelsterren. Uit het onderzoek van NGC 4194 en NGC 7541, beiden stelsels met bijzonder veel stervorming, bleek dat het aantal heldere röntgenbronnen en hun gemiddelde helderheid samenhangt met de snelheid



waarmee sterren gevormd worden. Daarnaast bleek dat bij de vorming van sterren uit een gaswolk een miljoenste deel van zo'n gaswolk terecht komt in een zwart gat of neutronenster. Men kan met deze gegevens een nauwkeuriger model opstellen betreffende de vorming van röntgendubbelsterren. (Chandra News, 11 mrt 2009)

### Ruimtelijk beeld van stelsels



Door een combinatie van ultra deep field opnamen van de Hubble en spectroscopische opnamen gemaakt met de Flames/Giraffe-spectrograaf van de VLT van ESO is een groep sterrenkundigen onder leiding van François Hammer van de sterrenwacht in Parijs erin geslaagd van drie verre melkwegstelsels een 'dieptebeeld' te maken. Dat werd gedaan door op verschillende plaatsen in het stelsel het spectrum te bepalen en dus de bewegingen van het gas en de sterren daarin zichtbaar te maken. De betreffende stelsels bevinden zich op meer dan 6 miljard lichtjaar.

In het eerste stelsel komt zeer veel geïoniseerd heet gas voor. Meestal wijst dat op de aanwezigheid van veel jonge, hete sterren. Maar met de Hubble-telescoop zijn er in dit stelsel geen aanwijzingen voor sterren te zien. Men denkt nu dat het geïoniseerde gas het resultaat is van een botsing van twee gasrijke spiraalstelsels.

Het tweede stelsel heeft een blauw centraal gebied en een roodachtige schijf, zeer rijk aan stof. Het theoretisch model wijst in dit geval op gas en sterren die naar het centrum van het stelsel toe spiraliseren en waarbij de schijf zich opnieuw opbouwt na een botsing tussen twee stelsels.

Het derde stelsel vertoont een extreem blauwe centrale balk, die bestaat uit jonge, massieve sterren. Zoiets zien we niet bij stelsels die bij ons in de buurt staan. Er komt vervolgonderzoek waarbij nog een honderdtal van deze verre stelsels bestudeerd worden. Wellicht levert dat nog meer verrassingen op. In ieder geval is het duidelijk dat de combinatie van Hubble-VLT uitstekend werkt. (ESO-News 10 mrt 09)

### Stelsels in botsing



NGC 6240 is een melkwegstelsel in het sterrenbeeld Slangendrager op 400 miljoen lichtjaar van ons vandaan. Het is grillig gevormd en vermoedelijk het resultaat van een botsing van twee stelsels. Het is onlangs waargenomen met de Hubble en de Spitzer infrarood-ruimtetelescoop. Dat het vroeger twee stelsels waren is te zien uit het bestaan van twee kernen (met ieder een superzwaar zwart gat) in het huidige stelsel. Die kernen naderen elkaar en zullen over en

kele miljoenen jaren in botsing komen en versmelten. Het is tamelijk bijzonder dat de astronomen een stelsel in het nabije heelal treffen waarbij de twee kernen nog niet versmolten zijn (zie ook blz 4). Vooral in het infrarood is NGC 6240 erg helder. Dit wijst erop dat een intense stergeboorte op gang is gezet. De extra warmte die de jonge sterren afgeven op hun omgeving wordt door Spitzer geregistreerd, ook al zijn de sterren zelf optisch nog niet zichtbaar. (Spitzer News, 16 mrt 09)

### Merkwaardige blazar

Dankzij een combinatie van observaties van optische, röntgen- en gammatelescopen heeft een internationaal team van astronomen ontdekt dat het actieve stelsel PKS 2155-304 in het sterrenbeeld Zuidervis grillig stralingsemissies vertoont. Het stelsel bevindt zich op 1,5 miljard lichtjaar. Het is een zogeheten blazar, een actief stelsel waarbij we recht in de materiebundsels (de jets) van het centrale zwarte gat kijken. Het is meestal slechts een zwakke bron van gammastraling maar af en toe, o.a. in 2006, zijn er uitbarstingen en dan is het een van de helderste bronnen van de hemel in hoogenergetische gammastraling! Deze straling kan worden gedetecteerd met de HESS, een Duitse gammatelescoop in Namibië. Laag energetische gammastraling werd onlangs geregistreerd met de Fermi-satelliet van NASA. Op röntgengolflengte is het object waargenomen in aug en sep 2008 met de Swift- en de Rossi-telescopen. Toen was de blazer in een rustige fase. Merkwaardig was dat de röntgenemissie dan niet parallel loopt (stijgt en daalt) met de gammastraling, zoals de actieve fase wel het geval is. De optische straling daarentegen loopt steeds in de pas met de gammastraling. Dit gelijke en deels verschillende gedrag op diverse golflengten zal te maken te hebben met de manier waarop de jets straling produceren, maar hoe een en ander precies in zijn werk gaat, is nog niet duidelijk. (Fermi/NASA, 18 mrt 09)



### KOSMOLOGIE

#### Fermi brengt gammahemel in kaart


De Fermi Gamma-ray Space Telescope heeft een nieuwe kaart gemaakt van de gammahemel. Het beeld toont hoe de hemel eruitziet bij energieën tussen 30 MeV tot meer dan 300 GeV. Er werden o.a. pulsars, massarijke dubbelsterren, bolhopen en flares van supermassieve zwarte gaten in verre sterrenstelsels geregistreerd. De kaart werd samengesteld na 87 dagen lang observeren met de satelliet. Om individuele bronnen beter te zien werd de nieuwe kaart zodanig gemaakt



dat emissies van gas in het vlak van de Melkweg onderdrukt werden.

Het Fermiteam heeft een top tien opgesteld van heldere objecten, met vijf bronnen in de Melkweg en vijf bronnen erbuiten. De bronnen in onze Melkweg zijn: de Zon (die is echter alleen een gammabron wanneer er een zonnevlam optreedt), LSI +61 303 (een massarijke dubbelster), de pulsar PSR J1836+5925, MGC 104 en een ongeïdentificeerd object in het sterrenbeeld Serpens Cauda. De extragalactische bronnen zijn: NGC 1275 (Perseus A, een groot melkwegstelsel), 3C 454.3 en PKS 1502+106 (twee verre blazars), de verre quasar PKS 0727-115 en een ongeïdentificeerd object in het zuidelijk sterrenbeeld Columba. In totaal zijn er een dertigtal heldere gammabronnen gevonden waarvan men geen tegenganger kent op andere golflengten. (FERMI/NASA, 11 mrt 09)

### Nieuwe aanwijzing voor donkere materie


 Dankzij de Hubble-telescoop heeft men sterke aanwijzingen gevonden voor donkere materie in en rond kleine melkwegstelsels. Ze bevatten verhoudingsgewijs wellicht meer donkere materie dan de grotere stelsels.

In het hart van de Perseuscluster heeft Hubble een grote groep kleinere sterrenstelsels geïdentificeerd die 'ongestoord' zijn gebleven, terwijl sommige grotere spiraalstelsels in de buurt sterk worden vervormd door de gravitationele krachten van andere stelsels. De dwergstelsels zijn egaal en rond: ze vertonen geen verstoring. De verklaring kan zijn dat de ongeschonden stelsels ingebed zijn in een grote hoeveelheid donkere materie, die weliswaar onzichtbaar is maar die ook gravitatie heeft, waardoor de stelsels minder vatbaar zijn voor storende invloeden van buiten. De kleine stelsels zijn zeer oud. Dus als iets hen zou verstoren, dan was dat al lang gebeurd. In de Perseuscluster werden 29 dwergstelsels gevonden; 17 daarvan werden voor het eerst geïdentificeerd. De cluster bevindt zich op een afstand van 250 miljoen lichtjaar en is daarmee één van de nabije clusters in het heelal.

Donkere materie kan niet direct worden waargenomen, maar wel indirect. De meest gebruikte methode is door de snelheid van individuele sterren of van ster groepen te meten, wanneer zij bewegen in een melkwegstelsel of als ze er omheendraaien. De Perseuscluster is echter te ver weg om individuele sterren te kunnen zien. Daarom werd een nieuwe techniek toegepast: de minimummassa bepalen die dwergstelsels moeten hebben om hen te beschermen tegen de verstoring door de gravitationele krachten van grotere buurtstelsels. (Hubble News, 12 mrt 09)

## RUIMTEVAART


### Chinese sonde te pletter op de Maan

China heeft op 1 mrt 2009 een  ruimtesonde op de Maan laten neerstorten. Deze crash was gepland. De ruimtesonde Chang'e 1 was eind okt 2007 gelanceerd met als doel de Maan volledig in kaart te brengen. Aan het eind van de 16 maanden durende missie zou het toestel gecontroleerd neerstorten.

De ruimtesonde had acht instrumenten aan boord, zowel voor het in kaart brengen van de Maan en voor onderzoek naar de bodemsamenstelling, als ook voor de analyse van de omgeving van de Maan. Chang'e is de naam van een Chinese godin, die volgens een populaire mythe, op de Maan woont.

China heeft een aantal opvolgers aangekondigd. De Chang'e 2 zou gepland staan voor een lancering in 2011 en zou ongeveer dezelfde missie uitvoeren als zijn voorganger. Een zachte landing op de Maan zou moeten worden uitgevoerd door de Chang'e 3, te lanceren in 2013. Er zijn plannen om wagentjes over de Maan te laten rijden om onderzoek uit te voeren. Die missies staan gepland tussen 2017 en 2020. (China View, 1 mrt 09)

### Kepler gelanceerd

Kepler werd op 6 mrt 2009 succesvol gelanceerd met een Delta II raket vanaf Cape Canaveral.  Het toestel werd ontworpen om aardachtige planeten te vinden en dan liefst planeten die op een zodanige afstand van hun moederster draaien dat de temperatuur op de planeet gematigd is, zodat er vloeibaar water mogelijk is. Vloeibaar water wordt geacht essentieel te zijn voor het ontstaan van leven.


Keplers baan is zo dat hij in de aardbaan zo'n 1500 km achter de Aarde aan rond de Zon beweegt. De afstand tussen de Aarde en het toestel zal in de loop van de tijd langzaam groeien. Kepler gaat met zijn 95 cm telescoop voorzien van een grote digitale camera meer dan 100.000 sterren optisch onderzoeken op de aanwezigheid van planeten. Hij doet dat door het licht van die sterren te analyseren op periodieke variaties die wijzen op het voorbijtrekken van een planeet. De instrumenten van Kepler worden eerst gedurende 2 maanden gecontroleerd. In de loop van april zal men de telescoop voor het eerst op de hemel richten.

Men verwacht dat de meeste planeten die Kepler in de 3,5 jaar lange missie zal ontdekken grote, Jupiterachtige planeten zullen zijn en daarnaast veel planeten ter grootte van Saturnus en Neptunus. Al deze exoplaneten zullen nader worden onderzocht door de Hubble- en de Spitzer-telescoop. Voor het ontdekken



van kleine planeten zoals de Aarde is veel waarneemtijd nodig. Het zal pas tegen het einde van de missie zijn dat die planeten met zekerheid geïdentificeerd kunnen worden. Dan zal men een schatting kunnen doen ten aanzien van de hoeveelheid aardachtige planeten in de Melkweg en misschien ook op het aantal planeten dat theoretisch bewoonbaar zou kunnen zijn. (Kepler/NASA, 7 mrt 09)

### ESA lanceert GOCE

 Op 17 mrt 2009 is de Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE) satelliet in een bijna zonsynchrone lage baan (280 km nu en uiteindelijk 263 km) om de Aarde gebracht. De lancering vond plaats vanaf de lanceerbasis Plesetsk in Noord-Rusland met een Rockot-lanceerraket. GOCE is ontwikkeld door de Europese ruimtevaartorganisatie ESA.

GOCE meet de minieme wereldwijde verschillen in het zwaartekrachtveld van de Aarde. De missie duurt twee jaar. Na een testfase begint komende zomer de operationele fase. Op basis van de gegevens van GOCE wordt een nieuwe, sterk verbeterde kaart gemaakt van het zwaartekrachtveld van de Aarde: een zogeheten geoïde. Die dient vervolgens als een referentiemodel voor metingen en modellen van wijzigingen in zeeniveau, oceaancirculatie en dynamica van poolijskappen. Voor de aardmeetkunde is het een referentiemodel voor hoogtemetingen. Voor de oceanografie vermindert het de onzekerheden over oceaanaanwarmte en massaoverbrenging. GOCE verbetert ook onze kennis van het vaste gesteente onder het poolijs op Groenland en Antarctica. Voor de geofysica helpt het bij het produceren van gedetailleerde driedimensionale kaarten van dichtheidsvariaties in de aardkorst en de bovenste mantel. (ESA 17 mrt 09)

### Lancering Herschel en Planck uitgesteld

 De Europese wetenschappelijke satellieten Herschel en Planck zouden 16 april 2009 gelanceerd worden, maar ESA heeft de lancering enkele weken uitgesteld. Eind maart wordt de nieuwe lanceerdatum bekend gemaakt. Als reden wordt gegeven dat er nadere controles moesten plaatsvinden na recente software updates. De voorbereidingen voor de lancering in Kourou in Frans Guyana gaan door zoals gepland. Herschel gaat infrarood waarnemingen doen en Planck gaat de kosmische achtergrondstraling meten. (ESA 13 mrt 09)

### ZON EN AARDE

#### Alféngolven op de Zon

Onderzoekers hebben in de lagere delen van de at-

mosfeer van de Zon sterk in elkaar draaiende magnetische golven aangetoond die mogelijk licht werpen op het raadsel van de hoge temperatuur van de zonnecorona. Deze wervelende magnetische golven of Alfvéngolven (genoemd naar de Zweedse nobelprijswinnaar Hannes Alfvén die ze in 1942 ontdekte) verplaatsen zich in een heet plasma langs de magnetische veldlijnen. Ze werden aangetoond door een groep astronomen onder leiding van David Jess van de Queen's Universiteit te Belfast met behulp van de grote Zweedse zonnetelescoop op La Palma.

De toename van de temperatuur van ongeveer 6000 graden aan het zichtbare oppervlak (de fotosfeer) boven de miljoen graden in de corona is nog steeds niet helemaal begrepen. Deze nieuwe observaties wijzen op een mogelijke oorzaak van dit fenomeen: de magnetische oscillaties van de Alfvéngolven breiden zich naar boven toe in de atmosfeer van de Zon uit met een snelheid van meer dan 20 km/s. Daarbij wordt volgens de onderzoekers genoeg energie meegenomen om het ijle plasma van de corona te verhitten.

Alfvéngolven worden veroorzaakt door het in de knoop raken van magnetische structuren in de atmosfeer van de Zon. Men kan ze ontdekken uit de periodieke snelheidsveranderingen. In dit geval bleken ze afkomstig van een klein (enkele duizenden km groot) gebiedje op het oppervlak van de Zon met een sterke concentratie in het magnetische veld. Deze concentraties zijn herkenbaar als heldere gebiedjes die in de orde van een uur lang zichtbaar blijven. De Alfvén golven zijn optisch niet direct zichtbaar. Men kan ze slechts afleiden uit de bewegingen van magnetische structuren in de zonsatmosfeer. (Science and Technology, 19 mrt 09)

#### Sporen van supernovae in Antarctica

Een internationaal team werkzaam op het Dome Fuji station op Antarctica heeft aanwijzingen gevonden dat er ongeveer duizend jaar geleden in de Melkweg een supernova-explosie moet hebben plaatsgevonden die onopgemerkt is gebleven. In de ijsmonsters die door boringen naar boven zijn gehaald, zijn namelijk in drie lagen sporen van verhoogde nitraatconcentraties aangetroffen. Nitraat ontstaat uit stikstofoxiden in de lucht, die op hun beurt kunnen ontstaan als de aardatmosfeer door de gammastraling van een supernova wordt getroffen.

Uit de analyse van deze drie lagen blijkt dat er twee lagen gekoppeld kunnen worden aan twee bekende supernovae, namelijk die uit de 1006 en die van 1054. Die laatste is de beroemde Krabnevel in het sterren-




 NewScientist



beeld Stier, die door Chinese astronomen werd opgetekend. De derde laag is gedateerd op 1060. Misschien is die supernova verschenen op het zuidelijk halfrond en daarom niet opgetekend. Ook kan de explosie zich hebben voorgedaan achter instellare stofwolken en was ze optisch niet zichtbaar. Om welk object aan de hemel het gaat is dan ook onduidelijk. Men verwacht in de komende jaren nog wel meer ontdekkingen van supernovae in het boorkernonderzoek op Antarctica en Groenland. Op sommige plaatsen kan men tot wel een miljoen jaar in het verleden teruggaan! (New Scientist website, 3 mrt 09)

### Lichtflits boven de Oostzee

 Op 17 jan 2009 zag men in Noord-Nederland, Noord-Duitsland en de Skandinavische landen een heldere vuurbol. Met een webcam in Zweden is er een film van gemaakt. De Duitse meteorietenjager Thomas Grau heeft nu een aantal meteorieten gevonden op het Deense eiland Lolland die mogelijk afkomstig zijn van dit object. Uit opnamen met camera's kon hij de richting bepalen en uit de geluiden die men had waargenomen kon geconcludeerd worden dat de resten niet in zee terecht waren gekomen. Het bleek om een vrij zeldzame soort meteoriet te gaan, een koolstofhoudende chondriet. Ongeveer vier procent van de gevonden meteorieten is van deze soort. De korst van de stenen is pikzwart en bestaat uit koolstof. Het inwendige bevat kleine lichtgekleurde bolletjes silicaten, die chondren worden genoemd. Waarschijnlijk zijn ze afkomstig uit de begintijd van het zonnestelsel en zijn ze in de loop van de tijd niet veranderd. Men moet nog onderzoeken of ze ook organische verbindingen bevatten. (T-Online, 14 mrt 2009)

### Meteorieten van inslag in Soedan

 In de Nubische woestijn in Soedan hebben onderzoekers enkele tientallen meteorieten gevonden, die waarschijnlijk afkomstig zijn van een kleine planetoïde die in okt 2008 in de aardse dampkring explodeerde. De vier meter grote mini-planetoïde, 2008 TC<sub>3</sub> geheten, werd op 6 okt ontdekt met de automatische camera van de Catalina sterrenwacht bij Tuscon (VS). Andere sterrenwachten vervolgden het spoor. De ontdekking gebeurde slechts twintig uur voordat het object met hoge snelheid de aardse dampkring in Noord-Soedan binnendrong en op 37 km hoogte explodeerde waardoor de brokstukken over een groot gebied werden verspreid. De Nederlandse meteoren-expert Peter Jenniskens, verbonden aan het SETI-instituut in Californië, zette samen met de Soedanese natuurkundige Muawia Shaddad een zoektocht naar

mogelijke restanten op touw. Die leidde tot de vondst van in totaal 47 kleine meteorieten met een totaal gewicht van bijna 4 kg. Onderzoek aan de meteorieten wijst uit dat ze uit zeldzaam ureiliet bestaan, een zeer poreus en koolstofrijk materiaal. Het gevonden materiaal wijst erop dat het aan zeer hoge temperaturen heeft blootgestaan, mogelijk ten gevolge van een inslag. Ook was het voor het eerst mogelijk de herkomst van het meteorietmateriaal zeer nauwkeurig te traceren, omdat de baan van de mini-planetoïde vóór de inslag nauwkeurig is bepaald. Er zijn aanwijzingen dat 2008 TC<sub>3</sub> een brokstuk is van de 2,6 km grote F-klasse planetoïde 1998 KU<sub>2</sub> die een soortgelijk spectrum heeft. De resultaten van het meteorietonderzoek zijn gepubliceerd in Nature van 26 mrt. (Carnegie Institution, 25 maart 09)

### TELESCOPEN

#### NWO-subsidie voor expertisegroep Allegro

Met een bedrag oplopend tot een half miljoen euro per jaar financiert NWO Exacte Wetenschappen (EW) de komende vijf jaar de expertisegroep Allegro. Deze groep ondersteunt astronomen bij de voorbereiding en verwerking van gegevens uit waarnemingen op de telescopen van de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) in Chili. Allegro biedt de Nederlandse wetenschap de kans zoveel mogelijk resultaat te halen uit de activiteiten op ALMA. De Allegro-groep gaat de gebruikers van ALMA ondersteunen bij het snel optimaliseren en interpreteren van hun data. De nieuw op te richten Nederlandse groep wordt gevestigd aan de Sterrenwacht in Leiden. De astronome Ewine van Dishoeck, directeur van NOVA is initiatiefnemer van Allegro.

ALMA gaat waarnemen in het submm gebied en kan de astronomen meer inzicht geven in het ontstaan van sterrenstelsels, sterren en planeten. De metingen kunnen alleen vanaf grote hoogten gedaan worden omdat de waterdamp in de lagere aardse atmosfeer waarnemingen te veel stoort. ALMA wordt daarom op dit moment in de Chileense Andes op een hoogte van 5000 meter gebouwd. Naar verwachting wordt ALMA in 2012 operationeel. ALMA is een mondiaal astronomisch samenwerkingsproject tussen Europa, Noord-Amerika en Japan. In totaal is er één miljard euro in het project geïnvesteerd. ALMA bestaat uit een serie van 66 antennes. De ontvangers voor de hoge frequentieband zijn in Nederland ontwikkeld en gebouwd door een consortium van de Nederlandse Onderzoeksschool voor Astronomie (NOVA), SRON en de TU Delft. (NWO, 25 mrt 09)



### Sterrenkijkdagen 2 t/m 5 april 2009

In het Internationaal Jaar van de Sterrenkunde is er wereldwijd van donderdag 2 tot en met zondag 5 april op veel plaatsen aandacht voor '100 uur sterrenkunde', waarbij het publiek, jong en oud, de gelegenheid wordt gegeven met telescopen sterren te kijken. In Nederland zijn daarom op die dagen de landelijke sterrenkijkdagen, dus dit keer ook op de donderdag. Zie de ruim 70 adressen op [www.sterrenkijkdagen.nl](http://www.sterrenkijkdagen.nl).

### Weekend van de Sterren: 4 en 5 april 2009

Tijdens het Internationaal Jaar van de Sterrenkunde 2009 organiseert de Nederlandse Astronomen Club (NAC) in samenwerking met de KNVWS, de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), NOVA en NEMO op zaterdag 4 en zondag 5 april 2009 de manifestatie 'Laat je verleiden door de sterren'. Die wordt gehouden in NEMO in Amsterdam van 10-17 uur. Daar worden ook de films 'De Melkweg ontrafeld' van Maarten Roos en '400 Years of the Telescope' van Kris Koenig vertoond. Zie: [www.jaarvandesterrenkunde.nl](http://www.jaarvandesterrenkunde.nl).

### 'Naar de sterren' bij Holland Doc van 4 t/m 10 april

In het kader van het Internationaal Jaar van de Sterrenkunde zendt het digitale kanaal Holland Doc diverse programma's uit over sterrenkunde. Vanaf 4 tot en met 10 april 2009 zijn op het digitale kanaal Holland Doc [www.hollanddoc.nl](http://www.hollanddoc.nl) en via livestreams op het internet diverse documentaires te zien:

- '400 Years of the Telescope' van Kris Koenig (over de uitvinding van de telescoop);
- In BLAST! volgt filmmaker Paul Devlin zijn broer Mark tijdens de lancering van een telescoop;
- 'Een vlekje tussen de sterren' van Rob van Hattum gaat over een scholier die door een grote telescoop mag kijken;
- 'De Melkweg ontrafeld' van Maarten Roos over de zoektocht naar de structuur van de Melkweg.
- Hubble, 15 jaar op ontdekkingstocht. De astronoom Bob Fosbury vertelt.
- In de BBC documentaire 'Bye bye planet Pluto' wordt uitgelegd waarom Pluto dwergplaneet moet heten.

### Sterrenkunde Olympiade

De derde editie van de Nederlandse Sterrenkunde Olympiade 2009 is van start gegaan. Nederlandse middelbare scholieren kunnen tot 11 april 2009 in een eerste ronde de opgaven maken die te vinden zijn op de website: [www.sterrenkundeolympiade.nl](http://www.sterrenkundeolympiade.nl).

### Vlaamse Sterrenkunde Olympiade 2009

De tweede editie van de Vlaamse Sterrenkunde Olympiade richt zich tot leerlingen van de derde graad

secundair onderwijs in Vlaanderen die geïnteresseerd zijn in sterrenkunde en aanverwante wetenschappen, of die gewoon deze uitdaging willen aangaan! De deadline voor het insturen is 15 april 2009. De opgaven van de olympiade zijn te vinden op de website: [www.sterrenkundeolympiade.be](http://www.sterrenkundeolympiade.be).

### Oort Lezing

Op dinsdag 21 april geeft prof. dr. Bruce Draine van Princeton University de twintigste Oort-lezing. De titel luidt: 'Cosmic Dust – Mother Nature's Galactic Beauty Powder'. De lezing wordt gehouden in het Groot Auditorium van het Academieggebouw van de Universiteit Leiden, Rapenburg 73 te Leiden. Gratis toegangskaarten zijn verkrijgbaar bij Liesbeth van der Veld, tel. 071-5275833 of via [vdtang@strw.leidenuniv.nl](mailto:vdtang@strw.leidenuniv.nl).

### Publiekslezing 'De Koepel'

Prof. dr. Henny Lamers spreekt op zondag 19 april om **17.30 uur** (let op: gewijzigde aanvangstijd!) over 'Het nieuwe heelal: Ontdekkingen door de Hubble-telescoop'. Deze lezing wordt herhaald op maandag 20 april om 19.30 uur.

Sinds de lancering in april 1990 heeft de Hubble-telescoop een schat van opnamen gemaakt. Door de hoge kwaliteit van de telescoop en door zijn baan ver boven de aardse dampkring kunnen niet alleen veel scherpere opnamen worden verkregen dan vanaf het aardoppervlak, maar ook in het nabije infrarood en het nabije ultraviolet. Dankzij Hubble hebben we antwoord gekregen op een aantal vragen over de kosmos. Maar er zijn veel meer nieuwe vragen bijgekomen! Op een aantal gebieden heeft de Hubble zelfs een revolutie in ons denken over de kosmos veroorzaakt. Locatie: Sonnenborgh – Museum & Sterrenwacht, Zonnenburg 2, 3512 NL Utrecht. Organisatie: Stichting 'De Koepel'. Toegang € 6,-. Reservering verplicht: tel 030-2311360, of: [coos.haak@dekoepel.nl](mailto:coos.haak@dekoepel.nl).

### KNVWS-Afdelingen

**Een aantal afdelingen doen mee aan de landelijke sterrenkijkdagen van 2 t/m 5 april 2009. Zie: [www.sterrenkijkdagen.nl](http://www.sterrenkijkdagen.nl)**

Alkmaar	24 apr, prof. dr. Ed van den Heuvel, Het heelal en de relativiteitstheorie, Wijkcentrum De Oever, Amstelstraat 1, 20 u
Amsterdam	21 apr, dr. Rien Dijkstra, Sterrenstof, de oorsprong van materie op Aarde, Weth. Verheij Sporthal, Polderweg 300, 20 uur
Arnhem	15 apr, dr. Peter Jonker, Neutronensterren en zwarte gaten in de Melkweg,



- |   |   |   |
|---|---|---|
| Breda                                       | De Coehoorn, Coehoornstr 17, 19.30 u<br>15 apr, Jac Brosens, Elementaire optica, De Overakker, Overakkerstraat 204, 20.00 uur.  | Sonnenborgh–Museum&Sterrenwacht, Zonnenburg 2, 20.00 uur.   |
| Delft                                       | 21 apr, dr. W. Boland, ALMA, Atacama Large Millimeter Array, TU gebouw Lucht en Ruimtevaart, Kluyverweg 1, 19.30 uur.   | Venlo, Jean Delsing 24 apr, prof. dr. Rens Waters, De vorming van sterren en planeten, Het Nieuwe Baken, Grote Kerkstraat 17, 19.30 uur.  |
| Den Bosch, Galaxis                          | 15 apr, dr. ir. P. Siegmund, Klimaatverandering in de afgelopen en komende 100 jaar, Henry Bayensstr. 3, Hintham, 20 uur.   | Zaanstreek 23 apr, Klaas Jan Mook, Intelligent leven en de Fermi paradox, publiekssterrenwacht Vesta, Zuideinde 195, Oostzaan, 20 uur.  |
| Den Haag                                    | 17 apr, H. Mizee, Klimaatveranderingen Keizerstr. 223, Scheveningen, 20 uur   | Zuid-Drenthe 17 apr, drs. E. Mathlener, Sterren en sterevolutie, De Weideblik, De Ploeger 10, Hoogeveen, 20 uur.  |
| Den Helder                                  | 17 apr, prof. dr. H. van Woerden, Radiotelescoop Dwingeloo, Cees Buining Sterrenwacht, Noorderhaven, 20.00 uur.   | Zuid-Holland Zuid, Christiaan Huygens 17 apr, Algemene ledenvergadering, waarneemavond, Streeknatuurcentrum Alblasserwaard, Matenaweg 1, Papendrecht, 20.30 uur.                                  |
| Eindhoven                                   | 23 apr, drs. Hans van der Meer, Zwaar-<br>tekraacht: Einstein in het heelal, Auditorium TU, Den Dolech 2, 19.30 uur   | Zuid-Limburg 18 apr, Jan Koeman, Poollicht, 24 apr, algemene ledenvergadering; eXplorion, Schaapkoeweg 95, Heerlen.   |
| Friesland                                   | 25 apr, Peter Louwman, Lord Rosse III en zijn reuzentelescoop, Eden Oranje-<br>hotel, Stationsweg 4, 15 uur, zaal open 14 uur met een voorprogramma van een van de leden. | Zwolle, Thales 23 apr, mevr. drs. A. Westenberg, Mars: van Robots naar Mensen, De Weijjenbelt, Campherbeeklaan 82, Zwolle-Berkum, 19.30 uur.  |
| 't Gooi                                     | 16 apr, jaarvergadering, drs. Hans van der Meer, Zwaartekraacht: Einstein in het heelal, Alberdingk Thijmcollege, Laapersveld 9, Hilversum, 20 uur.                       | <b>Jongerenwerkgroep</b><br>Jongerenkamp<br>9-13 apr, Paaskamp bij Eindhoven voor jongeren van 8 tot 14 jaar, informatie en opgeven bij Anna Latour, anna.latour@gmail.com of 06-45384811.        |
| Groningen                                   | 17 apr, Leon Koopmans, De lenswerking van een superzware melkwegcluster, Het Vinkhuys, Diamantlaan 94, 20 uur.  | Afd. Tilburg<br>17 apr, Ton Spaninks, telescopen, Sterrenwacht Tien-<br>desprong, G. de Wetstraat 31, Tilburg 19.30 uur.  |
| Leiden                                      | 23 apr, drs. Anne-Marie Weijmans, Duisternis in het heelal: donkere materie, Studentencentrum Plexus, Kaiserstraat 25, Leiden, 20.00 uur.                                 | Afd. Utrecht<br>25 apr, bijeenkomst, Sonnenborgh – Museum en Ster-<br>renwacht, Zonnenburg 2, 14.00 uur.  |
| Rotterdam                                   | 17 apr, lezing, Nenijs, Bentincklaan, 19.30 uur.  | <b>Sterrenwachten</b><br><b>Veel sterrenwachten doen mee aan de landelijke sterrenkijkdagen van 2 t/m 5 april 2009. Zie: <a href="http://www.sterrenkijkdagen.nl">www.sterrenkijkdagen.nl</a></b> |
| Tilburg                                     | 7 apr, aandacht voor het Apolloproject in het kader van 40 jaar maanlanding, Natuurmuseum Brabant, Spoorlaan 434, Tilburg, 20 uur.  | Almere, Sterrenwacht Almere<br>7 apr, drs. Edwin Mathlener, Grote optische telesco-<br>pen, Plein 44-46, Almere-Haven, 20.00 uur.   |
| Triangulum (Apeldoorn, Deventer en Zutphen) | 16 apr, J.M. Kruijssen, Bolvormige sterrenhopen, school 'De Kosmos', Voldersdreef 301, Apeldoorn, 19.30 uur.  | Burgum, Streekmuseum/ Volkssterrenwacht<br>3 apr, film van de maand: Hubble final frontier.   |
| Twente                                      | 7 apr, Algemene ledenvergadering, Volkssterrenwacht Coenraad ter Kuile, Twentse Welle, Het Rozendaal 11, Enschede, 19.30 uur.   |   |
| Utrecht, Minnaert                           | 21 apr, dr. H. Olthof, ESA en haar Wetenschappelijk Programma,  |   |



9 apr, waarneemavond, Ad van Riessen, Landschap-  
pen terrestiaanse werelden.

Zie: [www.volkssterrenwachtburgum.nl](http://www.volkssterrenwachtburgum.nl).

Bussloo, Volkssterrenwacht Bussloo

3 apr, 20 uur: Alex Scholten, De voorjaarshemel en de  
maan, 21 uur: Jan Teule, De planeet Saturnus.

4 apr, 16 uur: Hendrik Beijeman, Onze ster, de zon, 17  
uur: Alex Scholten, Kometen maken, 20 uur: Alex  
Scholten, de voorjaarshemel en de maan, 21 uur: Jan  
Teule, De geringde planeet Saturnus.

10 apr, Casper ter Kuile: Fotografie van de  
Sterrenhemel. 17 apr, Coen van Putten: Ceres en  
andere kleine hemellichamen. 24 apr, Hendrik  
Beijeman over Witte Dwergen en Zwarte Gaten.

Zie: [www.volkssterrenwachtbussloo.nl](http://www.volkssterrenwachtbussloo.nl).

Overveen, Volkssterrenwacht Copernicus,

16 apr, drs. R.H.A. de Jong, Mars een bewoonbare  
planeet? 20.00 uur. [www.sterrenwachtcopernicus.nl/](http://www.sterrenwachtcopernicus.nl/)

### Overige instellingen

Museum Boerhaave, Leiden

T/m 19 apr 2009, tentoonstelling: De Telescoop.  
Lange St. Agnietenstraat 10, Leiden. Zie: [www.museumboerhaave.nl](http://www.museumboerhaave.nl).

KNMI colloquia

Buys Ballotzaal van het KNMI, De Bilt, 15.30 uur.

2 apr, ir. Schalk Jan van Andel, Neerslagvoor-  
spellingen bij operationeel waterbeheer.

9 apr, Albrecht Weerts en Wilbert Berendrecht,  
Drought Forecasting System of the Netherlands.

16 apr, drs. Rob Groenland, Het ontstaan van hozen  
en tornado's in Nederland.

Stichting Weer- en Sterrenkunde Eemsmond

1 apr, prof. dr. R.H.P. Kleiss, Anti-materie, Restaurant  
Nefertari, Wijkstraat 68, Appingedam. Aanvang:  
19.30.

Astra Alteria

27 apr, prof. dr. H. Lamers, Speuren naar leven in het  
heelal, Cultureel Centrum Stroud, Brinkstraat 91,  
3881 BP Putten, 20 uur.

Groningen, Academiegebouw RUG.

28 mei, Hendrik de Waardlezing door prof. Robert  
Kennicutt, The invisible Universe revealed. Meer infor-  
matie: [hdw.fmf.nl](http://hdw.fmf.nl)

### Aanbiedingen van Stichting 'De Koepel'

Deze lijst geeft een overzicht van producten die Stich-  
ting 'De Koepel' thans in de aanbieding heeft. U kunt  
deze producten bekijken en afhaken bij Stichting 'De  
Koepel', Zonnenburg 2 te Utrecht. De openingstijden  
zijn van maandag tot en met vrijdag van 9.30 tot 16.30  
uur. De gewenste producten kunt u ook telefonisch  
(tel. 030-2311360) of via e-mail bestellen. Zij worden  
u dan met een nota toegezonden. Bij boeken: reken  
op € 2,50 tot € 7,- portokosten, afhankelijk van het  
gewicht. Bij meerdere producten zijn de verzendkos-  
ten uiteraard hoger, maar relatief voordeliger.

Het kan voorkomen dat de gewenste producten niet  
meer voorradig zijn. Informeer daarom eerst voordat u  
bestelt: telefonisch 030-2311360 (ma t/m vr 9.30 tot  
16.30 uur) of per e-mail.

Zie ook de on-line winkel en de lijst met tweedehands  
produkten: [www.dekoepel.nl/levprgr-2ehands.html](http://www.dekoepel.nl/levprgr-2ehands.html)

Onderstaande lijst toont producten met verlaagde prij-  
zen, exclusief de verzendkosten.

### Aanbiedingen boeken

Baker, Uitvindingen uit de ruimte, 128 blz., € 7,50

Berg v.d., In hoger sferen, 192 blz., € 5,-

Bone, Meteors, 175 blz., € 8,50

Brunier, Space Odyssey, 190 blz., € 14,-

Burillier, Hands-On Astronomy, 128 blz., € 10,-

Burnham, Star and Sky, 224 blz., € 9,-

Burroughs, Climate into 21st Century, 240 blz. € 17,-

Cassé, Stellar Alchemy, 242 blz., € 15,-

Clark, Redshift, 197 blz., € 10,-

Crossen & Tirion, Binocular Astronomy, 182 blz. € 20,-

Dickinson & Newton, Splendors of the Universe, 144  
blz., € 8,50

Doom, Astrologie kritisch bekeken, 76 blz., € 2,-

Espenak & Meeus, Five Millenium Canon of Lunar  
Eclipses: -1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE), 680  
blz., Five Millenium Catalog of Lunar Eclipses: -1999  
to +3000 (2000 BCE to 3000 CE), 278 blz., Five  
Millenium Catalog of Solar Eclipses: -1999 to +3000  
(2000 BCE to 3000 CE), 278 blz., samen € 20,-

Freeman, Storms in Space, 139 blz., € 10,-

Forget, Mars, verslag v. andere wereld, 226 blz. € 15,-

Greenler, Chasing the Rainbow, 225 blz., € 10,-

Hardy, Hardware, 128 blz., € 13,-

Hodge, Higher than Everest, 255 blz., € 10,-

Horvitz, Logboek Ruimte, 224 blz., € 7,50

Horvitz, Logboek Weer, 224 blz., € 7,50



Heijboer en Nellestijn, Klimaatatlas van Nederland, 182 blz., € 19,-  
 Kammerer, Kometen beobachten, 306 blz, Duitse pocket, € 6,50  
 Kitchin, Photo-Guide to Constellations, 149 blz., € 6,-  
 Koppeschaar, De maan, 139 blz., € 3,50  
 Kuiper, 't Weer Zien 2002-2003, 128 blz., € 5,-  
 Kuiper, Wat een weer!, 143 blz., € 12,-  
 Lachièze-Rey e.a., The Cosmological Background Radiation, 247 blz., € 8,-  
 Lafferty, De Ruimte, 108 blz., € 3,-  
 Levy, Sharing the Sky, 308 blz., € 4,-  
 Littmann, The Heavens on Fire, 288 blz., € 10,-  
 Longair, Our Evolving Universe, 185 blz., € 5,-  
 Loore, De, Een Zoo van dubbelsterren, 119 blz., € 3,-  
 Lynch, The Weather, 240 blz., € 10,-  
 May, Moore, Lintott, Bang! The complete history of the universe, 192 blz., € 20,-  
 O'Dell, The Orion Nebula, 192 blz., € 11,-  
 Parker, Satellieten nu en in de toekomst, 32 blz (voor de jeugd), € 3,-  
 Pasveer, Het nieuwe zonnestelsel, 80 blz., € 2,-  
 Pasveer, The Fate of Planet Earth - Present and Future, 84 blz., € 4,-  
 Radevsky, Verken de ruimte, 8 blz., € 5,50  
 Ridpath & Tirion, The Monthly Sky Guide, 64 blz., € 4,-  
 Silk, A Short History of the Universe, 246 blz., € 15,-  
 Sparrow, Universe and how to see it, 224 blz, € 15,-  
 Spektrum der Wissenschaft, Die Trabanten der Sonne, € 3,50  
 Steel, Doelwit aarde, 160 blz., € 7,50  
 Sterne und Weltraum, Das junge Universum, € 3,50  
 Sterne und Weltraum, Gravitation, Urkraft des Kosmos, € 3,50  
 Stern, Our Universe, 160 blz., € 9,-  
 Stern, Our Worlds, 172 blz., € 10,-  
 Taylor, Destiny or Chance, 256 blz., € 7,-  
 Taylor, The Cambridge Photographic Guide to the Planets, 305 blz., € 20,-  
 Thompson, Visions of the future, 237 blz., € 11,50  
 Turner, Expedition Mars, 321 blz., € 16,-  
 Traa, Hemelbestormers, 238 blz., € 4,-  
 Ulivi, Lunar Exploration, 363 blz, € 16,-  
 Wat, Het heelal, 32 blz., € 4,95  
 Weickmann, Reiseführer Astronomie, 232 blz., € 10,-

**Aanbiedingen diaseries**

Viking mission to Mars (20 dia's) € 8,- bestelc. AC 16  
 Ancient life on Mars (40 dia's) € 16,- bestelcode Slife  
 Die Magnetosphäre (20 dia's) € 8,- bestelcode T 203  
 Earthquakes (20 dia's) € 8,- bestelcode NG 647  
 Bovengenoemde prijzen van diaseries zijn afhaalprijzen. Portokosten € 2,50 per serie.

**Aanbiedingen DVDs**

Cosmos, Carl Sagan, doos met 7 DVD's van de televisie, Engels gesproken, € 49,95.

**Recent verschenen:**

**De Levens van Galileo.** Vermakelijk en leerzaam stripboek. Een reis door de geschiedenis van de sterrenkunde in zes episoden onder leiding van Galileo Galilei. In Babylonië leert hij de sterrenhemel, in Alexandrië de omtrek van de aarde, aan de Ganges de draaiing van de aarde om haar as, in Venetië de ontdekking van de telescoop, in Greenwich komt hij Newton en Halley tegen. In 2009 vertelt hij in de klas over het belang van sterrenkunde. Prijs € 9,95. Met verzendkosten € 12,50. Bij afname van 10 ex. of meer is korting mogelijk. Te bestellen via tel. 030-2311360 of via e-mail: [bestellingen@dekoepel.nl](mailto:bestellingen@dekoepel.nl); of via de website: [www.dekoepel.nl/winkel](http://www.dekoepel.nl/winkel).

**Galileoscoop**

De Galileoscoop is een eenvoudig bouw pakket voor een echte astronomische kijker. Hij is ontwikkeld in het kader van het Jaar van de Sterrenkunde 2009 om zoveel mogelijk mensen de gelegenheid te geven met een echte telescoop de sterrenhemel te bestuderen. In de loop van mei komt de kijker beschikbaar in Nederland. Zie: [www.dekoepel.nl/Galileoscoop.html](http://www.dekoepel.nl/Galileoscoop.html)

