

# Rob's Nieuwsbrief

over sterrenkunde en het heelal

mei 2015

## De rust weergekeerd

### Eclipsbrilletjes

De rust is, na de spannende eclipsbrillenverkoop van de verkoop in februari en maart, weer teruggekeerd. Wel jammer overigens, want het heeft dit jaar voor ons bedrijfje bij voorbaat al helemaal goed gemaakt!

En het is nog niet over, want een goede klant, de Blaauw Sterrenwacht in Groningen, wilde er nogmaals duizend bestellen. De voorraad was nagenoeg op, dus er zijn er weer 5000 in bestelling met ons logo erop. Op 9 maart 2016 is er een totale zonsverduistering te zien in onder andere Indonesië. Misschien is er interesse onder de toeristen die op vakantie gaan naar de Gordel van Smaragd. Als iemand een tip heeft...

### Veel te doen

De komende maanden heb ik veel te doen. De nieuwe bouwplaten moeten af en in druk. Vervolgens begin ik met een boekje dat ik maak met Prof. Henny Lamers, emeritus hoogleraar astronomie. Henny heeft een serie boekjes gemaakt in een eenvoudige uitvoering, op A5 formaat. Ze zijn leuk geschreven en ik vond zijn boekje *De oerknal en het uitdijend heelal* een erg goede aanvulling op mijn boeken van de serie *Genieten van de sterrenkunde*. In het laatste deel van die serie behandel ik de oerknal wel maar heel summier.

Op mijn voorstel om er een boek van te maken zoals de drie genoemde, mooi vormgegeven en gedrukt in een glossy kwaliteit, ging hij meteen enthousiast in. Het idee is dat ik zijn tekst splits in algemene zaken als de bepaling van afstanden in het heelal, en het feitelijke onderwerp. Ik schrijf dan het algemene deel en Henny's tekst wordt dan minder 'afgeleid' door sprongen naar de ontwikkeling op andere gebieden, en daardoor nog beter leesbaar. Ik heb er heel veel zin in!

### Planetenpad

Het derde project betreft het *Zonnestelselmodel*. Veel lezers zullen het al kennen: mijn schaalmodel van het zonnestelsel op schaal 1:100 miljard. Het bestaat (voor wie het niet kent) uit zestien kaartjes, met algemene informatie in tabelvorm en op de achterkant een verhaal over het object in kwestie. Die kaartjes kun je op de aangegeven afstanden van de kaart van de zon plaatsen (ophangen aan de muur of stokken, of met de standaardjes neerzetten) en zo krijg je dan een goed beeld van de afstanden en afmetingen in het zonnestelsel, en daarbuiten. Het is dus in feite een schaalmodel - of Planetenpad - en beknopte encyclopedie van het zonnestelsel in één!

### Ontwikkeling

Het Zonnestelselmodel is in 2003 gedrukt, vóórdat veel objecten die we nu kennen waren ontdekt. Dus ook voordat Pluto (geheel terecht) werd verplaatst van onderaan in de 'eredivisie' naar bovenaan in de 'eerste divisie'. In de loop der jaren maakte ik extra kaartjes, waaronder een nieuwe voor Pluto, die men gratis van onze website kan downloaden. Ook mijn behoefte om meer te kunnen laten zien met het schaalmodel dat ik gebruik bij lezingen en cursussen leidde tot nieuwe kaartjes. Zo heb ik kaartjes voor de planetoïden Vesta (aan de binnenkant van de Planetoïdengordel) en Hermione (buitenkant) toegevoegd om de grenzen van die gordel te kunnen illustreren.

De bodem van de voorraad is al enige tijd in zicht. Enkele jaren geleden heb ik de eerste nieuwe ontwerpen gemaakt, maar het zijn vrij dure producten en het budget ontbrak steeds. Niet alleen kon ik het Zonnestelsel zo niet vernieuwen, ik liep zelfs de kans zonder voorraad te komen zitten! Ik kan er niet goed tegen als ik 'nee' moet verkopen. Dit jaar zou dan het einde kunnen betekenen van een van mijn meest bijzondere en geliefde producten. En toen... waren daar de eclipsbrilletjes. Daardoor kreeg ik de mogelijkheid het Zonnestelselmodel nieuwe stijl te gaan uitbrengen. Dat zal dit najaar gebeuren, als ook meer over Pluto bekend is.

### De sets

Door de ontdekking van zoveel nieuwe objecten en de evolutie van mijn eigen visie op de mogelijkheden van het schaalmodel is het niet meer mogelijk alles in zestien kaartjes onder te brengen. (wordt vervolgd op pagina 6)

Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- ★ Nieuws en leuke weetjes over het heelal;
- ★ Leuke, leerzame lesactiviteiten voor scholen;
- ★ Nieuws over Rob Walrecht Productions;
- ★ Speciale aanbiedingen.

Je kunt je aan- of afmelden via [www.walrecht.nl](http://www.walrecht.nl).

### Schaalmodel komeet

In alle drukte van de afgelopen maanden ben ik glad vergeten te melden dat ik in februari een prachtig cadeau kreeg van Detlef Koschny, van Estec: een schaalmodel van de komeet 67P/Tsjerjoemov-Gerasimenko - of de Rosetta komeet. Ik ben Detlev erg erkentelijk! Het is een mooie aanvulling op mijn collectie schaalmodellen en globes. (Overigens heb ik een 3D model laten maken van Vesta! Daarover later.)

**Hieronder:** het schaalmodel van de Rosetta komeet. De zwarte kleur is niet voor niets: de komeet is erg donker. Het albedo (zie de nieuwsbrief van maart) is 0,06: slechts 6% van het zonlicht wordt gereflecteerd. Dat is vergelijkbaar met asfalt.



### Zonachtige sterren

Bij de zoektocht naar planeten die mogelijk leven herbergen is de keuze van het type ster belangrijk. Het gaat om de **hoofdrekssterren** (sterren die in hun kern waterstof fuseren tot helium; zie Robs Nieuwsbrief van september 2014). Reuzen en superreuzen zijn stervende sterren, die zo in grootte toenemen dat alle planeten in de buurt worden verzwoegen. En witte dwergen zijn dode sterren; daar is dat hele stervensproces al achter de rug. Maar ook niet alle hoofdrekssterren zijn interessant voor dit doel.

Sterren van enkele spectraalklassen worden het meest geschikt geacht voor een leefbare zone: de warmere K sterren, alle G-sterren (zoals de zon) en de koelste F-sterren. De temperaturen van die sterren liggen tussen 3700 en 6700°C. Het gaat om tussen 5 en 10% van alle sterren in onze buurt. Van de 150.000 geselecteerde sterren zijn er 90.000 van de G-klasse.

Er zijn overigens ook wel M-dwergen (rode dwergen) met planeten hebben, maar of zij ook een leefbare zone hebben is nog de vraag. De zon is een G-ster.

### Waarom K en G sterren?

Deze sterren leven tenminste enkele miljarden jaren, zodat eventueel leven de kans zou krijgen te evolueren. De veel heterere A-, B- en O-sterren geven veel meer straling af, waaronder meer schadelijke UV-straling, én leven korter dan 1 miljard jaar, in sommige gevallen korter dan 10 miljoen jaar! Dat zou te kort zijn om leven een kans te geven.

### Bad Astronomy website:

[www.slate.com/blogs/bad\\_astronomy.html](http://www.slate.com/blogs/bad_astronomy.html)

**Foto:** Jupiter, in december 2000 gefotografeerd door de Cassini die onderweg was naar die andere gasreus, Saturnus.

## Jupiter, the destroyer

### Bad Astronomy

Phil Plait is een Amerikaanse astronoom en een bekende wetenschaps-blogger, met de website Bad Astronomy (zie kader). Daarop stelt hij (onder andere!) alle onzin in films en de media aan de kaak, en maakt hij korte metten met pseudo-wetenschappelijke nonsens als de vermeende planeet Nibiru ('Planeet X'), en dat NASA de maanlandingen in scene gezet zou hebben.

Ik kwam een artikel van hem tegen op die site over de rol die Jupiter speelde in de vorming van de andere planeten. Het is een erg interessante hypothese en gebruik zijn verhaal graag als basis voor dit artikel, waarbij ik hem nu en dan aanhaal.

### Exoplaneten

We kennen nu bijna 2000 bevestigde planeten in ongeveer 1200 planetenstelsels - exoplaneten. Bijna 500 van die stelsels bestaan uit meer dan één planeet, 200 uit meer dan twee planeten.

De ruimtetelescoop Kepler is speciaal bedoeld om in ons stukje van de Melkweg exoplaneten ter grootte van de aarde te vinden, in de zogenaamde **leefbare zone** (waar vloeibaar water kan bestaan). Met die gegevens kan men een schatting maken van hoeveel miljard sterren dat soort planeten hebben. We hebben het hier over planeten die leven zouden kunnen herbergen! Kepler heeft slechts een fotometer waarmee hij heel nauwkeurig het licht van 150.000 **hoofdrekssterren** kon bepalen (zie Robs Nieuwsbrief van september 2014). Door dat regelmatig (elke 30 minuten) te doen en te vergelijken met eerdere opnamen kun je merken als er een planeet voor de ster is langs getrokken (je moet de banen van het planetenstelsel dus van opzij zien). Die kans is voor een planeet met de grootte van de aarde en dezelfde afstand tot de ster ongeveer 0,5%! Zo'n planeet zorgt, als hij voor een zonachtige ster trekt, voor een tijdelijke vermindering van het sterlicht in de orde van 0,01%.

Kepler is gericht op het deel van de sterrenhemel tussen de ZWAAN, de LIER en de DRAAK. De 150.000 geselecteerde sterren (zie kader) worden allemaal tegelijk in de gaten gehouden! De telescoop is ontworpen om planeten te vinden die 30 tot 600 maal minder massa hebben dan Jupiter, een range waar de aarde in valt.

Kepler heeft nu ruim de helft van alle nu bekende exoplaneten gevonden, plus 3200 onbevestigde 'kandidaat' exoplaneten.

Twee van de sterren met planeten hebben een stelsel van minstens zeven planeten (de zon heeft er, zoals je weet, acht). Het zijn Kepler-90 en HD 10180 (sterren worden naar hun ontdekker genoemd, zoals de Kepler, of naar hun code in een catalogus: 'HD' staat voor Henry Draper Catalogue, een door deze man samengestelde sterrencatalogus uit 1918-1924).

### Vreemd zonnestelsel

Als we al die planetenstelsels met elkaar en met het zonnestelsel vergelijken valt er meteen iets op: het zonnestelsel is vreemd!

Veel van de onderzochte sterren hebben grote gasreuzen in een baan die heel dicht bij de ster ligt. We noemen dat 'hot Jupiters', omdat zij natuurlijk erg door de ster worden verhit. Er ook 'hot Neptunes' en 'hot Earths': allemaal planeten met een baan die heel dicht bij hun ster ligt. Daarnaast ook 'super Earths': rotsplaneten die groter zijn dan de aarde.

Veel planetenstelsels zijn erg compact. De ster Kepler-11 heeft zes planeten (qua massa tussen de aarde en Neptunus in liggend), allemaal binnen de afstand waarop Venus van de zon ligt. Bij ons ligt Jupiter op een afstand van meer dan vijf maal de afstand van de aarde tot de zon. Die hete planeten hebben waarschijnlijk dikke atmosferen.

### Waarom is ons zonnestelsel anders?

Het antwoord is: Jupiter. Onze grootste planeet is nu onze beschermer, maar in het vroege zonnestelsel was dat wel anders.

Toen het zonnestelsel erg jong was, een paar miljoen jaar, bestond het uit de zich vormende Zon met daaromheen een grote schijf van stof en gas, de **protoplanetaire schijf**. In die schijf gingen deeltjes samenklonteren tot steeds grotere deeltjes, brokjes, brokken, rotsblokken. Tot de bouwstenen van de planeten en hun manen. Jupiter ontstond als eerste planeet, niet ver van de plek waar hij nu staat (we hebben het dan over zijn baan, zijn afstand tot de zon).



### Migratie

Jupiter bleef daar echter niet. Hij ging aan de wandel, richting de zon.

Dat is niet iets nieuws. Al een aantal jaren geleden werd duidelijk dat de grote planeten in het vroege zonnestelsel van baan gingen veranderen, een proces dat *migratie* wordt genoemd (in mijn boek *Genieten van het zonnestelsel* heb ik dat uitgebreid beschreven). Dat kwam bij Jupiter omdat hij werd afgeremd door het vele losse materiaal in de (*proto-planetaire*) schijf rond de zon. In feite was het de zwaartekracht van Jupiter die reageerde op met dat materiaal. Daarbij werd dat materiaal, waaronder zich vormende objecten (planetesimalen, tot honderden km groot), naar de zon geslingerd. Materiaal voldoende om tien tot twintig 'Aardes' te maken ging zo mogelijk verloren tegen de tijd dat Jupiter op een afstand was van 230 miljoen km van de zon (waar Mars nu is).

### Saturnus

Die beweging naar binnen toe werd gestopt door een proces dat we **baanresonantie** noemen: als de omlooperperiodes van twee objecten in een 'mooie' verhouding staan. Bij Jupiter en Saturnus was dat 1:2. Dat betekent dat in de tijd die Saturnus nodig had om één rondje om de zon te volbrengen, Jupiter er twee had afgelegd. In zo'n geval gaan hemellichamen een periodieke zwaartekrachtinvloed op elkaar uitoefenen en dat leidt meestal tot een instabiele situatie. De beide planeten zullen hun baan zo veranderen dat de resonantie verdwijnt.

Zo trok Saturnus aan Jupiter, en ging de laatste van de zon af bewegen, tot zijn huidige positie. Zie het kader voor wat er vervolgens gebeurde.

### Kleine planeten bij de zon

Het gevolg van Jupiter's beweging naar de zon toe was dat er minder materiaal was overgebleven voor de planeten Mercurius, Venus, Aarde en Mars. Die zijn daarom klein gebleven. Zij vormden 100 tot 200 miljoen jaar na de zon, nadat Jupiter als een olifant in de porseleinkast tekeer was gegaan.

Het gevolg was dat ons zonnestelsel er heel anders uitziet dan de meeste andere stelsels.

### Als...

Als Saturnus er niet was geweest zou Jupiter dichter naar de zon zijn bewogen en had hij het binnenste deel van het zonnestelsel helemaal schoongeveegd. Zonder materiaal in de protoplanetaire schijf dat zijn baan verder had kunnen veranderen zou hij dicht bij de zon zijn gebleven: hij zou een 'hete' Jupiter zijn geworden. Dat is wat we bij veel andere planetenstelsels zien.

### Super-Aardes

Men denkt dat 'super-Aardes' zich heel snel kunnen vormen, misschien in een miljoen jaar. Dat kan ook in ons zonnestelsel zijn gebeurd, maar Jupiter verstoorde hun banen en mikte ze in de zon. De ons bekende rotsplaneten vormden zich pas veel later.

Phil Plait: 'De schoonheid van dit model is óók dat het niet alleen verklaart wat we zien maar dat we ook voorspellingen kunnen doen'. Als we bijvoorbeeld een exoplanetair stelsel zien met veel super-Aardes dicht bij hun ster, dan zouden we geen 'Jupiter' op grotere afstand moeten tegenkomen. In dat laatste geval zou hij immers alle kleinere, binnenste planeten hebben vernietigd.

Als er wel een 'Jupiter' op grotere afstand tot de ster is dan mag je verwachten dat:

1. er nog een tweede grote planeet is, met minder massa maar nog verder van de ster (als hij zwaarder is wordt HIJ de 'baas');
2. er kleinere planeten, geen super-Aardes, in het binnenste deel van het stelsel voorkomen. Of helemaal niets omdat al het materiaal al is vernietigd.

### TESS

We kunnen dit nu nog niet testen maar als TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), die in 2017 wordt gelanceerd, eenmaal resultaten oplevert over 500.000 (!) G- en K-sterren, is het mogelijk de hypothese te testen. Men verwacht zo'n 3000 nieuwe exoplaneten te zullen vinden met TESS.

Om met Phil Plait te eindigen: 'And here's the best part: By studying other solar systems we learn more about ours'.

### Late Zware Bombardement

Toen Saturnus en Jupiter 3,8 miljard jaar geleden in een baanresonantie kwamen en Jupiter naar buiten ging bewegen, gingen de twee ijsreuzen, Neptunus en Uranus, ook verder van de zon bewegen. Daarbij kwamen ze in het gebied van de Kuiper-gordel, waar ze miljoenen ijsdweren wegjoegen, naar het binnenste zonnestelsel. Die objecten sloegen in op de planeten en hun manen, waar ze enorme kraters (inslagbasins) veroorzaakten, zoals de maanzeeën.

Neptunus en Uranus wisselden tijdens dat hevige proces stuivertje, zodat Neptunus de buitenste planeet werd. Die situatie duurde maar liefst 300 miljoen jaar. We noemen dit het Late Zware Bombardement (Jupiter had al een vroeger bombardement veroorzaakt).

**Foto:** vroeger dacht men dat de donkere vlekken op de maan zeeën en oceanen waren: maanzeeën. Niet zo vreemd, want de aarde had immers ook oceanen! Door de telescoop en de ruimtevaart weten we nu dat er geen vloeibaar water is op de maan. Maar de maanzeeën waren wel ooit vloeibaar: ze waren gevuld met gesmolten gesteente uit het binnenste van de maan, dat de enorme kraters opvulde!



**Linksboven:** dwergplaneet Ceres, door Dawn gefotografeerd op 1 maart.

**Daaronder:** Dawn maakte deze opnamen van Ceres op 25 februari 2015, van 40.000 km afstand. De resolutie is ongeveer 3,7 km per pixel.

**Linksonder:** Ceres' oppervlak is bedekt met inslagkraters in alle soorten en maten. Hier een mozaïek van foto's, gemaakt op 19 februari, verwerkt tot een soort kaart. We zien natuurlijk niet het hele oppervlak van Ceres want de helft is in de schaduw. Wel zie je duidelijk de mysterieuze heldere witte plekken, vermoedelijk blootgekomen ijslagen. We zien ze in of bij kraters, en men heeft nog geen idee hoe ze zijn ontstaan. Daarvoor moeten we wachten tot Dawn met meer, gedetailleerdere foto's komt. Deze foto is overigens gelijk aan de versie in 'omgekeerde kleuren', die ik op pagina 6 beschrijf.

**Rechtsonder:** Mercurius, in 2008 gefotografeerd door de sonde Messenger.

## Dawn en Ceres

### Geleidelijk in cirkelbaan

Op 6 maart kwam Dawn in een baan om Ceres, de dwergplaneet en grootste planetoïde. Sindsdien volgt de ruimtesonde een ingewikkelde serie manoeuvres om uiteindelijk in een meer cirkelvormige polaire baan rond Ceres te komen. Een baan over de polen van een hemellichaam kost altijd meer tijd dan een gewone baan in het vlak van de equator. Alle systemen en instrumenten van het toestel zijn in blakende gezondheid.

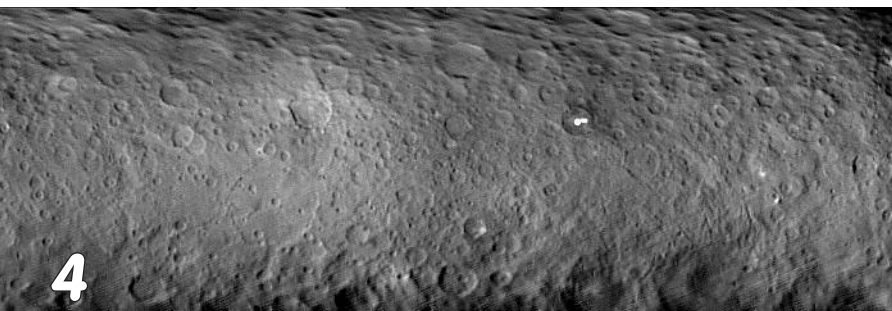
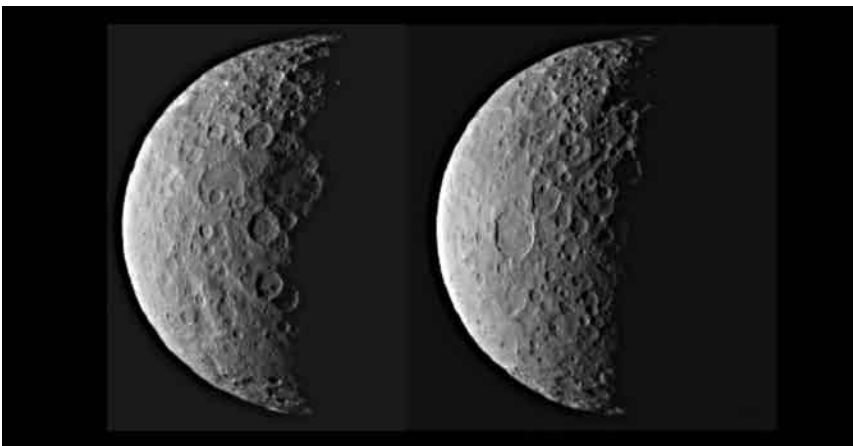
Dawn's baan is nu (6 april) op 42.000 km boven Ceres en die hoogte neemt geleidelijk af tot de eerste *science orbit* op 13.500 km, op 23 april. Later zal Dawn deze kleine wereld tot zelfs 1500 km naderen.

De volgende foto's zullen worden gemaakt voor navigatiedoelstellingen, op 10 en 14 april. Na de eerste analyse door de wetenschappers komen ze op internet! Ceres zal dan als een smalle sikkel te zien zijn, vergelijkbaar met de foto van 1 maart (zie hieronder), maar met anderhalf maal grotere resolutie.

In de eerste *science orbit* begint Dawn met het echte werk, de *prime science campaign*.

Begin mei zullen we foto's te zien krijgen die ons eindelijk een goed beeld geven van het oppervlak van de dwergplaneet. Dat geldt ook voor de mysterieuze heldere vlekken die tot ieders verbeelding spreken. Detailopnamen zullen toch moeten leiden tot een goede verklaring!? Op 10 april zijn de vlekken niet in beeld, op 14 april is het nog zeer de vraag of ze in beeld komen.

De *prime science campaign* duurt tot 9 mei, waarna de sonde in een spiraalvormig traject naar een lagere baan zakt. Dawn kan dan dus van dichtbij opnamen maken.



## Mercurius

### Ruw einde van Messenger-sonde

Eind april zal er een einde komen aan het 'leven' van de Mercurius-verkenner *Messenger*. Het toestel al dan te pletter slaan op het noordelijk halfrond van de kleinste planeet.

Op 18 maart was de vierde verjaardag van het moment dat *Messenger* in een baan rond de binnenste planeet kwam. Dat was overigens niet het begin van haar verkenning van Mercurius, want in 2008 en 2009 was ze al drie maal langs de planeet gescheerd.

Het toestel doet het nog prima maar er is een ander probleem: de brandstof is op! Die brandstof wordt verbruikt door de stuurkietten, of *thrusters*. Daarmee wordt de baan steeds iets gecorrigeerd, nodig om *Messenger* stabiel in een sterk elliptische baan rond de planeet te houden. Als de brandstof op is kan die baan niet meer worden bijgesteld en komt de sonde steeds dichterbij de planeet. Tot zij té dicht bij komt...

Om de missie zo lang mogelijk te rekken ging men het helium gebruiken waarmee de brandstof en oxidant naar de stuurkietten worden gestuwd. Dat helium staat onder hoge druk en kan dus ook stuwkracht opleveren (als een opgeblazen ballon die je loslaat; zie ook Robs Nieuwsbrief van december-januari). Als het laatste beetje helium op is, is het einde van de 500 kilo zware *Messenger* dichtbij. Tot die tijd blijft de planeetverkenner geweldige resultaten opleveren. De waarnemingen van het afgelopen jaar zijn al veel gedetailleerder dan die van de jaren daarvoor. Dat geldt niet alleen voor de camera's maar voor alle instrumenten. Hopelijk kan een van de belangrijkste vragen worden beantwoord: hoe en waarom Mercurius de 'Ijzerplaneet' werd. Mercurius heeft namelijk een ongewoon grote kern die voor een zeer groot deel uit ijzer bestaat. Die kern is met ongeveer 3600 km diameter ongeveer zo groot als onze maan, terwijl Mercurius 4880 km in diameter is. Dat is 42% van het volume van de planeet. Bij de aarde is de kern ruim 2400 km in diameter (17% van het volume).



## So Happy Together

### Een paartje witte dwergen

Astronomen hebben een paar witte dwergen ontdekt in het hart van een planetaire nevel met verrassend veel massa en op een verrassend kleine afstand tot elkaar. Een witte dwerg is het restant van een ster met de massa van de zon (zie kader; zie mijn nieuwsbrief van september 2014 voor meer over sterren).

Men weet al lang dat witte dwergen gas kunnen stelen van andere sterren, waarbij ze dus weer groeien. Daarbij kunnen spontaan kernfusie-reacties plaatsvinden, waardoor zo'n ster in de loop van enkele eeuwen een aantal malen kan opvlammen. Dat noemen we een **nova**.

### Supernova!

Als een witte dwerg voldoende waterstof van de andere ster heeft gepikt kan de afgetapte brandstof een thermonucleaire explosie ontketenen, waarbij de ster als een gigantische kernbom explodeert. Dat is een **supernova**, van het type Ia (Romeinse 'I'). Het gebeurt op een nauwkeurig bekend moment: als de witte dwerg een massa heeft bereikt van 1,39 maal die van de zon. We noemen dat de **Chandrasekhar limiet**. Deze betrouwbaarheid betekent ook dat alle supernova's van dit type dezelfde piekhelderheid hebben. Als je weet hoe helder een object moet zijn helpt dat bij het bepalen van de afstand tot dat object. Type Ia supernova's zijn zogenaamde 'standaardkaarsen' (zie ook de nieuwsbrief van september).

### Superzwarte dwergen

Een team van astronomen onder leiding van de Spanjaard Miguel Santander-Garcia wilde onderzoeken waarom sommige sterren vreemd gevormde, asymmetrische nevels produceren. Een van de objecten die zij bestudeerden was de

planetaire nevel Henize 2-428. Ze vonden in het hart ervan niet een maar twee witte dwergen. Dat ondersteunde de hypothese dat dubbelsterren de vreemde vormen van sommige planetaire nevels veroorzaken, maar er was nog een interessanter resultaat.

Meer waarnemingen leidde tot het bepalen van de baan van de sterren en hun massa. Ze ontdekten dat de totale massa van de twee witte dwergen 1,8 zonsmassa's is: ze zijn beide bijna zo zwaar als de zon! Ze bewegen in slechts 4 uur om elkaar heen. Dat betekent dat ze zo dicht bij elkaar staan dat zij steeds dichterbij elkaar zullen komen. Tot zij over 700 miljoen jaar samensmelten tot één ster. Die ster zal zo zwaar zijn dat niets kan voorkomen dat hij in elkaar stort, waarna een type Ia supernova volgt. Die mogelijkheid was tot dan toe hypothetisch, en nu dus werkelijkheid.

### Genieten van het heelal

Mijn boek *Genieten van het heelal* vertelt veel meer over geboorte, leven en dood van sterren. Dat boek is o.a. via onze website te bestellen en kost € 14,95 (excl. verzendkosten).

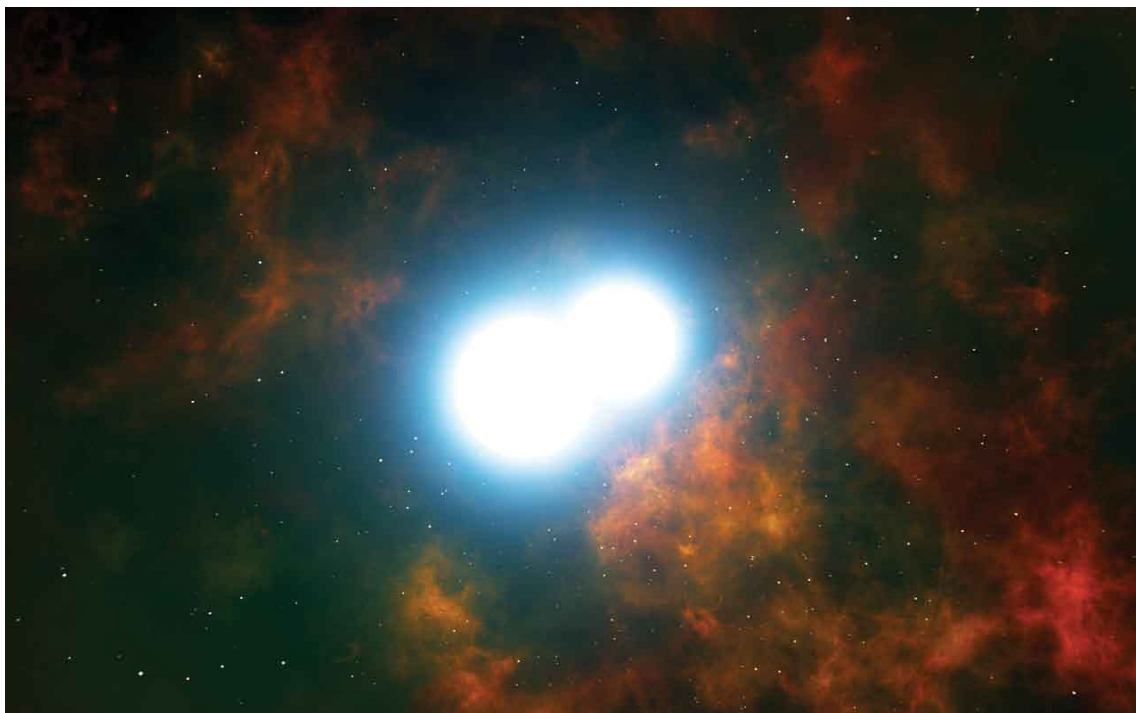
### Witte dwergen en planetaire nevels

De zon is een hoofdreeksster. De kleine, zuinige rode dwergen vormen daarvan de grootste groep (ca. 80%). Zij hebben massa's van 0,15 tot 0,7 maal die van de zon. De zon behoort tot de lichtste van de rest van de grotere hoofdreekssterren.

De laatste fase in het leven van een ster zoals de zon is het ineenstorten van de ster tot de **witte dwerg**, een object



zo groot als de aarde met een massa van wat minder dan die van de zon! Een deel van de massa wordt namelijk uitgestoten en vormt een **planetaire nevel**.



**Linksonder:** een 'artist impression' van het centrale deel van de planetaire nevel Henize 2-428, in het sterrenbeeld AREND. We zien het paar witte dwergen dat steeds dichterbij elkaar zal komen, totdat zij samensmelten en een supernovaexplosie veroorzaken. Illustratie: ESO.

**Rechtsboven:** de planetaire nevel Henize 2-428.

Foto: Very Large Telescope (ESO).

**Onderaan:** kaart van Ceres in zéér valse kleuren. De kaart is samengesteld uit opnamen van Dawn, in februari 2015.

In de tekst kun je lezen dat de kaart in 'omgekeerde' kleuren is gemaakt. Zo helpen de kleuren ons al om verschillen in het oppervlak eruit te halen. Er is duidelijk variatie en het lijkt erop dat Ceres ooit geologisch veel actiever was. Dat is niet zo vreemd want de dwergplaneet bestaat voor ca. 22% van de massa uit water. Mogelijk heeft Ceres een ondergrondse oceaan van vloeibaar water. Als dat water door het oppervlak breekt ontstaan ijsvulkanen, die ijslava spuwen.

De kaart toont minder grote kraters dan verwacht. Dat kan komen doordat het oppervlak door vulkanisme is veranderd, verjongd, waarbij oude kraters zijn verdwenen.

Opvallend is dat grote inslagbekken ten zuiden van de equator, links van het midden. Als ik het als niet-wetenschapper bekijk zie ik een spookkrater, een oude krater die later is volgelopen met ijslava. Daarna zijn er kleinere kraters in ontstaan. We zien dat op de maan en andere planeten en manen ook. Door het bekken heen lijkt een breuklijn te lopen. Het bekken is ca. 300 km in diameter.

Verder zie je enkele van die vreemde, heldere plekken. Die houden vast verband met vrijgekomen ijslagen. Je ziet ze op de bodem van kraters.

(vervolg van pagina 1)

brengen. De nieuwe opzet bestaat daarom uit twee sets: een basisset en een aanvulset.

De **basisset** bestaat uit kaartjes voor de zon, de acht planeten, vijf dwergplaneten, de planeetoidengordel en de kaart 'En verder...': over de afstanden en afmetingen van sterren in de buurt. Met deze set kun je een goed schaalmodel neerzetten.

De **aanvulset** is voor als je meer wilt, zoals de Planetoïdengordel goed afbakenen; objecten tonen als de maan, planeetringen, en kandidaat-dwergplaneten; kometen, de Kuiper gordel en de Oortwolk toevoegen aan je Planetenpad; zien waar de Voyagers zich daarin nu bevinden; of jouw publiek kunnen uitleggen wat het schaalmodel eigenlijk is.

### Superplanisfeer

Inmiddels heb ik ook het plan voor de 70 cm grote *Superplanisfeer* weer van stal gehaald. Die grote planisfeer wordt geheel van kunststof en zal vooral erg handig zijn voor sterrenwachten en sterrenkundeclubs, museums enz. Het zou heel leuk zijn als ik hem dit jaar kan realiseren, nu mijn bedrijf 30 jaar bestaat! Ik schreef het op 15 juni 1985 in bij de Kamer van Koophandel van Alkmaar.

Helaas is een aantal mensen die zich vier jaar geleden inschreven voor deze grote planisfeer afgehaakt. Ik kan het alleen realiseren als er vooraf voldoende bestellingen voor zijn. Het is voor ons geen commercieel product, in de zin dat het winst moet opleveren. Het is gewoon leuk om te doen, zeker bij het 30-jarig bestaan, en er worden er in principe slechts honderd exemplaren gemaakt. Het is echter een vrij duur ding om te laten maken en de verkoop van eclipsbrilletjes was nu ook weer niet zo goed dat we dit even kunnen bekostigen.

De hoop is dus dat er snel zoveel inschrijvingen komen dat realisering mogelijk is.

De inschrijfprijs is nu nog 195 euro, maar dat zal snel omhoog moeten omdat de prijzen zijn gestegen.

Het zou geweldig leuk zijn als het lukt dit jaar. In september wil ik iets organiseren om al onze nieuwe projecten te 'lanceren'!

## Ceres

### Erg valse kleuren

In de sterrenkunde en het planeetonderzoek worden geen foto's gemaakt zoals wij dat zelf gewend zijn: klikken en de foto is gemaakt, op een filmpje of digitaal. Wetenschappers zijn erg geïnteresseerd in kleuren, omdat je met kleurverschillen allerlei zaken duidelijk zichtbaar kunt maken. Dat hoeven echter niet de echte kleuren te zijn. De digitale beelden van ruimtesondes en -telescopen, en die van telescopen op Aarde, worden gemaakt met behulp van filters. Die filters laten het deel van de golflengten door die men wil zien, ook als die golflengten voor ons helemaal niet te zien zijn, zoals infrarood. Vervolgens wordt een beeldbestand zo gefotoshopt dat het beeld ontstaat dat de informatie biedt die men wenst. Vaak gaat men voor een groot contrast om subtiele details zichtbaar te maken. Soms probeert men een afbeelding te maken die eruit ziet zoals het object er uit zou moeten zien als we het van nabij zouden bekijken, maar dat is meestal meer voor het publiek dan voor de wetenschap. Tegenwoordig zijn veel amateurs in staat van de ruwe wetenschappelijke data fraaie foto's te maken, met Photoshop, en de onderzoekers vinden dat prima.

### Kaart van Ceres

Het bovenstaande is een uitgebreide inleiding voor de onderstaande kaart van Ceres. De kaart is opgebouwd uit een serie opnamen en zo gemaakt dat de evenaar van Ceres in het midden van en horizontaal door het beeld loopt. Aangezien de wetenschappers nog geen verbanden kunnen aangeven tussen 'echte' kleuren en de samenstelling van het bodemmateriaal, leidde de bewerking in voor de hand liggende kleuren (blauw, groen, rood voor infrarood) tot verwarring bij de onderzoekers! Om te benadrukken dat het echt om valse kleuren gaat keerde men de boel om ten opzichte van de natuurlijke kleuren, en maakte men met opzet een kaart in 'omgekeerde kleuren'! Korte (blauwe) golflengten zijn hier rood, langere infraroodgolflengten zijn hier blauw. Zie ook de tekst in het kader.

