

Rob's Nieuwsbrief

over sterrenkunde en het heelal

maart 2016

Lopende zaken

Planisferen

Ik ben momenteel met diverse klanten, in over de hele wereld verspreide landen, in gesprek over nieuwe maatwerk planisferen (dus gepersonaliseerde versies). Het gaat om nog onbekende aantallen voor klanten in Saoedi Arabië, Oman, de Canarische Eilanden, Oostenrijk (die willen een Portugese planisfeer!) en Duitsland. Praten zegt nog niets, de champagne gaat pas open als er een order binnen is, maar het geeft de burger weer moed! Ondertussen hebben we vorige week twee maatwerkorders, voor een Duitse en een Deense sterrenwacht, verstuurd.

Verder staat het nodige op het programma als het gaat om de bouw instructies en gebruikershandleiding voor de nieuwe producten. Ik ga er snel mee verder!

Nieuwe lezing

Op 17 februari gaf ik een lezing voor de sterrenkundevereniging Galaxis, in Den Bosch. Op zich niet bijzonder, ik geef natuurlijk wel vaker lezingen, maar deze lezing was wel bijzonder: een dag eerder bestond hij nog helemaal niet! Ik had in eerste instantie ook geantwoord dat die lezing niet mogelijk was, maar vlak van tevoren besloot ik hem toch te maken.

Het gaat om de lezing 'Kleine werelden van het zonnestelsel', met dezelfde titel als de (gratis) brochure die ik eind 2014 uitbracht. Ik had de basis van die lezing vorig jaar willen maken en dan gaandeweg willen aanvullen met alle informatie die er over Ceres, Pluto en de Rosetta komeet beschikbaar kwam. Ik heb toen wel een leuke start gemaakt (zie hieronder) maar door de drukte met de nieuwe producten kwam er de klad in en daarna was er zoveel anders te doen dat ik hem zelfs maar van de lijst met lezingen had verwijderd. Hij staat er weer op!

Opbouw

Vorig jaar had ik al eens nagedacht over de structuur van deze lezing. Ik wilde eerst een overzicht geven van het zonnestelsel op verschillende manieren. Als je het vanuit verschillende oogpunten bekijkt wordt alles veel duidelijker.

Uiteraard beschrijf ik het zonnestelsel op basis van de afmetingen van de zon, planeten en andere leden van het zonnestelsel, en toon ik aan de hand van plaatjes hun afstanden (tot de zon). Voor gebruik van het planetenpad is er vermoedelijk niet genoeg tijd.

Ik wilde echter het zonnestelsel ook op een andere manier laten zien: aan de hand van de massa's van de zonnestelselobjecten en

de evolutie van het zonnestelsel. Dat laatste vertelt ons immers waarom alle objecten zijn zoals ze zijn en waar ze zijn!

Ik had voor de workshop die ik gaf op de Woudschotenconferentie in december (zie de vorige nieuwsbrief, pag. 2) al deze opzet gebruikt, waarbij ik noodgedwongen het stuk over de evolutie flink had ingekort. Het mocht niet te lang duren.

Op basis daarvan kon ik de lezing voor Galaxis snel maken. Uit mijn lesmodule 'Ontstaan van het zonnestelsel' kon ik een groter stuk over de evolutie kopiëren, hoewel ik het ook voor dit doel heb ingekort. In de uiteindelijke versie zal het nog korter moeten worden want Ceres en Pluto zullen een steeds groter aandeel hebben.

De kleine werelden

En dan de laatste informatie over Vesta, Ceres en Pluto. Ik loop een beetje achter met de Pluto Special en van zowel Pluto als Ceres komt momenteel ook niet zo heel veel echt nieuws. Het kost veel tijd om een goed overzicht te geven, de mooiste en meest veelzeggende foto's uit te zoeken, en dergelijke, maar daarvoor was nu geen tijd. Toen bedacht ik me dat ik afgelopen zomer series kleurenplaten had gemaakt over beide dwergplaneten, met vooral de beste foto's. Eerder had ik er een gemaakt over Vesta. Die platen kan iedereen gratis downloaden op onze website.

Ik heb ze, om tijd te besparen, gewoon als platen in de presentatie opgenomen! Ik heb het aangevuld met zeer recente beelden en informatie.

Dat werkte prima. Iedereen was erg onder de indruk van de foto's en plaatjes en er kwamen zeer goede vragen uit de groep aanwezigen. Dat inspireert mij weer om de lezing verder af te maken. Zodra daar tijd voor is...



Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- * De sterrenhemel van de maand
- * Nieuws en leuke weetjes over het heelal;
- * Leuke en leerzame lesactiviteiten voor scholen;
- * Nieuws over Rob Walrecht Productions;
- * Speciale aanbiedingen.

Je kunt je aan- of afmelden via www.walrecht.nl.

Halley of Haley of Hawley?

Via Twitter (jawel!) kreeg ik contact met een Engelse sterrenkundeschrijver, Brian Jones. Hij heeft uiteraard een website: www.starlight-nights.co.uk/.

Ik merkte een leuk artikel op over hoe je de naam van een van de grootste astronomen uit de geschiedenis moet uitspreken: Edmund Halley.

Veel mensen spreken dat uit als 'heli'. Dat is zeker fout, maar ik heb het zelf ook altijd verkeerd uitgesproken. Er staat natuurlijk iets dat je moet uitspreken als 'hellië', maar in de tijd van Halley schreef men namen vaak op zoals men ze zelf uitsprak.

De bekende dagboekenschrijver Samuel Pepys (1633-1703) preeft Halley vanwege zijn werk voor de navigatie op zee en schreef daarbij zijn naam als 'Mr. Hawley'. Zo zouden we het dus eigenlijk moeten uitspreken. Maar goed, Edmund was een stevige drinker en had langdurig op zee vertoefd dus misschien sprak hij het zelf wel niet zo goed uit... (Haw, haw!).

Spectaculaire maansopkomst

Op het internet staat een timelapse film met een echt prachtige opkomst van de maan: <https://player.vimeo.com/video/137218768>.

Alles over sterrenkunde

Voor wie nog veel meer wil weten over sterrenkunde heeft mijn zeer gewaardeerde collega Govert Schilling een mooie website:

www.allesoversterrenkunde.nl.

Pale Red Dot

Die naam slaat op hoe wij de ster Proxima Centauri zien: met een flinke verrekijker of kleine telescoop als een zwak rood lichtje. Het is ook een leuke verwijzing naar de term 'Pale Blue Dot' waarmee Carl Sagan de aarde omschreef zoals die te zien zou zijn door de Voyagers toen die voorbij de grote planeten waren.

Spectraalklassen

Sterren hebben allemaal een kleur, of beter: een spectraalklasse. Die klasse hangt onder andere samen met de temperatuur aan het oppervlak van zo'n ster, de fotosfeer. Objecten die gloeien zijn rood als ze relatief koel zijn, en blauw als ze heel heet zijn. Bij sterren geldt dat ook. Tussen rode (M) en blauwe (O) sterren zitten oranje (K), gele (G), geelwitte (F), witte (A) en blauwwitte (B) sterren. Alle sterren schijnen echter in alle kleuren van de regenboog – denk juist aan die regenboog! De kleur komt doordat er op de betreffende plek in het sterspectrum (dus bij die kleur) een piekje in het sterlicht is, waardoor de andere kleuren niet zo opvallen.

Linksonder: Indiase 'officials' staan rond het gat dat door een meteorietinslag zou zijn ontstaan. Nu is het zo dat een meteoriet nooit twee keer op dezelfde plek landt (...) maar ik zou toch iets verderop gaan staan in dit geval.

Rechtsonder: onze naaste buur Proxima Centauri.

Foto Hubble Space Telescope, NASA, ESA.

Meteorietsslachtoffer?

Indiase buschauffeur gedood

Volgens Indiase media werd op 6 februari een buschauffeur gedood door een meteoriet. De steen kwam vlak naast hem terecht terwijl hij op een campus liep, in Tamil Nadu (Zuid-India). Ramen van bussen en gebouwen sprongen en drie mensen raakten gewond. Er ontstond een kratertje van 1,5 diep en 60 cm diameter. Getuigen hadden een explosie gehoord en agenten vonden een pokdalig, zwart steentje.

Als het om een meteoriet gaat zou dit, voor zover wij weten, het eerste slachtoffer zijn van een meteorietinslag (hoewel er dieren zijn omgekomen door meteorieten). Er zijn wel situaties bekend waarbij het maar net goed ging, zoals de inslag in een boerderij in het Twentse Glanerbrug, 's avonds op 7 april 1990. De vuurbol die er aan vooraf ging was zo helder als de maan en werd door veel mensen in Nederland, maar ook in Duitsland en Denemarken gezien. De meteorieten- en meteorendeskundige Peter Jenniskens, toen nog bezig voor zijn doctoraal, verzamelde de brokstukken en onderzocht die. Later heb ik er met hem een diaserie en een boekje over gemaakt voor de Stichting Cosmogram.

Siberië

Verder kennen we nog wel de explosie van een 12.500 ton zwaar object boven de Siberische stad Chelyabinsk, op 13 februari 2013 (zie mijn derde nieuwsbrief, uit april 2013!). Door de schokgolf vielen in een gebied van tientallen kilometers in diameter zeker 1500 gewonden en sneuvelden vele ruiten. Er waren enkele ernstig gewonden maar geen doden. Zelfs bij de enorme explosie van een object boven het (ook) Siberische Toengoeska (op 30 juni 1908), waarbij honderden vierkante km aan woud werd platgeslagen.

Onderzoek

Is de Indiase steen echt een meteoriet? Er waren geen meteorieten gezien wat zou betekenen dat het een wel erg zeldzaam geval zou zijn.

Astronomen begonnen snel aan het onderzoek van de steen. NASA geleerden waren duidelijk: de foto's wezen meer op een explosie op het land dan het gevolg van iets dat uit de ruimte was gekomen. Verder woog het steentje maar enkele grammen en leek het meer op normaal aards gesteente.

Op zoek naar planeten

Onze naast buurster onder de loep

Proxima Centauri is na de zon de dichtstbijzijnde ster. Hij beweegt rond een dubbelster die erg bekend is bij SF liefhebbers: Alfa Centauri. Dat Centauri komt van Centaurus, een sterrenbeeld waarvan wij vanuit ons land alleen de meest noordelijke sterren kunnen zien. Alfa Centauri bestaat uit twee sterren van het formaat van de zon, een gele ster (zie kader) die wat groter is dan onze ster en een oranje ster die iets kleiner is. Daaromheen, op een forse afstand, draait de kleine rode dwerg Proxima Centauri. Het is dus een drievoudig stelsel!

Ik las in de nieuwsbrief van het tijdschrift Sky & Telescope over het Pale Red Dot initiatief, bedoeld om planeten te vinden bij Proxima Centauri. Dat initiatief is onderdeel van een internationaal project, waarbij de ster zeer gedetailleerd en volgens diverse methoden door astronomen wordt bestudeerd. Als hij planeten heeft zullen we dat dit jaar merken!

Pale Red Dot

Het Pale Red Dot initiatief (zie kader), een van de meest spectaculaire initiatieven, is op 18 januari 2016 van start gegaan en zal het sterretje tot 1 april elke heldere nacht observeren, met de speciale *High Accuracy Radial velocity Planet Searcher* (HARPS) detector op de 3,6 m telescoop van de ESO (European Southern



Observatory) in Chili. Telescopen over de hele wereld worden gebruikt om de HARPS spectra met helderheidsmetingen te ondersteunen. De ESO heeft de leiding.

Het doel is exoplaneten te vinden, door het meten van kleine, regelmatige bewegingen van de ster die het gevolg zijn van een planeet die aan zijn ster 'trekt'. De eerste exoplaneet die volgens deze methode werd gevonden (in 1995) beweegt rond de zonachtige ster 51 Pegasi (in Pegasus). Honderden volgden.

Lastig

Ondanks de relatief erg korte afstand tot Proxima Centauri zal het niet gemakkelijk worden om planeten bij de ster te ontdekken, door de hevige zonnevlammen op de ster. Daardoor is het lastiger om de kleine bewegingen van de ster waar te nemen die het gevolg zijn van de aantrekkingskracht van een planeet. In het verleden is al gebleken dat de magnetische activiteit van zo'n actieve ster problemen geeft. De HARPS komt nu dus te hulp. Met dat instrument kan men kleinere planeten vinden, en planeten die verder van de ster staan, dan voorheen. Eerdere zoektochten lieten al zien dat Proxima geen planeten heeft zoals Jupiter met een omlooperperiode korter dan 12 jaar.

Het lijkt wel of Proxima Centauri opeens helemaal 'in' is. Dit jaar gaan diverse andere zoektochten van start, gebruik makend van

verschillende technieken: zeer nauwkeurige doppler-metingen, metingen van het licht tijdens overgangen van een planeet (dan neemt de kracht van het licht iets af) en microlensing. Bij die laatste techniek maakt men gebruik van de afbuiging van het licht van een verre ster door de zwaartekracht van in dit geval Proxima. Een planeet bij Proxima zorgt ervoor dat het licht van de verre ster enige tijd helderder wordt. Proxima zal voor een achtergrondster schuiven en met de Hubble Space Telescope zal men dan proberen de helderheidspieken te vinden die wijzen op een planeet ter grootte van de aarde.

In theorie kunnen de Amerikaanse James Webb Space Telescope (de opvolger van de Hubble die eind 2018 zal worden gelanceerd) en Europese Gaia (al actief) werelden bij Proxima Centauri detecteren, en er zijn meer instrumenten en observatoria bij het grote onderzoek betrokken. Als er een planeet wordt gevonden komt de volgende vraag: beweegt hij in de leefbare zone? Een planeet zo 'dichtbij' zou van enorm belang zijn voor dat onderzoek.

Publiek

Pale Red Dot is een 'outreach' campagne, wat wil zeggen dat het publiek kan volgen wat de astronomen doen, en hoe ze dat doen, onder andere door blogs (zie <https://palereddot.org/>) en via Twitter: hashtag #PaleRedDot.

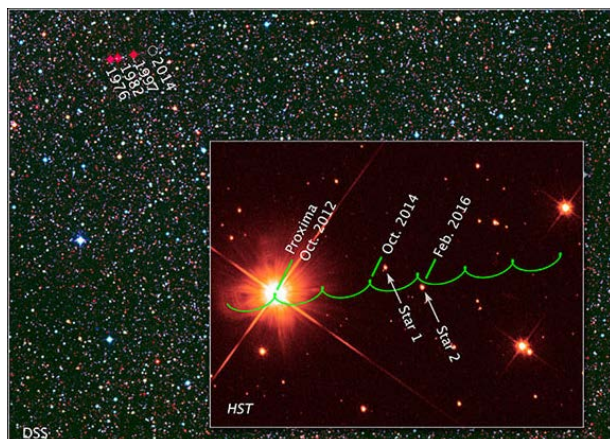
Proxima Centauri

Het sterretje werd in 1915 ontdekt door de Schotse astronoom Robert Innes. Zijn schijnbare magnitude (zoals wij hem zien) is +11. Zijn massa is 12% van die van de zon. Rode dwergen komen verreweg het meest voor in het heelal, en kunnen honderden miljarden jaren oud worden.

Over ongeveer 27.000 jaar komt Proxima het dichtst bij ons, op ongeveer 3 lj, voordat hij weer van ons af gaat bewegen. Over 33.000 jaar is niet Proxima de dichtstbijzijnde maar een andere rode dwerg: Ross 248.

Op schaal

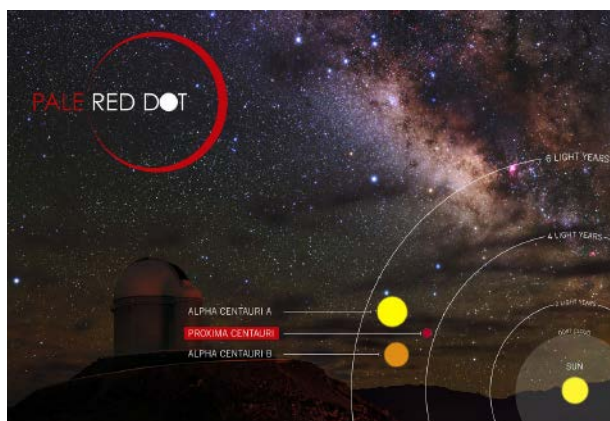
Proxima Centauri staat op 4,243 lichtjaar afstand, de twee sterren van Alfa Centauri op 4,4 lj. Proxima beweegt op ongeveer 0,237 lj (2240 miljard km) een baantje om de twee centrale sterren, met een periode van rond de half miljoen jaar. Op de schaal van mijn Zonnestelselmodel (zie Rob's Nieuwsbrief van november 2015) is Proxima zo groot als de kop van een flinke kopspeel (2 mm), Alfa Cen A is 17 mm en Alfa Cen B 11 mm. De afstand van de zon tot Proxima Cen is 401 km, die tot de dubbelster is 416 km en de afstand tussen Proxima Cen en de dubbelster is 22 km.



Linksonder: poster van het Pale Red Dot project.

Midden: Proxima Centauri en zijn omgeving aan de hemel. De rode kleur valt hier goed op.

Rechtsonder: het sterrenbeeld Centaurus komt op boven de 3,6-meter telescoop in Chili.



Catalogi

In de loop der tijd zijn vele lijsten of catalogi samengesteld van nevels. Dat woord 'nevels' is de klassieke manier om wazige vlekjes aan de sterrenhemel te omschrijven. Later begreep men dat zo'n vlekje van alles kan zijn: een wolk gas en stof, een grote groep sterren of zelfs een heel sterrenstelsel. De Franse astronoom Charles Messier maakte in 1771 een lijst van meer dan honderd objecten, zodat hij die objecten niet elke keer verwarde met zijn passie: kometen. We noemen dit Messier-objecten en ze hebben een nummer dat begint met een M (bijv. M1, de Krabnevel).

Naarmate de telescopen groter en beter werden ontdekte men steeds meer nevels en groeide de behoefte voor een catalogus van dergelijke objecten. In 1888 bracht John Louis Emil Dreyer zijn *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* uit, afgekort tot NGC (in de planisfeer heb ik dat 'NGC' vanwege ruimtegebrek weggelaten). Deze catalogus bevat ruim 7800 NGC objecten. In 1895 en 1908 publiceerde hij twee supplementen die de *Index Catalogues* worden genoemd (afgekort tot IC), met nog eens 5400 objecten.

Linksonder: het onregelmatige dwergsterrenstelsel IC 1613.

Rechtsonder: deze heldere, blauwe reflectie-nevel is IC 2631, een enorme stofwolk die het blauwe licht van de zeer jonge ster HD 97300 weerkaatst. Erboven en eronder zie je donkere stofwolken waarin nog geen stervorming zichtbaar is.

Nette buur

Het sterrenstelsel IC 1613

Veel sterrenstelsels hebben grote wolken stof (kleine deeltjes metalen, silicaten, water enz.). Andere hebben sporadisch donkere vegen van ondoorzichtig roet tussen hun sterren.

Het kleine sterrenstelsel IC 1613 (zie kader) bevat echter nauwelijks stof: het is een echte Miep Kraak! Het grote voordeel is dat astronomen ongehinderd sterren in het 'inwendige' van het sterrenstelsel kunnen bestuderen. Dat klinkt als een aardig voordeel maar het is cruciaal voor ons begrip van het heelal!

IC 1613 is een dwergsterrenstelsel in het sterrenbeeld Walvis. Het is een van de ongeveer vijftig sterrenstelsels van de Lokale Groep, waarvan de Andromedanevel (M31) en het Melkwegstelsel de grootsten zijn. IC 1613 is een onregelmatig sterrenstelsel, wat betekent dat het geen mooie elliptische of spiraalvorm heeft, en bevindt zich op 2,365 miljoen lj afstand.

Standaardkaarsen

Die netheid hielp de astronomen in het verleden om de afstanden tot verre sterren en sterrenstelsels beter te bepalen, door gebruik van zogenaamde standaardkaarsen. Dat zijn objecten waarvan men met zekerheid weet hoe helder ze écht zijn. Door hun absolute helderheid te vergelijken met hun schijnbare helderheid (dus zoals wij ze zien) kun je de afstand tot het object bepalen. Bekende standaardkaarsen zijn variabele sterren van de typen Cepheïden en RR Lyrae, en Type Ia supernova's. Meer over die manieren van afstandsbepalen lees je in ons nieuwe boek *De Oerknal en het uitdijend heelal*.

De foto is gemaakt met de OmegaCAM camera, aangesloten op de VLT Survey (van de ESO in Chili) en laat het stelseltje in zijn volle schoonheid zien. Wat het mist aan duidelijke vorm maakt het dus goed door zijn 'netheid'.

'Moment of fame' voor ster

Jonge ster HD 97300 in de schijnwerpers

Dit is IC 2631, de helderste nevel in het sterrenbeeld Kameleon, dicht bij de zuidelijke hemelpool. Een zeer jonge ster, HD 97300, verlicht zijn omgeving, die bestaat uit reusachtige wolken gas en stof op 500 lichtjaar van de aarde. Het stof weerkaatst het licht van de hete en daardoor blauwe ster. Daarom noemen we IC 2631 een **reflectie-nevel**. De ster is een van de jongste, zwaarste en helderste sterren in zijn omgeving. Hij is zo jong dat hij nog geen hoofdreeksster is (een ster die waterstof 'verbrandt'), maar een T Tauri ster (naar het prototype van dergelijke sterren in de Stier). Als hij volwassen wordt zal hij massa verliezen en krimpen. Als hoofdreeksster kan hij dan miljarden jaren blijven bestaan.

Donkere nevels

HD 97300 is niet de enige ster die uit deze wolk zal ontstaan. Er zullen meer sterren tevoorschijn komen en dan de show gaan stelen. Dat zien we door de aanwezigheid van de donkere nevels boven en onder IC 2631 (zie foto hieronder). Die nevels zijn zo donker dat ze geen licht van de sterren erachter doorlaten. De ster is niet zo krachtig dat hij met zijn UV licht het waterstofgas in de buurt kan ioniseren, zodat dat gas mooi rood licht gaat uitzenden en een emissie-nevel wordt. Dergelijke nevels zijn op duizenden lj te zien. Vandaar dat het 'moment of fame' voor deze ster (op een astronomische schaal) niet zo lang zal duren. De opname is gemaakt met de MPG/ESO 2,2 meter telescoop.



Ceres

Video en krater Occator

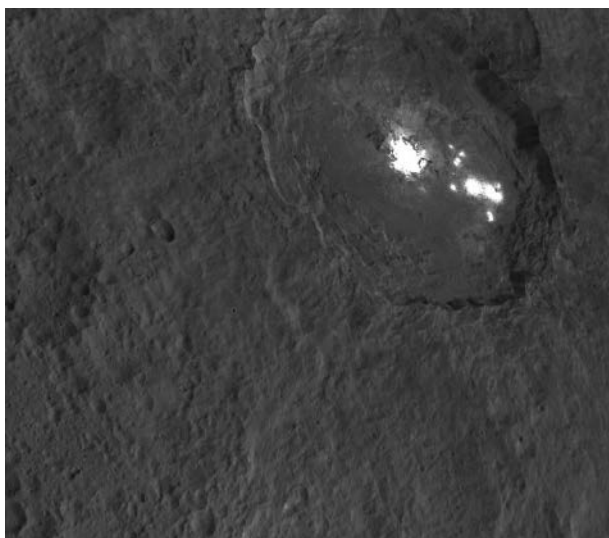
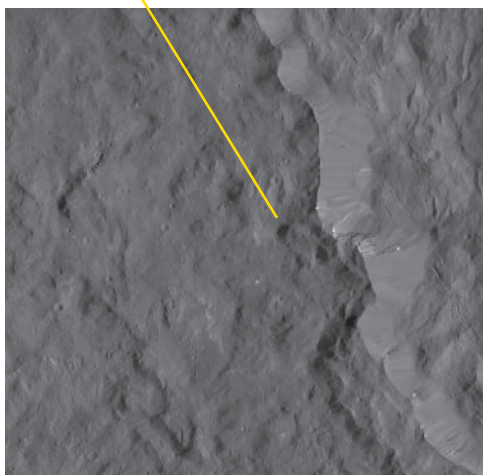
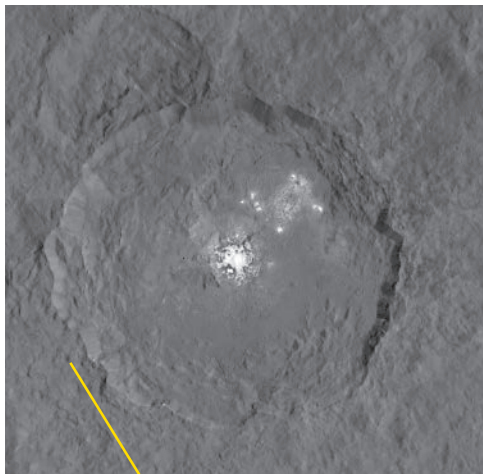
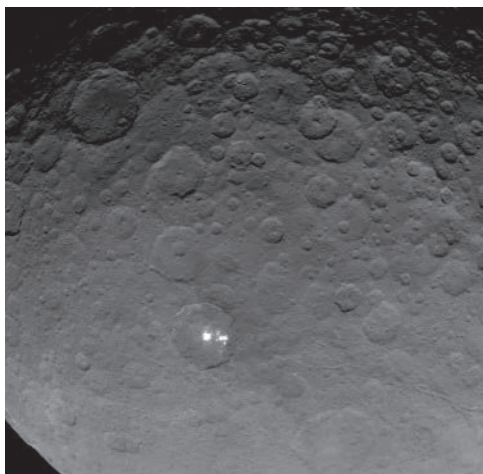
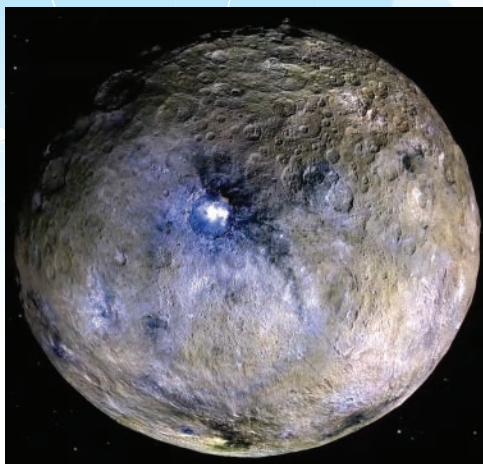
Dawn gaat stug door met het fotograferen en onderzoeken van de dwergplaneet en grootste planetoïde Ceres. Er is nu een animatie gemaakt van de foto's waarbij je over Ceres heen vliegt! Je kunt die video vinden als je op Google zoekt naar 'Flight Over Ceres'. Je ziet dan wel een te kleurrijke Ceres, want de video is gemaakt met foto's waarbij de kleuren fors versterkt zijn. Erg leuk om te zien.

Waarom doet men dat eigenlijk, die kleuren versterken? Dat is een manier om meer informatie over het oppervlak te krijgen, vooral over de samenstelling van de bodem. Ruimte-sondes maken natuurlijk geen kleurenplaatjes zoals wij dat met onze camera doen. De foto rechtsboven is een mozaïek van meerdere beelden en ook samengesteld uit opnamen die gemaakt werden in diverse golflengtegebieden: rood correspondeert met opnamen in het nabije infrarood, groen met rood licht (...) en blauw met blauw licht. Die laatste kleur wordt geassocieerd met helder materiaal

De krater Occator

We gaan eens kijken naar een van de opvallendste features op Ceres: de krater Occator (dat rijmt ook nog leuk), van ongeveer 90 km diameter. Hiernaast zie je de krater Occator op diverse opnamen, zodat je als het ware op hem inzoomt.

Occator valt vooral op door de bright spots (heldere witte vlekken) waarvan we al twee zagen op foto's die *Dawn* twee weken voor aankomst bij de dwergplaneet maakte (op 6 maart 2015 kwam het toestel in een baan rond Ceres). Inmiddels zijn er ruim 130 gevonden (zie de volgende pagina). Dat soort verschijnselen hebben we niet eerder gezien in het zonnestelsel. Al snel werd duidelijk dat die bright spots uit zout of ijs moesten bestaan, helder materiaal dat het zonlicht reflecteert (ze geven niet zelf licht).



Hoe bright zijn de spots?

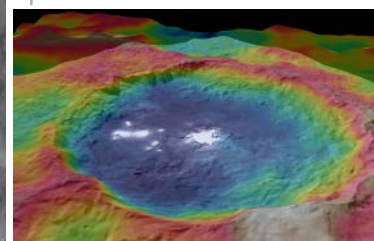
Op foto's lijken de bright spots inderdaad erg wit. Het is echter erg relatief. Ceres is vrij donker: het oppervlak weerkaatst ongeveer 10% van het zonlicht. Dat weerkaatsend vermogen noemen we het **albedo**. Het albedo van de bright spots is 40%, dus vier maal zo helder als de rest van het oppervlak. Verse sneeuw op Aarde heeft een albedo van 80-95%.

Linksonder: een spectaculaire foto van de krater Occator, op 18 oktober 2015 van opzij gemaakt door Dawn. De krater is 90 km in diameter en 4 km diep, en bevat de helderste 'spots' op Ceres. De opname is gemaakt op 1470 km hoogte. **Hiernaast:** deze opnamen van de krater Occator werden door Dawn gemaakt van verschillende afstanden (of hoogten). Van de bovenste tot de onderste foto waren die afstanden: 4400 km, 7200 km, 1470 km en 371 km. Een gele lijn geeft aan welk deel van de krater op de onderste foto in meer detail is te zien, waarbij de schaduw van een heuvel een mooi punt is voor de vergelijking.

De **onderste** van de serie is een detail van de krater: het westelijke deel van de kraterrand. De buitenkant van deze scherpe, verse kraterrand is bedekt met een laag **ejecta** (bodemateriaal dat bij inslagen wordt uitgestoten en later weer neervalt). Daar vindt je weinig kraters. Een recentere inslag laat de bewijzen voor eerdere inslagen verdwijnen en daarmee kunnen we een landschap dateren. Binnen en buiten de krater zijn kleine breuklijnen te zien die naar het noordwesten lopen. De kraterrand laat verscheidene heldere stukken zien.

Deze opname is van 2 januari, vanuit de LAMO (low-altitude mapping orbit), op zo'n 370 km boven Ceres. De resolutie is 34 m per pixel.

Rechtsonder: dit is een topografische kaart van Occator, waarbij de kleuren de hoogten aangeven. Blauw is het laagste terrein, bruin het hoogste.



Hieronder: de kaart met de 130 bright spots die men op Ceres heeft gevonden. Zie voor de insets de hoofdttekst.

Onderaan: een (valse) kleurenkaart van Ceres die bedoeld is om meer informatie over de bodemsamenstelling te krijgen (zie ook de hoofdttekst op de vorige pagina). Men gebruikte opnamen die werden gemaakt met behulp van speciale filters. De rode kleuren zijn gebieden die het licht van infrarode golflengten sterk reflecteert, terwijl blauw staat voor grotere reflectiviteit op kortere (blauwe) golflengten. De groene gebieden geven plekken aan waar men de helderheid fors heeft opgekrikt. Met deze techniek ziet men subtiele verschillen in een oppervlak dat in natuurlijke kleuren tamelijk egaal is. Dat biedt informatie over zowel de bodemsamenstelling als de leeftijd van gebieden.

Rechtsonder: deze foto maakte Dawn vanuit haar low-altitude mapping orbit (LAMO), op 389 km boven Ceres.

Ook op de Saturnusmaan Phoebe zien we heldere ijslagen aan het oppervlak, maar ijsvulkanen (cryovulkanisme) op Ceres werden uitgesloten door de onderzoekers. Bij ijsvulkanen zou je iets moeten zien als een kegelvormige heuvel of een scheur in de bodem. Dat zien we nergens. En hoewel al in 2014 door de Herschel ruimte-infraroodtelescoop werd aangetoond dat Ceres een zeer ijl atmosfeertje heeft met waterdamp, wijst alles erop dat die waterdamp is ontstaan door sublimatie van het ijs op het oppervlak, niet door ijsvulkanen. Er verdampt zo 6 kg ijs per seconde. Het is inmiddels duidelijk dat de bright spots uit zouten (zoals sulfaten) bestaan.

Meer bright spots

Er zijn dus veel meer van die bright spots op Ceres (zie ook het stukje over de krater Kupa-lo, in de vorige nieuwsbrief).

Op 10 december 2015 publiceerde Dawn wetenschappers een wetenschappelijk artikel in het tijdschrift Nature, met onder andere de kaart hieronder. Die kaart toont de locaties van ruim 130 van die helderwitte gebieden

verspreid over het hele oppervlak van Ceres, in blauw aangegeven. De meeste van deze bright spots hebben te maken met kraters.

Je ziet verder drie 'insets' waarbij we inzoomen op interessante gebieden. Dat zijn de kraters Occator (linksboven), met de helderste spot, en Oxo (rechtsboven), met de nummer twee. De onderzoekers denken diffuse nevels te zien bij beide kraters. Die verschijnen als de kraters door de zon verlicht worden en hebben dus mogelijk te maken met sublimatie (verdam-ping) van ijs.

Onderaan zoomen we in op een typische krater met helder materiaal die geen resterend ijs in de bodem heeft. Het heldere materiaal komt waarschijnlijk door zouten die ooit met waterijs waren vermengd maar in de loop der tijd zijn opgedroogd (men denkt vooral aan gehydrateerd magnesiumsulfaat). De onderzoekers zeggen erbij dat ook andere samenstellingen mogelijk zijn.

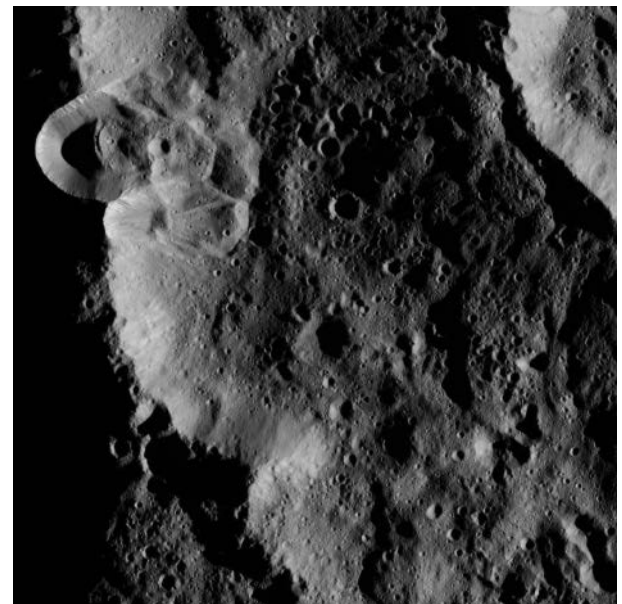
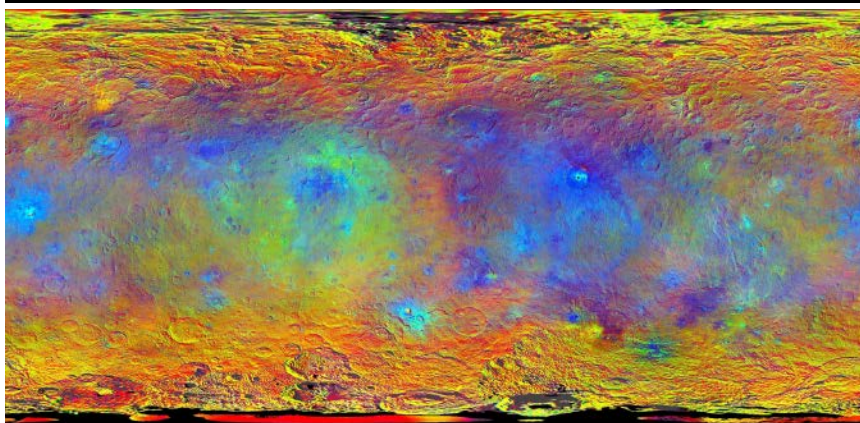
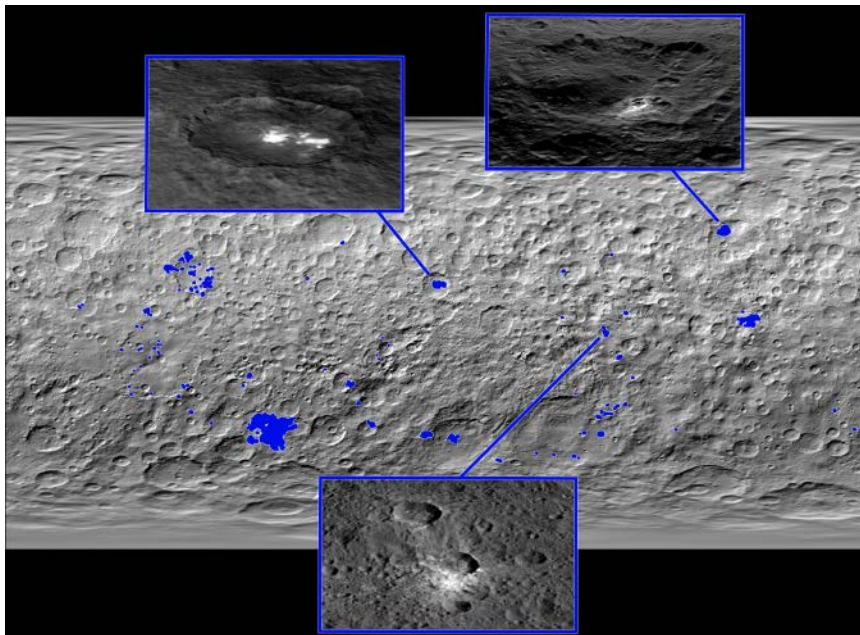
Inzakkende kraterwanden

Als inslagkraters ontstaan zijn ze eerst veel dieper en komvormig. Daarna zakken de wanden in waarbij het materiaal de bodem opvult tot er een min of meer vlakke bodem overblijft, omringt door een kraterwand.

Hiernaast twee foto's van kraters die goed laten zien dat hun wanden op bepaalde plekken zijn ingezakt.

Bodemverschuivingen

De foto linksboven is extra mooi omdat de zon laag staat en de schaduwwerking de topografie versterkt. De krater ligt in het gebied rond de zuidpool, en erbinnen zie je de wand van een kleinere krater die later is gevormd. Beide kraterwanden vertonen bodemverschuivingen, materiaal dat naar beneden is gezakt. Later zijn er kleinere inslagen geweest. Dat instorten



(slumping) van kraterwanden noemt men *wasting*: verspillig.

De foto links onder is van de krater Meanderi. Het gebied zit vol kraters, maar de ovale kraters in de kraterwand van Meanderi is vermoedelijk het resultaat van bodemverschuivingen. Hierdoor zie je aan de rechterkant van de krater meer *wasting*, waarbij heuvels zijn ontstaan.

Pas op: planetoïde!

Planetoïde 2013 TX68

Planetoïden zijn erg interessant maar ook heel gevaarlijk. Als ze de aarde raken kunnen de gevolgen desastreus zijn. Daarom is het extra vervelend als we van een planetoïde die in de buurt van de aarde kan komen de baan niet goed weten! Gewoon omdat we hem nog niet lang genoeg hebben kunnen volgen om die baan goed te berekenen.

Wanneer en hoe dichtbij?

De planetoïde 2013 TX68 is er zo een en die zal ergens tussen 6 en 10 maart 2016 de aarde tot misschien slechts 30.000 km naderen, of 0,07 LD (*Lunar Distances*, de afstandsmaat die men voor *Near Earth Asteroids*, of NEA's, gebruikt). Het zou echter net zo goed 15 miljoen km kunnen worden en de beste informatie wijst op een kleinste afstand van 12 LD. Hoe dan ook, dat is veilig genoeg voor nu. Bij de volgende passage, in september 2017, is er een kans van 1:250 miljoen dat hij inslaat...

Wat weten we wel?

2013 TX68 is ontdekt op 6 oktober 2013 door de Catalina Sky Survey. Hij was toen dicht bij zijn *closest approach* (begin 2014) van 2.075.760 km, of 5,4 LD.

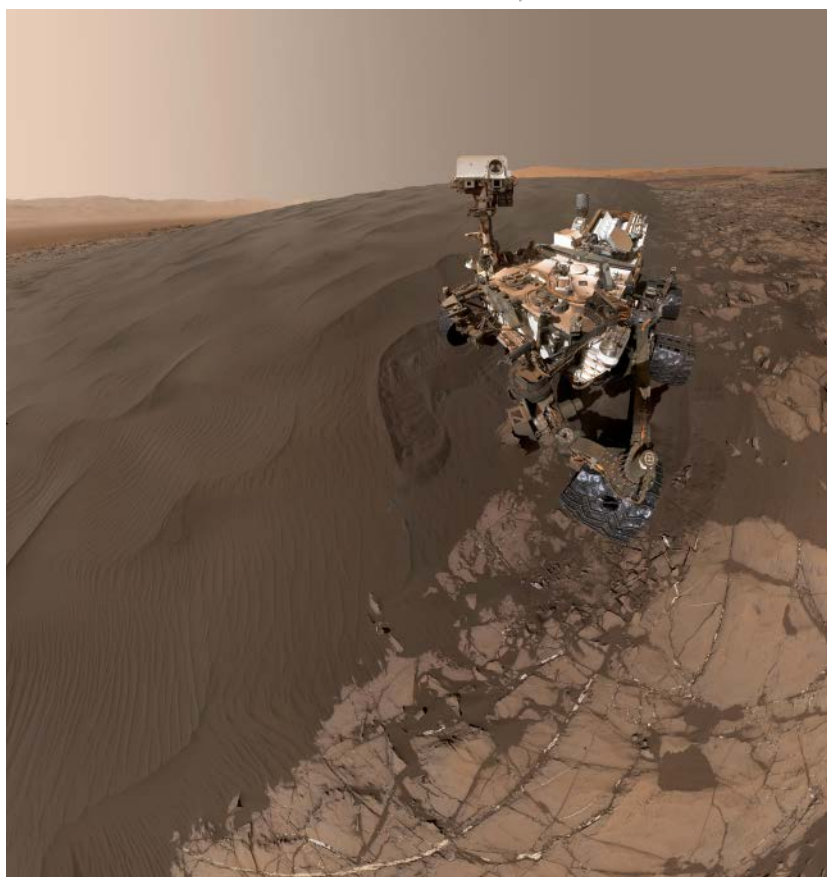
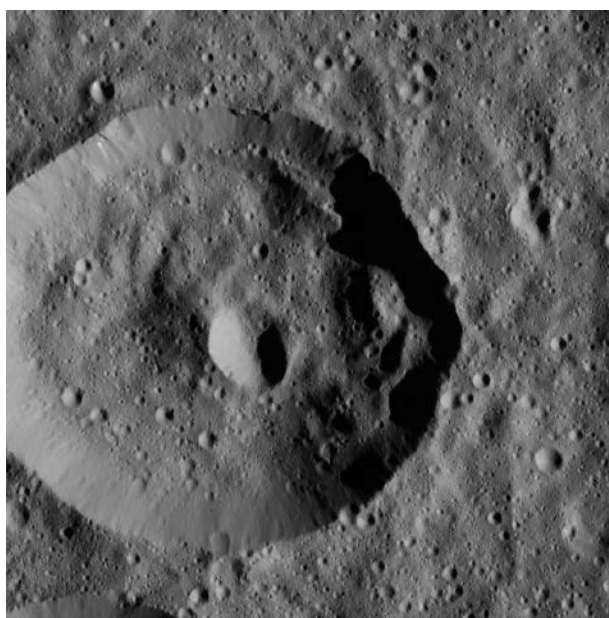
Het object is tussen de 20 en 50 m in diameter, in elk geval groter dan het object dat drie jaar geleden boven het Siberische Chelyabinsk explodeerde. Hij heeft een omlooperperiode van ruim twee jaar (780 dagen), zodat hij regelmatig bij de aarde kan komen. Men verwacht niet dat hij de aarde zal raken maar als hij dat zou doen zou de explosie twee maal zo hevig zijn als die van Chelyabinsk. Het zou een enorme vuurbal opleveren en een krater van honderden meters diameter. Niet het einde van de wereld, maar wel van veel ruiten en zwakke gebouwen.

Linksboven: de planetoïde 2013 TX68 komt eraan! Geen echte foto natuurlijk, maar een illustratie van Shutterstock.

Linksonder: dit is de 103 km grote krater Meanderi, gefotografeerd op 6 januari 2016, ook vanuit haar LAMO. Op een hoogte (of afstand) van 371 km is de resolutie 34 m per pixel.

Rechtsonder: zelfportret van Curiosity. Het toont de rover op 'Namib Dune', waar zij o.a. bezig was met zandmonsters nemen voor analyse in haar laboratorium. Voor dit mozaïek zijn 57 foto's gebruikt, gemaakt op 19 januari 2016 (tijdens de 1228e sol – of Marsdag), met de camera aan het eind van de robotarm. Die arm zie je niet op de foto. Door handig de zeer beweegbare arm te gebruiken kon men foto's uit diverse hoeken maken en in het mozaïek de arm weglaten.

Namib Dune is onderdeel van de Bagnold Duinenveld, aan de noordwestelijke rand van Mount Sharp (zie de vorige nieuwsbrief), dat bestaat uit donker zand. De duinen bewegen met ongeveer 1 m per jaar. Om een idee te krijgen van de schaal: de wielen zijn 50 cm in diameter en 40 cm breed.



Marslandschap in de film

Het landschap in de film ziet er echt schitterend uit, maar één ding herken ik niet als ik kijk naar foto's die door de diverse landers en rovers zijn gemaakt: die grillige heuvels met zeer steile hellingen. Je ziet dat op de foto's onderaan. Toegegeven, je dropt rovers natuurlijk niet in volslagen onbegaanbaar terrein, maar alles wijst er (voor mij tenminste) op dat het Marslandschap vooral zeer oude, versleten heuvels heeft, na miljarden jaren van (milde) erosie. Zie de foto hieronder.



Hieronder: twee beelden uit de film.



Film The Martian

Science of Fiction?

Je hebt misschien *The Martian* gezien, het bloedstollende relaas van de astronaut Mark Watney die na een hevige storm wordt vermist. Hij wordt opgegeven en achtergelaten door de rest van de crew die hals over kop het verraderlijke Marslandschap verlaat. De film van regisseur Ridley Scott is gemaakt op basis van het boek met dezelfde titel van Andy Weir. Dat boek werd geprezen om zijn wetenschappelijke juistheid en Scott heeft NASA gevraagd om de film te checken en te bepalen of het allemaal juist was. Zijn ze daarin geslaagd? Als je de film nog niet hebt gezien moet je dit misschien niet lezen.

Bij het zien van de film troffen mij drie dingen: de verwoestende storm, het ontbreken aan verwijzingen naar straling en het fraaie maar wel wat vreemde landschap (zie kader).

Storm

Watney wordt geraakt door rondvliegende brokstukken in een hevige storm, een storm die ook de raket bedreigt waarmee de bemanning weer terug moet keren naar de aarde. Ze hebben geen enkele hoop dat Watney de klap kan hebben overleefd en omdat de raket dreigt om te waaien is haast geboden. Een goed onderbouwd verhaal zou je toch zeggen? Nou...

De atmosfeer van Mars is ongeveer 200 maal zo ijl als die van de aarde. Stormen zijn dan natuurlijk ook niet erg krachtig. Goed, op Mars zijn windsnelheden mogelijk van 160 km/u, waarbij het fijne stof hoog in de dampkring gestuwd kan worden. Er zijn dus gigantische stofstormen. Maar de kracht die zo'n storm op Mars oplevert is 18 km/u, te vergelijken met een vrij matige wind op Aarde. Als je raket daarmee omwaait kun je je afvragen wat je te zoeken hebt op Mars.

Straling

In het heelal is overal ioniserende straling. De zon zendt een voortdurende (hoewel niet constante) stroom van geladen deeltjes, of ionen uit. Dat is de zonnwind. Het gaat om kernen van waterstof (protonen) en helium. Verder worden we ook voortdurend bestookt met kosmische straling. Dat is geen elektromagnetische straling, zoals bijv. gammastraling, maar het zijn wel deeltjes. Alleen hebben die deeltjes veel meer energie dan de zonnwind. Allemaal niet zo gezond.

Gelukkig hebben wij op Aarde een bescherming: het magnetisch veld. Dat veld leidt de meeste van die deeltjes weg. Alleen bij de polen kunnen ze dieper in de dampkring komen, waar ze de atomen van de lucht ioniseren. Dat levert de mooie kleuren op van het poollicht.

Mars heeft al heel lang geen magnetisch veld meer. Voor een magneetveld zijn twee dingen nodig: elektrisch geleidend materiaal (rond de kern van de aarde zit veel ijzer en nikkel) en beweging (het materiaal daar beweegt langzaam, door convectie en de rotatie van de aarde). We noemen dit het dynamo-mechanisme. Overigens weet men nog veel niet over de oorsprong van ons magneetveld.

Piloten en ander luchtvaartpersoneel lopen, net als astronauten, meer risico op bijvoorbeeld kanker, maar zelfs het ISS wordt nog beschermd door het aardmagnetisch veld. Op Mars is dat niet zo dus het grootste gevaar voor astronauten op Mars is die straling.

De bemanning van de Ares verbleef een maand op Mars, maar waren natuurlijk ook maanden bezig om er te komen, weer terug te keren om hun maat op te halen en dan wéér terug te keren naar de aarde. Je hebt het dan waarschijnlijk over twee jaar in totaal.

Watney wandelt meer dan een jaar in zijn eenzame over Mars, met niet meer bescherming dan zijn space suit. Zijn behuizing zal ook niet veel bescherming bieden, maar misschien is dat op een zeer slimme manier wel opgelost. In perioden met een lage zonneactiviteit zou de schade kunnen meevallen, hoewel in zo'n situatie de nog schadelijkere kosmische straling juist toeneemt. Dus mogelijk had hij het kunnen overleven. Heel oud zal hij waarschijnlijk niet worden.

Andere plussen en minnen

Op internet kun je sites vinden die meer plussen en minpunten opsommen. Zo weet NASA nog absoluut niet hoe ze een raket op Mars kunnen laten opstijgen. De astronauten lopen op een 'aardse' manier over het oppervlak, maar de zwaartekracht op Mars is 30% van die op Aarde: je zou een beetje moeten hopen om vooruit te komen (niet zo erg als de Apollo astronauten op de maan, maar wel vergelijkbaar).

De film wordt op sommige punten ook ondersteund: Watney zou volgens NASA experts onderdelen van de oude NASA rovers Pathfinder en Sojourner kunnen gebruiken om contact te maken met de aarde. Ook de enorme tornado's die je ziet bestaan, al zijn ze erg ijl. De opblaasbare 'habitat' is iets waar NASA nu aan werkt, hoewel er nog problemen zijn: zo'n opblaasgeval wil graag een bol worden, en de lage druk op Mars zou voor de druk die je in die habitat wil hebben teveel zijn.

Zwaartekrachtsgolven

Einstein had gelijk!

Je hebt het niet kunnen missen: 100 jaar na Einsteins voorspelling dat er zwaartekrachtsgolven moesten bestaan, heeft men er een gedetecteerd! Het gaat om zwaartekrachtsgolf GW150914. Op 11 februari werd dat op drie persconferenties, in Amsterdam, Washington (VS) en Cascina (bij Pisa in Italië) wereldkundig gemaakt. Ik wilde er graag bij zijn, maar zoals zo vaak hield mijn fysieke staat mij tegen. Het betekent overigens ook dat een klein deel van mijn werk op slag verouderd is. In mijn boeken *Genieten van het heelal* en *De Oerknal en het uitdijend heelal* (samen met Prof. Lamers) schrijf ik in de hoofdstukken 'Beelden uit de ruimte' dat elektromagnetische straling de enige manier is om informatie over het heelal te krijgen. Dat is dus niet meer zo! Door zwaartekrachtsgolven kun je het heelal op een heel andere manier bekijken. Het wordt wel omschreven als iemand die altijd doof is geweest en plotseling kan horen. Geweldig!

Einstein

In 1915 bracht Albert Einstein zijn *Algemene Relativiteitstheorie* (ART) uit. Die vertelt ons dat zwaartekracht een manifestatie is van de kromming van de 'ruimtetijd'. In 1916 voorspelde hij aan de hand van zijn eigen theorie dat er een soort rimpels in de ruimtetijd ontstaan als zeer zware objecten in de ruimte versnellen of vertragen. Die bewegende grote massa's sturen golven van 'gravitatiestraling' uit, die de ruimtetijd oprekken en weer indrukken. Daar merken we niet veel van want dat effect is superklein: een 10^{-20} deel. Dat komt door de enorme afstand waarover de zwaartekrachtsgolven ons bereiken en doordat zwaartekracht de zwakste van de vier fundamentele natuurkrachten is (zie ons boek *Higgs gevonden*, dat ik samen met Luc Hendriks maakte).

Detectoren

De onderzoekers konden die vervorming op 14 september 2015 (vandaar de code GW150914) detecteren met een speciaal instrument, LIGO (staat voor Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory). Het bestaat uit twee detectoren in de Verenigde Staten: een in Livingston (Louisiana) en een

in Hanford (Washington). Beide detectoren zijn opgebouwd uit twee haaks op elkaar gemaakte tunnels van 4 km lengte. In die tunnels zijn spiegels zo opgesteld dat een laserstraal op het 'kruispunt' wordt gesplitst, waarna beide stralen door de tunnels snellen, aan het eind van beide tunnels worden weerkaatst en dan precies op dat kruispunt bij elkaar komen. Daar heffen de stralen elkaar op! Tenzij de tunnels worden vervormd door zwaartekrachtsgolven. In dat geval is de lengte van de tunnels niet meer gelijk en komen ze niet gelijk aan op het kruispunt. Het feit dat de twee LIGO's zo ver uit elkaar liggen maakt het mogelijk te bepalen waar aan de sterrenhemel de bron van de golven is.

Overigens is er ook een ander observatorium om die golven te detecteren: de Virgo interferometer, in de buurt van Pisa (Italië). Deze heeft tunnels van 3 km lengte maar wordt nu aangepast om hem tien maal gevoeliger te maken. Eind 2016 is hij weer klaar. Virgo is een samenwerkingsverband van vijf landen, waaronder Nederland.

De LIGO en Virgo teams werken overigens sinds 2007 nauw samen, omdat men later met alle drie de detectoren beter de bron kan lokaliseren. Men deelt alle data, en analyseert en publiceert die gezamenlijk. Aan beide projecten doen ruim 1250 onderzoekers mee, uit minstens 20 landen.

Nederlandse onderzoekers

Belangrijke onderzoekers zijn zwaartekrachtsgolvenspecialist Jo van den Brand (hoogleraar subatomaire fysica aan de VU in Amsterdam en leider van het gravitatiefysicaprogramma van Nikhef), Chris van den Broeck (leider Werkgroep Gravitational Physics aan het Nikhef) en sterrenkundige Gijs Nelemans (Radboud Universiteit en KU Leuven). Alle drie kunnen de superlatieven niet aanslepen om hun blijdschap met de detectie van de zwaartekrachtsgolven te tonen. Het is ook niet zo maar iets. Gijs Nelemans: 'Dit is het begin van een nieuw tijdperk voor de sterrenkunde. We krijgen een compleet nieuwe manier om naar het heelal te kijken en de meest extreme objecten te bestuderen.'

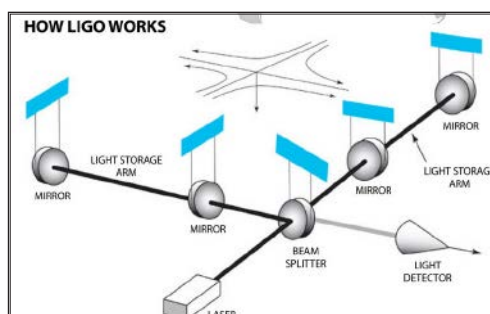
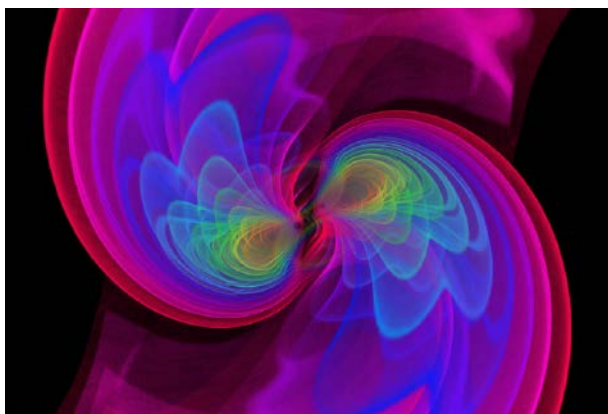
En alles blijkt precies overeen te komen met Einsteins theorie.

Robbert Dijkgraaf

Professor Robbert Dijkgraaf zei tijdens zijn DWDD-verhaal over zwarte gaten, op 27 november 2015, dat hij verwachtte dat men binnen tien jaar zwaartekrachtsgolven zou detecteren. Hij was niet op de hoogte van het feit dat men die toen al had gedetecteerd. De onderzoekers hielden de waarnemingen geheim totdat men het had kunnen verifiëren. Maar misschien is zijn voorspelling van tien jaar wel onbewust van toepassing op veel grotere ontdekkingen die leiden tot meer begrip van neutronensterren, supernova's en zwarte gaten. Ik kijk uit naar de DWDD-uitzending die hij daarover maakt! Of liever reeks van uitzendingen, want in die ene aflevering over zwarte gaten kwam hij toch niet goed uit de verf.

Sterrenkunde in Limburg?

Een artikel van Martijn van Calmthout, in de Volkskrant van 20 februari 2016, gaat over de opvolger van LIGO en Virgo: de Einstein Telescope. Deze 'ET' zou tunnels krijgen van 10 km lengte, dus per definitie gevoeliger zijn dan de huidige instrumenten. Maar het wordt ook een driehoek van tunnels, niet een rechte hoek van twee tunnels. Daarmee zal men nog beter kunnen achterhalen waar de bron is van de signalen. Waar gaat men dat instrument bouwen? Er zijn vier plaatsen geopperd waar de ET kan komen: bij Boedapest (Hongarije doet ook mee met Virgo), op Sardinië, bij de Pyreneeën en... Vaals! Het zou natuurlijk geweldig zijn als Nederland zo'n baanbrekend observatorium binnen haar grenzen zou krijgen. Nederland is op het gebied van observatoria sowieso groot in alles dat niet wordt gestoord door ons wisselvallige weer (denk aan de radioastronomie) en dit apparaat past daar prima tussen!



Linksonder: computerbeeld van twee zwarte gaten die op het punt staan samen te smelten.
Rechtsonder: hoe LIGO werkt. Belangrijk is dat 'normaliter' de signalen uit beide tunnels tegelijk arriveren.

Massa's

Als een zeer zware ster aan het einde van zijn 'leven' komt, dus als zijn brandstof in de kern op is, ontploft hij in een *supernova explosie*. Daarna wordt hij een *zwart gat*, een object waar de oorspronkelijke materie zo dicht is opeengepakt, met zo'n enorme aantrekkingskracht*, dat zelfs het licht er niet aan kan ontsnappen. En licht is met 300.000 km/s het snelste, dus meest ongrijpbare in het heelal. Vandaar de naam *zwart gat*. Je zult begrijpen dat wij ze ook niet kunnen zien! Hoewel er wel indirecte aanwijzingen zijn om een *zwart gat* te lokaliseren. Bedenk bij de in de hoofdstekst genoemde massa's dat de oorspronkelijke sterren ooit nog veel zwaarder waren! Zwarte gaten in het Melkwegstelsel zijn vijf tot hooguit twintig zonsmassa's zwaar, omdat er zelden sterren worden gevormd met meer dan 100 – 150 zonsmassa's. Zware sterren zijn erg verkwistend, zodat ze veel van die massa bij hun leven verliezen als *sterrenwind*. Ze worden dan ook niet oud, hooguit enkele miljoenen jaren. Tijdens de *supernovaexplosie* verloren ze ook weer een groot deel van hun massa.

* De zwaartekracht neemt af met het kwadraat van de afstand!

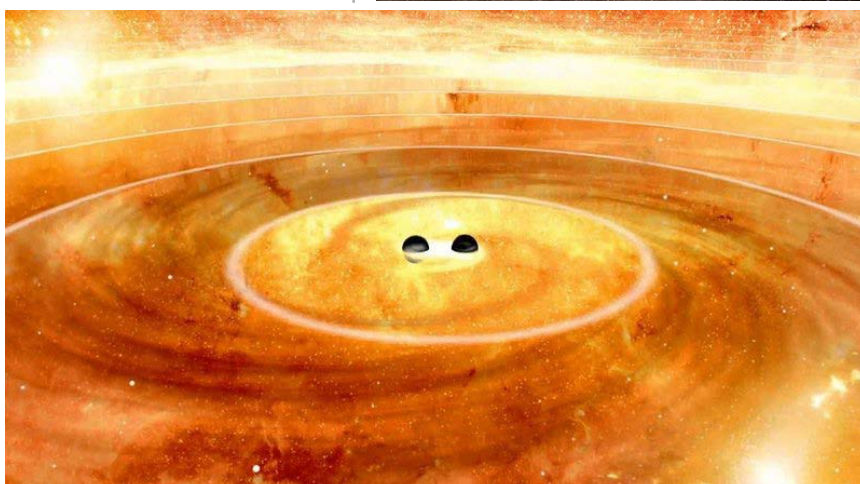
Linksonder: een 'artist impression' van het samensmelten van twee zwarte gaten, en **Hiernaast:** een plaatje uit een computersimulatie van dat proces.

Botsing van zware sterren

De zwaartekrachtsgolf GW150914 bleek afkomstig te zijn van een zeer heftige gebeurtenis op 1,3 miljard lichtjaar afstand. Bijna anderhalf miljard jaar geleden smolten de restanten van twee zeer zware sterren, zwarte gaten van resp. 36 en 29 zonsmassa's, samen tot een object van 62 zonsmassa's (zie kader). Het verschil, 3 zonsmassa's, werd via de beroemde wet van Einstein ($E = mc^2$) omgezet in energie en uitgestraald in de vorm van zwaartekrachtsgolven. Dat is 5000 maal zoveel als de zon in zijn hele, misschien tien miljard jaar durende leven produceert.

Beide zwarte gaten zijn ca. 200 km groot, roteerden al heel snel en bewogen ook erg snel (op 350 km afstand) om elkaar heen, meer dan 70 maal per seconde! Dat betekent een snelheid van 60% van de lichtsnelheid! In 20 milliseconde smolten ze samen tot één *zwart gat* dat een fractie van een seconde natrilde. Men verwacht na dit succes veel meer heftige processen in het heelal te kunnen gaan onderzoeken. Ze hopen op een *supernova* in ons eigen Melkwegstelsel of een naburig stelsel. Dan kan men eindelijk zien wat er binnenin een ster gebeurt als hij *supernova* gaat. Elektromagnetische straling wordt tegengehouden door stof en gas rond zo'n ster.

Bronnen: Nikhef persberichten en Space.com.



Hemel van maart

Overzicht

De zichtbaarheid van de heldere planeten en de fasen van de maan voor deze periode, informatie afkomstig uit de **Sterrengids**. Dat is een interessante jaargids en een must voor wie de verschijnselen aan de hemel van dag tot dag wil volgen: www.sterrengids.nl/.

Maanfasen maart 2016

Laatste kwartier	2 mrt, 00:11 u MET
Nieuwe maan	9 mrt, 02:55 u MET
Eerste kwartier	15 mrt, 18:03 u MET
Volle maan	23 mrt, 13:01 u MET
Laatste kwartier	31 mrt, 17:17 u MET

Perigeum: 10 mrt, 09:04 u MET, 359.509 km
Apogeum: 25 mrt, 15:17 u MET, 406.126 km

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze deze maand of maanden staan, plus de **rechte klimming*** (RA) waarmee je de locatie van de planeet op de planisfeer kan opzoeken.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Steenbok/Vissen**	niet zichtbaar
Venus	Steenbok/Waterman	niet zichtbaar
Mars	Weegschaal/Schorpioen	16:04 u
Jupiter	Leeuw	11:15 u
Saturnus	Slangendrager	17:00 u
Uranus	Vissen	1:10 u
Neptunus	Waterman	22:47 u

*) De *declinatie* is niet nodig omdat planeten altijd in de buurt van de *ecliptica* kunnen worden gevonden. Ik neem de RA's voor het midden van de periode.

***) Mercurius is 23 maart in *bovenconjunctie*, wat betekent dat hij aan de hemel vlakbij de zon staat en ook nog eens op zijn grootst mogelijke afstand. Ook Venus staat (aan de hemel) erg dicht bij de zon.

De planeten

We zien niet meer de vijf helderste planeten aan de hemel, want zowel Mercurius als Venus zijn nu onzichtbaar. Mars komt aan het eind van de maand kort na middernacht op en zijn afstand tot de aarde wordt steeds kleiner. Om die reden wordt hij aan de hemel wat groter en helderder.

Jupiter is op 8 maart in *oppositie*, wat wil zeggen dat de aarde precies tussen de zon en de gasreus staat. Dat betekent dat Jupiter het dichtst bij ons staat en daarom erg goed te zien is en midden in de nacht hoog aan de hemel staat. Saturnus komt 's ochtend vroeg op en staat in de buurt van het rode duo: Mars en Antares (de helderste ster van de Schorpioen). Antares is een van de 15 helderste sterren aan de hemel. Het is een rode superreus, twintig maal zo groot als de zon.

Uranus staat nu 's avonds in het westen en is aan het eind van de maand niet meer zichtbaar. Neptunus is helemaal niet te zien. Pluto is sowieso lastig waar te nemen. Ga eens naar een amateursterrenwacht de komende maanden.