

# Rob's Nieuwsbrief - 41

over sterrenkunde en het heelal

juni 2017

## Cursus!

### Lopende zaken...

Op dit moment zijn 5000 planisferen in productie, voor klanten. Een daarvan is de VVV Terschelling, die een tweede druk heeft besteld van de planisfeer die de VVV, Staatsbosbeheer en het fraaie vakantiepark Tjermelân gebruiken voor excursies naar het Dark Sky Park daar (zie Rob's Nieuwsbrief van januari-februari 2016). De andere 4500 zijn voor een belangrijke Duitse klant, Astroshop.de, en bestaat uit maar liefst zes verschillende versies. Het gaat onder andere om een Duitse en een Franse versie van slechts 17,5 cm diameter, en een Poolse en Portugese versie! Vooral die laatste waren weer erg leuk om te maken; het zijn de 15e en 16e taalversies die we hebben geproduceerd.

Verder probeer ik wat zaken te regelen die al langdurig door tijdgebrek liggen te wachten én ben ik bezig mijn grote cursus van de grond te krijgen!

### Cursus Leer het heelal begrijpen

Komend najaar geef ik mijn cursus *Leer het heelal begrijpen* in zijn meest uitgebreide vorm: tien lessen (plus twee extra lessen; zie verder). Het is een pittige cursus, met veel informatie (daar is niet aan te ontkomen bij zo'n onderwerp). Toch is het hoofddoel de cursist vooral meer begrip mee te geven, met name ook door het gebruik van unieke schaalmodellen. Men leert zo op een leuke, ontspannen manier:

- de bewegingen aan de sterrenhemel te begrijpen;
- werken met de planisfeer;
- de belangrijkste sterren en sterrenbeelden herkennen;
- alles over het zonnestelsel, zoals bijv.

- waarom Pluto geen 'planeet' meer is;
- alles over sterren, de Melkweg en andere sterrenstelsels;
- de processen te begrijpen die geleid hebben tot de planeten, sterren en sterrenstelsels zoals we die nu kunnen zien;
- de afstanden en afmetingen in het zonnestelsel en daarbuiten, en de leegte van het heelal te begrijpen.

### Uitgebreide opzet

De cursus is ooit opgezet in acht lessen (zie kader). Gaandeweg maakte ik echter zoveel materiaal dat ik onderdelen moest schrappen vanwege de beschikbare tijd. Die onderdelen heb ik als modules bewaard en drie van die modules werden later mijn Lezing van Alles, over materie, elektromagnetische straling en de zon (over hoe de energie die de zon door middel van kernfusie maakt ons in de vorm van zichtbaar licht bereikt). Verder moest ik het aantal lessen in de achtdelige cursus over het zonnestelsel naar twee terugbrengen, want tijdens de pilots kwam ik erachter dat ik veel meer tijd moest inruimen voor de inleiding in de sterrenkunde. Daarin behandel ik zaken als de bewegingen aan de hemel en hemelcoördinaten, en het werken met de planisfeer dat die lessen ondersteunt. Zo werd de inleiding verdubbeld naar vier lessen en dat ging ten koste van het zonnestelsel... Maar nu, met tien lessen, maak ik dat ook goed!

### Extra lessen!

Cursisten krijgen nóg meer waar voor hun geld, want aansluitend geven twee vermaarde hoogleraren astronomie gastlessen:

- op 6 december prof. Ed van den Heuvel over zijn favoriete onderwerp: sterren
- op 20 december prof. Henny Lamers over de Oerknal, donkere energie, donkere materie e.d. (dus het onderwerp van ons boekje *De Oerknal en het uitdijend heelal*).

### Wanneer, waar, hoe duur?

De lessen zijn op de woensdagen, vanaf 13 september en tot en met 29 november (niet op 18 en 25 oktober, vanwege de vakantie) en worden gegeven in de GSG Guido, aan de Paladijnenweg 251 in Amersfoort. De cursus kost € 149,00 en daarvoor krijg je dus twaalf lessen, het cursuspakket (van drie boeken en een planisfeer) t.w.v. € 61,80 en uiteraard een kopje koffie of thee. Zie voor meer informatie: [www.walrecht.nl/nl/nieuws/cursus-sterrenkunde-najaar-2017](http://www.walrecht.nl/nl/nieuws/cursus-sterrenkunde-najaar-2017).

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.

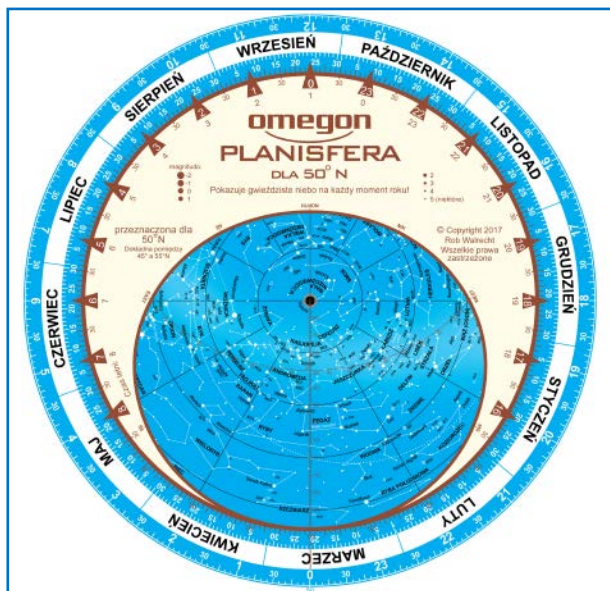
Je kunt je aan- of afmelden via [www.walrecht.nl](http://www.walrecht.nl).

### Opgezet voor docenten

De cursus 'Leer het heelal begrijpen' is in de periode 2010 tot en met 2014 opgezet voor docenten van het basis- en voortgezet onderwijs, omdat veel docenten behoefte hebben aan meer kennis en begrip over het heelal. Helaas heb ik de cursus voor docenten dit voorjaar niet van de grond gekregen, door gebrek aan een database met geïnteresseerden. De cursus is echter ook prima geschikt voor particulieren want inhoudelijk maakt dat niet uit (zaken zoals de didactische aspecten, tools & trucs en de intensievere begeleiding ontbreken nu uiteraard). De cursus is zelfs eerst 'op' particulieren getest, in de Sterrenwacht in Amersfoort. Docenten zullen deze cursus echter ook erg waardevol vinden!

**Linksonder:** de nieuwe Poolse 'Planisfera dla 50°N'. De tekst is voor mij veel minder te volgen dan die van de Portugese 'Planisfério para 40° Norte'. Erg leuk om te maken.

**Hieronder:** de poster voor de cursus is te downloaden via link in de tekst hiernaast.





### De supernova van 1054

In het jaar 1054 zagen Chinese astronomen een nieuwe 'ster', zesmaal zo helder als Venus. Hij was enkele maanden zelfs overdag te zien. Nu weten we dat het een supernova was, een ontploffende ster, en zien we de nog uitdijende gasrestanten ervan als de Krabnevel (M1). De ster stond op 6500 lichtjaar van de aarde. Als die afstand 50 lj was geweest was onze planeet nu door de straling levenloos geweest.

**Onderaan:** Curiosity op Mars: een panorama gemaakt door de Marsrover Curiosity. Deze is op 24 en 25 maart 2017 gemaakt in het Bagnold duinenveld op de lage helling van Mount Sharp. Vooral de lineaire duin op de achtergrond (de donkere heuvels tegen de skyline, aflopend naar links) trekt de aandacht. Eerdere duinen die men onderzocht waren halve maanvormig. Men wil graag weten hoe de winden deze verschillen veroorzaken; waarom de duinen zo dicht opeenliggen, aan dezelfde kant van dezelfde berg, in verschillende patronen; of die winden de zandkorrels naar grootte sorteren, wat invloed heeft op de verspreiding en samenstelling van de mineralen over het oppervlak. Het is een 360° panorama, de zijkanten zijn het noordwesten. Er waren 115 opnamen voor nodig.  
**Hieronder:** de serie opnamen van M1 (zie hoofdtekst).  
**Midden:** hier zijn de vijf opnamen over elkaar heen gelegd.  
**Rechts:** de cluster Abell 370, gefotografeerd door de Hubble.

## Vijf maal de Krabnevel

### Samenwerking Europa en VS

De fraaie Krabnevel (M1) is het restant van een supernova, een ster die bijna duizend jaar geleden ontplofte (zie kader). Om deze nevel en de neutronenster (het restant van de ster zelf) er middenin te begrijpen moet men informatie hebben op zoveel mogelijk golflengten, van radio- tot röntgenstraling. De foto hieronder combineert de beelden van vijf oude, vertrouwde Amerikaanse en Europese (ruimte-) telescopen: de Very Large Array (VLA), Spitzer Space Telescope, Hubble Space Telescope, XMM-Newton en de Chandra X-ray Observatory (zie het overzicht van de opnamen voor meer informatie).

De golflengtegebieden vertellen iets over de temperaturen: radiostraling geeft informatie over de koelste delen (gas- en stofwolken). Bij infrarood, zichtbaar licht en ultraviolet zie je steeds warmere wolken en objecten en bij röntgenstraling de allerheetste delen, zoals de omgeving van de neutronenster (op het Chandra-plaatje te zien). De zeer hete neutronenster heeft gas in de buurt verhit.



## Hubble jarig - deel 2

### Zee van sterrenstelsels

In de vorige nieuwsbrief schreef ik over de 27e verjaardag van de Hubble Space Telescope. In het kader daarvan was een opname uitgebracht van twee sterrenstelsels (zie pag. 3 van dat nummer). Er is echter nog een feest-foto uitgekomen (hieronder).

Wat je ziet zijn enkele honderden sterrenstelsels in de cluster Abell 370, op 4 miljard lj afstand. Al die sterrenstelsels zijn door hun gezamenlijke zwaartekracht tot elkaar veroordeeld. De helderste en grootste sterrenstelsels zijn de geelwitte elliptische stelsels, met vele honderden miljarden sterren per stuk. Spiraalstelsels hebben jongere sterpopulaties en zijn daardoor blauwig. De mysterieuze blauwe bogen zijn de verstoorde beelden van sterrenstelsels die nog verder weg staan. Door de immense zwaartekracht van al die massieve sterrenstelsels werkt de cluster als een enorme lens die verre objecten vergroot – en vervormt. Interessant te weten is dat de Hubble die stelsels niet direct zou kunnen waarnemen! De opname is in zichtbaar licht en het nabije infrarood gemaakt.





## Pluto

### Officiële namen op Pluto

Tot nu toe gebruikte iedereen de tijdelijke, officieuze namen voor kraters, bergen, klippen, canyons en andere kenmerken op Pluto die werden bedacht door het *New Horizons*-team. De IAU (International Astronomical Union), die over de naamgeving gaat, heeft nu ingestemd met de thema's volgens welke de *NH*-onderzoekers namen gaven aan al die features op Pluto, Charon en de vier kleine maantjes, Styx, Nix, Kerberos en Hydra. Vanaf begin 2015, toen *NH* nog ver van de dwergplaneet was, kon het publiek namen bedenken die voldeden aan de thema's (zie mijn bijzondere nieuwsbrief, de Pluto Special, bovenaan de lijst met nieuwsbrieven op mijn website). De volgende stap is dat de voorgestelde namen ook worden goedgekeurd.

### Op naar de volgende

Op 1 februari voerde *New Horizons* een kleine koerscorrectie uit om ervoor te zorgen dat zij op Nieuwjaarsdag 2019 langs een ander object van de Kuiper gordel kan scheren (een *KBO*: een *Kuiper Belt Object*). En met succes, bleek ruim 5 uur later, toen de radiosignalen de aarde eindelijk bereikten.

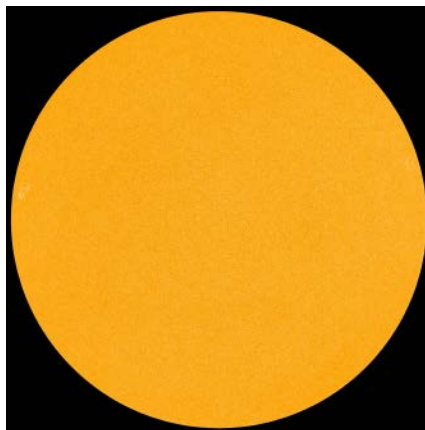
Het doel van deze Kuiper Belt Extended Mission (KEM) is een veel kleiner object dan Pluto, zonder een naam maar met slechts een ontdekkingscode: 2014 MU69. Het object, waarvan we nauwelijks nog wat weten, zou 18 tot 41 km groot zijn (hij kan de provincie Utrecht nét bedekken) en hij zal ongetwijfeld vooral uit waterijs bestaan. Tijdens de flyby van Pluto was het toestel – net als de dwergplaneet – op 4,929 miljard km van de zon, op 1 januari 2019 is zij 1,5 miljard km verder (6,49 miljard km van de zon)! Vanaf september 2018 verwacht men dat *NH* de kleine KBO kan zien.

*NH* maakte in de week vóór de koerscorrectie opnamen van zes andere KBO's. Die foto's moeten informatie opleveren over hun vorm, oppervlaktekenmerken en eventuele satellieten die nooit vanaf de aarde verkregen zou kunnen worden.

## Meer kosmische straling

### Zonneminimum nadert

Op 13 mei was de zon 'vlekkeloos': voor de vierde dag op rij was er geen enkele zonnevlek te zien. Het was tevens de 34e dag van 2017 dat de zon zo 'kaal' was; in 2016 waren er in totaal slechts 32 vlekloze dagen. Het zijn duidelijke signalen dat een zonneminimum nadert. Men voorspelt dat het volgende zonneminimum in 2019-2020 is (zie kader op pagina 5). Een zonneminimum is echter niet saai, want er is nog een bron van geladen deeltjes: de **kosmische straling**. Dat is geen echte straling maar bestaat uit atoomkernen en elektronen met een zeer hoge energie (snelheid), veel hoger dan de energie van de zonnewind. Kosmische straling is vermoedelijk afkomstig van supernova's en veel energierijker, dus schadelijker, dan de zonnewind. Met de zonnewind blaast de zon een soort bel in de ruimte, de **heliosfeer**, waarmee hij ons beschermt tegen kosmische straling. Als de zon in een minimum is neemt de heliosfeer echter af en wordt de kosmische straling uit het heelal dus intenser. Dat gebeurt nu ook: hij is sinds maart 2015 13% toegenomen. Gelukkig heeft de zon andere beschermingen, zoals de dampkring en het aardmagnetisch veld. Piloten en astronauten moeten het wel in de gaten houden.



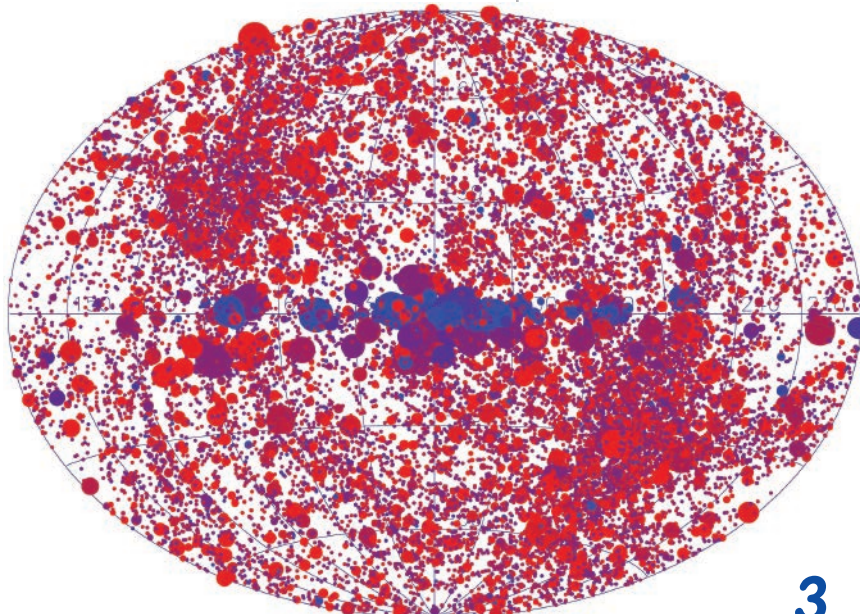
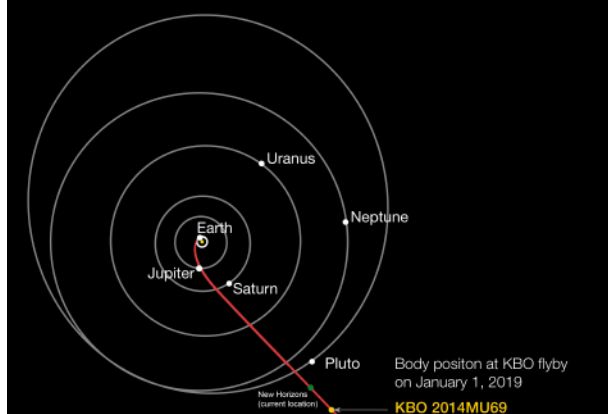
### Kunst?

Het beeld **rechtsonder** lijkt op een kunstwerk, maar is een overzicht van röntgenbronnen in het heelal. De Europese ruimtetelescoop XMM-Newton werd in 1999 gelanceerd en is nog steeds in een prima staat. Men kan de telescoop op elk punt aan de sterrenhemel richten en zo objecten met (in de omgeving) zeer hoge temperaturen bestuderen, zoals zwarte gaten, neutronensterren, pulsars en sterrenwinden. Ook als men de telescoop naar een ander doel wil richten blijft zij haar werk doen, zodat men bijvoorbeeld in de periode augustus 2004 tot december 2014 in totaal 2114 'slews' ('stroken') van de hemel in beeld bracht (84% van de hemel). Deze kaart toont 30.000 bronnen die men in die periode waarnam. Door overlap zijn 4924 objecten minstens tweemaal waargenomen, sommige objecten wel vijftienmaal. De kleurcodes slaan op de intensiteit: bronnen met een rode kleur hebben een lagere energie dan die in blauw. En hoe helderder de röntgenbron, des te groter de cirkel. Het centrum van de plot komt overeen met het centrum van het Melkwegstelsel. Onder de helderste bronnen vinden we het beroemde zwarte gat Cygnus X-1.

**Hiernaast:** de zon op 13 mei 2017: geen enkele zonnevlek te bekennen.

**Linksonder:** de rode lijn is het traject van *New Horizons* naar haar volgende flyby, de KBO 2014 MU69. De groene stip is ongeveer de positie van de sonde op 1 februari 2017.

### New Horizons: What's Next





### Nieuwe supernova?

Op de grens tussen de sterrenbeelden Cepheus en Cygnus (de Zwaan) ligt het sterrenstelsel NGC 6946. Hij staat ook in de planisfeer (volg een lijn van Deneb (Zwaan) ongeveer naar de poolster en je komt hem tegen). In de nacht van 14 mei ontdekte de Amerikaanse amateurastronoom Patrick Wiggins in dat sterrenstelsel een (mogelijke) heldere supernova, die de code SN 2017eaw heeft gekregen. Als het object als supernova wordt bevestigd is het de tiende die men in dit sterrenstelsel heeft ontdekt en dat maakt het een erg explosief stelsel.

Gianluca Masi, een Italiaanse astronoom, controleerde het gebied op bekende planetoïden, want die 'doen zich wel eens voor' als supernova's. Het ziet er echter uit dat er weer een ster is geëxplodeerd en dat Wiggins hem in een vroeg stadium heeft ontdekt. Dat laatste is interessant voor de wetenschappers, die nog niet het type supernova kunnen bepalen.

**Hieronder:** twee foto's van het sterrenstelsel NGC 6946, de bovenste vóór de supernova-explosie (eigenlijk is de bovenste fake, ik heb de ster weg gefotoshopt, om te laten zien hoe lastig zoiets is te ontdekken). Foto Gianluca Masi.

**Onderaan:** twee illustraties van Mark Garlick laten zien hoe de ramp er voor de dino's uit moet hebben gezien, de derde toont de inslag van de 14 km grote planetoïde (schilderij van Don Davis).

## Waarom de dino's uitstierven

### BBC documentaire

Op BBC2 was onlangs de documentaire 'How the dino's died', over de voor de dinosauriërs desastreuze inslag van een planetoïde, 66 miljoen jaar geleden. De BBC-ploegen volgden onder andere de boringen in het gebied van de 180 km grote Chicxulub-krater, op het Mexicaanse Yucatán Schiereiland. Zo verkreeg men een boorkern van 1330 m, van de zeebodem tot en met de krater. Daarmee wil men veel meer te weten komen over de inslag en de gevolgen ervan. Wat deed 75% van alle planten en dieren uitsterven: de vuurbal, de schokgolf, de enorme stormen, de tsunami's die erop volgden?

De planetoïde was 'slechts' 14 km in diameter en had een zeer hoge snelheid: 65.000 km/u. Wat was de energie die bij de inslag vrijkwam? Die vraag heeft men aan de hand van die boorkern, en met de gegevens van de 904 kernproeven die de Amerikanen in Nevada hebben uitgevoerd, nu kunnen beantwoorden: de energie van tien miljard Hiroshimabommen!

### Levend geroosterd

De bovenste lagen bestonden uit sedimenten die daar in miljoenen jaren op elkaar zijn gelegd, een laag van ongeveer 3 m per 10 miljoen jaar. De onderste delen van de boorkern bevatten een 12 m dikke, chaotische laag die typerend is voor een tsunami, en wel de grootste tsunami die bekend is. Daaronder stuitte men op het materiaal van de inslagkrater. De kristalstructuur van de gesteenten is zo vernietigd dat het echt keiharde graniet nu zo met de hand te verpulveren is.

In de eerste tien minuten na de inslag werd het omringende zeewater verdampt, steeg een berg van gesmolten gesteenten uit de korst tot hoger dan de Himalaya nu, waarna het materiaal in een opvallende ring van bergen terugviel naar de aarde. Ondertussen was een vuurbal ontstaan met een temperatuur van 10.000°C, die zich uitspreidde en alles binnen een straal van 1000 km in een oogwenk verbrandde. Het idee was echter tot nu toe dat de pluim van gloeiendhete restanten (lava!) van de planetoïde en gesteenten uit de aardkorst, die tot 1000 km hoogte reikte, voor de grootste vernietiging zorgde. De atmosfeer werd in rap tempo ingenomen door die wolk, waarbij nog meer planten en dieren levend werden geroos-

terd. Deze 'mass fire' verhoogde de temperatuur van de dampkring nog meer, binnen een paar uur vloog de gehele aarde in de brand.

Maar in Patagonië, op 6500 km van de inslag, vond men bewijzen dat planten het hebben overleefd en dat ook dinosauriërs niet meteen doodgingen. Wat was dan de reden dat ze uitstierven?

### Verkeerde moment, verkeerde plaats

De dino's hadden de pech dat de planetoïde de voor hen slechts denkbare plek op Aarde trof: een kustgebied. Daar lagen dikke lagen gips, gevormd door de skeletjes van ontelbare zeediertjes die in de loop van miljoenen jaren waren gestorven. Gips is rijk aan fosfaten. Bij de inslag verdampte het bijna volledig en kwamen dikke wolken fosfaten in de dampkring terecht: de blauwe aarde werd maanden- of jarenlang de grijze aarde! Zoiets hebben we in 1991 in het (relatief) zéér klein meegemaakt, na de uitbarsting van de vulkaan Pinatubo. Het zonlicht werd geblokkeerd en binnen dagen zakte de temperatuur mondiaal met 10°C. Was de inslag seconden vroeger of later geweest, dan was dat op land of midden in de oceaan gebeurd. Dan hadden veel dino's het overleefd en was het tijdperk van de zoogdieren – en dus dat van de mens – misschien nooit aangebroken! Maar nu was binnen weken het voedsel in de oceanen op, snel gevolgd door voedsel op het land. De machtige dinosauriërs hadden geen enkele kans!



## Divers

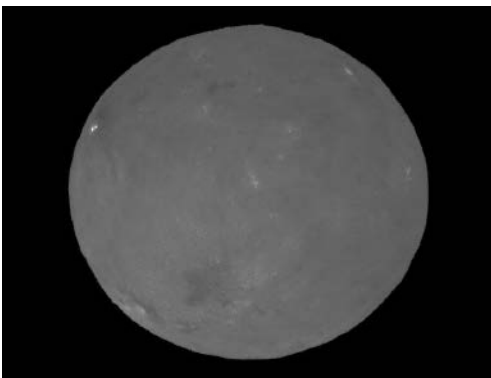
### 'Steve' verscheen!

De foto van het poollicht linksonder kwam via Spaceweather.com binnen. De foto is gemaakt door Harlan Thomas, in de 'Badlands' van Alberta, Canada. Het vreemde ding op de voorgrond is een van de 'Hoodoos', 6-7 meter hoge rotsformaties.

Het poollicht hier (met links Jupiter!) is al speciaal, met die groene 'picket fence' flarden. Het zijn vermoedelijk verticale kolommen van energetische deeltjes die de aardmagnetische veldlijnen volgen tot hoog in de atmosfeer. Maar die lila boog over het beeld is helemaal bijzonder. Na 15 minuten verdween het. Al heel lang worden dergelijke bogen door waarnemers op het noordelijke halfrond nu en dan gezien, dansend tussen het gewone poollicht. Niemand begrijpt nog goed wat het is, maar net als de 'picket fence' heeft het met 'linten' van gas te maken. Amateurastronomen in Alberta hebben het ding 'Steve' genoemd. De drie Europese Swarm-satellieten kunnen ons er meer over vertellen, omdat in elk geval één ervan dwars door 'Steve' is gevlogen. Beide fenomenen komen vaak samen voor.

### Nieuwe video Ceres

Er is nu een video uitgekomen van Ceres tijdens oppositie op 29 april (afstand 20.000 km), toen de zon, de aarde en Ceres op één lijn lagen. Die vind je op [www.walrecht.nl/nl/links](http://www.walrecht.nl/nl/links). Zie ook de foto hieronder; linksboven de opvallende krater Occator. Waarnemingen met de zon 'in de rug' geven meer informatie over de samenstelling van de bodem.



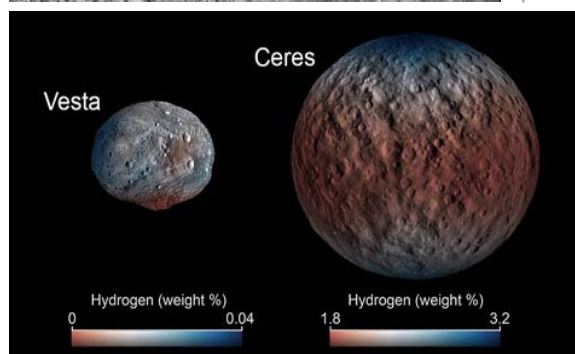
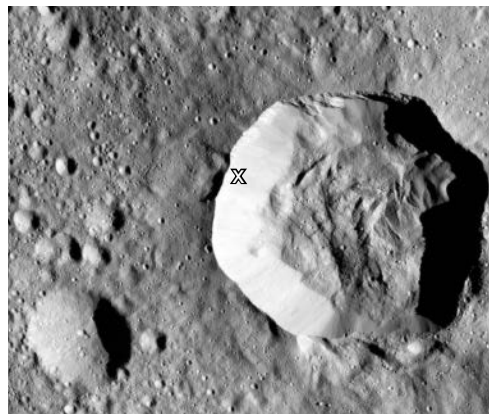
## Ceres

### Bewijzen voor stromen

In de vorige nieuwsbrief (op pag. 4) schreef ik al over aardverschuivingen op het oppervlak van Ceres. Op de foto hieronder zien we ook weer bewijzen voor meerdere typen oppervlaktestromen, wat duidt op de aanwezigheid van waterijs in het regoliet (zie kader).

Een zo'n stromingstype zie je rondom de grote inslagkrater. Je moet goed kijken. De onderzoekers zien hierin aanwijzingen voor een redelijk vloeibare stroom, waarbij het materiaal na de inslag gemakkelijk en ver over het oppervlak kon stromen. Dat kan veroorzaakt zijn door een behoorlijke hoeveelheid water of waterdamp in de ejecta (het bij de inslag uitgeworpen materiaal). We zien aan de linkerkant van de krater een steile bergrug, waar materiaal na de inslag verder is weggestroomd (x). Dit soort 'fluidized ejecta blankets' ('vloeibaar geworden ejecta-dekens') zien we veel op Mars.

Dawn heeft ook de waterstofverdeling over het oppervlak van Ceres vastgelegd, met het Gamma Ray and Neutron Detector instrument. De waterstof die gemeten wordt zit voor een deel in waterijs, daarnaast in de vorm van gehydrateerde mineralen (klei). Het waterijs zit in de bovenste meter van het regoliet. De foto's rechtsonder tonen die informatie en soortgelijke metingen van Vesta (links op de foto). Blauw geeft een hogere waterconcentratie aan (nabij de polen), rood lagere concentraties naar de equator toe. Het plaatje van Vesta laat zien dat deze planetoïde droger is, ruwweg honderd maal zo droog zelfs (zie kader). Het oppervlak van Vesta bestaat voornamelijk uit basalt.



### Zonnecyclus

Het aantal zonnevlekken is gekoppeld aan de zonnecyclus, een cyclus van 7 tot 17 jaar (gemiddeld 11 jaar). Een cyclus duurt van een zonnemaximum, als de zon erg actief is en er veel zonnevlekken te zien zijn, tot het volgende zonnemaximum.

Nu de zon steeds minder actief wordt is er nog steeds kans op poollicht, dat wordt veroorzaakt door sterke zonnewind. Die zonnewind, een continue (maar niet constante!) stroom van geladen deeltjes van de zon (plasma), ontsnapt nu door zogenaamde coronale gaten, delen in de zonneatmosfeer waaruit plasma zonder probleem kan ontsnappen. De zonnewind ioniseert, wat voor leven minder gezond is.

### Regoliet

Regoliet is de naam voor een laag van los materiaal aan het oppervlak van een wereld, zoals zand en stof en puin. Regoliet ontstaat door erosie (wind en water, koude, aardbevingen en vulkanisme, inslagen) en ligt op een harde laag van vast (geconsolideerd) gesteente.

**Linksboven:** een beeld uit de nieuwe video van een roterende Ceres.

**Linksonder:** foto van de twee bijzondere poollichtverschijnselen die op 19 mei 2017 werd gemaakt in Alberta, Canada. Zie verder de hoofdtekst. Foto Harlan Thomas.

**Hiernaast:** deze krater, die in de hoofdtekst wordt beschreven, ligt ten zuidwesten van de grote krater Kerwan (280 km), op het zuidelijke halfrond van Ceres. De foto is gemaakt op 7 augustus 2016, van 390 km hoogte.

**Rechtsonder:** foto's van Vesta en Ceres, met daaroverheen gelegd de data over de waterstof- (vooral water-) verdeling. De kleuren zijn een indicatie voor de waterconcentratie, maar de 'verloopjes' in de percentages waterstof die je in de balkjes eronder ziet zijn niet van dezelfde orde. Vesta is veel droger dan haar grotere zus en zou hier in vergelijking tot Ceres voornamelijk grijs moeten zijn. De afbeelding die dat goed toont was echter niet geschikt voor de nieuwsbrief.





### Namen van sondes

Misschien is het je al eens opgevallen, maar ik probeer zoveel mogelijk de namen van ruimtesondes e.d. cursief te plaatsen. Ik heb dat nu echter in het artikel over Cassini, dat op deze pagina begint, niet gedaan. De naam van dat toestel wordt wel erg vaak genoemd...

### Video eerste close flyby

Er is een video gemaakt over de eerste scheervlucht, op 26 april. Je vindt deze op: [www.walrecht.nl/nl/links](http://www.walrecht.nl/nl/links).

**Linksboven:** de kleine maan Enceladus heeft een zeer jong landschap.

**Links, midden:** de grootste maan Titan met daarvoor de nummer 2, Rhea.

**Onderaan:** een artist impression van Cassini's eerste 'ring grazing orbit'.

**Rechts onder:** nu de winter nadert op het zuidelijke halfrond krijgt het dezelfde blauwe tint die het noordelijke halfrond had toen Cassini op 1 juli 2004 arriveerde.

## Cassini en Saturnus

### Het laatste jaar voor Cassini

Cassini is 22 april begonnen met het laatste deel van haar missie, waarbij zij in totaal 22 maal tussen de planeet en de ringen duikt, waar slechts 2000 km ruimte tussen zit (zie ook *Rob's Nieuwsbrief* nr. 36, pag. 4-5). Daarvan wist men niet hoeveel deeltjes (zo groot als rookdeeltjes) Cassini er zou aantreffen. Met een snelheid van 124.000 km/u (t.o.v. de planeet) kan zelfs zo'n klein deeltje catastrofaal zijn voor een sonde.

### De Grande Plunge

De eerste duiken waren op 26 april en 2, 9, 15, 21/22 en 28 mei. Daarna zijn ze ongeveer wekelijks, met de eerstvolgende op 10 juni. Deze *Grande Finale* missie zal op 15 september eindigen met een 'Grande Plunge' in de atmosfeer van Saturnus. De brandstof is praktisch op en men koos voor deze optie om te voorkomen dat eventuele aardse microben in en op de sonde de mogelijk leefbare manen van Saturnus zouden kunnen besmetten.

Het Cassini-team krijgt zo ook een unieke kans om de planeet en de ringen van zéér nabij te bekijken! Op de 26e vloog de sonde op 3000 km boven de wolken van de planeet en op slechts 300 km van de zichtbare binnenrand van de D-ring (de binnenste ring), en overleefde het (zie kader, over de nieuwe video).

Hoewel de mission managers vol vertrouwen waren dat het toestel met succes door de opening tussen de planeet en de ringen zou scheren, had men extra voorzorgsmaatregelen genomen omdat dit gebied nooit eerder is bezocht. Men moest uitgaan van de verwachtingen op basis van de ervaringen met Saturnus' andere ringen. Ter bescherming liet men Cassini de 4 m grote radioschotel als een schild voor zich uitvoeren. Daardoor was zij tijdens de duik niet in contact met de aarde.

### Waarom Cassini?

Sinds Cassini op 1 juli 2004 bij Saturnus arriveerde heeft het toestel ongelooflijk veel bijgedragen aan onze kennis over de planeet en zijn manen- en ringenstelsel, over de oceaanwerelden, atmosferen en nog veel meer. Hier

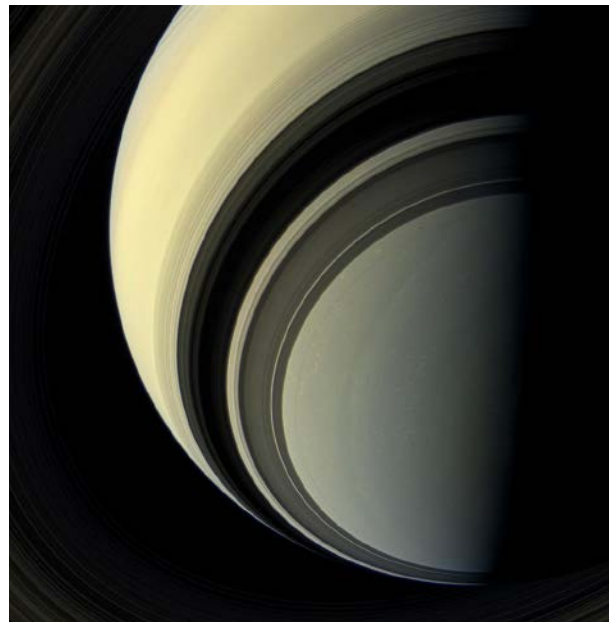
is een overzicht van wat Cassini heeft gedaan ter verbetering van **ons begrip van**

### ... werelden waar leven mogelijk kan zijn

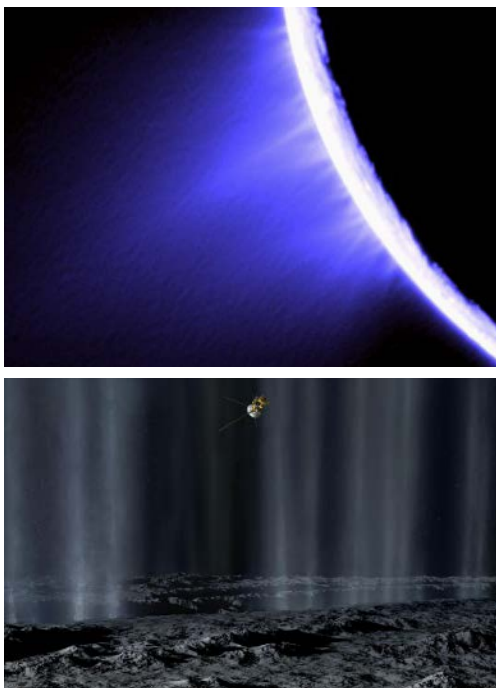
Na de ontdekking van de ondergrondse oceanen van Enceladus en Titan werd het onderzoek van 'oceanwerelden' een speerpunt in het planeetonderzoek. De bevindingen bij deze manen helpt de wetenschappers gerichter te zoeken naar potentieel leefbare planeten en manen voorbij ons zonnestelsel.

Voor leven zoals wij dat kennen is een stabiele omgeving met vloeibaar water, chemische elementen (voedsel) en energie (van de zon of door chemische reacties) essentieel. Bij de lancering van Cassini, in 1997, was het onduidelijk of er voorbij Mars een plek was waar die mix van ingrediënten aanwezig is. Een jaar later toonde Galileo aan dat de Jupiter-maan Europa een potentieel leefbare ondergrondse oceaan heeft die deze gehele ijswereld omvat. Cassini liet zien dat Europa geen vreemde eend in de bijt is door aan te tonen dat oceaanwerelden zelfs bij Saturnus kunnen bestaan, tienmaal zo ver van de zon als de aarde.

Men had gedacht dat Enceladus met zijn diameter van 500 km veel te klein zou zijn om de warmte te genereren die nodig is om een reservoir van vloeibaar water in stand te houden. Cassini's ontdekking van grote geologische activiteit rond zijn onverwacht warme zuidpool, compleet met geisers die druppeltjes waterijs de ruimte in spuwen, was een enorme verrassing. Door Cassini weten we dat het maantje onder zijn korst een wereldwijde oceaan heeft met zouten en eenvoudige organische verbindingen, en waarschijnlijk hydrothermale bronnen op de zeebodem. Het maantje is nu opeens een van de meest veelbelovende plekken in onze zoektocht naar buitenaards leven.



Ook Titan kan ons helpen begrijpen hoe leven elders in het heelal zou kunnen ontstaan en evolueren. Cassini en de Titan-lander Huygens vonden duidelijke bewijzen voor een oceaan onder Titans mogelijk 100 km dikke ijskorst, terwijl de atmosfeer vergeven is van de prebiotische verbindingen (chemische stoffen die aan de basis stonden voor het leven op Aarde). Ook Titan kan hydrothermale activiteit op de zeebodem hebben waarvan de energie door levende organismen gebruikt zou kunnen worden. Op het ijzige oppervlak is waterijs zo hard als steen (net als op Pluto), terwijl valleien zijn uitgesleten door rivieren van vloeibaar methaan, dat elders als regen viel en naar methaanmeren en -zeeën stroomt. Soms zijn er hevige methaanvloed. Daarbij worden 'rotsblokken' van ijs meegevoerd en rondgeslepen tot ijsgrind. Door de enorme winden zijn er in de droge gebieden eindeloze, tot 300 m hoge duinenrijen, bestaande uit organisch materiaal dat uit de dikke atmosfeer is gedwarreld. Ijsvulkanen braken ijslava uit en spuwen methaan de dampkring in. Dat methaan wordt onder invloed van het zonlicht geleidelijk omgezet in andere organische verbindingen. Titan is een van de meest aardachtige werelden die we tot nu toe hebben bestudeerd. Het weer, het klimaat en de geologie van Titan kunnen ons leren onze eigen planeet beter te begrijpen. Men denkt dat de Titan-atmosfeer veel lijkt op die van de aarde vóór dat het leven ontstond, miljarden jaren geleden. En zijn methaan- en watercyclus kan ons veel vertellen over de toekomst van onze watercyclus, als de zon heter wordt (over een miljard jaar is de zon te heet voor het leven op Aarde).



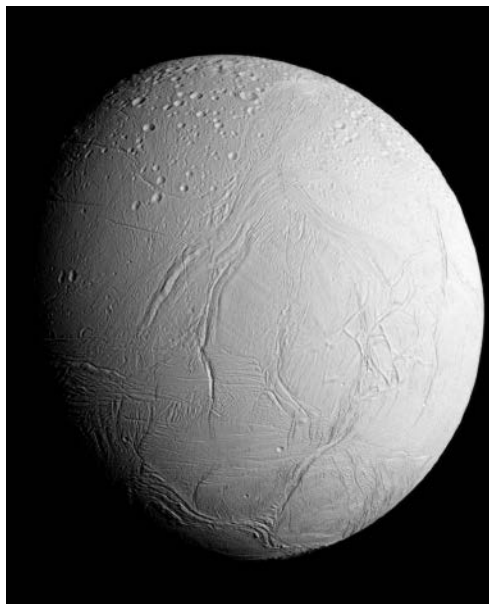
### ... het zonnestelsel

Het stelsel van Saturnus is te beschouwen als een soort mini-zonnestelsel. De ringen zijn bijvoorbeeld een natuurlijk laboratorium voor processen waarbij planeten ontstaan. Ze laten zien hoe objecten samenklonteren en weer uiteenvallen. De rimpelingen in de ringen vertellen de geschiedenis van inslagen op die ringen. Cassini mat de temperaturen van allerlei delen van de ringen als de zon onderging of opkwam, waardoor meer naar voren kwam over de structuur van de ringdeeltjes. De 'propeller'-structuren (zie verder) volgen de dezelfde natuurkundige processen die bij planeetvorming optreden. De mysterieuze 'spaken' (zie verder), die met de ringen mee om de planeet bewegen, blijken een seizoensgebonden fenomeen.

De manen tonen de geschiedenis van bombardementen en andere krachten uit het verleden. In de laatste fase van het Cassini-project zal het toestel nog veel informatie opleveren over het inwendige van de planeet, de massa van de ringen en hun ontstaansgeschiedenis.

### ... ons weer en klimaat

Doordat Cassini bijna een half Saturnus-jaar waarnemingen deed aan de planeet en Titan kan men de weerpatronen en seizoensgebonden veranderingen nu beter begrijpen, waardoor we meer snappen van het weer op Aarde en eventueel op exoplaneten. Saturnus' winden behoren tot de snelste die we kennen en de 'eens per 30 jaar' storm was de krachtigste die we ooit in het zonnestelsel hebben gezien. In de loop van de seizoenen, toen de schaduw van de ringen naar het zuiden trokken, veranderde de kleur van Saturnus' noordelijke halfmond van verrassend blauwachtig naar de wazige gouden kleur die we van de planeet kennen.



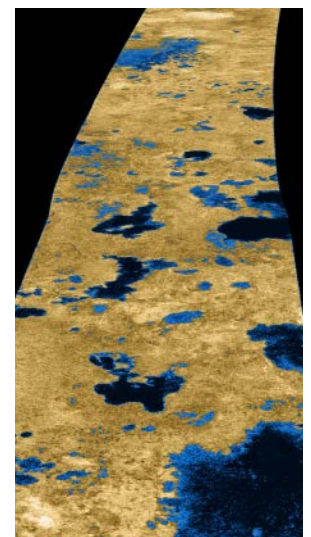
**Linksonder:** een opname van de pluimen van waterijs die de maan Enceladus uitspuwt.

**Linksonder:** een artist impression van die pluimen, terwijl ze uit spleten in het oppervlak komen. Bij de ontdekking was het de vierde actieve wereld, na de aarde en de manen Io (Jupiter) en Triton (Neptunus).

**Midden, onder:** Enceladus' oppervlak bestaat uit een netwerk van breuken en bevroren heuvelruggen en troggen. Kraters zijn nauwelijks te zien, wat duidt op een jong landschap.

**Rechtsboven:** deze foto nam de sonde Huygens na de landing op het oppervlak van Titan. Je ziet 10 cm grote keien en rotsblokken - allemaal van waterijs.

**Rechtsonder:** dit radarbeeld (dus de kleuren zijn niet echt) toont methaanmeren op Titan. De kleinste details hier zijn 500 m groot. De foto werd gemaakt op 22 juli 2006.





**Linksboven:** de ruim 200 km grote maan Phoebe komt uit de Kuiper gordel en is dus niet een oorspronkelijke maan van Saturnus.

**Daaronder:** de maan Dione is de op drie na grootste maan van Saturnus. Let op de sliertige structuren: een enorm netwerk van canyons dat is gevormd door 'outgassing'.

**Linksonder:** een fraaie foto (of beter: mozaïek) van de ringen van Saturnus. De complexiteit is duidelijk. De heldere ring is de E-ring, gevoed door ijsdeeltjes van Enceladus.

**Rechtsonder:** de sponsige, 300 km grote maan Hyperion zou in een grote bak water drijven!

### ... werelden, groot en klein

De kleine Enceladus en de grote Titan kregen de meeste aandacht, maar de andere satellieten van Saturnus zijn eveneens unieke werelden, die ons veel kunnen leren. Ook de relaties tussen de manen onderling zijn interessant.

Van de ruim 200 km 'grote' maan Phoebe weet men nu zeker dat het een Kuiper gordel-object is dat lang geleden door Saturnus is ingevangen. Het maantje bleek donker stof rond te strooien en daarmee de oorzaak te zijn van het aparte, tweetonige karakter van Japetus. Japetus' leidende halfrond veegt dat donkere materiaal op, zodat het ijs er door de grotere warmte kan verdampen. Dat ijs migreert vervolgens naar de andere kant van de satelliet, zodat het contrast tussen beide halfronden versterkt wordt. Hyperion, met bijna 300 km wat groter dan Phoebe, ziet eruit als een enorme spons, of een wespennest. Men kon vaststellen dat de dichtheid van Hyperion zo laag is ( $0,57 \text{ g/cm}^3$ ) dat het oppervlak bij een inslag wordt ingedrukt. En als materiaal toch wordt weggeslagen komt het nooit meer terug, door de geringe zwaartekracht.

Enceladus bleek niet alleen heel actief, maar met zijn geisers ook de oorzaak van de E-ring en van het zeer reflectief (wit) oppervlak van andere manen.

De Voyagers hadden op Dione een landschap gevonden met vreemde, sliertige structuren. Cassini toonde aan dat het gaat om een enorm netwerk van canyons. Ook vond de sonde een zeer ijle atmosfeer bij Dione, mogelijk gevormd door gassen die uit het oppervlak komen ('outgassing').

Het kleine maantje Prometheus bleek een wisselwerking te hebben met de F-ring, waardoor vreemde kronkelingen in die smalle ring ontstonden, zoals 'streamers', pluimen en 'drapes'.

### ... planeetringen

Ofschoon men nog steeds niet precies weet hoe de ringen van Saturnus zijn ontstaan, heeft men er wel veel over geleerd. Zoals dat er meerdere manieren zijn om planeetringen te vormen. De enorme, diffuse E-ring bestaat uit

ijsdeeltjes die door Enceladus zijn uitgestoten (de ringen van Saturnus bestaan bijna geheel uit waterijs). Er zijn ringen die ontstonden uit materiaal dat is weggeslagen bij meteorietinslagen op de satellieten (zoals de G-ring en de twee in 2006 door Cassini ontdekte ringen: de Pallene-ring en de Janus/Epimetheus-ring). Er zijn ringen die door maantjes worden 'gehoed', zoals de F-ring (Prometheus) en kleinere ringetjes in de Encke Gap (Pan).

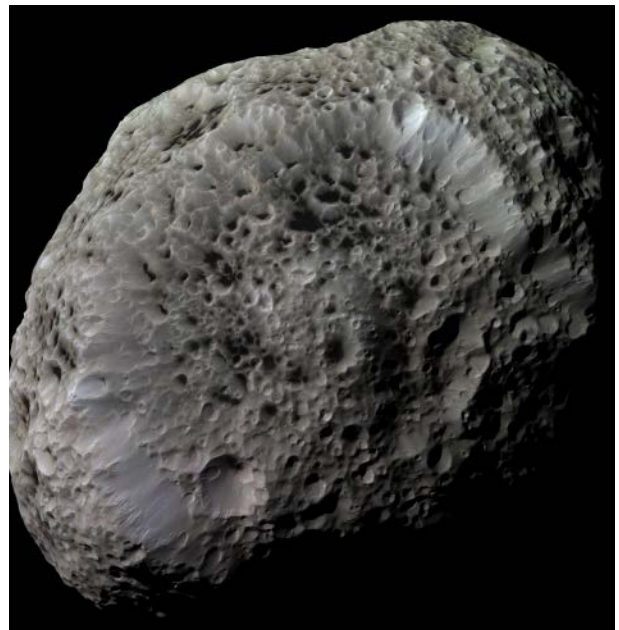
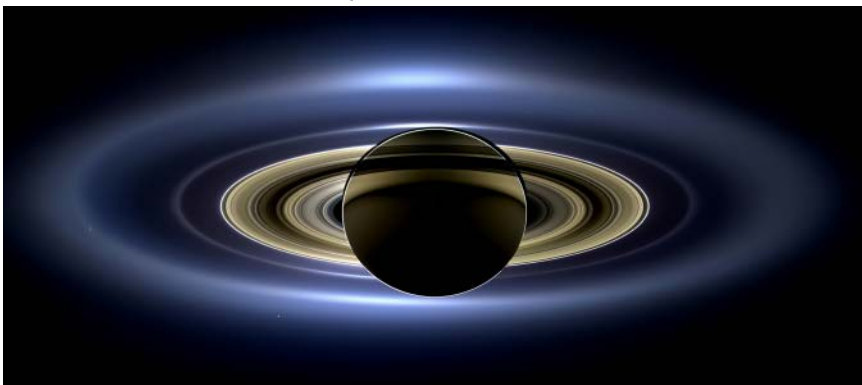
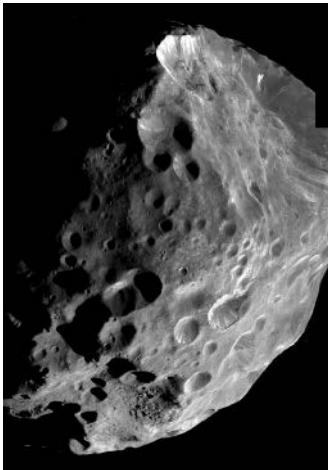
Verder toonde Cassini aan dat de 'propellers' de locaties van verborgen maantjes markeren. De processen die hierbij betrokken zijn, zijn vermoedelijk dezelfde als die welke ervoor zorgen dat planeten rond jonge sterren ontstaan.

En de 'spaken' bestaan uit zeer fijne ijsdeeltjes die door een elektrostatische lading uit de ringen worden gelicht. Een beetje zoals een statische ballon je haren overeind trekt. De lading is afhankelijk van de hoek waaronder het zonlicht de ringen raakt (een seizoen effect).

Door de veranderende hoek van het zonlicht zag men ook een scala aan verticale structuren in de A- en B-ringen, met 'pluizige' pieken hoger dan de Rocky Mountains (de ringen zelf zijn maximaal 30 m dik). Die pieken werpen hun schaduwen op de ringen zodat men in delen daarvan golfpatronen waarnam die lijken op een miniatuur-Melkweg. Dat leert ons weer iets over hoe sterrenstelsels ontstaan.

### ... onverwachte dingen

Enkele van de meest opvallende ontdekkingen van Cassini waren volslagen verrassingen. Een mooi voorbeeld zijn de enorme pluimen van waterijs en -damp op Enceladus, dat wel het jonge oppervlak verklaart dat de Voyagers eerder hadden gezien. De recentere ontdekking dat het maantje een oceaan onder zijn ijskorst heeft was even verrassend, net als dat





Saturnus' magnetosfeer is gevuld met plasma van zuurstofionen en elektronen. Dat is een andere 'surprise' van Enceladus want het is zijn waterdamp dat door het zonlicht wordt opgebroken waarna de zuurstofatomen zich verspreiden over het hele magneetveld van de planeet.

Niemand wist wat de Huygens probe (lander) zou tegenkomen op Titan, dus het apparaat moest zowel op harde bodem als in 'zee' kunnen landen. Huygens landde op het 'land', omdat het grootste deel van het oppervlak woestijn is. De meeste meren en zeeën bevinden zich nabij de noordpool. Minder onverwacht is de rijke verscheidenheid aan organische verbindingen in de atmosfeer van deze maan, de tweede in grootte van het zonnestelsel (hij is iets kleiner dan Ganymedes, van Jupiter).

Wel weer onverwacht is de onregelmatigheid van Saturnus' 'dag', of rotatieperiode, wat nog steeds een mysterie is. De rotatieperiode meten van een planeet die vooral uit gas bestaat is lastig, omdat je geen referentiepunt hebt. Jupiter heeft echter een soort radiobaken dat eens per Jupiter-dag exact op tijd van zich laat horen. Deze straling van rond de 400 kHz wordt de 'kilometer straling' genoemd omdat de golflengte van de radiostraling daar in kilometers wordt weergegeven (lange golf). Saturnus heeft echter een soort Blokker-klokje want de waarden liggen tussen 10,6 en 10,8 uur. Voor

een waarde die voor astrofysici zo belangrijk is als de rotatieperiode is dat een enorm (frustrerend) verschil.

#### ... onze technische mogelijkheden

De Cassini-Huygens missie is een samenwerkingsverband tussen drie ruimtevaartorganisaties, met 19 landen die hardware leverden en wetenschappers uit 26 landen. Cassini heeft twaalf, Huygens zes wetenschappelijke instrumenten. Cassini heeft 14 km aan bedrading en veel van haar technologie is baanbrekend.

Ook haar baan was bijzonder omdat men dit project, met alle flyby's van de planeet en zijn manen, niet met conventionele voortstuwing had kunnen realiseren. Voortbordurend op de Galileo-missie maakte men gebruik van de zwaartekracht van de planeten Venus (tweemaal), Aarde en Jupiter om sneller bij de geringe planeet aan te komen. Op dezelfde manier gebruikte men (127!) flyby's van Titan om Cassini door het hele Saturnus-systeem te laten bewegen, en alle nodige snelheidsveranderingen uit te voeren. Titan werd feitelijk Cassini's virtuele 'tankstation', want de sonde had nooit voldoende brandstof hebben kunnen meevoeren om dat allemaal met stuurkaketten te doen. Toekomstige missies zullen ook deze technieken gebruiken.

Net als bij andere langlopende missies, zoals de Voyagers, kon men in de twintig jaar dat het Cassiniproject al duurt 'an old dog new tricks' leren. Men kon de instrumenten gebruiken voor doeleinden die niet waren gepland of verwacht. Zo deed Cassini metingen in de pluimen van Enceladus met een instrument dat was bedoeld om Titan's atmosfeer te onderzoeken en scande men de ringen met een radarinstrument voor het meten van de diepte van de zeeën op de grote maan. Zelfs de 'attitude control and navigation' teams droegen bij aan het onderzoek van Titan's atmosfeer. En Cassini's instrumenten zullen in september hun laatste bijdrage leveren, door Saturnus' dampkring op te snuiven en foto's van zeer nabij te maken.

De missie leverde ook nog een meer aardse bijdrage. Een speciaal 'resource exchange' programma was bedoeld om al vóór de lancering het grote Cassini team te helpen zo economisch mogelijk om te gaan met zaken als energie, massa, datastromen en niet te vergeten het budget. Het staat nu model voor het managen van allerlei vormen van internationale samenwerking, waaronder de emissiehandel.

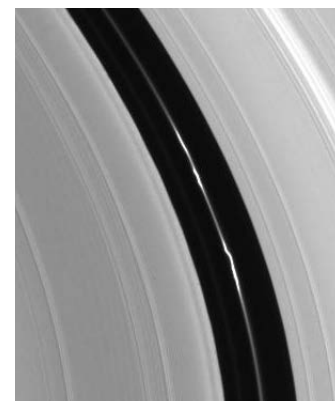
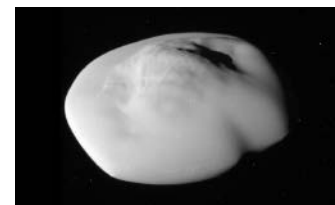
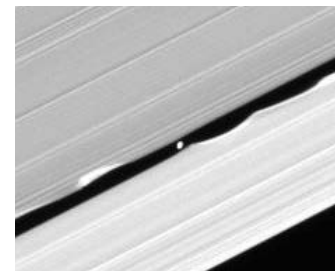
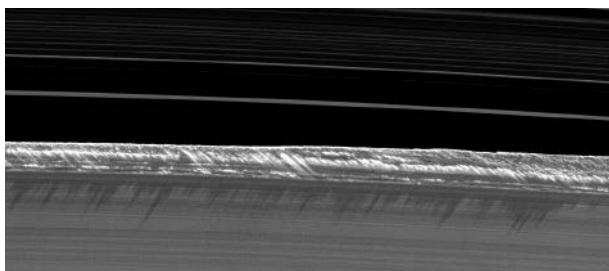
Als Cassini zich in de wolken van Saturnus stort zal er nauwelijks nog een druppel brandstof in haar tanks zitten. Een passend einde voor een sonde 'that pushed itself to the limit... and in many ways, beyond'.

**Linksboven:** de buitenrand van de B-ring, met bovenaan de Huygens Gap en een deel van de Cassini Scheiding (ook genoemd naar de beroemde astronoom). Opvallend zijn de berghoge pieken van ijsdeeltjes (in de 30 m dikke B-ring!), die schaduwen werpen op de ringen. Men denkt dat 1 km grote 'moonlets' de ijsdeeltjes van de ring omhoog hebben geworpen met hun zwaartekracht.

**Linksonder:** een andere mooie foto van de ringen. Op de foto zie je ook de planeet Venus (boven de 'x').

**Rechtsboven:** het slechts 7 km grote maantje Daphnis beweegt door de 42 km brede Keeler Gap, aan de buitenkant van de A-ring (de buitenste hoofdring), en veroorzaakt golfpatronen.

**Rechtsonder:** midden in de Encke Gap, die door het 20 km 'grote' maantje Pan (met een zeer vreemde vorm, **midden, onder**) in stand wordt gehouden, zien we een vreemd gevlochten ringetje in Pans baan. De Encke Gap is een 300 km brede scheiding bijna aan de buitenkant van de A-ring.



**AANBIEDING boek**

**Genieten van het zonnestelsel**

In deze nieuwsbrief lees je weer veel over het zonnestelsel en daarom bieden wij mijn lezers in juni mijn boek **Genieten van het zonnestelsel** aan. Deze maand kost hij slechts € 14,95 (i.p.v. € 19,95)! Dit boek geeft een volledig overzicht van wat we weten over het zonnestelsel, hoe het is ontstaan en geëvolueerd, welke (typen) objecten er zijn, over afstanden, manen, ringen, magneetvelden, kraters enz.

Als je interesse hebt stuur dan een mailtje naar: [info@walrecht.nl](mailto:info@walrecht.nl).

**Vesuvius**

Onderaan zie je de slapende vulkaan Vesuvius, bij Napels in Italië, van boven gezien. De foto is gemaakt door ESA astronaut Thomas Pesquet, vanuit het ISS.

**Linksboven:** zo zou de planeet TRAPPIST-1h eruit kunnen zien.

**Linksonder:** als de planeten voor de ster langstrekken moet men de samenstelling van atmosferen kunnen bepalen, door middel van spectroscopie.

**Meer over TRAPPIST-1h**

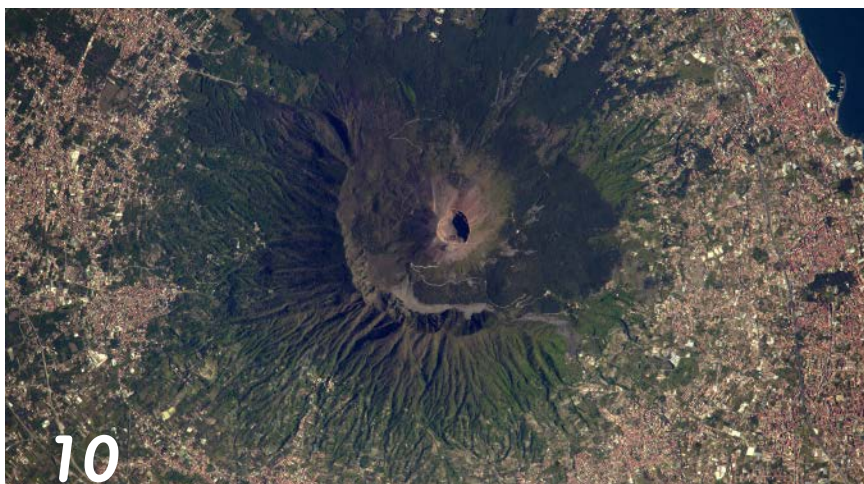
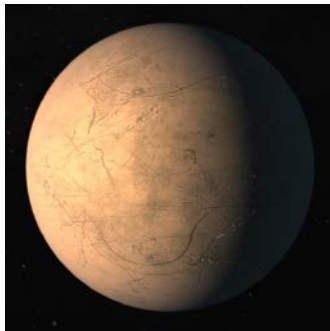
**De laatste planeet geeft geheimen prijs**

In het maart-nummer schreef ik al over de ster TRAPPIST-1, waarbij men zeven planeten heeft ontdekt ter grootte van de aarde, waarvan drie in de leefbare zone. Men weet nu meer over TRAPPIST-1h, de buitenste van de zeven. Ook is de schatting van de ouderdom van de ster, een kleine rode dwerg, blijkbaar bijgesteld, want men denkt nu aan 3 tot 8 miljard jaar.

Met onder andere de Spitzer (infrarood ruimtetelescoop) en de TRAPPIST-South telescoop in Chili kon men de planeten detecteren en karakteriseren, maar van TRAPPIST-1h kon men de omlooperperiode ('jaar') slechts schatten. Nu zijn die gegevens met behulp van data van de Kepler ruimtetelescoop (K2 missie) bepaald. De omlooperperiode is bijna 19 dagen (zie de tabel) en de afstand tot de ster is 8,9 miljoen km (Mercurius staat op 57,9 miljoen km van de zon). De planeet is te koud voor leven zoals wij dat kennen (Tell Jim that!); hij krijgt ongeveer de energie die Ceres van de zon ontvangt. Hij ligt dus buiten de leefbare zone.

In de Kepler-data vond men een mooi patroon in de frequentie van de zes binnenste planeten, wat we baanresonanties noemen. Met hun zwaartekracht oefenen planeten een periodieke invloed op elkaar uit tijdens hun bewegingen om de zon. Uit de verhoudingen tussen de baansnelheden van de zes binnenste planeten kon men de juiste baansnelheid van 1h voorspellen, en daarmee zijn omlooperperiode. Ook kon men vaststellen dat de verhoudingen in het planetenstelsel al tijdens de vorming zijn ontstaan. De planeten zijn daarbij stap voor stap naar binnen bewogen ('gemigreerd'). Een van de onderzoekers, Rodrigo Luger, noemt het stelsel een geweldig laboratorium voor planeetvorming en migratietheorieën.

object	afstand (in km)	diameter (in km)	massa (x Aarde)	periode (dagen)
a (ster)	-	158.688	-	-
b	1.662.056	13.853	0,79	1,51
c	2.276.912	13.470	1,63	2,42
d	3.141.600	9.848	0,33	4,05
e	4.188.800	11.710	0,24	6,10
f	5.535.200	13.330	0,36	9,21
g	6.732.000	14.376	0,57	12,35
h	9.424.800	9.121	0,09	18,77



**Hemel van juni 2017**

**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/](http://www.sterrengids.nl/).

**Maanfasen juni 2017**

Eerste kwartier	1 jun, 14:42 u MEZT
Volle maan	9 jun, 15:10 u MEZT
Laatste kwartier	17 jun, 13:33 u MEZT
Nieuwe maan	24 jun, 04:3145 u MEZT

**Apogeum:** 9 jun, 0:21 u MEZT, 406.401 km  
**Perigeum:** 23 jun, 12:52 u MEZT, 357.938 km

**Planeten**

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze halverwege deze periode staan, plus de **rechte klimming** (RA, in astronomische uren) waarmee je de locatie van de planeet in de buurt van de ecliptica kan opzoeken. De **declinatie** is dan niet echt nodig.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Ram/Stier/Tweelingen	niet zichtbaar
Venus	Vissen/Walvis/Ram/Stier	2:48 u
Mars	Stier/Tweelingen	6:43 u
Jupiter	Maagd	12:50 u
Saturnus	Slangendrager	17:34 u
Uranus	Vissen	1:43 u
Neptunus	Waterman	23:03 u

**De planeten**

**Mercurius** is deze maand niet te zien. Hij staat op 21 juni zelfs in bovenconjunctie met de zon, wat wil zeggen dat hij in de richting van, en achter de zon staat.

**Venus** is 'morgenster' en wordt nu steeds beter zichtbaar omdat zij hoger aan de hemel komt te staan. Op 3 juni bereikt ze haar grootste oostelijke elongatie en vanaf 19 juni komt ze 2 uur voor de zon op. Op 20 en 21 juni staat ze vlakbij de smalle maansikkel.

**Mars** gaat deze maand zo kort na de zon onder dat hij niet is te zien.

**Jupiter** is de hele avond te zien en gaat pas na middernacht onder. De gasreus staat 11° van de ster Spica, van de Maagd. Op 4 juni komt de maan 'buurten'.

**Saturnus** is op 15 juni in oppositie (de situatie dat de aarde precies tussen de zon en de planeet in staat), en daardoor nu prima te zien. Op 9 juni staat de maan in de buurt.

**Uranus** wordt steeds beter zichtbaar, in het oosten, en met een verrekijker. Eind juni komt hij bijna vier uur vóór de zon op. Op 2 juni staat Uranus in conjunctie met Venus (2° rechtsboven de maan, wat handig is om hem te vinden. Op 19 en 20 juni is de maan in de buurt.

**Neptunus** wordt ook steeds beter te zien en komt in de tweede helft van de nacht op. Op 16 en 17 juni staat de maan vlakbij de planeet. Je hebt een telescoop nodig om de planeet te zien, in het zuidoosten.