

Rob's Nieuwsbrief - 36

over sterrenkunde en het heelal

Drukke maanden

Actief

De afgelopen maanden was het erg druk en heb ik zelfs het novemnummer moeten overslaan; deze nieuwsbrief is voor december en januari, zodat ik tenminste een beetje kerstvakantie kan houden. Het heeft allemaal te maken met de vierkante Planisfeer voor Nederland en België (de **PLN-NL** in mijn exclusieve jargon). Eind september merkte ik dat de voorraad hiervan erg klein was. Dat leidde niet alleen tot een uitgebreid nieuwbouwprogramma, maar tot geheel vernieuwd ontwerpen! Bij zo'n besluit volgt het een uit het ander, maar uiteindelijk moeten die planisferen gewoon zo snel mogelijk worden aangevuld!

Als ik dit schrijf is het 2 december. Gisteren heb ik alle bestanden voor zeven planisferen naar de drukkers gestuurd: 21 bestanden in totaal dus. Nu maar hopen dat ik bij het verbeteren van de ontwerpen geen nieuwe fouten heb gemaakt... Zie verder in deze nieuwsbrief.

Markt voor biologiedocenten

In de tussentijd hadden we op 21 november, in Corpus (De reis door de mens, in Oegstgeest), ook nog een 'markt' op de Natuur, Wetenschap en Techniekconferentie van het NIBI (Nederlands Instituut voor Biologie). Deze was voor het PO (het primair onderwijs, dus de basisscholen), in mei was er een voor het VO (voortgezet onderwijs).

Marja en ik hadden daar slechts één tafel, van 80 x 160 cm. Dat is erg krap, gezien alle producten die wij inmiddels hebben. Met kunst- en vliegwerk (en een geleend kratje) konden we een leuk standje neerzetten. Altijd gezellig zo'n beurs, niet alleen met de docenten maar ook met de mede-standhouders.

Die 21e november was een maandag en de docenten kwamen vanaf 9 uur 's morgens bin-

nen. Dat betekende dat we vanaf 8 uur zouden moeten opbouwen en om op maandagmorgen leek het ons vrij hopeloos die deadline te halen. We gingen dus zondagmiddag naar een hotel naast Corpus, een reis van niets, maar met nogal al veel wind: het was de storm van 20 november. In elk geval konden we een keer Corpus bezoeken (prijzig maar een aanrader!), hebben we er lekker gedineerd en maandag konden we snel aan de gang: het hotel ligt op 50 m loopafstand van Corpus.

Markt voor natuurkundedocenten

Op 16 december hebben we weer zo'n markt, nu op de Woudschotenconferentie (voor natuurkundedocenten), in Noordwijkerhout. Dat is een markt waar we al jaren heen gaan, met zeer veel plezier omdat we er altijd leuke reacties krijgen. Ik geef, net als vorig jaar, een workshop. Ditmaal gaat die over de planisfeer! Het wordt een verkorte versie van mijn cursus 'Doe meer met je planisfeer', en ik heb er veel zin in.

Sterrenkundecursus docenten

In maart en april geef ik mijn cursus 'Leer het heelal begrijpen', voor docenten van het basisonderwijs, in Amersfoort. Het doel van deze cursus is om docenten de nodige kennis van de basisbegrippen in de sterrenkunde mee te geven, en vooral het (ruimtelijk!) inzicht en het begrip van het heelal en de processen die daarin een rol spelen. Verder leer ik de cursisten handige 'trucs en tools' om lastige sterrenkundige onderwerpen goed te kunnen uitleggen, en maak ik (uiteraard) veel gebruik van schaalmodellen e.d. Het gaat om vier zaterdagen, met steeds twee lessen op een dag: 11 en 18 maart, 1 en 8 april.

december 2016
januari 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.

Meer over de cursus sterrenkunde voor docenten

De cursus kost € 299 (i.p.v. € 450), inclusief cursuspakket van drie boeken en de planisfeer (t.w.v. ca. € 62,00).

De cursus is op zaterdagen: 11 en 18 maart, 1 en 8 april.

Het gaat door bij minimaal 10 cursisten.

Opgeven vóór 1 januari 2017 via info@walrecht.nl. Zie voor meer informatie onze website.

Overzicht Saturnusringen

Op pagina's 4 en 5 vind je een artikel over de Cassini en de ringen van Saturnus. Voor een interessant overzicht van de ringen van Saturnus kun je dit bekijken: www.jpl.nasa.gov/images/cassini/20161122/rings_diagram_discovery_order.gif.

Linksonder: onze stand op de beurs voor biologiedocenten, afgelopen 21 november in Corpus. Het was passen en meten om al onze producten op die tafel te krijgen!

Rechtsonder: in mijn cursus voor docenten (en de cursus voor 'gewone' mensen) heeft de planisfeer een belangrijke plaats, omdat hij je kan leren de ruimte om ons heen driedimensionaal te zien. Dat is een ontdekking die ik deed tijdens de pilots van de cursus, in 2012-2014. Ik hoefde daarvoor alleen maar de sets vragen en opdrachten, waarmee de cursisten zelf de planisfeer leren ontdekken, uit te breiden.



Nieuwe objecten

Dit zijn de objecten die ik heb toegevoegd aan de ontwerpen. Meer hierover op de website.

- VY CMa (Grote Hond)
- V Hydrae (Waterslang)
- Eta Carinae (Kiel)
- R Leporis (Haas)
- Cr 399 (open sterrenhoop in Vosje)
- NGC 896 (Heart and Soul Nebula, in Cassiopeia)
- de bolvormige sterrenhopen:
- M72 (Waterman)
- NGC 6322 (Schorpioen)
- Melotte 111 (Coma Cluster in het Haar van Berenice)

de planetaire nevels:

- M76 (Perseus)
- M97 (Grote Beer)
- de sterrenstelsels:
- M102 (Draak)
- M108 (Grote Beer)
- M109 (Grote Beer)

en vier 'bijzondere objecten', aangegeven met een speciaal, sterachtig symbool:

- M40 (een dubbelster)
- M73 (een los groepje van vier sterren)
- Y CVn (veranderlijke ster in Jachthonden)
- 51 Pegasi (Pegasus), een zonachtige ster met een exoplaneet.

Onder: een deel van het 'moederontwerp' voor het noordelijke hemelhalfroond. Je ziet enkele van de toegevoegde objecten. De Engelse planisferen hebben de Latijnse sterrenbeeldnamen.

Nieuws over planisferen

Verbeterde 'moederontwerpen'

Ik heb de laatste twee maanden hard gewerkt aan de ontwerpen van de sterrenkaarten van mijn planisferen. Een uitgebreider verslag kun je lezen op mijn website, onder *Nieuws: Nieuwe ontwerpen planisferen*.

In 2000 heb ik de 'moederontwerpen' gemaakt waarvan alle planisferen zijn afgeleid. Naast alle bovenschijven en achterzijden. Die moederontwerpen zijn gemaakt rond een hemelpool, dus een rond de poolster en een rond de zuidelijke hemelpool. Beide bevatten ze de hele sterrenhemel.

Die moederontwerpen zijn erg belangrijk en moeten perfect zijn. Ik kopieer de sterrenhemel en de namen en codes naar een bestand met daarin de basis, met de datum en maandenringen, en de buitenste ring met de astronomische uren (rechte klimming).

Ik heb natuurlijk een hele ontwikkeling door-gemaakt sinds 2000, op astronomisch gebied maar ook als grafisch ontwerper.

Voorraad op!

Twee maanden geleden realiseerde ik me dus dat onze belangrijkste planisfeer bijna op was. In zo'n geval kijk ik altijd even naar de voorraad van andere versies, ook omdat de stuksprijs van planisferen lager wordt naarmate de totale oplage groter is. Dat is ook weer een goede gelegenheid om klanten en 'prospects' een (ongevraagde) offerte te doen, wat ik rond 13 oktober naar enige duizenden adressen tegelijk deed... Dat leverde uiteindelijk twee nieuwe klanten op, beide in de VS. Daar ben ik erg blij mee want de VS zijn lastig te 'veroveren' door

een klein Europees bedrijf. Uiteindelijk voegde ik er nog vier eigen versies aan toe (de vakantieplanisferen voor Zuid-Europa en Noord-Europa, en de Engelse planisferen voor 50° NB en 40° ZB).

Nieuwe ideeën

De Superplanisfeer, die in juni uitkwam, bevat wat nieuwe features, zoals het intensiever gebruik van kleuren (de Superplanisfeer én de PLN-NL hebben een kleurensterrenkaart) en een uitbreiding van het aantal interessante (verrekijker-) objecten, met zestien (veelal op advies van de amateurastronomen, waarne-mers, die ik had gevraagd om mee te denken). Verder worden in de grote planisfeer naast de Zomerdriehoek ook de Winterzeshoek en het Herfstvierkant aangegeven.

De sterrenkaart van de nieuwe PLN-NL wilde ik op dezelfde manier aanvullen. Ook wilde ik de Melkweg wat realistischer (waziger) maken, op advies van Wil Tirion. Alle stersymbolen (de witte schijfjes) hebben echter een rand in de achtergrondkleur, zodat de lijntjes waarmee ik de sterrenbeelden aangeef op de juiste afstanden worden 'afgekap't. Een fijner verloop van die Melkweg betekende dat ik honderden sterren moest nalopen en die randen wijzigen. In tegenstelling tot bij de Superplanisfeer heb ik niet bepaalde sterklassen van een kleur voorzien (de 'rode, oranje en blauwe sterren'), omdat de gewone planisferen daarvoor te klein zijn. Half oktober ging ik aan de slag met het nieuwe ontwerp van de PLN-NL.

Nu ik zelf ouder word merk ik ook dat vooral de objectcodes in de planisferen niet altijd goed leesbaar zijn. Door een stevigere versie te gebruiken van de oorspronkelijk gebruikte fonts kon ik dat opkrikken.

Klus

Na de PLN-NL, die qua ontwerp los staat van de andere planisferen, ging ik te enthousiast verder met de vakantieplanisferen, tot ik mij bedacht dat ik eerst de moederbestanden moest aanpassen: dat zou immers veel werk schelen want daarna is het een kwestie van het goed inplakken van de juiste sterrenkaart, correct verkleinen of vergroten en alles wat buiten de kaart valt verwijderen.

Bij het werken met Illustrator (dat ik voor het ontwerpen gebruik) met zulke ingewikkelde bestanden, kun je snel fouten maken: iets kan ongewild verplaatst, geroteerd, zelfs verwijderd worden! Het is dus werk dat erg inspannend is, en daarom zo lang heeft geduurd. Goed, ik kan niet altijd volle dagen werken aan de ontwerpen, er zijn ook andere werkzaamheden (zoals de markten). Toen echter de beide moederbestanden klaar waren, waren de afgeleide sterrenkaarten snel klaar.

De nieuwe PLN-NL komt begin 2017 uit!



Fataal poollicht

De geomagnetische blitz van 1941

In de nacht van 18 op 19 september 1941, tijdens al het geweld van de Tweede Wereldoorlog, was er ook kosmisch geweld te zien. Die nacht was er een van de meest intensieve geomagnetische stormen ooit waargenomen, die het elektriciteitsnet overbelaste, radio-uitzendingen stoorde en de hemel verlichtte in een tijd dat veel mensen graag ongezien bleven. Zoals een Geallieerd konvooi op de Atlantische Oceaan.

Het was een opvallende ervaring in de menselijke geschiedenis. Radio en elektrische technologie waren juist onderdeel geworden van het dagelijks leven, en de wereld zat tot over zijn oren in een verschrikkelijke oorlog, hoewel de Verenigde Staten officieel nog geen deelnemers waren.

Poollicht

Op 18-19 september 1941 was het bijna nieuwe maan, dus zo donker als het kan zijn. Ideaal om poollicht te zien! En dat was er nachtenlang, in alle mogelijk kleuren, en tot lage breedten. Het werd door de pers beschreven als neonlichten! Automobilisten die stopten op de snelwegen om het beter te kunnen zien veroorzaakten files. En uiteraard waren er mensen die dachten dat het allemaal met de nationale defensie te maken had. Was het een enorm zoeklicht voor vijandelijke vliegtuigen? Tijdens een honkbalwedstrijd in de VS was er een radio 'black-out', en een ander radioprogramma werd onderbroken door privé conversaties over de telefoon (ze waren heel privé, eerst van twee mannen die over hun veroveringen van de vorige avond spraken en nadat dat was vervaagd een pikant gesprek tussen twee jongedames over een blind date: 'I fixed it for Eddie to pick up a guy for you').

Deze effecten maakten dat wetenschap en publiek zich bewust werden van de invloed van de zon en 'outer space' op het dagelijks leven, op de aarde – wat we nu ruimteweere noemen.

Zonnestorm

In 1941 was Zonnecyclus 17 aan het afnemen (zie kader). Op 10 september zagen astronomen

een ongebruikelijk grote groep zonnevlekken verschijnen aan de oostelijke rand van de zon. Daarna werden de zonnevlekken groter en groter, totdat ze met het blote oog zichtbaar waren (bij zonsopkomst of -ondergang, anders is de zon te schadelijk voor je ogen!). Op 17 september 1941, om 8:38 uur UT (of Greenwich Mean Time) schoot er een zeldzaam grote zonnevlam over die zonnevlekkengroep. Minuten later verhoogde de UV en röntgenstraling ervan de ionisatie van de aardse atmosfeer, wat golven door het aardmagnetisch veld deed lopen en HF radiocommunicatie stoorde. Acht uur later was er nog zo'n reuzenzonnevlam.

Op basis van de zonnevlekkeninformatie van de U.S. Naval Observatory waarschuwde men alle radio-operators dat vanaf 18 september ernstige storingen verwacht werden. Dit bleek een correcte voorspelling en was misschien het eerste 'ruimteweerbericht' uit de geschiedenis. Twintig uur na de tweede zonnevlam arriveerde de 'zonnestorm': een zogenaamde 'Coronal Mass Ejection', of CME. Dat is een enorme wolk elektrisch geladen gas, of plasma, die door de zonnevlam wordt weggestuurd. Deze drukte de magnetopauze abrupt in en wekte een magnetische puls op die door observatoria over de hele wereld werd waargenomen. De zonnestorm was complex, van de grootst mogelijk intensiteit en duurde lang. Zo'n hevige geomagnetische storm hebben we daarna niet meer meegemaakt.

De oorlog

Ook in Europa zag men het poollicht natuurlijk, maar in Groot-Brittannië hield de pers zich met meer aardse zaken bezig, zoals de oorlog. De Britten bombardeerden die nacht een Duitse basis in de Oostzee, en de Duitsers bombar-

De actieve zon

De activiteit van de zon heeft te maken met zijn complexe systeem van magnetische velden die uit het zonsoppervlak tevoorschijn komen. Daaruit ontstaan zonnevlekken, protuberansen en zonnevlammen.

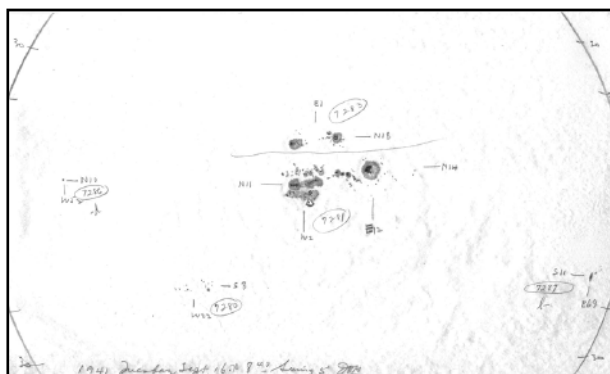
Die activiteit is niet constant, de zon gaat periodiek van een soort rusttoestand naar steeds grotere activiteit en een steeds chaotischere magneetvelden, om dan weer terug te vallen naar een rustigere toestand. Het heeft allemaal te maken met het feit dat ook de zon roteert, maar omdat de zon een gasbol is, is die rotatie niet overal gelijk: aan de equator roteert hij in ruim 25 dagen, aan de polen in ca. 35 dagen. Hierdoor raken de magnetische veldlijnen 'opgewonden', waardoor er steeds meer spanning ontstaat. Het gaat te ver om dat hier uit te leggen maar wie mijn boek **Genieten van het zonnestelsel** heeft kan hierover alles vinden.

We zien dus dat er een cyclus is van zonneactiviteit. Die cyclus duurt 7 tot 17 jaar, gemiddeld 11 jaar. Die cycli worden genummerd vanaf 1755, toen men begon met het systematisch waarnemen van zonnevlekken. We zitten nu in het staartje van cyclus 24.

Linksonder: tekening van de zon met zonnevlekken op 16 september 1941, gemaakt door mensen van het Mount Wilson Observatory in Californië.

Foto: Carnegie Observatories
Midden, onder: de krant Illinois State Journal van 21 september 1941 legde uit wat er was gebeurd. Credit: Plain Dealer Archive/Advance Media and State Journal Register.

Rechtsonder: in september 1941 werd London niet alleen verlicht door de branden die ontstonden na de nachtelijke Duitse bombardementen.

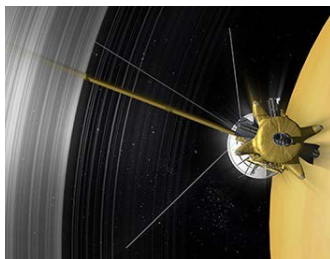




Linksboven: het ongelukkige Canadese korvet HMCS Levis.

Hieronder: Cassini gaat de komende maanden dicht langs de ringen van Saturnus, wat een schat aan informatie zal opleveren.

Onderaan: een illustratie van de ringen van Saturnus, met alle ringen, scheidingen, 'gaps' en maantjes benoemd. De E-ring bestaat vooral uit waterijsdeeltjes, uitgestoten bij de vulkanische activiteit op Enceladus. Die ruim 500 km grote maan ligt in het midden van de E-ring, wat je een beeld geeft van de omvang ervan: van 120.000 tot 420.000 km van de wolken van de planeet.



deerden op dat moment Leningrad – allemaal onder het poollicht!

Op de ijsskoude Atlantische Oceaan wachtten ten zuidoosten van Groenland verschillende U-Boote op een prooi: Geallieerde vrachtschepen die Groot-Brittannië moesten bevoorraden. Kapitanleutnant Eitel-Friedrich Kentrat van de U-74 merkte de avond van 18 september het Canadese konvooi SC-44 op. Het konvooi werd beveiligd door een onderzeebootjager en enkele korvetten. Kentrat meldde de positie van het konvooi aan de andere U-Boote van de 'wolf pack' en naar het hoofdkwartier van Dönitz, maar schreef in zijn dagboek dat de radioverbinding erg slecht was en later zelfs onmogelijk...

Normaal zou zo'n konvooi in het duister veilig zijn, maar niet in deze nacht. Toen de zeemist was verdwenen was het volgens Kentrat 'zo helder als de dag'. Kentrat probeerde rond 1 uur 's nachts zijn onderzeeboot in een goede positie te krijgen, maar werd steeds weggejaagd door de korvetten. Ook zijn boot was duidelijk zichtbaar! (In die tijd waren het nog echte 'duikboten', die vooral aan het oppervlak hun dodelijke werk deden en in noodgevallen onderdoken.) Rond 5 uur vuurde hij vijf torpedo's af, die de korvet HMCS Levis raakten. Het schepje brak in tweeën en zonk uren later.

Wat voor velen een prachtig gezicht was en voor sommigen slechts lastig, bleek voor 18 jonge mensen fataal. Veertig marinemensen konden worden gered.

Eindfase Cassini

De 'death ride' is begonnen

Op 30 november is de eerste fase ingegaan van het dramatische einde van de Cassini. Op die dag kreeg de sonde een zwaartekrachtsetje van Saturnus' maan Titan, waardoor zij in een hoge polaire baan om de planeet komt, nadat technici al langer bezig waren geweest om de baan schever te krijgen ten opzichte van de equator en ringen van de planeet.

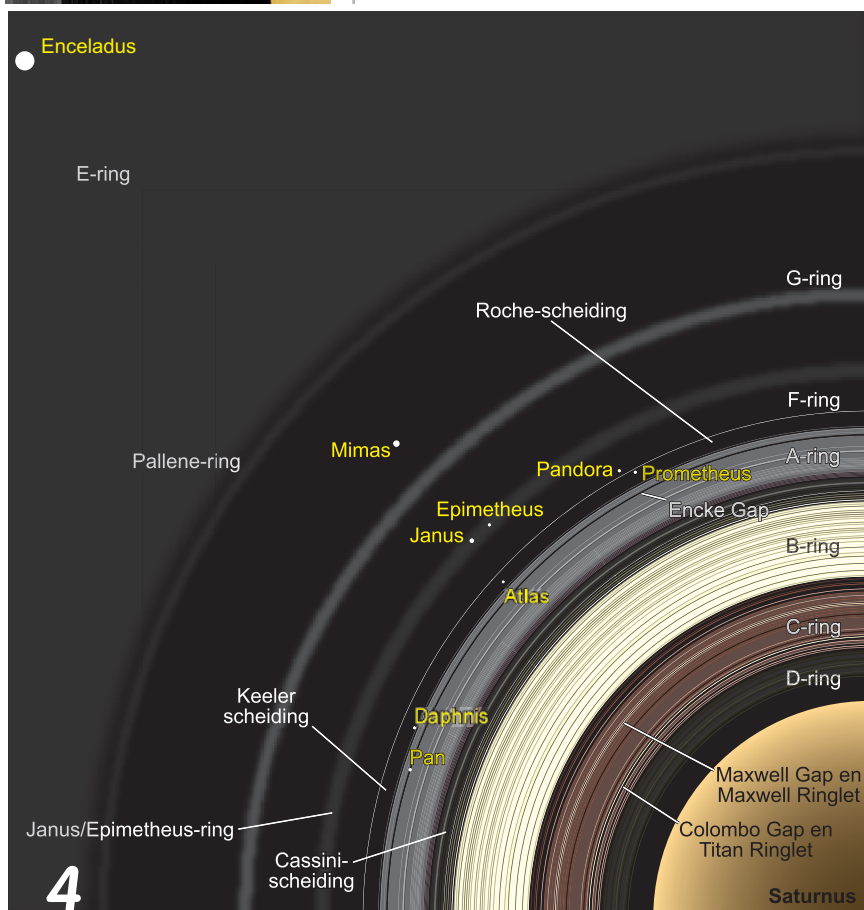
Tot 22 april cirkelt Cassini hoog over de polen en duikt zij elke zeven dagen (in totaal 20 maal) door het nog niet verkende gebied buiten de A-ring. De fase wordt 'Cassini's Ring-Grazing Orbits' genoemd omdat het toestel dichtbij de buitenste rand van de ringen komt (en trouwens ook tot 90.000 km van de wolken toppen). Op 15 september 2017 komt de missie, na 20 jaar, tot een Grade Finale, als Cassini zich in de atmosfeer van de geringde planeet stort. Dat is bewust. De brandstof voor de stuurraketten is praktisch op en men wil voorkomen dat eventuele aardse micro-organismen een mogelijk leefbare maan zouden besmetten. Daarover later!

De ringen

Tijdens de passages zullen Cassini's instrumenten proberen ringdeeltjes en moleculen van slecht waarneembare gassen in het vlak van de ringen te vangen en onderzoeken. Bij de eerste twee passages gaat het toestel dwars door de uiterst vage Janus/Epimetheus-ring, die is gevormd door meteorieten die de kleine maantjes raken waarna de ring is genoemd. 'Ring crossings' in maart en april gaan door de stoffige buitengebieden van de smalle, maar goed zichtbare F-ring. Hoewel men dicht bij de F-ring komt dan ooit tevoren, is de afstand nog bijna 8000 km. Men maakt zich op die afstand geen zorgen over stofdeeltjes, die bij de hoge snelheid van Cassini flinke schade kunnen aanrichten.

Saturnus heeft veel ringen en ringetjes, allemaal in stand gehouden door de invloed van kleine maantjes die zijn ingebed in de ringen, de zogenaamde **herdersmaantjes**. Vaak is er sprake van een herdersmaantje net binnen en een net buiten een ring, zoals Prometheus en Pandora bij de F-ring.

De hoofdtringen zijn de A-, B- en C-ring (zie tekening). Tussen de A- en B-ring ligt de Cassini-scheiding, in 1675 ontdekt door de astronoom Cassini. Net buiten de A-ring ligt de 800 km brede F-ring, die in 1979 door de Pioneer 11 werd ontdekt en de hoofdtringen afbakt. Daarnaast heeft de planeet meerdere vagere ringen, met letters aangegeven op volgorde van ontdekking. De F-ring is vrij ingewikkeld, als het ware gevlochten, en verandert voortdurend. In zijn 'kern' is een dichter gebied van 50 km breed.



Buitenkans

De Ring-Grazing Orbits bieden ongekende kansen om het complexe systeem van ringen en maantjes zoals Pandora, Atlas, Pan en Daphnis te bestuderen, waarvan we de beste foto's ooit kunnen verwachten. We gaan volgend jaar veel leren over planeetringen!

Ook de heldere A- en B-ring kunnen perfect worden bestudeerd. Deze maand (december) begint dat met een (nieuwe) totale scan van de ringen, met een resolutie van 1 km per pixel: de meest nauwkeurige scan van de ringenstructuur.

Men kan nu ook 'propellervormige' structuren in de ringen, die men in 2010 ontdekte, goed bestuderen. Op de foto zie je lange schaduwen over de ringen, blijkbaar van kilometers hoge uitstulpingen in de ringen. Dat verbaasde de onderzoekers omdat de ringen doorgaans

hooguit 10 m dik zijn! Men concludeerde dat er in de ringen zeer kleine, nog onbekende maantjes moeten zijn, in de orde van 1 km grootte, die voldoende zwaartekracht uitoefenen om ringdeeltjes in de buurt een flinke afstand uit de ringen te laten bewegen. De resulterende golfbeweging van wolken deeltjes ziet eruit als een propeller en de wolken werpen hun schaduw op de ringen. De onderzoekers verwachten dus wat van die piepkleine maantjes te vinden.

In maart gaat Cassini door de schaduw van de planeet en is er een mooie kans om de ringen weer te bekijken in de richting van de zon. Op die manier, door de voorwaartse verstrooiing (forward scattering) van het zonlicht, kan men goed de stofdeeltjes waarnemen die door meteorietinslagen uit de ringen worden gestoten.

Linksboven: Cassini maakte deze opname van de ringen in 2009. Je ziet lange schaduwen van wolken deeltjes die enkele km boven de ringen uittorenen. En dat terwijl de ringen slechts 10 meter dik zijn (op zijn dikst, in de B-ring, 30 m).

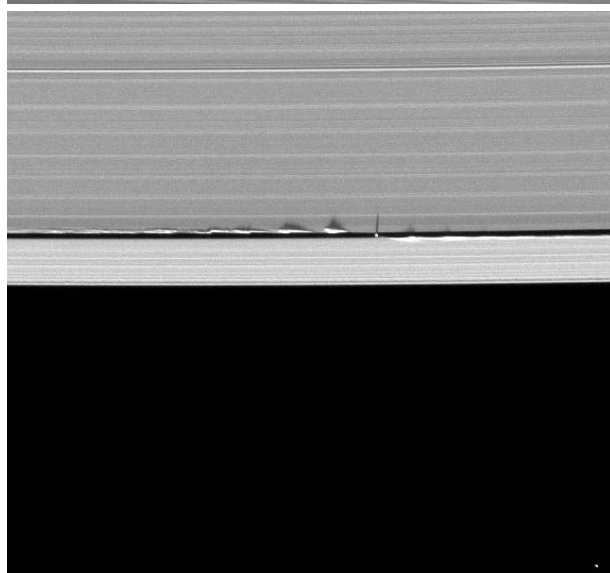
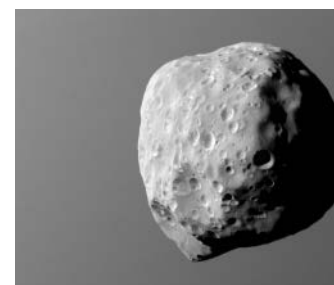
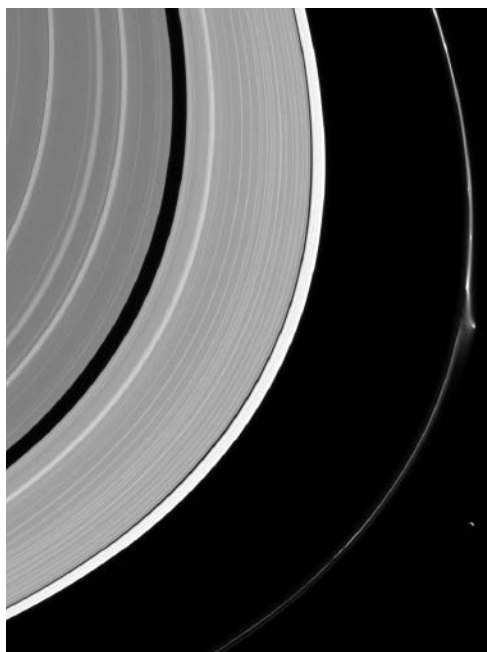
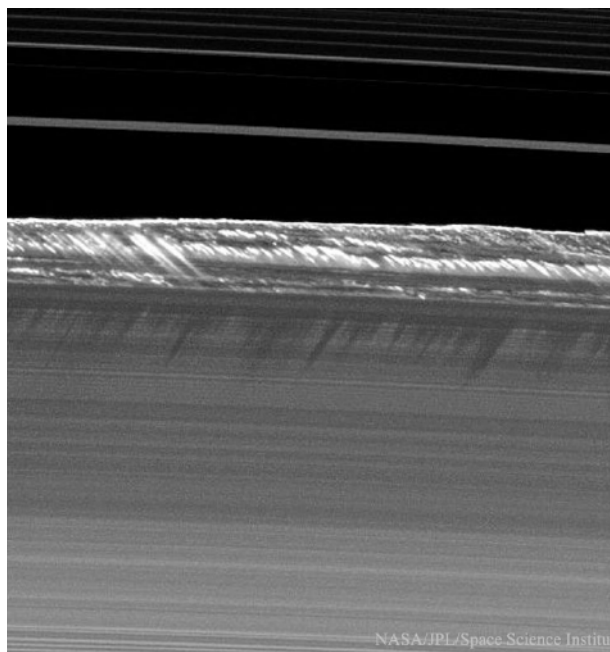
Linksonder: de 8 km 'grote' Daphnis, in de Keeler-scheiding, heeft hier wolken van ringdeeltjes omhoog gegooid, zodat ze lange schaduwen werpen op de rest van de ringen. Ook het maantje zelf werpt haar schaduw. Rechtsonder in de foto lijkt nog een maantje te zien.

Midden, boven: de F-ring vertoont nu en dan vreemde storingen, zoals je hier kunt zien. Dit moet recent gebeurd zijn. Het maantje Pandora, recht onder die stroing, is onschuldig. De boosdoener is waarschijnlijk is een kleiner object dat is ingebed in de smalle ring.

Midden, onder: de 'closest approaches' in de laatste fasen van het Cassini-project. In grijs de 'ring-grazing' banen; in blauw de 'Grand Finale' banen. De oranje lijn toont de 'final plunge' in Saturnus' atmosfeer, op 15 september 2017.

Hieronder: Epimetheus (113 km), een van de twee maantjes die de Janus/Epimetheus-ring bijeen houden.

Foto's: NASA/JPL.





Hierboven: een artist impression van New Horizons terwijl deze zijn data naar de aarde stuurt.

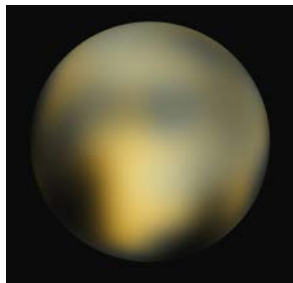
KBO's

KNO's zijn 'Kuiper Belt Objects', objecten in de Kuipergordel. Dat is een soort dikke schijf voorbij de baan van Neptunus, van 4,5 tot ruim 8 miljard km van de zon. De Kuipergordel heeft in feite de vorm van een autobinnenband (voor jongeren: dat is de vorm van een donut...).

Linksboven: lang voor de NH-passage wisten we dat Pluto een zeer heldere 'vlek' heeft aan de kant die van de maan Charon af is gericht. Deze foto, uit een serie die de Hubble Space Telescope maakte in 2002-2003, laat het 'hart' al duidelijk zien.

Linksonder: deze mozaïek van foto's die NH maakte laat dat hart in alle detail zien.

Rechtsonder: NH fotografeerde het hart in detail en bevestigde dat Pluto's oppervlak rijk is aan stikstof-, koolmonoxide- en methaanijs. Deze ijsen lijken nu geconcentreerd te zijn in die kraterloze vlakte, Sputnik Planitia, die vermoedelijk een enorm, oud inslagbekken is.



Pluto

Laatste data binnen

De laatste data die *New Horizons* tijdens zijn flitsende bezoek aan Pluto op 14 juli 2015 verzamelde, kwam op 25 oktober veilig binnen. *NH* was toen 5,5 miljard km van de aarde verwijderd, zodat het signaal 5 uur en acht minuten nodig had om de aarde te bereiken! Op die manier werden in 15 maanden ruim 50 gigabits verstuurd. Aangezien *NH* zo snel langs de kleine ijswereld scheerde moest het toestel in korte tijd zeer veel data verwerven, honderd maal meer dan het kon terugzenden voor het verder de ruimte in vloog.

Na controle worden de twee recorders van *NH* gewist om plaats te maken voor data die het zal vergaren tijdens de New Horizons Kuiper Belt Extended Mission (KEM), waarbij enkele KBO's (zie kader) op afstand worden waargenomen en de KBO 2014 MU69 van dichtbij wordt onderzocht, tijdens een zogenaamde 'close encounter'.

Pluto's 'Hart' aan de wandel

Het 'hart' van Pluto is een uitgestrekt, zeer helder gedeelte op de dwergplaneet, met de naam Tombaugh Region. Het gebied werd, als een heldere vlek, al op Hubble-foto's uit 1996 gezien. Het westelijke deel ervan is een 1000 km grote, kraterloze ijsvlakte, Sputnik Planitia genaamd (alle namen van Pluto's 'features' zijn nog officieus!). Dat 'planitia' wordt gebruikt in namen van laagvlaktes, zoals grote inslagkraters (inslagbekkens).

Onderzoek wijst er nu op dat Pluto's korst waarschijnlijk geleidelijk is bewogen naar zijn huidige positie. Dat kan alleen als Pluto een ondergrondse oceaan heeft – en daarvoor zijn sterke aanwijzingen (een oceaan zo zout als de Dode Zee en met ammoniak dat als antivries werkt). Een oceaan kan miljarden jaren blijven bestaan door radioactief verval in de kern van Pluto.

IJs

Dat Sputnik Planitia verstoken is van inslagkraters vertelt ons dat het gebied erg jong is. De omringende hoge berggebieden bestaan geheel uit waterijs, dat op Pluto door de intense koude zo hard is als gesteente. We zien ook stikstofgletsjers die duidelijk in beweging zijn. Het is waarschijnlijk een zeer oud inslagbekken dat in de loop der tijd is gevuld met een kilometers dikke laag van vooral stikstofijs, met koolmonoxide- en methaanijs.

De conclusies van twee nieuwe analyses is dat de positie van Sputnik Planitia, precies tegenover de kant van de dwergplaneet die naar zijn maan Charon is gericht, niet toevallig is. De kans dat het gebied toevallig is ontstaan op de 'anti-Charon' locatie is slechts 5%. Het heeft te maken met de neiging van roterende objecten om zich uiteindelijk zo te oriënteren dat gebieden met de grootste massa rond de equator komen te liggen, en gebieden met een 'massagebreek' bij de polen.

In november publiceerde een groep astrofysici onder leiding van James Keane (University of Arizona) in *Nature* hun hypothese dat het grote inslagbekken veel noordelijker kan zijn ontstaan, rond 60° noord. Daarna zou het geleidelijk zijn gemigreerd naar de equator. Het oppervlak moet in dat proces én door het bevriezen van de ondergrondse oceaan, vroeg in Pluto's geschiedenis, onder druk zijn komen te staan, waardoor breuken ontstonden. De computermodellen geven een beeld van breuklijnen dat goed overeenkomt met wat we nu zien. 'Het is als ijsblokjes maken', zegt Keane, 'Als het water ijs wordt zet het uit'. Dat is ook de reden dat ijs op water drijft: als het uitzet wordt de dichtheid minder en ijs is dus lichter dan vloeibaar water. 'Op de schaal van (dwarf-)planeten betekent dit dat de korst breekt en breuken vormt zoals we nu zien'.



Massa

Sputnik Planitia, nu gecentreerd rond 24° noord, is echter een enorme laagvlakte! Waarom is het niet rond Pluto's noordpool 'geparkeerd'? Dat heeft mogelijk te maken met het materiaal waaruit het bekken bestaat: stikstof. Stikstofs vormt er een laag van enkele km dik en heeft een grotere dichtheid dan waterijs (1,027 g/cm³ tegen 0,934 g/cm³). Het is dus een ijsplak met extra massa.

Een ijsplak alleen is niet genoeg, zeggen New Horizons-geleerden onder leiding van Francis Nimmo (University of California). In een ander artikel in dat nummer van *Nature* rekenen zij voor dat de laag stikstofs minstens 40 km dik zou moeten zijn om de verschuiving naar de equator mogelijk te maken. Dat is onwaarschijnlijk dik en het team van Nimmo redeneert dat de extra massa kan komen van een 'bult' water die onder het inslagbekken dichter aan de oppervlakte ligt. 'Het is een groot, elliptisch gat in de grond, dus het extra gewicht moet zich ergens onder het oppervlak schuilhouden', zegt Nimmo in een persbericht. 'Een oceaan is daarvoor de natuurlijke manier'.

Nimmo's team veronderstelt dat bij de inslag die Sputnik Planitia veroorzaakte een 7 km diep gat in Pluto's korst werd geslagen. Daarna kon de ondergrondse oceaan opwellen en vlak onder het oppervlak een soort enorme 'lens' van water vormen. Omdat vloeibaar water dichter is dan waterijs leverde dat een 'massa concentratie' op (zie kader). Vervolgens hoopde zich stikstofs op boven die plek, waardoor de massa van Sputnik Planitia toenam.

Koude-val

Het lijkt er dus op dat het 'hart van Pluto' zich heeft verplaatst in de richting van de equator en dat die beweging nog door zal gaan. Klimaatmodellen van Alissa Earle en Richard Binzel van het Massachusetts Institute of Technology (MIT) geven aan dat het bijna pure

witte oppervlak van Sputnik Planitia zo weinig zonlicht absorbeert dat het een soort 'koude-val' is voor het zeer vluchtige stikstof (het verdampt bij ca. -200°C). De extreme helling van Pluto's rotatie-as (122,5°: Pluto 'ligt' op zijn kant) zorgt ervoor dat dat ook zo blijft. 'Wat de equator uniek maakt is dat een heldere vlek altijd koud blijft en ijs er kan blijven ophopen', zegt Alissa Earle in het persbericht. 'Elke keer dat Pluto een rondje om de zon maakt blijft er wat stikstof achter in het hart', aldus Keane.

Maar...

Er is ook een ander geluid, van een team van de University of Maryland onder leiding van professor Douglas Hamilton, dat begin december in *Nature* werd gepubliceerd. Zij stellen dat de stikstof 'kap' van Sputnik Planitia ook in een heel vroeg stadium van Pluto's vorming kan zijn ontstaan. Een inslaghypothese is volgens hen niet nodig om het te verklaren. 'Toen de ijskap zich had gevormd, en Pluto's (toen snellere) rotatie voldoende was afgenomen, was een lichte asymmetrie voldoende om het gebied 'vast te zetten' rond een punt in de richting van Charon of aan de andere kant van Pluto'. Met computermodellen vonden Hamilton en zijn team dat Sputnik Planitia's locatie kan worden verklaard door Pluto's complexe klimaat, dat wordt veroorzaakt door de enorme ashelling. De modellen geven aan dat tijdens de 248 jaar durende omlooperperiode van Pluto niet de polen het koudst zijn, maar de breedten rond 30° noord en zuid. Vooral op die breedten zou zich dan ijs ophopen, en dáár ligt ook Sputnik Planitia (25° N). Hun model toonde ook aan dat een kleine hoeveelheid ijs meer ijs aantrekt, door de reflectie van de zonnewarmte. Het gevolg is dat het er koud blijft, waardoor er nog meer ijs neerslaat, een cyclus die zich blijft herhalen (een 'runaway' albedo effect). Het eindresultaat zou een enkele, overheersende ijskap zijn, zoals we in Pluto's hart zien. Het zou zwaar genoeg geworden kunnen zijn om enkele km in Pluto's korst te zinken, zodat de vlakte lager werd dan het omringende terrein.

Wetenschap

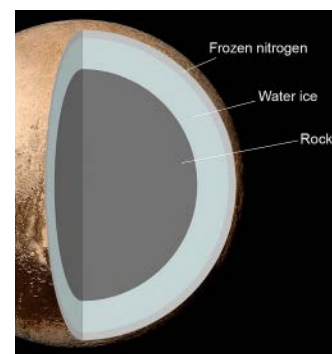
Dat is het mooie van wetenschap als het om totaal nieuwe fenomenen gaat: wat is de ware verklaring? In de woorden van het hoofd van het NH onderzoeksteam, Alan Stern: 'Sputnik Planitia is een van de kroonjuwelen van Pluto, en het begrip van zijn vorming is nog een raadsel. Deze 'papers' brengen ons dichterbij het ontrafelen van het mysterie. Hoe Sputnik Planitia ook is gevormd, we kennen niets in het zonnestelsel dat erop lijkt. Maar wat zijn oorsprong ook is, een ding is zeker: het onderzoek van Pluto heeft nieuwe vragen opgeroepen voor het 21e -eeuwse planeetonderzoek.'

Mascons

Een 'mascon' of 'massaconcentratie' is de naam die men in de Apollo-tijd gaf aan zware objecten die men onder de maanzeeën ontdekte. Vermoedelijk zijn het de restanten van de planetoiden die ca. 4 miljard geleden insloegen. Deze objecten hadden een grotere dichtheid dan de (buitenste) mantel en korst van de maan. De maan was namelijk al, net als de meeste grote zonnestelselobjecten, **gedifferentieerd**: hun opbouw was onder invloed van de gesmolten toestand in het vroegste stadium van het zonnestelsel zo veranderd dat de zwaarste materialen naar de kern zakten en de lichtste naar het oppervlak stegen, om de korst te vormen. Daartussenin bleven de materialen van gemiddelde dichtheid, die de mantel vormen. Bij de aardachtige planeten bestaat die mantel uit silicaten (gesteenten) en de kern uit metalen; bij ijsdweren zoals Pluto bestaat de kern uit gesteenten en de mantel uit waterijs.

Linksonder: Sputnik Planitia moet, om zwaar genoeg te zijn geweest om naar Pluto's equator af te zakken, een grotere massa hebben gehad dan het omringende landschap. De drie mogelijke bronnen voor die massaopbouw kunnen een dikke stikstoflaag zijn (groen), ejecta (materiaal dat is uitgestoten bij een grote inslag) of een bult van vloeistof die in de korst gedrongen is.

Rechtsonder: de vermoedelijke opbouw van Pluto, met een kern van gesteenten, een mantel van waterijs en een korst met bevroren gassen als stikstof en methaan.



De foto's:

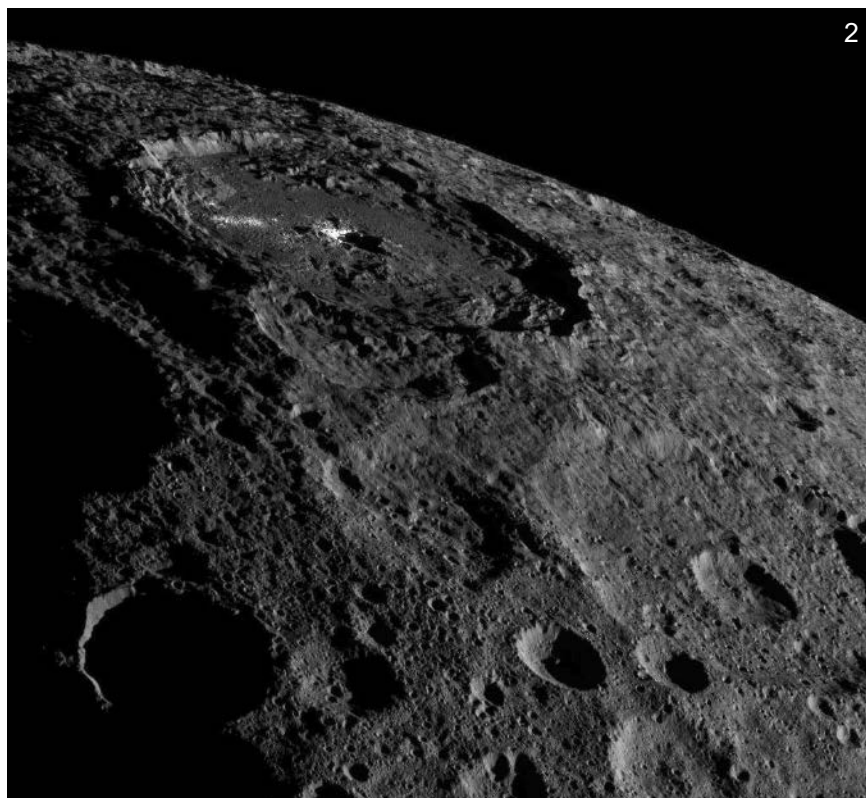
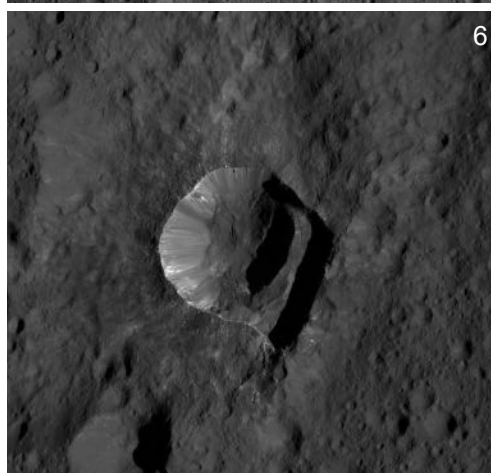
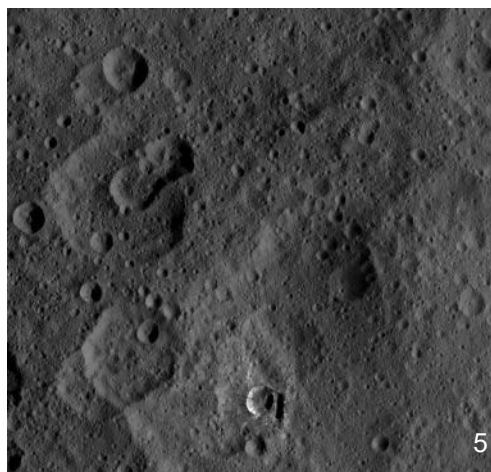
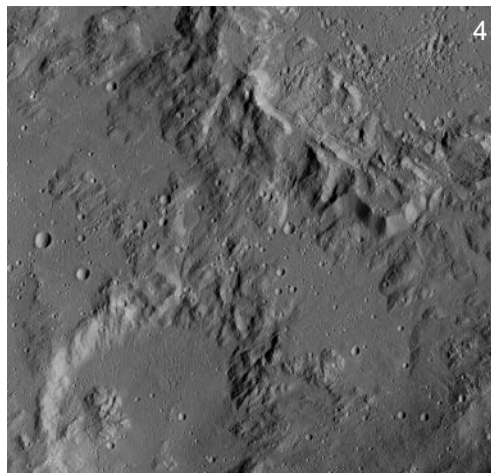
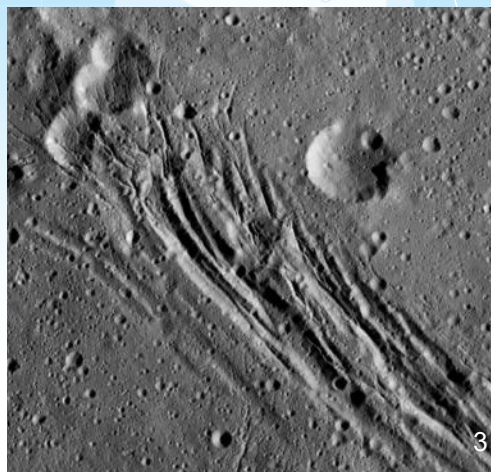
1. Mooie foto van het gebied rond de equator, onder een schuine hoek (13 juni 2016).
2. Een stukje aan de rand van Ceres. De krater Occator (92 km) valt op, waar lichte vlekken wijzen op zoutafzettingen. Dat zout is het bewijs voor recente geologische activiteit: zout water brak hier door het oppervlak, waarna het water is verdampt.
3. Een serie breuklijnen in de grote krater Yalode (260 km); de breedste breuk is 1,5 km. Men denkt dat de breuken zijn gevormd doordat het terrein uit elkaar werd gedruwd. In het bovenste deel van de foto zie je dat de breuklijnen dwars door kraters lopen, wat aangeeft dat de breuken jonger zijn dan die kraters. Je ziet echter nog jongere features: kratertjes bovenop de breuklijnen.
4. De rand van de krater Ikapati (50 km). Hier zie je vrij normaal terrein, met kraters, breuklijnen en 'gladde' gebieden, bedekt door 'ejecta' (puin van inslagen).
5. De kleine krater Oxo (10 km), tijdens XMO2 gefotografeerd op 17 oktober 2016.
6. Dezelfde krater maar dan gefotografeerd op 4 juni 2016, tijdens de LAMO-fase, toen Dawn veel dichterbij het oppervlak vloog. Let op de witte vegen, die bestaan uit zoutafzettingen.

Ceres

Een nieuwe baan

Op 2 september verliet Dawn de lage baan rond Ceres (de zeer succesvolle LAMO-fase: Low-Altitude Mapping Orbit, op ca. 365 km boven het oppervlak) en bewoog het toestel langzaam naar de baan op ongeveer 1460 km hoogte (XMO2) waar het vanaf 5 oktober een maand lang aanvullende waarnemingen deed vanuit andere hoeken. Op 4 november vertrok de sonde naar een bekende, nog hogere baan op 7200 km, om een extra set data te verzamelen vanuit die baan.

Zoals gebruikelijk kon ik nauwelijks kiezen tussen alle mooie foto's van Ceres, en ik loop ook nog eens flink achter door alle drukte met de nieuwe brochure en de nieuwe planisferen. Maar op deze pagina toch een fraaie selectie!



Mars

ExoMars

In oktober kwam een nieuwe Europese Mars-sonde bij de rode planeet aan: de ExoMars TGO (Trace Gas Orbiter; een orbiter is een toestel in een baan – orbit – om een object, zoals een planeet). Het toestel droeg ook een kleinere robot met zich mee: de Schiaparelli lander. Die naam is duidelijk: die moest landen op het Marsoppervlak, op 19 oktober 2016. Maar net als bij Europa's eerste lander, de Britse Beagle 2 (op 25 december 2003) ging het mis: het apparaat sloeg met hoge snelheid te pletter. Niet de eerste Marsrobot die mislukt, ik meen dat de helft van alle Marsmissies slecht afliep.

Het ging dus mis met de lander, een experimentele 'demonstratie module' voor het binnenkomen van de atmosfeer, het afdalen en landen van toekomstige landers. Toch is het project een groot succes, want de orbiter kwam goed in zijn sterk elliptische Marsbaan terecht (van 230-310 km tot 98.000 km hoogte, elke 4,2 dagen) en doet het uitstekend. Een maand na aankomst bij de planeet maakte de TGO de eerste hoge resolutie opnamen. Uiteindelijk krijgt de TGO een bijna cirkelvormige baan op 400 km hoogte.

Project ESA en Russen

ExoMars staat voor ExoBiologie op Mars, want het doel is om de vraag te beantwoorden of Mars ooit leven heeft gehad. Het is een samenwerkingproject van de ESA en de Russische organisatie voor ruimteonderzoek Roscosmos. Deze combinatie van TGO en lander werd op 14 maart 2016 gelanceerd. Het tweede deel van ExoMars, een Russische rover, wordt in juli 2020 gelanceerd en zal in 2021 arriveren.

Men moet wel wat sleutelen aan de huidige plannen want het platform waarmee de rover op het oppervlak wordt geplaatst is gebaseerd op de Schiaparelli lander!

Doelen

De TGO moet met twee instrumenten de zeldzame gassen in de Marsatmosfeer in kaart brengen, vooral methaan, waterdamp, stikstofdioxide en acetyleen. Die maken met elkaar slechts 1% van de dampkring uit, maar zijn interessant voor het onderzoek naar eventueel Marsleven. Zo wordt methaan op Aarde voornamelijk geproduceerd door biologische activiteit.

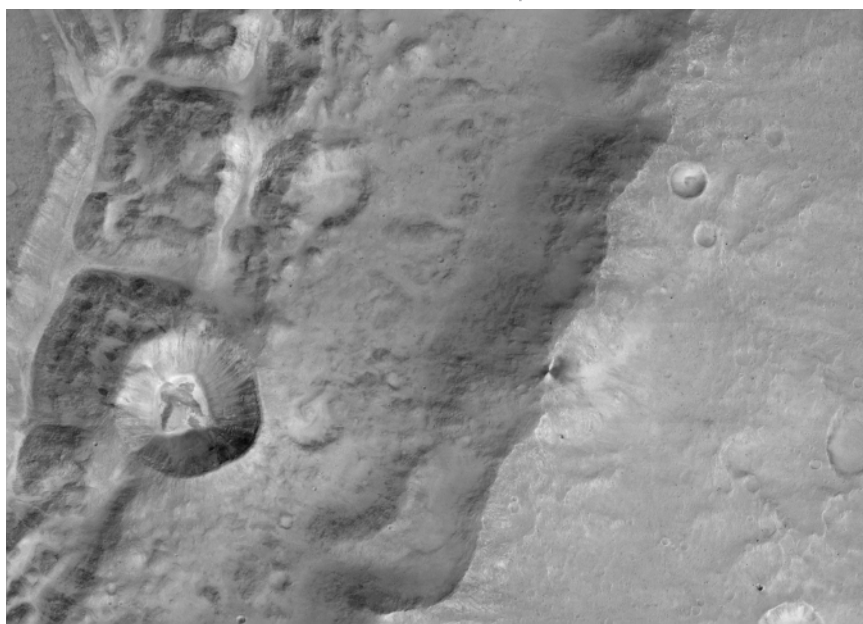
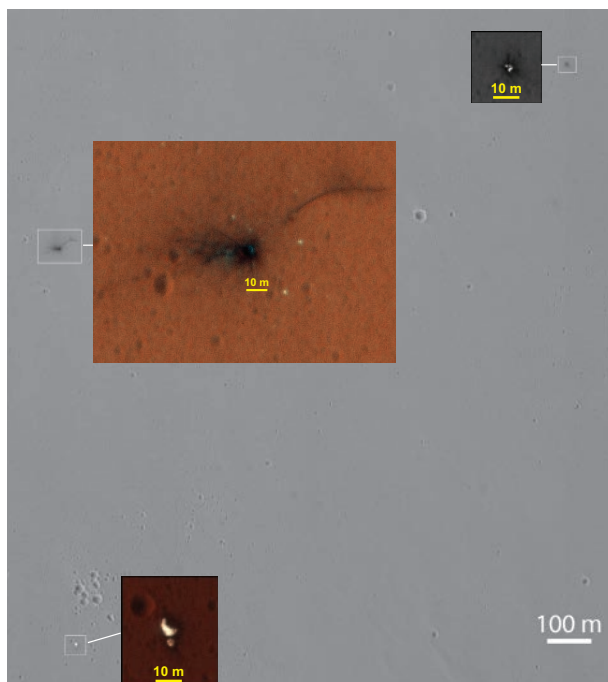
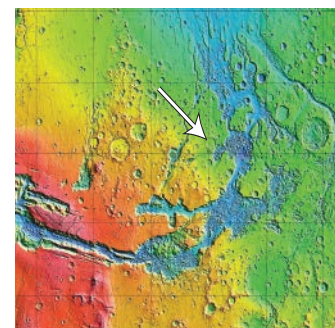
De TGO is ook bezig geweest om waarnemingen te coördineren met de Europe Mars Express en NASA's Mars Reconnaissance Orbiter, wat in de toekomst het vergaren van het wetenschappelijke werk moet optimaliseren. Een derde instrument van de TGO is een neutronendetector die meet hoe en hoe snel neutronen door het oppervlak worden uitgestraald, wat informatie geeft over de samenstelling van de bodem, en de aanwezigheid van water of waterijs daarin. De TGO heeft natuurlijk ook een camerasysteem (zie kader).

De lander

Hoewel de 'entry' van de Schiaparelli in de Marsatmosfeer zonder problemen verliep en het apparaat keurig aan zijn parachutes afdaalde, was er een één seconde durend softwarefoutje in het meetinstrument dat voor een veilige landing moet zorgen. De parachute werd afgestoten, waarna ook de remraketten voor de geplande duur werkten en de robot zich klaarmaakte voor de landing. Alleen... hij was nog op 3,7 km hoogte! Het werd met bijna 300 km/u geen zachte landing...

Linksonder: NASA's MRO, de Mars Reconnaissance Orbiter, nam deze foto's op 1 november. De grote foto toont het gebied waar de delen van de lander neerkwamen. De donkere vlek op de middelste uitvergroting is de crash site. Je ziet in de buurt stukken van de lander (wit). Onderaan zie je de parachute (die beweegt in de Marswind, maar dat is hier niet te zien natuurlijk).

Rechtsonder: close-up van de rand van een grote krater zonder naam, ten noorden van de krater Da Vinci (die bevindt zich net boven de equator, ten oosten van de Mariner Vallei; ik heb hem aangegeven op het hoogtekartje hieronder). Het is een van de eerste elf foto's van de TGO, die op 22 november van 235 km hoogte werden gemaakt met de Colour and Stereo Surface Imaging System (CaSSIS). Volgens Nicolas Thomas, leider van het CaSSIS-team, zijn deze eerste beelden 'absoluut spectaculair', en het was nog maar een test!'



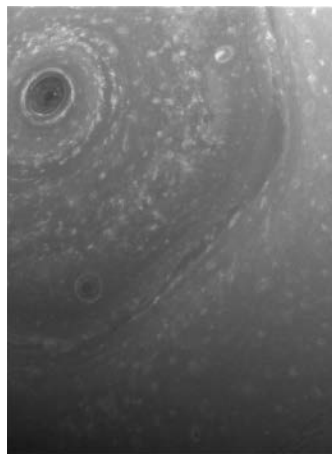


Laatste nieuws!

Bij het afronden kwamen twee foto's binnen die te maken hebben met artikelen in deze nieuwsbrief.

Hierboven de eerste foto die ExoMars maakte van de maan Phobos, met gemiddeld 22 km de grootste van de twee kleine maantjes van de rode planeet.

Hieronder een van de eerste foto's die Cassini tijdens de Ring-Grazing Orbits-fase heeft gemaakt. Hij is van 3 december en de afstand tot de planeet is 390.000 km. Je ziet het noordelijke halfrond, met de zeshoekige straalstroom rond de noordpool. Elke zijde van die jet stream is gelijk aan de diameter van de aarde! In het centrum, rond de pool, ligt een cirkelvormige storm. De resolutie is 23 km per pixel



Meer Uranusmaantjes?

Promovendus en planeetringenexpert Rob Chancia vond in de 30 jaar oude Voyager 2-opnamen van Uranus aanwijzingen voor minstens twee maantjes (4 tot 14 km) in de heldere Alpha- en Beta-ringen. Maantjes van die grootte heeft men wel bij Saturnus gezien, met de modernere Cassini, maar niet bij Uranus, wiens manen ook erg donker zijn. Zogenaamde **herdersmaantjes** kunnen verklaren waarom de ringen zo smal zijn.

Hemel van december 2016

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 december 2016

Nieuwe maan	29 dec, 7:53 u MET
Eerste kwartier	7 dec, 10:03 u MET
Volle maan	14 dec, 1:06 u MET
Laatste kwartier	21 dec, 2:56 u MET

Perigeum:	13 dec, 0:29 u MET, 358.462 km
Apogeum:	25 dec, 6:55 u MET, 405.870 km

Op 21 december, om 11:44 u, begint officieel de astronomische (de echte!) **winter**. Op die dag bereikt de zon in het zuiden zijn laagste hoogte boven de horizon, is de dag het kortst en de nacht het langst.

's Morgens vroeg op 13 december, van 6:26 ('in') tot 6:48 uur ('uit') wordt de heldere ster Aldebaran bedekt door de bijna volle maan.

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	Boogschutter	19:01 u
Venus	Steenbok (vanaf 7 dec)	20:50 u
Mars	Steenbok/Waterman	21:59 u
Jupiter	Maagd	13:12 u
Saturnus	Slangendrager	17:14 u
Uranus	Vissen	1:16 u
Neptunus	Waterman	22:44 u

De planeten

Mercurius bereikt op 11 december zijn **grootste oostelijke elongatie** en is tot de 22e in de avondschemering te zien in het zuidwesten.

Venus is de opvallende heldere 'ster' die je nu 's avonds ziet. Eind december gaat zij vier uur na de zon onder: een prachtige avondster!

Mars staat oost van Venus en gaat om 22 uur onder. Hij is lang niet zo helder als Venus omdat hij (aan de hemel) al dicht bij de zon komt en ook al ver weg staat. Hij beweegt op 15 december van de Steenbok naar de Waterman.

Jupiter komt nu elke dag iets vroeger op en staat bij zonsopkomst in het zuiden. Je kunt hem niet missen want hij is een van de helderste objecten aan de hemel.

Saturnus is op 10 december in **conjunctie** met de zon (hij staat dan in ongeveer dezelfde richting als de zon) en dus onzichtbaar tot het eind van de maand (dan 's ochtends, in het ZO).

Uranus is de hele avond te zien (met een verrekijker!) en gaat ruim na middernacht onder.

Neptunus gaat steeds vroeger onder, eind december rond 22 uur.

Hemel van januari 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/.

Maanfasen januari 2017

Nieuwe maan	28 jan, 01:07 u MET
Eerste kwartier	5 jan, 20:47 u MET
Volle maan	12 jan, 12:34 u MET
Laatste kwartier	19 jan, 23:13 u MET

Perigeum:	10 jan, 07:01 u MET, 363.239 km
Apogeum:	22 jan, 01:14 u MET, 404.914 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	Boogschutter	18:09 u
Venus	Waterman/Vissen (v.a. 21/1)	22:39 u
Mars	Waterman/Vissen (v.a. 18/1)	23:13 u
Jupiter	Maagd	13:23 u
Saturnus	Slangendrager	17:27 u
Uranus	Vissen	1:16 u
Neptunus	Waterman	22:47 u

De planeten

Mercurius is van 6 tot en met 26 januari te zien, in de ochtendschemering, laag boven het ZO. Op 26 januari is er een conjunctie met de smalle maansikkel (4°).

Venus blijft een prachtige avondster en gaat ruim vier uur na de zon onder. Op 12 januari bereikt ze haar grootste oostelijke elongatie: de grootste hoekafstand tot de zon (de **hoekafstand** is de hoek tussen de richtingen waarin twee objecten aan de hemel staan). Op 2 en 31 januari is Venus in conjunctie met de maan. **Mars** staat nu ook in het zuidwesten, niet ver van de heldere Venus (hoekafstand!). Aan de hemel bewegen zij zich langzaam naar elkaar toe. Op 3 januari is Mars in conjunctie met de maan.

Jupiter komt na middernacht op en is de hele nacht zichtbaar. De reus staat vlakbij Spica (Maagd), 4° ten noorden ervan (dus 'erboven'). 19 januari zijn ze in conjunctie met de maan.

Saturnus komt vanaf 12 januari weer meer dan twee uur voor de zon op en is dan dus aan de ochtendhemel te zien. De eerste helft van de maand staat de geringde planeet dichtbij de kleine Mercurius, op de 24e bij de maan.

Uranus is de hele avond te zien, maar wel met tenminste een verrekijker. Eind van de maand gaat hij tegen middernacht onder.

Neptunus wordt steeds slechter zichtbaar en daarvoor heb je bij deze ijsreus altijd een telescoop nodig. Er is hulp bij het vinden: op 1 januari staat hij bij Mars, de 13e bij Venus.