

Rob's Nieuwsbrief - 43

over sterrenkunde en het heelal

september 2017

De lopende zaken

De zonsverduistering van 21 augustus

Ik kreeg een beetje het gevoel terug dat ik in februari en maart 2015 had: een run op eclipsbrillen! Dat was natuurlijk in verband met de zonsverduistering van 21 augustus, die in een strook in de VS was te zien. Goed, de verkoop was niet te vergelijken met toen (17.500 stuks!), maar toch leuk in de normaliter erg rustige zomermaanden. De teller staat op rond de 450 stuks.

Uiteraard heb ik meteen geprobeerd alle klanten te wijzen op mijn brochure *Veilig zonnekijken*, gratis te downloaden via onze website (onder Nieuws). Ik bedacht me echter dat die eclips maar enkele minuten duurde, maar dat men elke heldere avond van hun vakantie in de VS 's avonds een sterrenhemel kan zien die ietsje anders is dan bij ons; je ziet zuidelijker meer sterren dan bij ons, terwijl een deel van de sterren en sterrenbeelden die bij ons het hele jaar door zichtbaar zijn (als het donker is), de **circumpolaire** sterren en sterrenbeelden, daar wel opkomen en ondergaan. Ik heb dus de planisfeer voor dat gebied aangeraden (de Nederlandse PLN-40N of de Engelse PLN-40; er zijn trouwens planisferen voor dat gebied in meer talen). Verder heb ik 'Set 1 - Planisfeer en boek *Genieten van de sterrenhemel*' (€ 2,00 goedkoper dan de losse delen), aangeboden met de planisfeer voor 40°NB in plaats van de planisfeer voor Nederland en België. Een aantal mensen heeft daarvan gebruik gemaakt.

Met al zoveel informatie leek het mij beter om een aparte pagina onder Nieuws aan te maken, met tips over de eclips en het veilig bekijken ervan. Ik hoefde dan alleen de link daarvan naar de klanten te sturen.

Extra kaartjes voor het Zonnestelselmodel

Je kent misschien het Zonnestelselmodel, het Planetenpad in kaartjes, dat ik voor het eerst in 2003 uitbracht en waarvan ik in 2015 een geheel vernieuwde, zeer up-to-date versie pu-

bliceerde, in twee sets van 16 kaartjes. Vooral voor de aanvulset, die bestaat uit de maan, zaken als de Kuipergordel, de Oortwolk en de Scattered Disc, kometen en planetoïden en een aantal verre ijsdwergen in de Kuipergordel (Kuiper Belt Objects: KBO's), moest ik een selectie maken. Welke objecten gebruik ik wel en welke niet? Ik koos toen vooral voor objecten die mooi een bepaald gebied aangeven, zoals de planetoïden Vesta en Hermione, die zich respectievelijk aan de binnen- en de buitenkant van de Planetoïdengordel bevinden. Verder uiteraard de Voyagers 1 en 2 (mijn helden!) en een selectie van grote ijsdwergen die ook nog eens model staan voor bepaalde typen objecten (qua banen dan). Echter... dan mis je ook veel interessante andere objecten! ik heb nu negentien kaartjes gemaakt die je gratis kunt downloaden en toevoegen aan het Zonnestelselmodel. daarbij zit ook een kaartje voor de hypothetische Planet Nine en het planetenstelsel van de ster TRAPPIST-1 (zie *Rob's Nieuwsbrieven* van maart, juni en juli-augustus). Verder de derde planetoïde qua grootte (Pallas), de komeet Encke, en een hele reeks van KBO's, geselecteerd op grootte of afstand (of beter: de baan: afstand, baanhellingshoek en -excentriciteit, invloed van met name Neptunus). Met die extra kaartjes is een ongeken leuk en uitgebreid Planetenpad mogelijk, waarmee je werkelijk alles kunt uitleggen/begrijpen. Zo'n schaalmodel bestaat verder - voor zover ik weet - nergens ter wereld!

De cursus

Nog wat te doen

We hebben nu 29 cursisten voor mijn grote cursus *Leer het heelal begrijpen!* Wat dat betreft is het al een succes, hoewel ik nog enkele cursisten kan bergen. Nu is het zaak om een en ander goed voor te bereiden.

(wordt vervolgd op pagina 10)

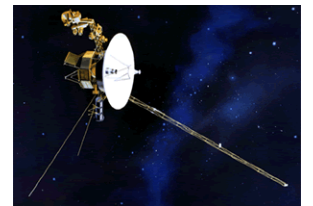
Deze nieuwsbrief verschijnt circa tien maal per jaar en bevat:

- * 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.

40 jaar Voyagers

Het is nu 40 jaar geleden dat de beide Voyagers werden gelanceerd: Zij zijn nu de verste door de mens gemaakte dingen! Meer daarover elders in deze nieuwsbrief.



Linksonder: een van de nieuwe extra kaartjes voor het Zonnestelselmodel gaat over het planetenstelsel van de ster TRAPPIST-1, met zijn zeven aardachtige planeten, op 39,5 lichtjaar afstand. Eigenlijk gaat het hierbij om twee kaartjes, want er is er ook een waarop het gehele stelsel op de schaal van het Zonnestelselmodel staat (1:100 miljard!).

Al die negentien nieuwe kaartjes download je gratis via onze website: www.walrecht.nl/nl/ onze-producten-en-folders/ over-het-zonnestelselmodel/ nieuwe-informatie-en-aanvullingen

Rechtsonder: dit nieuwe schaalmodel dat in de cursus wordt worden gebruikt bestaat uit... zout! Het gaat over de massa van zonnestelselobjecten, waarbij alle materie in het zonnestelsel BUITEN de zon wordt voorgesteld door een pak zout. De zon is dan 713 pakken zout... Dit bijzondere schaalmodel, dat heel verhelderend is, ontstond zoals gebruikelijk op een moment dat ik 's nachts wakker lag. Ik ben een van de weinigen die ook baat heeft bij slapeloosheid.

46

Het TRAPPIST-1 stelsel

Begin 2017 werden bij de rode dwerg TRAPPIST-1 maar liefst zeven planeten gevonden, allemaal ongeveer zo groot als de aarde en allemaal rotsplaneten. Drie ervan bevinden zich in de leefbare zone, het gebied rond de ster (de afstand dus waar vloeibaar water mogelijk is. En dat is een voorwaarde voor het ontstaan van leven!

De ster is genoemd naar de automatische telescoop, de Transiting Exoplanet Search Telescope-South en die naam is ook een ode aan het bekende liedje en de manniken die het bouwen. Planeten bij andere sterren krijgen een letter achter de naam van de ster, zodat die ster de 'a' krijgt. De planeten heeten daarom TRAPPIST-1b tot en met 1h. De drie sterren die het dichtst bij hun ster staan zijn daardoor te heel voor vloeibaar water, 1h is te heet. De andere drie kunnen wel vloeibaar water aan hun oppervlak hebben en daarvan heeft 1g de beste papieren. Maar de galaxieën zijn niet te optisch, want de atmosfeeren zouden erg dicht kunnen zijn of veel waterstof kunnen bevatten, en de ster blaast een intense sterrenwind die ruimte in, bestaande uit geladen deeltjes, vooral protonen en elektronen, die bij de planeet 1b zelfs 1000 tot 10.000 maal zo sterk is als de zonnewind. Allemaal niet geweldig voor het ontstaan van leven. Op deze schaal staan de planeten tussen 17 en 14 mm van hun ster - een koppeld.

TRAPPIST-1
Een rode dwerg met zeven planeten

afstand tot de zon: 39,5 lichtjaar
diameter: 160.000 km
type ster: rode dwerg
aantal planeten: 7

Het TRAPPIST-1 stelsel, onderaan de ontworpen planeten op dezelfde schaal

afstand 3735 km
grootte 1,6 mm
kopspeeld

© Rob Walrecht 2016
www.walrecht.nl

schaalmodel van het zonnestelsel
schaal 1:100 miljard



Rechtsboven: een opname van Saturnus en zijn ringen, op 7 juni 2017 gemaakt door Cassini, tijdens haar achtste 'duik'.

Vulkanen

Iets heel anders: twee aardse vulkanen, een dode en een springlevende. Het betreft enkele foto's gemaakt door de Sentinel-2A en B, Europese aardobservatiesatellieten van het Copernicus programma.

Linksonder: de Pilanesberg, het restant van een vulkaan die meer dan een miljard jaar actief is geweest en tot 7 km hoogte reikte. Door miljoenen jaren erosie is hij weggesleten tot wat het nu is, een 25 km grote cirkelvormige structuur, bestaande uit concentrische ringen van heuvels, die boven het verder vlakke landschap uitstijgt. Het grootste deel van de Pilanesberg is nu een natuurreservaat.

Rechtsonder: twee foto's van de Vesuvius in brand (12 juli 2017), in verschillende golf-lengten. De vulkaan is niet actief (de laatste keer was in 1944), maar de flanken staan in brand. Door de droogte zijn er in het Vesuvio National Park, in 1995 opgezet om de natuur daar te beschermen, enorme bosbranden. Veel ervan is al vernietigd en er waren in juli gedwongen evacuaties. Zuidelijker is nog een enorme bosbrand te zien, nabij de plaats Positano.

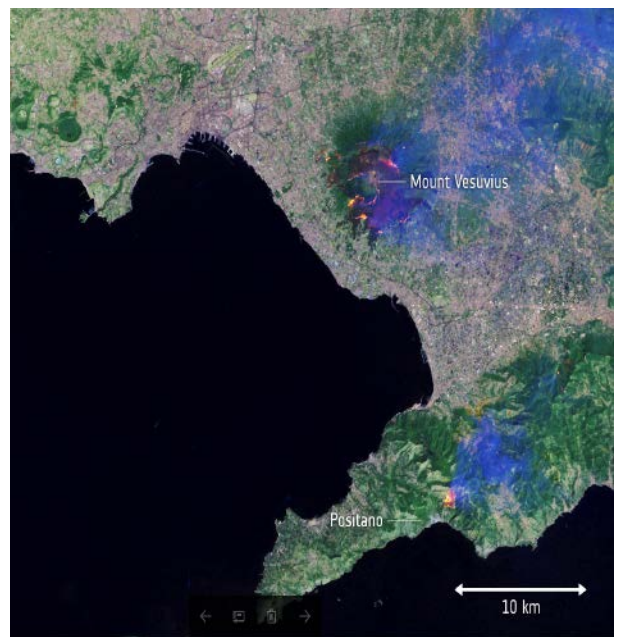
Nieuws

Cassini halverwege de laatste duiken

De Saturnus-sonde *Cassini* was begin juli halverwege met de serie van 22 'duiken' tussen de planeet en zijn ringen, die op 15 september eindigen met een duik in de atmosfeer van de gasreus. Die elliptische banen en flyby's rond de planeet begonnen op 22 april 2017. De foto rechtsboven is van 7 juni, tijdens de achtste flyby. Tussen de planeet en zijn ringen is slechts 2400 km ruimte, en de sonde moet daar met circa 124.000 km/u doorheen zonder op deeltjes van de ringen te pletter te slaan. *Cassini* heeft het Saturnus-stelsel dertien jaar lang onderzocht, maar zijn brandstof (voor de stuurraketten) is bijna op en men wil de manen niet besmetten met eventuele aardse organismen die de lange tocht hebben overleefd. Daar gaat men immers in de toekomst heen om te onderzoeken of er leven is. De botsing met de dampkring van Saturnus zullen die organismen vast niet overleven. In elk geval kan het toestel dan niet meer een van de manen raken, wat het geval zou zijn geweest als zij een stuurloze extra satelliet van de planeet zou zijn geworden.

Behalve geweldige foto's zullen de flyby's ook unieke informatie opleveren die de geleerden zal helpen de mysteries op te lossen over de massa van de ringen en de rotatiesnelheid van de planeet. De laatste vijf flyby's zullen zo nabij zijn dat *Cassini* monsters kan nemen van de bovenste laag van de atmosfeer van Saturnus. Na die laatste flyby vliegt *Cassini* nog eenmaal naar Titan die zij op grotere afstand passeert en waardoor haar baan op een ramkoers met de planeet wordt gebracht.

Als deze nieuwsbrief uit is zijn er nog twee flyby's: Orbit 291 (30 aug-5 sep) en Orbit 292 (5-12 sep). De laatste zal Orbit 293 zijn, The Final Plunge, van 12-15 september.



Orionnevel

Bewijs voor drie geboortegolven

Nieuwe waarnemingen met de VLT Survey Telescope (VST) van de ESO tonen aan dat er drie verschillende populaties aan jonge sterren zijn in de Orionnevel (M42). De onverwachte ontdekking biedt waardevolle nieuwe inzichten over hoe sterren in clusters ontstaan en duiden op stervorming in 'bursts' (golven), waarin elke burst veel sneller gaat dan eerder gedacht: de drie bursts waren in de laatste drie miljoen jaar. Met de OmegaCAM (een wide-field optische camera op de VST) heeft men M42 en de bijbehorende open sterrenhoop van jonge sterren (de Orion Nebula Cluster) in ongekend detail weten te fotograferen, getuige de prachtige foto onderaan.

We moeten ons denkbeeld aanpassen

Het is echter niet alleen een mooi plaatje. Een team van ESO-astronomen onder leiding van Giacomo Beccari heeft de hoogkwalitatieve data gebruikt om de helderheid en kleur van alle sterren in de Orion Nebula Cluster te meten. Hiermee heeft men de massa's en leeftijden van de sterren kunnen bepalen. En daaruit bleek, tot hun verrassing, dat de stervorming in drie verschillende bursts heeft plaatsgevonden. Ofwel dat daar drie leeftijdsgroepen van sterren zijn, elk met een eigen rotatiesnelheid: de jongste het snelst, de oudste het traagst. Beccari: 'Toen we voor de eerste maal naar de data keken was dat een van die 'Wow!' momenten die een of twee maal in het leven van een astronoom gebeuren. De ongelooflijk goede

kwaliteit van de OmegaCAM beelden lieten zien dat we zonder twijfel drie verschillende populaties van sterren zien in de centrale delen van Orion'.

En zijn collega Monika Petr-Gotzens zegt: 'Dit is een belangrijk resultaat. Wat we zien is dat sterren van een open cluster [sterrenhoop] aan het begin van hun leven niet allemaal simultaan ontstaan. Dat kan betekenen dat we onze ideeën over hoe sterren in clusters ontstaan moeten aanpassen'.

De sterrenkundigen moesten goed letten op de mogelijkheid dat de data niet op verschillende leeftijden wezen, maar dat de verschillende helderheden en kleuren werden veroorzaakt door 'makers' die nog verborgen waren in de gaswolk. Daardoor zouden zichtbare sterren helderder en roder kunnen lijken. Hoewel men dat niet 100% kan uitsluiten lijkt het toch onwaarschijnlijk dat het dubbelsterren zijn.



M42 - de Orionnevel

M42 is een nevel, met het oog of een verrekijker te zien als een wazig vlekje (vandaar die naam), en een van de beroemdste stervormingsgebieden. M42 ligt op ongeveer 1350 lichtjaar afstand.

Juno

Ik had beloofd een artikel te schrijven over Juno bij Jupiter, maar vanwege het Voyager-artikel komt dat later.

Links

Op de volgende pagina staat een stukje over het volgend edoel van de New Horizons, die in 2015 langs Pluto en zijn manen vloog. Ik heb onder Links op onze website enkele leuke video's geplaatst, o.a. over Pluto:

www.walrecht.nl/nl/links.

Ed Stone

Op pagina 5 begint een groot artikel over de Voyagers.

Een iconisch persoon in het Voyager-project is Ed Stone. Hij was vanaf 1972 bij het project betrokken als project scientist, en werd later de spreekbuis van het team, vooral in de jaren '80. Hij is directeur van het Jet Propulsion Laboratory (JPL) geweest, dat onder andere alle planetaire robots van de NASA ontwikkelt, en was als hoofd- of co-onderzoeker betrokken bij veertien missies! Hij zegt: 'Niemand van ons wist veertig jaar geleden dat alles nu nog zou werken. De meest opwindende ontdekking in de komende vijf jaar is waarschijnlijk iets waarvan we niet wisten dat het daar ergens is om ontdekt te worden.' Ed Stone in inmiddels al 81.

Onderaan: deze fraaie foto van de Orionnevel heeft zulke belangrijke informatie opgeleverd over de manier waarop sterren in een cluster ontstaan dat we onze ideeën over stervorming moeten aanpassen.

Midden, boven: dezelfde foto met de sterren naar leeftijd aangegeven: de blauwe merkes zijn voor de oudste jonge sterren, de rode de jongste en groen er tussenin. De sterren zijn in drie golven van stervorming ontstaan, alle in de laatste drie miljoen jaar.

Sterbedekkingen

Sterbedekkingen gebeuren wanneer een zonnestelselobject voor een ster langs beweegt. De duur van die bedekking, van 'uit' tot 'aan' (zo noemen de waarnemers dat) geeft informatie over de diameter van een object. De omloopsnelheid is immers bekend en de ster staat voor dit doel stil aan de hemel. Voor grotere of meer nabije objecten moet je wel rekening houden met de positie van het object ten opzichte van de ster, want gaat de ster achter het poolgebied langs, of ter hoogte van de equator? Daarom is het het beste om meerdere teams te hebben, netjes verdeeld over de lijn waar de sterbedekking zichtbaar kan zijn.

Op 3 en 10 juni en 17 juli 2017 bedekte 2014 MU69 zwakke sterren. NH-onderzoekers togen naar Argentinië, Zuid-Afrika en de Stille Oceaan om die sterbedekkingen nauwkeurig waar te nemen. Alleen op 17 juli zagen vijf van de 24 observatieteams dat het licht van een magnitude 13 ster in de Boogschutter even werd 'gedoofd'. De omstandigheden in Argentinië waren niet ideaal door de harde wind; de burgemeester en burgers van een Argentijns dorpje hielpen mee windschermen te maken.

Getallen

In het Nederlands zijn de benamingen anders dan in het Engels, wat nog wel eens voor verwarring zorgt. Hieronder enkele grote getallen. Mijn boek *Genieten van het heelal* geeft een uitgebreider overzicht.

| ovg | NL | Engels |
|-----|----------|-------------|
| 6 | miljoen | million |
| 9 | miljard | billion |
| 12 | biljoen | trillion |
| 15 | biljard | quadrillion |
| 18 | triljoen | quintillion |

(ovg = orde van grootte)

Linksonder: NASA heeft een fraaie reeks artist's impressions laten maken voor TRAPPIST-1. Dit is daar een van. Je ziet zeven planeten: een vóór de ster, een op de voorgrond en vijf als oranje stippen. Die zijn oranje omdat ze het licht van de rode dwerg ster weerkaatsen.

Rechtsonder: het zal nog even duren voordat we weten of 2014 MU69 erg langwerpig is of uit twee objecten bestaat die om elkaar heen bewegen.

TRAPPIST-1

Ouder dan de zon

Als we meer willen weten over de mogelijkheid van leven op planeten bij een andere ster dan is het belangrijk om de leeftijd van die ster te weten. Jonge sterren hebben frequente sterrenvlammen, hoogenergetische deeltjes die het oppervlak van planeten bestralen. Verder duurt het een tijd voordat de banen van de jonge planeten zijn gestabiliseerd.

De wetenschappers hebben nu een goede schatting van de leeftijd van de rode dwerg TRAPPIST-1 en zijn zeven aardachtige planeten (zie eerdere nieuwsbrieven van dit jaar). De ster, op 39,5 lichtjaar afstand, is behoorlijk oud: tussen 5,4 en 9,8 miljard jaar (het zonnestelsel is 4,6 miljard jaar oud).

De zeven planeten hebben weliswaar nu weinig last van sterrenvlammen maar ze hebben wel miljarden jaren straling te verduren gehad, op korte afstand. Atmosferen en oceanen kunnen al zijn verdampt. Als we aannemen dat ze veel ijs bevatten dan kunnen er voldoende grote reservoirs van water- en andere moleculen zijn om een dikke dampkring in stand te houden, die op zijn beurt de oppervlakken beschermt tegen te intense straling van de ster. De planeten keren altijd dezelfde kant naar de ster (ze zijn *gesynchroniseerd*, zoals de maan, zodat de rotatieperiode net zo lang is als de omlooperperiode). Een dichte atmosfeer helpt de hitte naar de donkere zijde te verspreiden, wat goed is voor de leefbaarheid. Maar een té dichte dampkring leidt tot een Venus-effect! 'Eventueel leven op deze planeten moet hard zijn!', aldus een van de onderzoekers.

Blijvertjes

Gelukkig hebben lichte sterren (sterren met een kleine massa) zoals TRAPPIST-1 temperaturen en helderheden die biljoenen jaren (zie kader) relatief constant blijven, met nu en dan sterrenvlammen. Rode dwergen gaan lang mee, langer dan de 13,8 miljard jaar dat het heelal bestaat. De zon wordt ongeveer 10 miljard jaar, veel zwaardere sterren gaan hooguit miljoenen jaren mee, om dan als supernova te

exploderen. TRAPPIST-1 brandt langzaam en zal er nog zijn als het heelal 900 maal zo oud is als nu.

Een van de methoden die de onderzoekers gebruikten om de leeftijd te bepalen is het meten van de snelheid waarmee de ster in zijn baan door de Melkweg beweegt; snellere sterren zijn over het algemeen ouder. Ook de chemische samenstelling van de atmosfeer van de ster en de hoeveelheid sterrenvlammen zijn aanwijzingen voor een hoge leeftijd. Toekomstige waarnemingen met de *Hubble* en de komende *James Webb Space Telescope* zullen mogelijk atmosferen aantonen bij de planeten, en of die atmosferen op die van de aarde lijken.

New Horizons

Het volgende doel

Na de passage van Pluto en zijn maan en maantjes, op 14 juli 2015, kreeg de NASA toestemming om nog een tweede doel te kiezen als vervolgmisssie van *New Horizons*. De keuze viel uiteindelijk op de kleine ijsdwarf 2014 MU69. Dat is een 'klassieke KBO', een object in de Kuiper gordel met een redelijk nette baan om de zon: niet te langgerekt en excentrisch, en niet te geheld. Ik heb voor het Zonnestelselmodel een extra kaartje gemaakt voor 2014 MU69 (zie pagina 1).

NH zal op 31 december 2018 of 1 januari 2019 langs het kleine object scheren, dat zich dan op 6,64 miljard km van de zon bevindt (Pluto staat nu op 5,07 miljard km van de zon).

Dubbel?

Halverwege 2017 bedekte 2014 MU69 drie zwakke sterren (vanaf de aarde gezien). Die sterbedekkingen (zie kader) wezen op een object van ongeveer 30 km diameter. Maar de tijdstippen van de bedekking kloppen niet met een rond object! 2014 MU69 moet erg langwerpig zijn, zoals een courgette, of hij bestaat uit twee objecten (van elk 15-20 km diameter) die elkaar raken of op korte afstand om elkaar heen bewegen. *Hubble* waarnemingen ondersteunen de 'dubbel-ijsdwarf' optie. Hoe dan ook, de flyby van Oud en Nieuw 2018/19 wordt een bijzondere!



Voyagers Still Reaching for the Stars!

40 jaar onderweg

Veertig jaar geleden, op 20 augustus 1977, werd de Voyager 2 gelanceerd, op 5 september van dat jaar gevolgd door haar zusterscheepje Voyager 1 (eerst Mariner 11 genoemd). Toch kwam Voyager 1 eerder bij Jupiter en Saturnus aan, door een kortere route. De langere route van Voyager 2 maakte het mogelijk haar niet alleen langs de gasreuzen Jupiter en Saturnus te sturen maar ook de ijsreuzen Uranus en Neptunus te laten bezoeken. Al jaren zijn het de verste en oudste door de mens gemaakte en nog steeds werkende robots! Het verhaal van de Voyagers inspireerde generaties van wetenschappers en dat zal in de toekomst doorgaan. Maar ze inspireerde ook bijvoorbeeld films (V'Ger in Star Trek: de 'Voyager 6' waarvan drie letters zijn weggeslepen) en muziek. Beide sondes voeren een LP mee, de Golden Record met aardse geluiden (zoals wind, onweer, dierengeluiden, lachen), 115 foto's en de groeten in 55 oude en moderne talen, die mogelijk ooit in handen komen van intelligente aliens. Die plaat was een idee van de grote Carl Sagan en bevat ook een voor slimme aliens begrijpelijke tekening van de plaats van de aarde en uiteraard instructies om een platenspeler te maken.

Grand Tour

De al eind jaren '60 voorgestelde reis van de Voyagers werd de *Grand Tour* genoemd. Daarbij maakt men gebruik van de zwaartekracht van een planeet om een sonde versneld door te sturen naar de volgende planeet. Die stuurt het toestel versneld naar het derde doel toe, enzovoorts. Nu is dat overigens de gebruikelijke manier om ruimteverkenneren ver weg te kunnen sturen (ook New Horizons is zo in nog geen tien jaar bij Pluto aangekomen, in plaats van de 40 jaar die anders nodig zou zijn). De Grand Tour was toen echter het eerste project waarbij men

die 'gravitational slingshot' ('zwaartekrachtslinger', of zwaartekrachtduw) techniek gebruikte, om alle reuzenplaneten én Pluto te bezoeken met vier ruimtesondes. Slechts eens in de 175 jaar staan de planeten zodanig dat je met die techniek zoveel planeten kunt bezoeken. De sondes moesten daarvoor in 1977 vertrekken. Het project werd echter te duur en werd teruggebracht tot twee sondes, waarvan één alleen de gasreuzen zou bezoeken en de ander alle vier de reuzen. Pluto viel af.

De toekomst

De Voyagers, mijn grote helden, blijven eeuwig hun reis vervolgen (zie volgende pagina). Daardoor kan men twee gebieden in de ruimte vergelijken waar de heliosfeer in interactie is met de interstellaire ruimte.

Binnen 40.000 jaar zal geen van beide in de buurt van een ster komen (zie kader), maar ze zullen nog lang informatie terugzenden over (de afname van) de invloed van de zon en waar de interstellaire ruimte begint. Dat betreft onderzoek met instrumenten die magnetische velden, geladen deeltjes, laagfrequente radiogolven en zonnewind plasma meten, wat weinig energie vergt.

De beide toestellen hebben veel beter gepresteerd dan oorspronkelijk de bedoeling was, door de vooruitziende geest van het ontwerpteam. Om bestand te zijn tegen de intense straling in de buurt van Jupiter waren de toestellen prima voorbereid op alle latere stralingssituaties. De Voyagers hebben ook 'redundant systems', reserveonderdelen in feite, zodat ze indien nodig zelfstandig kunnen overschakelen op back-up systemen. Dat moeten ze zelfstandig kunnen doen vanwege de enorme afstanden: een signaal van de aarde naar Neptunus duurt bijna 4,5 uur! En het signaal van Voyager 1 naar Aarde is nu (begin september 2017) ruim 19,5 uur onderweg. Ook hebben ze een energievoorziening die zeer lang meegaat (RTG's, zie verder).

De interstellaire ruimte is leger dan welk vacuüm dat we aarde kunnen

De toekomst

Voyager 2 is nu op ruim 17 miljard km van de zon, Voyager 1 zelfs op bijna 21 miljard km! (De Pioneer 10 is overigens verder van de zon dan Voyager 2, maar net als Pioneer 11 doet die het niet meer.) Ze bewegen met ongeveer een half miljard km per jaar van de zon, ongeveer in dezelfde richting ten opzichte van het vlak van de ecliptica (waarin de planeten om de zon bewegen). We hebben het dan over de rechte klimming (RA), te vinden op de planisfeer: Voyager 1 beweegt richting 17 u 11 m RA, Voyager 2 richting 19 u 57 m – een verschil van nog geen 30° aan de hemel. Maar beide sondes zijn na hun laatste ontmoeting met een van de grote planeten uit dat vlak gekomen, Voyager 1 naar boven (35°), Voyager 2 naar beneden (-36°), zodat ze bijna onder een rechte hoek van elkaar wegvliegen. Zie ook de volgende pagina's

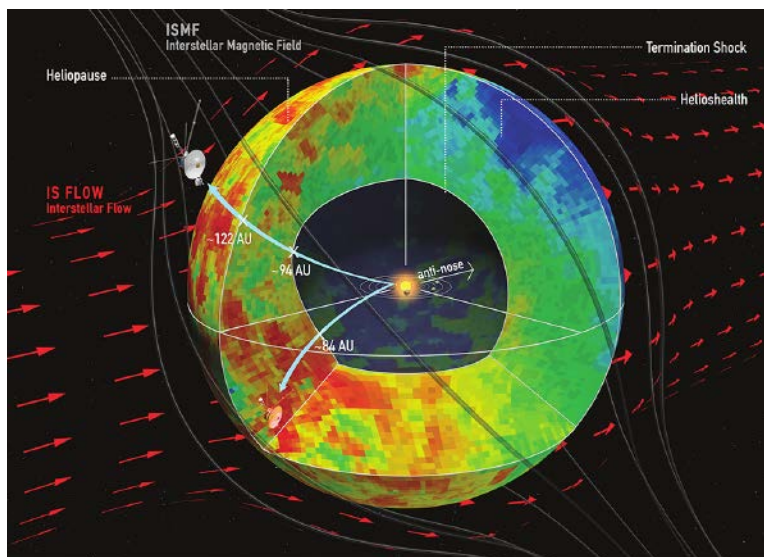
Over 40.000 jaar komt Voyager 1 binnen 1,6 lichtjaar van de ster AC+79 3888 (in de Giraffe) en Voyager 2 binnen 1,7 lj van de rode dwerg Ross 248 (Andromeda). Over 260.000 jaar komt Voyager 2 binnen 4,6 lj van de heldere Sirius, waarbij ik moet zeggen dat die ster zelf op 8,6 lj van de zon staat (het is dus geen 'near miss').

Maar ook daarna zullen ze hun reis vervolgen, met ruim 55.000 km/u, en uiteindelijk elke 225 miljoen jaar een baan om het centrum van de Melkweg afleggen.

Linksonder: illustratie van de heliosfeer, waarin ook de routes van de beide Voyagers zijn aangegeven (lichtblauwe lijnen). Met rode pijlen is de stroming in de interstellaire ruimte (IS = Interstellar Space) aangegeven, om de bel rond de zon heen.

De zonnewinddeeltjes verwijderen zich met honderden km/s van de zon, maar gaan dan botsen met geladen deeltjes van buiten het zonnestelsel zodat hun snelheid afneemt tot uiteindelijk nul. Waar de snelheid onder die van het geluid daalt noemen we dat de **termination shock**. De heliopauze is waar de druk van de zonnewind en die van de interstellaire ruimte in evenwicht zijn. Zie de volgende pagina's voor meer uitleg.

Rechtsonder: de Voyager.



Het Voyager-project voor mij

Ik kan me het nieuws van de lanceringen van de Voyagers nog herinneren, maar ik was toen nog niet zo serieus bezig met sterrenkunde. Dat begon in 1978, toen ik samen met mijn broer Aad mijn eerste Planetenpad maakte (590 m van de zon tot en met Pluto – toen nog een planeet en het buitenste lid van het zonnestelsel). Daarvoor wilde ik een brochure maken én rondleidingen geven, en ik laat op dat moment mijn carrière als sterrenkundepopularisator beginnen. Het jaar erna vlogen beide Voyagers langs Jupiter en daarvan weet ik dat ik alle Amerikaanse bladen kocht die ik kon vinden – er was nog geen internet! Vanaf 1980 gingen mijn broers en ik diaries maken over ruimtevaart en het planeetonderzoek. Over het Voyager-project kwamen maar liefst twaalf series uit, allemaal met een beschrijving die soms zeer uitgebreid was (die over Saturnus was ruim 70 pagina's... het zat er al vroeg in, die veelschrijverij).

De interstellaire materie

Buiten het zonnestelsel komt veel ioniserende straling voor, zowel elektromagnetische straling als gammastraling maar ook supersnelle ionen en elektronen (de sterrenwind van andere sterren) en vooral kosmische straling. Kosmische straling is géén elektromagnetische straling maar bestaat uit atoomkernen (vooral protonen en heliumkernen) die in feite een soort superzonnewind vormen. Kosmische stralingsdeeltjes komen vooral van supernova's, sterren die ooit zijn geëxplodeerd, en Voyager 1 toonde aan dat ze met bijna de lichtsnelheid door het heelal racen en vier maal zoveel voorkomen in de buurt van de aarde. Die ioniserende stralingsoorten hebben een veel hogere energie dan de zonnwind en zijn daarom schadelijk voor het leven en dus voor ons.

Hieronder: de routes van de Voyagers, New Horizons en de Pioneers 10 en 11, gezien vanuit twee gezichtspunten. De afbeelding en getallen vind je op de site [Spacecraft escaping the Solar System](#) (zie onder Links op onze website).

creëren: de dichtheid is 100 triljoen maal zo klein als de luchtdruk op Aarde! Het gaat dan om 1% kleine stofdeeltjes en 99% gasmoleculen. Die deeltjes vormen geen gevaar voor de Voyagers, maar zijn juist een belangrijk onderdeel van de omgeving die ze nu onderzoeken.

Planetary Firsts

Er is geen ruimtemissie die kan tippen aan de resultaten van de Voyagers in hun 40 jaar onderzoek. En ze zijn nog altijd actief, zij het dat ze te weinig energie hebben om nog foto's te maken. Ze hebben ook vele records gebroken: 'firsts'. Dit zijn die op planetair gebied:

- Eerste ruimtesonde die alle vier de buitenste planeten bezocht (Voyager 2)
- Eerste missie die meerdere manen ontdekte bij de buitenste planeten (allebei): 3 bij Jupiter, 4 bij Saturnus, 11 bij Uranus en 6 bij Neptunus
- Eerste ruimtesonde die actief vulkanisme ontdekte buiten de aarde (Jupiters maan Io, Voyager 1)
- Eerste ruimtesonde die bliksem ontdekte buiten de aarde (Jupiter, Voyager 1)
- Eerste ruimtesondes die aanwijzingen vonden voor een (ondergrondse) oceaan buiten de aarde (Jupiters maan Europa)
- Eerste ruimtesonde die een stikstofrijke atmosfeer vond buiten de aarde (Saturnus' maan Titan, Voyager 1)
- Eerste missie die de verfrommelde ijsmaan Miranda ontdekte en ijskoude geisers op Neptunus' maan Triton (Voyager 2).

De heliosfeer en de interstellaire ruimte

Nadat Voyager 1 Saturnus achter zich had gelaten begon een reis naar waar nog nooit een door de mens gemaakt object was gegaan: de **interstellaire ruimte** (de ruimte tussen de sterren). Op 25 augustus 2012 verliet zij op

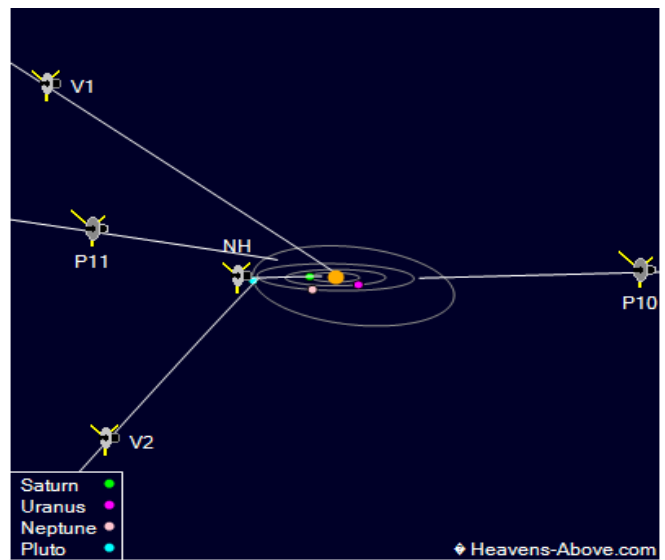
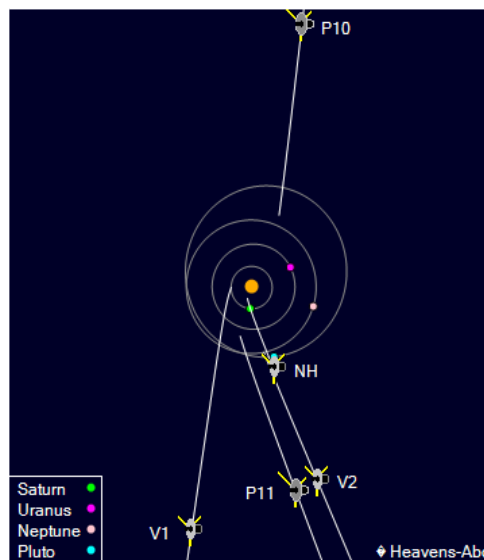
ruim 18 miljard km van de zon de heliosfeer, de invloedssfeer van de zon. De Voyagers konden als geen andere ruimteverkenner onderzoek doen aan die **heliosfeer**, een soort bel in de ruimte die de zon met zijn zonnwind heeft geblazen. **Zonnwind** is een voortdurende, maar niet constante, stroom van geladen deeltjes (ionen, protonen en elektronen) van de zon; zulk geïoniseerd materiaal noemen we **plasma** en wordt gezien als een vierde aggregatietoestand, naast vaste stof, vloeistof en gas. Zonnwind begint zijn tocht met een snelheid van 300 tot 800 km/s, maar wanneer het geladen deeltjes van buiten het zonnestelsel tegen gaat komen remt de zonnwind af, tot uiteindelijk snelheid nul.

Shield

De heliosfeer houdt zo, als een soort 'energy shield', een belangrijk deel van de straling tegen die van buiten het zonnestelsel komt (zie kader). De zonnwind wordt op een bepaalde afstand door de interstellaire deeltjes abrupt afgeremd tot een snelheid van honderden m/s (subsonisch). Die grens noemen we het **schokfront** (in het Engels de **termination shock**). Daarna komt de zonnwind in de helioschede, een overgangsgebied dat wordt afgebakend door de heliopauze. De **helioschede**, op 12 tot 15 miljard km (80-100 AE) van de zon, is een turbulent gebied, waar de zonnwind wordt samengedrukt en verder wordt vertraagd door interactie met interstellaire deeltjes. Hier is de zonnwind nog steeds de baas. De **heliopauze** is waar de druk van de zonnwind en die van de interstellaire materie in evenwicht zijn.

Heliophysics Firsts

De beide verkenner hebben ons veel geleerd over de reikwijdte van de invloed van de zon en de natuur van de ruimte voorbij de planeten:



- Eerste ruimtesonde die de heliosfeer heeft verlaten en de interstellaire ruimte heeft bereikt (Voyager 1)
- Eerste ruimtesonde die de intensiteit van de kosmische straling in de interstellaire ruimte heeft gemeten (Voyager 1)
- Eerste ruimtesonde die het magnetisch veld van de interstellaire ruimte heeft gemeten (Voyager 1)
- Eerste ruimtesonde die de materiedichtheid van het plasma van de interstellaire ruimte heeft gemeten; die dichtheid is 40 maal zo groot als in de heliosfeer (Voyager 1)
- Eerste ruimtesonde die de abrupte afremming heeft gemeten van de zonnewinddeeltjes die het schokfront naderen (Voy 2).
- Eerste ruimtesondes die zo uitgebreid beschermd waren tegen straling
- Eerste ruimtesondes die beschermd waren tegen externe elektrostatische ontlaadings
- Eerste ruimtesondes met programmeerbare computergestuurde standregeling (het richten van het toestel)
- Eerste ruimtesondes met autonome 'fault protection', de mogelijkheid problemen met de eigen systemen te detecteren en corrigeren
- Eerste ruimtesondes die gebruik maakten van zgn. Reed-Solomon code voor de data van ruimtevaartuigen, een algoritme waarmee het aantal fouten in het verzenden en opslaan van data wordt verminderd; het wordt nu algemeen gebruikt
- Eerste keer dat technici de antennes van de ontvangststations koppelden tot een array om meer data te kunnen ontvangen (voor Voyager 2's encounter met Uranus)
- Langste continu opererende ruimtesondes (Voyager 2, die op 13 augustus 2013 het vorige record, van de Pioneer 6, verbrak)
- De ruimtesondes die het verst van de zon zijn (Voyager 1, die op 17 februari 1998 de Pioneer 10 inhaalde en nu op bijna 21 miljard km is).

Technologische firsts

De praktisch identieke Voyagers zijn ontworpen voor de onvriendelijke stralingsomgeving van Jupiter: de ergste omstandigheden die ze ooit zouden tegenkomen, meteen al tijdens hun eerste encounter. Dat maakte dat ze uitstekend voorbereid waren op alles wat ze verder zouden tegenkomen op hun lange reis. De grote stappen die men had gezet op het gebied van techniek en computertechnologie was van grote invloed op latere ruimtemissies:

De Voyagers nu

Voyager 1 is nu bijna 21 miljard km van ons verwijderd (zie het kader op vorige pagina). Overigens kon men pas in september 2013 definitief vaststellen dat de Voyager 1 de heliosfeer had verlaten omdat men eerst moest uitzoeken of het niet om een ander, onbekend gebied in het zonnestelsel was in plaats van de interstellaire ruimte.

Voyager 2 vervolgde na de Neptunus-flyby haar tocht in de richting van de interstellaire ruimte en is nu op ruim 17 miljard km van de aarde. Zij is nog niet op de afstand waarop het andere toestel de heliosfeer verliet, men verwacht dat Voyager 2 in de komende paar jaar ook het zonnestelsel zal verlaten.

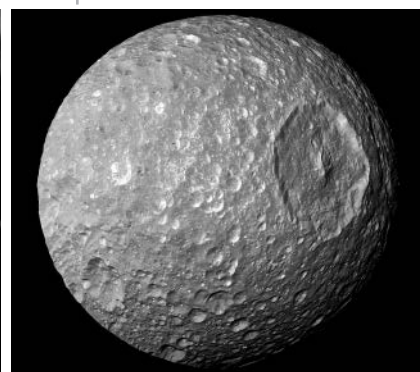
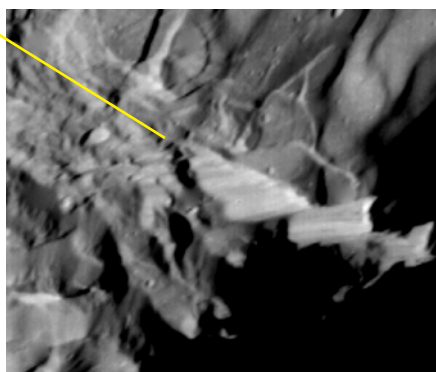
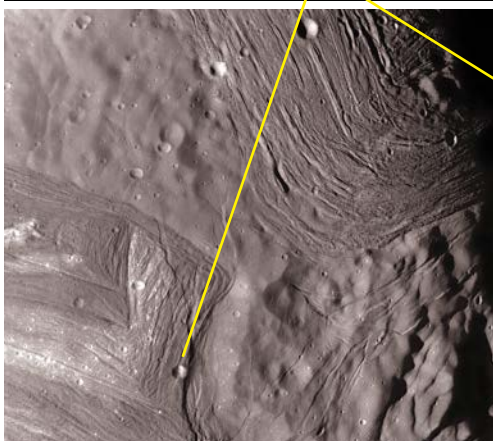
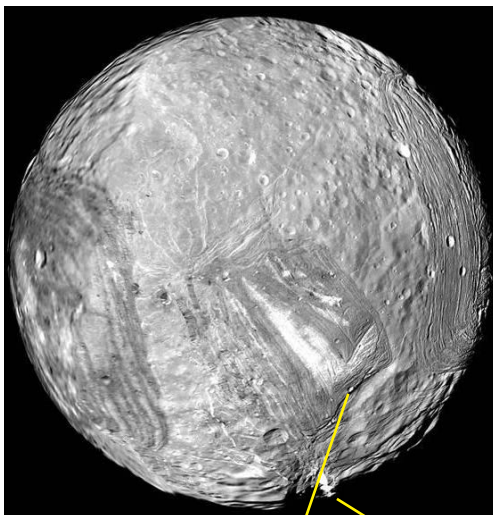
Linksboven: de Uranusmaan Miranda, in 1986 gefotografeerd door Voyager 2. Alleen dat toestel heeft foto's van de Uranus-manen gemaakt waarop je details ziet. De vreemde vormen op het oppervlak waren aanleiding om te veronderstellen dat het 472 km grote maantje ooit bij een enorme inslag uiteen was geslagen. Bij Saturnus had men namelijk op Mimas (397 km) een krater gevonden van 139 km: een derde van de diameter van het maantje! De astronomen waren verbaasd dat Mimas niet bij de inslag uiteen was gespat.

Met gele

*Linksonder: Miranda's oppervlak behoort tot de meest extreme en gevarieerde van het hele zonnestelsel. Het is een planetair geologisch museum! Op deze Voyager 2-foto zie je iets dat op een Romeins circus voor wagenrennen lijkt en de bijnaam Circus Maximus heeft gekregen. Zo'n gebied noemen we een **corona**, een ovale structuur die op Miranda door vulkanisme wordt veroorzaakt (het ijs in het inwendige van de maan is verwarmd door de getijdenwarmte, en stijgt naar het oppervlak zoals het aardse magma dat doet).*

Midden, onder: Verona Rupes is een minstens 5 km hoge klip: 1% van de diameter van het maantje! Op Aarde zou die verhouding leiden tot een klip van 130 km hoogte!

Rechtsonder: Mimas, een maan van Saturnus (Cassini). De enorme, 139 km grote krater is vernoemd naar de ontdekker van het maantje: William Herschel.



RTG's

Op zich kunnen de RTG's nog heel lang hun werk doen. De halveringstijd van Pu-238 is 88 jaar: na 88 jaar is de helft over. Nu, na 40 jaar, zou er dus nog 75% van het plutonium over moeten zijn, maar de thermokoppels, die nodig zijn om de hitte van het radioactief verval om te zetten naar elektriciteit, zijn ook achteruitgegaan. De elektriciteitsproductie van de Voyagers neemt af met ca. 4 watt per jaar. Ze begonnen met 470 watt, dat is nu nog geen 300 watt. Ten tijde van de lancering of daarna kwamen er trouwens protesten tegen het lanceren van ruimtesondes met radioactief materiaal aan boord, vanwege de kans op het mislukken van een lancering. Nu is het volgens mij niet zo gemakkelijk meer om een dergelijke energievoorziening bij een ruimte-sonde te gebruiken.

Linksboven: twee RTG's van de Voyagers.

Linksonder en rechtsonder: tekeningen van RTG's zoals die aan boord van de Voyagers zijn. Linksonder zie je de radioactieve warmtebron waarvan de plaats op de andere tekening is aangegeven.

Midden, onder: de 70 m schotelantenne van Goldstone.

Ze leerden ons luisteren naar de ruimte

Van belang voor elke ruimtemissie is dat de onderzoekers contact hebben met de sonde, via radiosignalen. Over de gigantische afstanden waarop de Voyagers zich bevinden wordt zo'n signaal, net als alle elektromagnetische straling, enorm verzwakt. Een 'radiostraal' (of lichtstraal) waaert uit en is dus sterk 'verdund' bij de ontvangst: het neemt af met het kwadraat van de afstand tot de bron (even afgezien van eventuele absorptie of verstrooiing door iets dat tussen de bron en de ontvanger zit). Zie ook www.walrecht.nl/nl/links.

Je wilt een ruimteverkenner dan natuurlijk een goede zender geven, maar daarbij zijn het totale mogelijke gewicht van de sonde én de beschikbare energie belemmerende factoren. De Voyagers waren bedoeld voor een missie ver van de zon, dus zonnepanelen waren geen optie. Ze hebben Radioisotope Thermoelectric Generators (RTG's), die met de hitte die vrijkomt bij het verval van radioactief plutonium-238 elektriciteit opwekken (zie kader). Nu hebben de zenders van de Voyagers nog voldoende energie om een lampje in een koelkast te laten branden, als de signalen de aarde bereiken zijn ze 10^{-22} watt 'sterk'! Uiteindelijk is er geen elektriciteit voldoende meer om de verwarming aan de gang te houden en zullen niet-essentiële onderdelen uitgeschakeld worden. De technologie is vele generaties oud en je hebt mensen met kennis en ervaring van de jaren '70 technologie nodig om te begrijpen hoe de Voyagers werken en welke updates je kunt maken om ze te laten blijven functioneren. De technici van nu moeten leren omgaan met steeds grotere energieproblemen, waarbij ze de gebruiksaanwijzingen van de commando's en software van tientallen jaren geleden en gepensioneerde Voyager-technici moeten raadplegen. Men verwacht dat in 2030 het laatste instrument uitvalt.

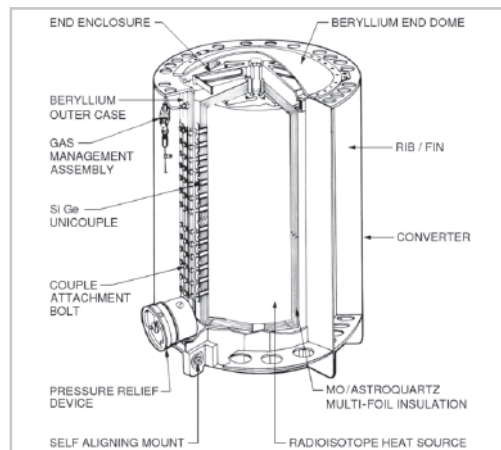
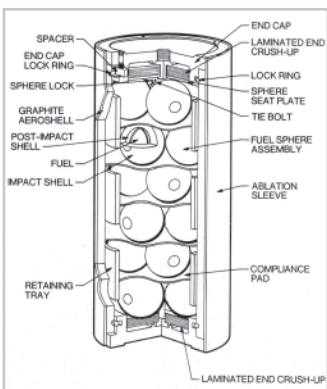
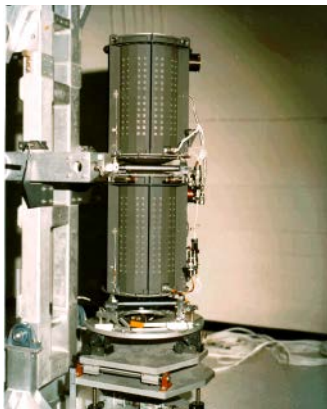


Schotels

Alles hangt dus af van de kracht van de 'oren', de radioantennes en ontvangers. Voor verre missies heeft men vanaf de jaren '70 drie antennecomplexen gebouwd, in Goldstone (Mojave woestijn in Californië), Madrid en Canberra (Australië), met steeds een grote en meerdere kleinere schotelantennes. Die vormen een netwerk: NASA's Deep Space Network (DSN, opgericht in 1963, voor nabije missies als Apollo, Viking, Pioneer en Mariner). Door de toenemende afstand zijn ondertussen alle schotels van het DSN vergroot, de grote van de oorspronkelijke 64 m naar 70 m, de kleinere van 26 naar 34 m. Het Voyager-project was logischerwijs de voornaamste aanjager van die evolutie.

Meer ontwikkelingen

Ook andere aspecten van de communicatie werden verbeterd. In 1986, bij de passage van Uranus door Voyager 2, koppelde men voor het eerst meerdere antennes per station aan elkaar, om een 'array' te krijgen met een groter oppervlak dan met één grote antenne mogelijk is. Drie jaar later, toen dezelfde planeetverkenner Neptunus aandeed (ongeveer anderhalf maal zo ver van de zon als Uranus), was het array uit 1986 al niet meer voldoende krachtig. Men had echter net de grote schotels naar 70 m diameter gebracht. Ook kreeg men hulp van andere antennes, dus niet van het DSN, zoals de Very Large Antenna in New Mexico, Parkes Observatory in Australië en het Japanse Usuda Deep Space Center. Tegenwoordig is het heel gebruikelijk dat men elkaar helpt als er meer en grotere 'oren' nodig zijn. Daarnaast werd de manier van data verzenden (de software daarvoor) verbeterd, evenals de snelheid waarmee dat kan gebeuren. Een zo'n verandering was om niet van elke pixel alle informatie door te seinen, maar alleen de wijzigingen ten opzichte van het vorige pixel – op Voyager-foto's is erg veel zwart te zien, van de achterliggende ruimte. Dat hoeft niet allemaal zo precies doorgestuurd te worden. Hierdoor waren de opnamen van Neptunus kwalitatief beter dan die welke drie jaar eerder bij Uranus waren gemaakt!



De eclips van 21 augustus

Foto's van de totale zonsverduistering

Ik was er helaas niet bij, maar velen hebben genoten van de 'Great American Eclipse' van 21 augustus. Het leuke was dat ik van een flink aantal mensen wist dat ze op die dag in de VS zouden zijn: iedereen die eclipsbrillen had besteld!

Op deze pagina een impressie van foto's van de zonsverduistering. Voor meer foto's van de eclips, zie www.walrecht.nl/nl/links.



Linksboven: twee foto's van de eclips. De **bovenste** toont het **diamantringeffect**, als er nog een klein stukje van de zon is te zien. Door overbelichting krijg je dit effect. De rode vlekjes zijn **protuberansen**, reusachtige wolken geconcentreerd, koel plasma die meestal weer terugvallen naar het zonsoppervlak.

De **tweede** foto is iets later genomen. Het zonlicht is nog zichtbaar, door dalen op de maan, zodat je een soort 'kralenketting' ziet. De protuberansen zijn nu nog beter te zien. Foto's: ESA.

Derde foto van boven: een fraaie foto van Mark Rosengarten (in Madras, Oregon), gemaakt tijdens de totaliteit. Dan wordt de **corona** zichtbaar, de uitgebreide, ijle atmosfeer van de zon. De strepen zijn van de wegstromende zonnwind.

Linksonder: de schaduw van de maan op de aarde, gezien vanuit het ISS (foto ESA).

Midden, boven: foto's die met een vast interval zijn gemaakt zijn hier over elkaar heen gezet, zodat je de eclips mooi kunt volgen. Foto CJ Sprinkle, ook in Madras (OR).

Daaronder: een opname van iemand die alleen zijn e-mailadres noemt: rsackett00@yahoo.com, gemaakt in Cape Girardeau, Missouri. Je ziet hier ook 'Earthshine': de donkere kant van de maan wordt verlicht door het zonlicht dat door de aardse wolken wordt weerkaatst. Als de smalle maansikkel ná nieuwe maan zichtbaar is kun je dit ook bij ons zien. Wij noemen dat het **asgrauw schijnsel**. Het contrast in de foto is flink opgekrikt om een en ander goed te zien.

Hiermaast en rechtsonder: twee foto's van Govert Schilling, die als expert mee was op een eclipsreis naar Idaho Falls. Het ziet er erg gezellig uit en het weer was zo te zien ook prima. Let ook vooral ook op de leuke eclipsbrillen! (Zie ook de volgende pagina.)

Antares in beeld

Met ESO's Very Large Telescope Interferometer hebben astronomen de meest gedetailleerde foto ooit gemaakt van een andere ster dan de zon. Het gaat om de rode superreus Antares (hoofdster van de Schorpioen), een ster die bijna 900 maal zo groot is als de zon, ruim 12 maal zo zwaar, en op ca. 550 lj afstand staat. Hij is op weg supernova te worden.

De foto toont twee grote, heldere vlekken en men maakte een kaart met de relatieve snelheden in zijn enorme atmosfeer die onverwacht grote turbulentie laat zien, en op grotere afstand van de ster dan gedacht. Het kan niet door convectie zijn. Men hoopt er nu achter te komen hoe zware sterren zoals Antares zoveel massa verliezen in de laatste fase van hun evolutie. Hieronder de foto en daaronder een artist impression van de ster.



Linksonder: mijn eclipsbrillen waren wél bij de eclips! Ik niet... Met dank aan Margreet Peek.



(vervolg van pag. 1)

Het gaat dan om het samenstellen van het programma. Ik geef de cursus nu in tien lessen, de eerdere versie betrof acht lessen. Ik heb allerlei modules liggen waarvoor in de achtde- liche cursus geen ruimte was, en die kan ik naar wens invoegen. Maar... ik heb in de loop der jaren ook aangepaste versies gemaakt, vaak met nieuwe illustraties en nieuwe reeksen van dia's. Ik moet daarvan uitzoeken welke het nieuwst zijn en die ga ik dan gebruiken (moge- lijk wéér aangepast, naar nieuwe inzichten van de wetenschap of van mij). Dat wordt nog een klus, maar het geldt vooral voor de lessen over het zonnestelsel, en die beginnen pas vanaf les 5 (in oktober). De eerste vier lessen zijn ge- heel klaar. Ook over sterren heb ik diverse versies gemaakt, voor verschillende doelgroepen.

Schaalmodellen

Verder gebruik ik nieuwe of vernieuwde schaal- modellen. Een nieuw 'schaalmodel' bestaat uit enkele pakken zout, deels overgeheveld in potjes, om de massa van de diverse objecten of groepen objecten te illustreren (met bijgaan- de nieuwe dia's in de betreffende PowerPoint- presentatie). Een ouder schaalmodel, van het zonnestelsel op schaal 1:475 miljoen, heeft inmiddels een nieuwe Jupiter en Saturnus (zie de vorige nieuwsbrief), maar die moeten nog mooie steuntjes krijgen en bij Saturnus moeten zijn ringen eraan gekoppeld worden! Dat ligt al lang te wachten, maar moet natuurlijk voor de cursus klaar zijn.

Verder zijn alle schaalmodellen in goede staat, hoewel ik misschien nog een schaalmodel van sterrenstelsels in de omgeving afmaak... Maar dat is pas voor eind november!

Nieuwe planisferen

Voor onze grote Duitse klant Omegon hebben wij twee nieuwe taalversies van onze planis- feren gemaakt. Het gaat om een Poolse Planisfera voor 50°NB, waarvan je een plaatje ziet in Robs Nieuwsbrief van juni 2017, en een Portugese Planisfério voor 40°NB. Meer hier- over op onze website, onder **Nieuws** en dan **Poolse en portugese planisferen**.

Facebook!

Ja, het is zover, de ouwe zit op Facebook. Met hulp van Nina Frerichs, van PR door Nina (www.prdoornina.nl), heb ik een account opge- zet voor mijn bedrijf. Zie: www.facebook.com/Rob-Walrecht-Productions-108361609829859/.

Daarop plaats ik informatie, aanbiedingen en nieuws voor mijn Nederlandse en buitenlandse klanten en volgers. Het zou mooi zijn als je ons wilt volgen en helemaal als je je vrienden op onze Facebookpagina wilt wijzen!

Hemel van september 2017

Overzicht

De informatie hieronder is afkomstig uit de **Sterren- gids**, een jaargids met o.a. de hemelverschijnselen per dag. Een must voor liefhebbers: www.sterrengids.nl/.

Maanfasen september 2017

| | |
|-------------------------|---------------------|
| Volle maan | 6 sep, 9:03 u MEZT |
| Laatste kwartier | 13 sep, 8:25 u MEZT |
| Nieuwe maan | 20 sep, 7:30 u MEZT |
| Eerste kwartier | 28 sep, 4:54 u MEZT |

Perigeum: 13 sep, 18:05 u MEZT, 369.859 km

Apogeum: 27 sep, 8:50 u MEZT, 404.347 km

| | | |
|----------------------|--------------|---------------|
| NIEUW! | 3 sep | 28 sep |
| Zonsopkomst | 6:55 | 7:36 |
| Zonsondergang | 20:22 | 19:24 |

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 | Leeuw/Maagd | 10:44 u |
| Venus | Kreeft/Leeuw | 9:59 u |
| Mars | Leeuw | 10:40 u |
| Jupiter | Maagd | 13:34 u |
| Saturnus | Slangendrager | 17:23 u |
| Uranus | Vissen | 1:43 u |
| Neptunus | Waterman | 22:56 u |

De planeten

Mercurius bereikt op 12 september zijn groot- ste westelijke elongatie, een gunstig moment om een binnenplaneet te bekijken, vooral van 9 tot en met 18 september. Zoek hem in de ochtend- schemering boven het oosten. Op de 2e staat hij 4° ten zuiden van de helderdere Mars, met de heldere ster Regulus (Tweelingen) ook in de buurt; op de 19e staat hij vlak bij de smalle maansikkel.

Venus blijft 'morgenster', heel veel helderder dan de kleine Mercurius. Op de 18e komt de smalle maansikkel dichtbij, een dag later staat zij dicht bij Regulus.

Mars is nu weer te zien, aan de ochtendhe- mel, boven het oosten. Eind september komt hij ruim 2 uur vóór de zon op. Op de 2e wordt hij gepasseerd door Mercurius, op de 18e door de maan.

Jupiter is begin deze maand nog even te zien, in de avondschemering laag boven het ZW, nog steeds dichtbij Spica (Maagd).

Saturnus is 's avonds in het ZW te zien. Op de 26e staat de maan in de buurt.

Uranus is met een verrekijker een groot deel van de nacht zichtbaar.

Neptunus is op de 5e in oppositie, hét moment om een buitenplaneet te bestuderen, maar wel met een kleine telescoop.