

Rob's Nieuwsbrief - 32

over sterrenkunde en het heelal

juni 2016

Superplanisfeer

Het gaat eindelijk gebeuren!

Op 11 juni is de officiële presentatie van de nieuwe 70 cm grote Superplanisfeer, aan klanten en hopelijk wat media. Dat is de culminatie van een jarenlang proces van vallen en opstaan. Het idee van zo'n grote planisfeer is al oud. Wat ik zeker weet is dat ik er in mei 2005 mee bezig was, in het kader van het 20-jarig bestaan van ons bedrijf. Ik heb het bestand van het eerste ontwerp namelijk nog. Het ging gewoon om een uitvergroting van het gewone (toen nog tweekleurige) ontwerp van de planisfeer. Waarom het toen niet is doorgegaan weet ik niet meer. Het was een goed jaar (we verkochten dat jaar 23.000 planisferen!), maar mogelijk was het technisch nog te lastig.

Nieuw leven

In maart 2011 kwam Hans Luidens van de Volkssterrenwacht Bussloo met de vraag of ik zo'n grote planisfeer kon uitbrengen. Zij wilden zo'n instrument gaan gebruiken om mijn planisferen aan de bezoekers te demonstreren. Ik raakte weer enthousiast maar de tijden waren veranderd: het was nu echt crisis, zeker voor ons bedrijf. Investeren (dus voorfinancieringen), was onmogelijk. Er waren echter ook allerlei technische problemen rond de uitvoering. Al met al raakte het project weer in de ijskast, hoewel het regelmatig opvlamde als geïnteresseerden vroegen hoe het ermee stond. Ik maakte enkele malen reclame in bijvoorbeeld het amateursterrenkundeblad Zenit, om 'voorinschrijvers' te werven. Dan zakte het weer in, omdat het te druk was, of omdat er geen geld was.

Een goed jaar

In 2015 was de situatie anders. Na de eclips-

brillenrage kon ik nieuwe producten realiseren (zie de nieuwsbrieven van 2015). De grote planisfeer was er echter weer niet bij, door de drukte met de vier andere projecten en omdat voor de grote planisfeer nog heel veel technische problemen moesten worden opgelost. Bijvoorbeeld over het basismateriaal, de drukmethode, hoe ze perfect te centreren en nog veel meer. De beide drukkerijen hadden ook geen ervaring met zo'n product. Het ontwerp van de sterrenkaart was wel klaar: in full colour, nog fraaier dan ons basisonwerp.

Nu dan

Eind 2015 hakte ik de knoop definitief door. Nog een keer uitstel zou wel erg groot gezichtsverlies zijn. Het zoeken naar oplossingen voor de technische problemen bereikte een hoogtepunt naarmate we dichterbij de realisering kwamen. Dat was vooral met de 'voorplaat', een rechthoekige plaat die in de plaats komt van de ronde bovenschijf en waarmee men er een mooie display van kan maken. Daarvan zijn er slechts 25 gemaakt. De verkoopprijs bij voorinschrijving was sinds 2012 niet veranderd, terwijl de kosten per stuk steeds weer stegen. Hoewel ik het project vooral als promotie van de planisferen zie kan ik er niet teveel in investeren. Uiteindelijk moest ik de klanten die zich hadden ingeschreven toch vragen om wat bij te betalen, voor extra beschermende laklagen op de sterrenkaart en de bovenschijf. Iedereen begreep het. De klanten moesten wat geduld hebben, maar op één na heeft iedereen veel begrip getoond. Men is erg enthousiast, terwijl nog niemand het eindproduct heeft gezien! Daar gaat de 11e dus verandering in komen.

Bestellen

De Superplanisfeer is te bestellen voor € 249,00 (excl. € 12,50 verzendkosten), via www.walrecht.nl (Bestellen/Planisferen - Nederlands en Fries).

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.

Mercuriusovergang

Op 9 mei konden we een mooi natuurfenomeen zien toen de kleinste planeet voor de zon langs bewoog: een Mercuriusovergang. Op pagina 6 meer daarover! Zie ook de foto hieronder.

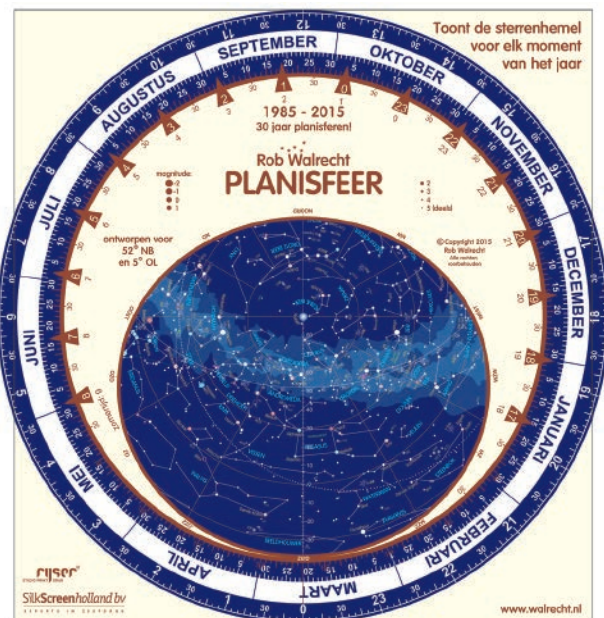
Mars in oppositie

Op 22 mei was Mars in oppositie. Mars stond toen het dichtst bij de aarde in zijn baan om de zon en is dan aan de hemel ook groter, helderder en duidelijker te zien. Dat merk je vooral als je hem door een telescoop bekijkt. Zie verder op pagina 6.

Linksonder: de 70 cm grote Superplanisfeer, hier met de voorplaat waarmee je er een display van kunt maken.

Midden: Mars op 19 mei, dus vlak voordat de planeet in oppositie was.

Foto Hubble Space Telescope. Hieronder: Mercurius voor de zon, op 9 mei. De opname is van de SDO (Solar Dynamics Satellite), een ruimtezonneobservatorium.



Copernicus

De Sentinel-satellieten (zie ook pag. 8) vormen een belangrijk onderdeel van het Copernicus programma van ESA. Dat programma is opgezet om continue data te verzamelen over methaan en andere verbindingen in de atmosfeer, door onze aarde 24/7 te scannen. Het is het grootste aardobservatieprogramma ooit.

Er komen zeven Sentinels, met de nummers 1 tot en met 6, maar vóór Sentinel-5 komt de Sentinel-5 Precursor die dit jaar wordt gelanceerd. Deze satelliet is bedoeld om het gat in de aardobservaties te dichten dat is ontstaan na het verlies van Envisat, in april 2012. Sentinel-5 volgt pas in 2021.

Zon erg rustig

Er is iets interessants aan de hand met de zon: op 3 juni was het aantal zonnevlekken gedaald tot 0! Een dag later was de schijf van de zon nog steeds 'schoon'. Wat betekent dat? De zonnecyclus gaat van weinig (zonneminimum) naar veel zonnevlekken (zonnemaximum) in de loop van een periode van gemiddeld 11 jaar (7 tot 17 jaar). Het zonneminimum komt er dus blijkbaar aan! Het is nog niet zover, we kunnen voorlopig nog zonnevlekken verwachten. Het minimum verwacht men in 2019-2020. Tot die tijd zien we dus steeds meer zonnevlekkenloze periodes, eerst van dagen, dan van weken, dan van maanden.

Rechtsboven: de Sentinel-5P (artist impression). Zijn belangrijkste onderdeel is de Tropomi: een spectrometer die waarnemingen doet in UV, zichtbaar licht, nabij infrarood en kortgolvlige infraroodstraling.

Rechtsonder: deze kaarten tonen de methaanniveaus in de perioden 2003-2005 en 2008-2010. De hogere concentraties zijn in rood aangegeven (zie de kleurenbalk onderaan: ppb staat voor parts per billion, hier dus het aantal deeltjes (moleculen) methaan per miljard deeltjes). Credit: IUP, Univ. Bremen/SRON/JPL/ESA/DLR.

Over ons klimaat

Toename broeikasgassen

De veranderingen die ons klimaat ondergaat zijn erg zorgwekkend. Van 9 tot en met 13 mei j.l. was er in Praag het Living Planet Symposium 2016. Duizenden wetenschappers van over de hele wereld discussieerden er over de laatste bevindingen met betrekking tot de toestand van onze planeet. Of beter: de ca. 10 km dikke laag (de biosfeer) waarin leven voorkomt.

Op dat symposium werd bekend gemaakt dat de data van twee remote sensing satellieten, de oude Europese Envisat en de Japanse GoSat, verontrustend zijn. De concentraties van methaan en kooldioxide blijven stijgen ondanks de maatregelen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

Methaan

De concentratie methaan was aardig constant tot 2007. Sindsdien is het met ongeveer 0,3% per jaar gestegen. De concentratie kooldioxide stijgt met ca. 0,5% per jaar. De reden voor de stijging van het methaangehalte is nog niet duidelijk maar men denkt aan bronnen als de veeteelt en fossiele brandstoffen. De data laten ook seizoensgebonden fluctuaties zien, zoals hogere concentraties aan methaan in India en China in de maanden augustus en september. De drassige rijstvelden zijn een belangrijke bron van methaan en de uitstoot is hoger als het warm en vochtig weer is.

Andere gebieden in de tropen, de VS en delen van Rusland laten soortgelijke veranderingen zien. Bedenk dat methaan een 25 maal zo krachtig broeikasgas is als kooldioxide!

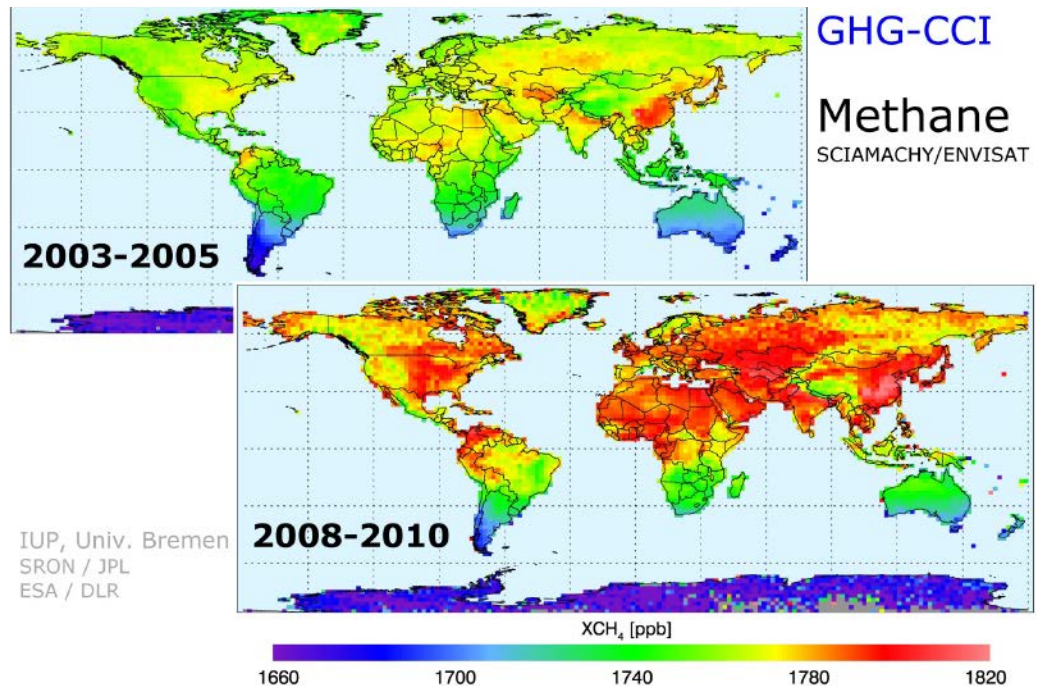
Dat kooldioxide laat vergelijkbare periodieke fluctuaties in de concentraties zien, maar met de maximale concentratieniveaus vroeger in

het jaar en op noordelijke breedten. Dit heeft te maken met de groei en afbraak van organisch materiaal.

Opname van kooldioxide

Planten nemen ca. 25% van het kooldioxide dat wij uitstoten op. Zonder onze groene vriendjes zou het dus allemaal veel erger zijn. We weten echter niet hoe planten reageren op het veranderende klimaat. Satellieten moeten de gaten in onze kennis hierover opvullen.

Heel belangrijk hierbij is de Sentinel-5P, een satelliet die later dit jaar wordt gelanceerd. De verzamelde gegevens van de satellieten worden gebruikt in combinatie met computermodellen, om meer te leren over de regionale methaan- en kooldioxidebronnen en 'sinks' (waardoor die gassen juist worden opgenomen).



Kepler K2

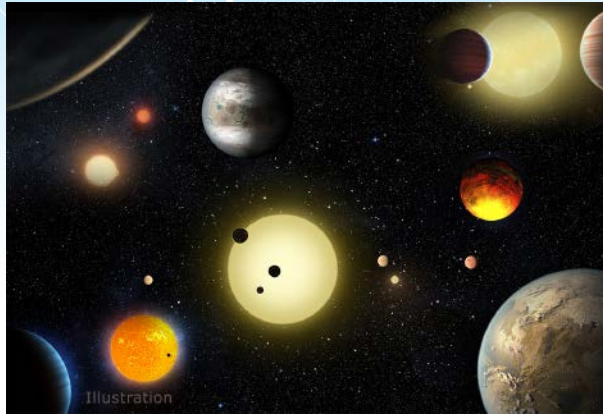
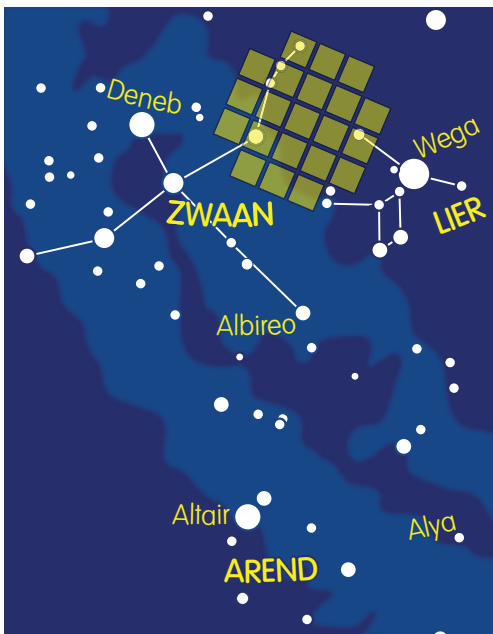
Honderden nieuwe planeten!

Al ruim twintig jaar vinden we planeten bij andere sterren: exoplaneten. Op 10 mei gaf NASA een speciale persconferentie, met nieuws over de laatste ontdekkingen door de Kepler Space Telescope. Dat moest wel betekenen dat er nieuwe exoplaneten waren ontdekt. Dat klopte, maar het aantal was verbluffend: 1284 planeten met een zekerheid van meer dan 99%!

Planetenjager

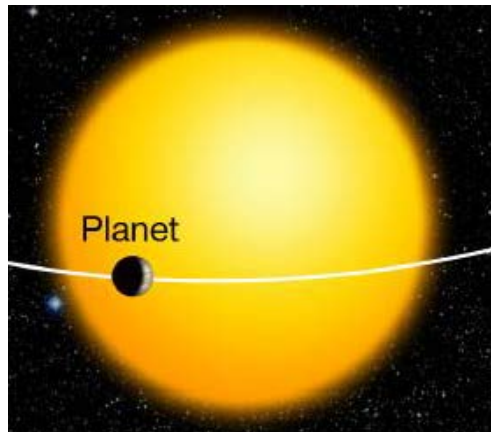
De Kepler werd in maart 2009 gelanceerd om exoplaneten te ontdekken in ons deel van het Melkwegstelsel. En niet zomaar planeten, maar planeten ter grootte van de aarde of iets groter, in of nabij de *leefbare zone* rond geschikte sterren (zie kader). Daarnaast wilde men een schatting kunnen maken van het aantal (miljarden) sterren in de Melkweg dat planeten heeft.

Kepler heeft maar één instrument: een fotometer. Daarmee meet je het licht van sterren. Kepler deed dat continu van 145.000 **hoofdrekssterren** (sterren in de fase van waterstofverbranding, verreweg de langste fase in het 'leven' van een ster), in een vast, klein deel van de sterrenhemel (zie plaatje hieronder).



Licht

Waarom een lichtmeter? Als een planeet voor een ster langs trekt wordt het licht van de ster zwakker, net als bij een planeetovergang bij ons, zoals de Mercuriusovergang van 9 mei j.l. (zie ook pagina 6). Die lichtverzwakking is natuurlijk heel klein omdat een planeet veel kleiner is dan een ster, en de ster zo ver weg staat dat het nog slechts een lichtpuntje is. Dat betekent dat de fotometer het licht verschrikkelijk nauwkeurig moet kunnen meten en het instrument van de Kepler Space Telescope kan dat natuurlijk. Er is echter nog iets nodig: om een planeet voor zijn ster langs te zien gaan moet Kepler precies tegen de zijkant van het stelsel, tegen het baanvlak van de planeten aan kijken! Anders valt een planeet met deze methode niet op.



Leefbare zone

Men neemt aan dat water een voorwaarde voor leven is. Water bestaat uit waterstof en zuurstof, twee van de drie meest voorkomende elementen in het heelal (waterstof: 74%; helium: 24%; zuurstof: 1%). Water komt dus ook veel voor in het heelal. Alleen zelden als... water!

Bijna overal in het heelal is het veel te koud voor vloeibaar water, in de buurt van sterren is het er veel te heet voor. Slechts in een beperkte zone rond een ster kan op een planeet water voorkomen. Omdat alleen daar leven zou kunnen ontstaan noemen we dat de **leefbare zone**. Die ligt bij een kleine, zwakke ster, zoals een rode dwerg, dicht bij de ster dan bij een grotere, hetere ster. Daarnaast kijkt men ook naar de **spectraalklasse** van de ster, of simpel gezegd de temperatuur van de fotosfeer, en daardoor de kleur (zie plaatje). Hoofdrekssterren (zie nieuwsbrief sep 2014) van de F-, G- en M-klasse (die laatste zijn rode dwergen) zijn kleiner en gaan zuiniger om met hun energie dan de grote O- en B-sterren, en leven dus langer. Op Aarde ontstond het eerste eencellige leven na 500 miljoen jaar. Grote, hete sterren worden maar enkele miljoenen jaar oud! Exoplaneten bij die sterren zijn dus minder interessant.

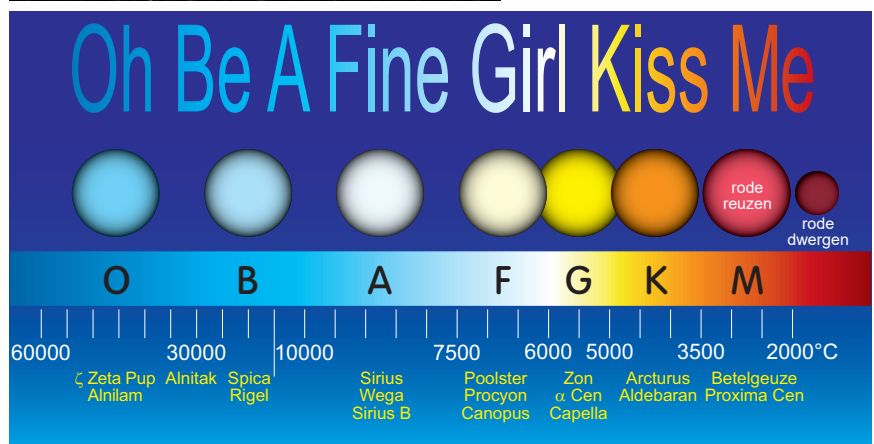
Boven: artist impression van de opbrengst aan exoplaneten.

Linksboven: het deel van de hemel dat Kepler 'bekeek', in de Zomerdriehoek.

Linksonder: artist impression van de Kepler Space telescope.

Rechtsboven: een planeet trekt voor zijn ster langs

Hieronder: sterren zijn ingedeeld in spectraalklassen, naar hun kleur en daarmee temperatuur van de fotosfeer (de zichtbare buitenkant).



Kepler K2 missie

In het aprilnummer schreef ik al over de Kepler Space Telescope. Na de lancering van de ruimtetelescoop, op 7 maart 2009, ging het voorspoedig tot op 14 juli 2012 een van de vier reactiewielen (of vliegwielen) het begaf. Reactiewielen zijn nodig voor de standregeling, cruciaal voor een ruimtetelescoop. Eén vliegwiel kon hij nog wel missen maar op 11 mei 2013 begaf een tweede het. Dat leek het einde van de missie, maar knappe koppen van de fabrikant Ball Aerospace & Technologies, bedachten een ingenieuze oplossing. Met de drukkracht van het zonlicht, samen met de twee overgebleven reactiewielen, kon de ruimtetelescoop voldoende worden gestabiliseerd om weer op planetenjacht te kunnen gaan. Kepler kreeg een tweede leven: de K2-missie. Geweldig! Kepler heeft overigens nog voor twee jaar brandstof voor de stuurraketten.

Linksonder: dit overzicht van het aantal ontdekkingen van exoplaneten per jaar laat goed zien wat voor een bijzonder jaar 2016 nu al is!

Rechtsonder: het aantal exoplaneten onderverdeeld naar grootte. Onder de 'balken' de gebruikte omschrijving voor de grootte, en de range van afmetingen aangegeven in de straal van de aarde. Let op het grote aantal exoplaneten met afmetingen tussen die van de aarde en Neptunus. Zulke planeten heeft het zonnestelsel helemaal niet! Is het zonnestelsel de vreemde eend in de bijt?

Opbrengst

Kepler heeft dus 1284 exoplaneten ontdekt waarmee het aantal bevestigde, door Kepler ontdekte planeten meer dan verdubbeld is. Het is ook de grootste jaaropbrengst ooit (nummer twee is het jaar 2014, ook vooral door Kepler). Ellen Stofan, hoofdonderzoeker van NASA Headquarters in Washington zegt: 'Dat geeft ons hoop dat we ergens daarbuiten, rond een ster die veel op die van ons lijkt, uiteindelijk een andere aarde zullen vinden'. Kepler heeft overigens meer ontdekt. In juli 2015 is er een Kepler 'planet candidate catalogue' uitgebracht met 4302 potentiële planeten. Die 1284 waren dus zeker genoeg om de status 'planeet' te krijgen. Van 1327 andere kandidaatplanetten is de zekerheid nog niet 99%, wat betekent dat verder onderzoek nodig is. De resterende 707 stuks zijn andere natuurkundige fenomenen 'oplichters' (imposters). Tenslotte werden 984 kandidaten 'gevalideerd' die al met andere technieken waren bevestigd. Van de bijna 5000 kandidaatplanetten die tot nu toe zijn gevonden zijn er meer dan 3200 bevestigd, waarvan 2325 Kepler-ontdekkingen.

Zeldzaam of niet?

'Voor de lancering van Kepler wisten we niet of exoplaneten zeldzaam of juist heel normaal waren in de Melkweg', zegt Paul Hertz, directeur van de afdeling Astrofysica van NASA Headquarters. 'Dankzij Kepler en de wetenschappers weten we nu dat er mogelijk meer planeten zijn dan sterren. Deze kennis is de basis voor toekomstige missies die nodig zijn om ons steeds dichterbij te brengen bij het antwoord op de vraag of we alleen zijn in het heelal.'

Statistiek

De ontdekking van zoveel planeten is gebaseerd op een statistische analysemethode, die op veel planeetkandidaten simultaan kan

worden toegepast. Timothy Morton, van de Princeton University in New Jersey, gebruikte de techniek om elke kandidaatplaneet een 'waarschijnlijkheidspercentage' toe te kennen. Het was de eerste keer dat automatisering op deze schaal werd toegepast. 'Planeetkandidaten kun je zien als broodkruimels', zegt Morton. 'Als je enkele grote kruimels laat vallen kun je ze stuk voor stuk oppakken. Maar als je een zak met kruimels morst heb je een bezem nodig. Deze statistische analyse is onze bezem.' Onder de pas aangekondigde exoplaneten zijn er 550 die rotsachtig kunnen zijn. Dat is op basis van hun grootte. Negen hiervan bewegen in de leefbare zone van hun ster. Daarmee is het aantal exoplaneten in deze exclusieve groep (dus rotsachtige planeten in de leefbare zone) opgelopen tot 21.

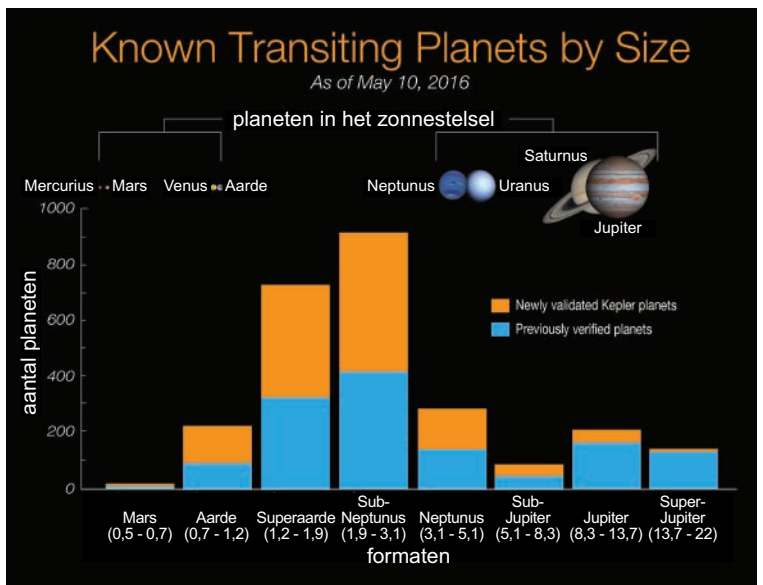
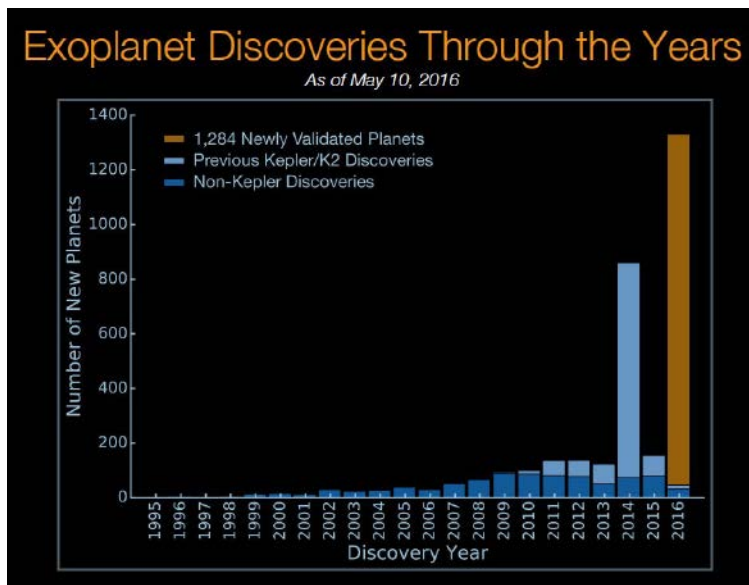
Kepler-223

Ouder stelsel leert ons over planeetmigratie

Een van de sterren waarbij men met behulp van de Kepler Space Telescope planeten heeft gevonden is Kepler-223, op 4458 lichtjaar afstand, in het sterrenbeeld Zwaan. Het is een G5 ster, een gele ster zoals de zon maar met een iets koelere fotosfeer (het zichtbare 'oppervlak' van een ster). Hij is ongeveer zo groot en zwaar als de zon. Hij is met 6 miljard jaar ouder dan de zon en is net als de zon een enkele ster (de meeste sterren zijn onderdeel van een dubbelster of meervoudig systeem).

Planeten

Kepler-223 heeft ook minstens vier planeten! Het zijn alle vier 'sub-Neptunussen', gasreuzen met een diameter van drie tot vijfmaal die van de aarde. Ze bewegen erg dicht bij de ster want de omlooperperioden liggen tussen 7,4 en 19,7 dagen! Vergelijk dat eens met de omloop-



periode van Mercurius: 88 dagen.

Er is nog iets bijzonders: hun omlooperperioden hebben de verhouding 8:6:4:3! Dat betekent dat Kepler-223b acht baantjes (omlopen) om de ster aflegt, als 223c er zes doet, 223d vier en 223e drie. Reken het zelf maar eens uit (zie kader voor de gegevens). We zeggen dat de banen van de vier planeten in **resonantie** zijn. Volgens een van de onderzoekers, Daniel Fabrycky, assistent hoogleraar sterrenkunde en astrofysica aan de University of Chicago, is dit het eerste planetenstelsel dat men heeft gevonden met vier planeten in resonantie. 'Dit is het meest extreme voorbeeld van dit fenomeen', zegt hij.

Anders dan het zonnestelsel?

Het stelsel lijkt dus niet erg op het zonnestelsel. Of toch? Nieuw onderzoek wijst naar een mogelijke overeenkomst in een ver verleden. De Kepler-223 planeten bewegen om hun ster in dezelfde configuratie als Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus misschien in het vroege zonnestelsel hadden, vóórdat ze migreerden naar hun huidige plekken.

'Waar en hoe planeten zich precies vormen is een nog onbeantwoorde vraag in de planetaire wetenschap', zegt Sean Mills, master sterrenkunde & astrofysica aan de University of Chicago. 'Ons werk is in essentie het testen van een model voor de vorming van een type planeet dat wij niet hebben in het zonnestelsel'.

De afstand van alle vier planeten tot hun ster is zeer klein. Dat is een belangrijk onderdeel van de discussie over hoe ze zijn gevormd, hoe ze op hun huidige plekken zijn gekomen en waarom wij niet een soortgelijke planeet hebben.

Het team van Mills, Fabrycky en anderen gebruikte gegevens van de K2 missie en de Keck Telescope om computersimulaties uit te voeren van de planeetmigratie die tot de huidige configuratie kan hebben geleid. De configuratie van dit stelsel bestaat al veel langer dan die van de reuzenplaneten in het zonnestelsel. Het zonnestelsel bestaat 4,6 miljard jaar.

Vormingsscenario's

Astronomen noemen de Kepler-223 planeten

'sub-Neptunes', mini-Neptunussen. Ze hebben vermoedelijk een vaste kern en een buitenste laag van gas. Planeten van dit formaat behoren tot het meest voorkomende type in het Melkwegstelsel maar ontbreken in ons zonnestelsel. Dankzij dit soort waarnemingen weten we dat er planetenstelsels zijn die compleet anders zijn dan het zonnestelsel, met hete Jupiters, gasreuzen die dicht bij hun ster staan dan Mercurius, en planeten met een grootte tussen die van de aarde en Neptunus in. Dat zijn planeettypen die veel voorkomen maar die wij missen. 'Sommige stadia van planeetvorming kunnen gepaard gaan met veel geweld maar tijdens andere stadia kunnen planeten op een rustige, zachtvaardige manier uit [protoplanetaire, zie kader] schijven evolueren. Dat laatste is waarschijnlijk de manier waarop de sub-Neptunes van Kepler-223 zijn gevormd', zegt Mills. 'We denken dat twee planeten door de schijf bewegen, aan elkaar 'vast' kwamen te zitten [met hun zwaartekracht, RJW] en samen verder migreerden. Toen vonden ze een derde planeet, raakten vast en migreerden gezamenlijk verder, en toen een vierde planeet en raakte vast' [in de resonanties, RJW].

Anders

Dat proces verschilt totaal van het beeld dat men heeft van de vormingsgeschiedenis van de aardachtige planeten, die waarschijnlijk ongeveer in hun huidige banen ontstonden (zie ook Rob's Nieuwsbrief van mei 2015, vanaf pag. 2). Mills: 'Deze planeten ontstonden door botsingen van protoplaneten, objecten in grootte variërend van de maan tot Mars. Dat is een gewelddadig en chaotisch proces en planeten die zo vormen krijgen geen banen die met elkaar in resonantie zijn'.

Men denkt dat de vier reuzenplaneten, Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus, behoorlijk rondgezworven hebben tijdens hun vorming. Ze kunnen uit resonanties gemept zijn door botsingen met enorme aantallen planetoiden en planetesimalen (de bouwstenen van protoplaneten). Kepler-223's planeten hebben blijkbaar zo'n bombardement niet meegemaakt en zijn bij elkaar gebleven.

De planeten van Kepler-223

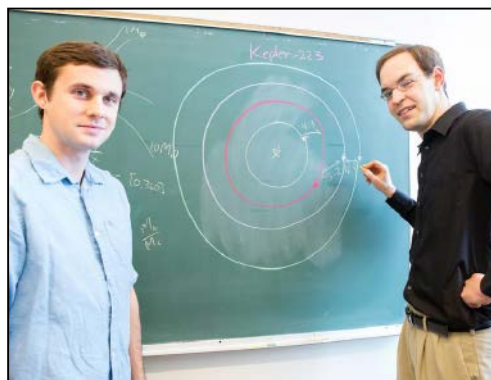
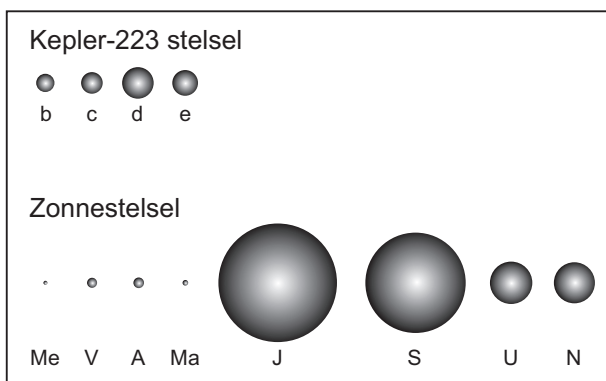
	b	c	d	e
straal*	3,0	3,4	5,2	4,6
'jaar' (d)	7,4	9,8	14,8	19,7
verh.banen	8	6	4	3

*Aarde = 1

d = omlooperperiode in dagen
Overigens is er ook een Kepler-223a: de ster zelf (dat is gebruikelijk)

Protoplanetaire schijf

Een ster ontstaat uit een enorme wolk van gas en stof (fijne deeltjes metalen en mineralen, of gesteenten) die op een bepaald moment gaat samen-trekken. De roterende wolk wordt steeds kleiner (en heter!) waardoor hij sneller gaat roteren (wet van behoud van impulsmoment). Daardoor plat de wolk af tot een schijf: de **protoplanetaire schijf**. In het midden van die schijf ontstaat de ster zelf. Uit de rest van de schijf, het afval, ontstaan planeten, manen en kleinere objecten.



Linksonder: het Kepler-223 planetenstelsel vergeleken met het zonnestelsel. Let ook hier weer op de grote overgang in diameter tussen de aarde en Neptunus. Het zonnestelsel kijkt af van de norm!

Rechtsonder: Sean Mills (links) en Daniel Fabrycky, twee jonge planeetonderzoekers.

Linksonder: de astrofotograaf Thierry Legault vloog van Parijs naar Amerika om de foto's van de Mercuriusovergang te maken waarvan dit het resultaat is.

Waarom zo ver weg? Wij zagen het hier toch ook? Nou, hij wilde per se ook het ISS erop hebben! En die zie je niet overal. Hij vond een rustige plek in de buitenwijken van Philadelphia. Hij moest wel 45 kg aan apparatuur meesjouwen en in de VS nog uren rijden. En dan... een beetje bewolking en alles zou voor niets zijn geweest. Hij had geluk, tien minuten nadat hij de foto's had gemaakt werd het bewolkt. Hij heeft voor deze afbeelding alle foto's over elkaar heen gelegd. Mercurius is de zwarte stip onder het midden.

Foto © Thierry Legault, www.astrophoto.fr/

Rechtsonder: een vriend van me, Bob van Slooten, maakte deze foto rond het 'maximum', het moment dat het midden van het schijfje van Mercurius het dichtst bij het midden van de schijf van de zon was.

Foto © Bob van Slooten

Rechtsboven: opname van de Mars Express, op 10.000 km van de rode planeet.

Rechts, midden: foto van de amateur astrofotograaf Dylan O'Donnell, vanuit New South Wales (Australië).

Foto © Dylan O'Donnell

Mercuriusovergang

Drie op een rij

Op 9 mei trok Mercurius voor de zon langs: een Mercuriusovergang (Engels: *transit*). Bij zo'n overgang staat de planeet precies tussen de zon en de aarde in: ze staan op één rij. Het kan alleen bij Mercurius en Venus want alleen dat zijn **binnenplaneten**, die dicht bij de zon staan dan de aarde.

Mercurius heeft een omlooperperiode ('jaar') van bijna 88 dagen. Waarom zie je dan zo weinig van die overgangen? Dat komt doordat de baan van Mercurius 7° geheld is ten opzichte van het **vlak van de ecliptica**, het vlak waarin de aarde en de meeste planeten bewegen. Venus' baan is 3,5° geheld.

Als het kleine planeetje in dezelfde richting staat als de zon gaat hij meestal onder of boven de zon langs en zien we hem niet. Alleen als hij vlakbij het snijpunt is van zijn baan met het vlak van de ecliptica kan hij voor ons voor de zon langs gaan. Zo'n snijpunt noemen we een **knoop**.

Een Mercuriusovergang gebeurt ongeveer 13 maal per eeuw. Dat is vaker dan een Venusovergang, waarvan er hooguit twee per eeuw zijn. Er zijn eeuwen zonder een Venusovergang.

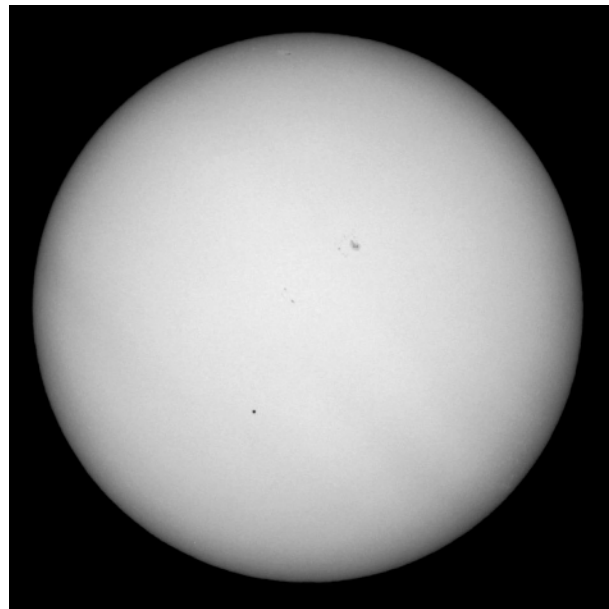
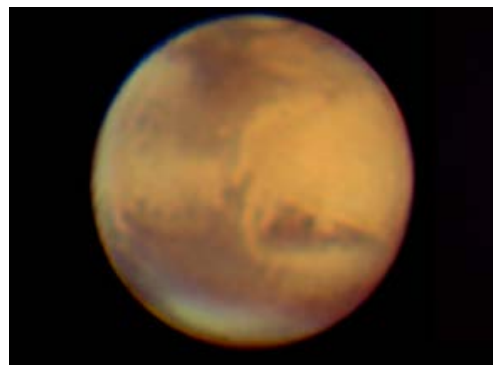
Mars in oppositie

Mars in oppositie

Op 22 mei was Mars in oppositie. Zoiets gebeurt eens in de ongeveer twee jaar en twee maanden. De volgende Marsopposities zijn op 27 juli 2018 en 13 oktober 2020.

Mars' baan is erg excentrisch zodat de afstand tijdens oppositie erg verschillend kan zijn: van 54,5 miljoen tot 102 miljoen km! Op 9 mei was de afstand tot de aarde 76 miljoen km.

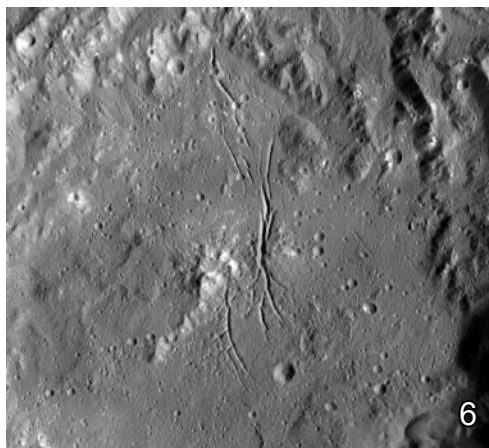
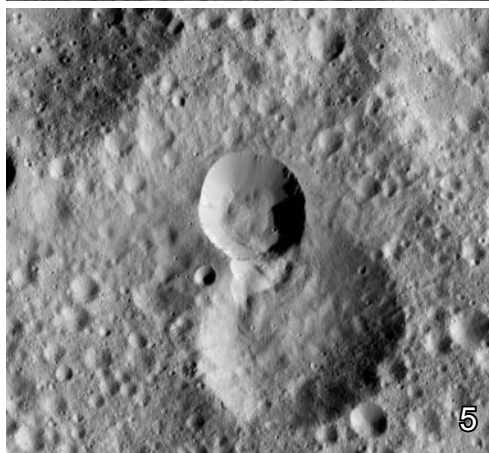
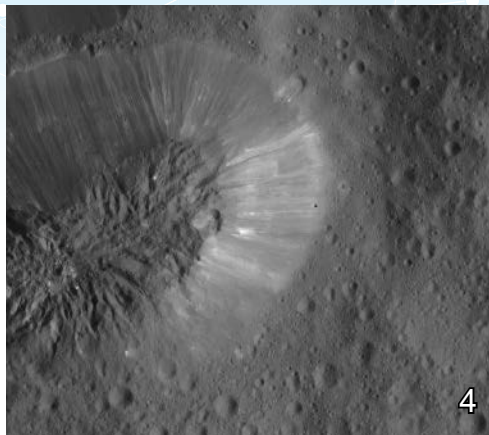
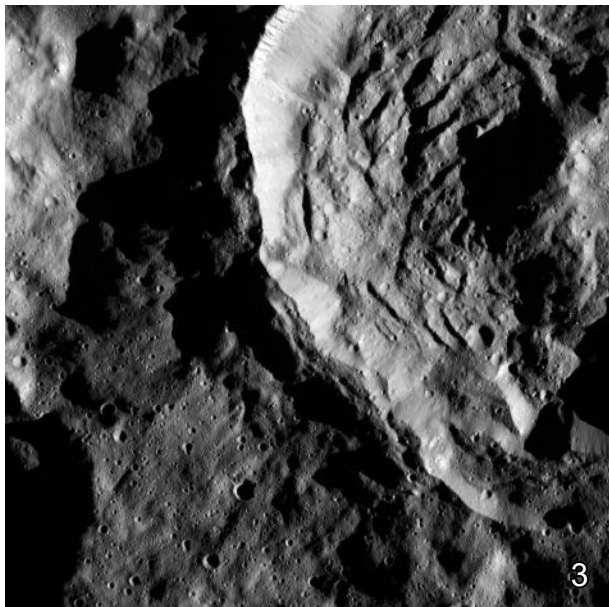
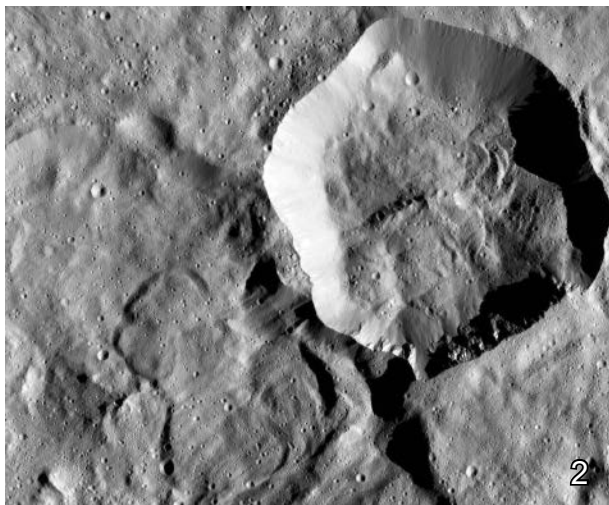
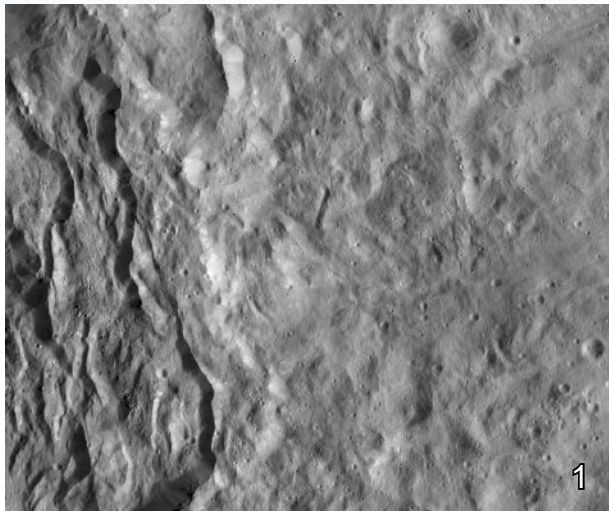
Op 27 augustus 2003 was die kortste afstand 55,8 miljoen km! De laatste keer dat de planeet zo dichtbij stond was 60.000 jaar geleden: in de tijd van de Neanderthalers! Mars was toen zo helder als Jupiter op zijn hoogtepunt.



Ceres update

Dagelijks

Elke werkdag wordt er een *Dawn*-opname van Ceres gepubliceerd door de NASA. Hier weer een persoonlijke selectie. De verklaring vind je in het kader.



Beschrijving foto's

1. De oostelijke kraterwand van Occator is ingezakt waardoor 'terrassen' zijn ontstaan. Vergelijk deze foto met foto 1 op pag. 8 van het aprilnummer en let op de wand rechts van de rechter groep 'bright spots'.

2. Een jongere krater ligt over de oude krater Messor (40 km), die is bedekt met de ejecta van de laatste inslag.

3. De krater Sekhet (41 km). De centrale berg en de heuvels van materiaal dat van de wand naar beneden is gezakt vallen goed op, door de schaduwen.

4. Ahuna Mons (zie ook het april-nummer) heeft een ruig plateau met weinig kraters, wat ons vertelt dat het relatief jong is. Het gebied eromheen heeft een grotere kraterdichtheid, zij het met kleine kraters. Men weet niet hoe Ahuna Mons is ontstaan maar vermoedt dat het een combinatie is van vulkanisme en tektoniek.

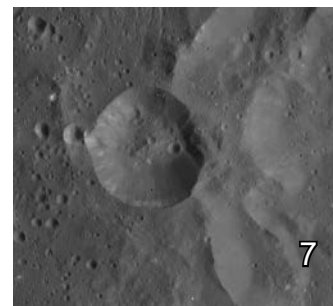
5. De rand van een jongere inslagkrater is deels ingestort en in de oudere krater gestroomd.

6. De krater Azacca (50 km) heeft een opvallende set noord-zuid lopende breuklijnen. De kraterbodem is vrij vlak en je ziet terrassen naar de rand toe.

7. De westrand van Azacca, met een kleinere, jongere inslagkrater. Het hele gebied is bezaaid met kleine 'bright spots'.

8. Een relatief jonge krater met eromheen duidelijke sporen van ejecta, en erin ingezakte delen van de kraterwand en geulen.

9. Deze opname van twee kleine kraters (onderaan) viel mij op: alsof ze tegelijk ontstonden!



Bodemverzakking in beeld

De Sentinel-1A werd twee jaar geleden gelanceerd en leverde de beelden op die nu gebruikt zijn om de bodemverzakkingen in Nederland in de gaten te houden. De satellietgegevens laten zien waar de grond stabiel is, waar hij omhoog komt en – belangrijk voor ons land – waar hij wegzakt.

De kaart onderaan laat alle verzakkingen (rood) en verheffingen (blauw) zien in het noorden van ons land (de legenda leest v.l.n.r.: -20, -10, 0, 10 en 20 mm). De kaart, die een gebied van 160 x 80 km beslaat, is opgebouwd uit 2,5 miljoen meetpunten. De nauwkeurigheid is een paar mm (binnen een enkele jaren ca. 1 mm).

De kaart toont aan dat sommige gebieden, vooral rond Groningen, met een snelheid van 20 mm per jaar verzakken! Het is hier misschien niet zo goed te zien. Omdat er in deze regio gas wordt gewonnen is het monitoren van vervormingen van de grond bijzonder belangrijk. En voor ons land als geheel is het belangrijk omdat een groot deel onder het zee-niveau ligt. We mogen blij zijn met Sentinel!

Foto hieronder: serie 3, met de grootste sterren van het Sterrenmodel.

Nog meer sterren...

Eindelijk klaar?

In het vorige nummer beschreef ik drie nieuwe sterren voor mijn Sterrenmodel (zie ook het aprilnummer van 2014). Ik heb toch weer een reden gevonden om er meer te maken: de overgang in de derde reeks (met de **superreuzen**, de grootste sterren) tussen Rho Cassiopeia en de drie grootste modellen was wel erg groot. Daarnaast zijn rode superreuzen al erg zeldzaam, maar Rho Cas is als gele hyperreus (zie foto hieronder) nog véél zeldzamer. Die zit namelijk in de zeer korte fase (van een paar duizend jaar) dat hij onderweg is naar het rode superreuzenstadium! Mijn Rho Cas is 8 cm, mijn Betelgeuze 16 cm. Ik wilde er enkele rode superreuzen bij, in verschillende grootten, voor een beter overzicht. Dat is gelukt maar door de 'nodige' fouten moest ik enkele labels vervangen (soms een paar keer...) en modellen overspuiten. Zo had ik per ongeluk twee sterren verwisseld, waarvan één donkerder rood moest zijn. Verder had ik Antares, die wat kleiner is dan Betelgeuze, 12 cm groot gemaakt, in de veronderstelling dat mijn Betelgeuze 14 cm groot was. Ik had nog een model voor een blauwe ster van 14 cm over, dus die rood gespoten en klaar! En een rode reusmodel over. Tenslotte hebben alle sterren uit de tweede en derde reeks een extra (rond, grijs) label met de diameter in cm, op de hoofdschaal 1:100 miljard. Omdat ik de kleine labels tijdens mijn presentaties zelf niet goed kan lezen...

Hemel van juni

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 juni 2016

Nieuwe maan	5 jun, 5:00 u MEZT
Eerste kwartier	12 jun, 10:10 u MEZT
Volle maan	20 jun, 13:02 u MEZT
Laatste kwartier	27 jun, 20:19 u MEZT

Perigeum: 3 jun, 12:55 u MEZT, 361.141 km
Apogeum: 15 jun, 14:01 u MEZT, 405.024 km

Planeten

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

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Ram/Stier (vanaf 7 juni)	4:30 u
Venus	Stier/Tweelingen	niet zichtbaar
Mars	Weegschaal	15:23 u
Jupiter	Leeuw	11:08 u
Saturnus	Slangendrager	16:42 u
Uranus	Vissen	1:28 u
Neptunus	Waterman	22:54 u

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

De planeten

Mercurius bereikt op 5 juni zijn grootste westelijke elongatie en is even vóór zonsopkomst te zien. Niet gemakkelijk overigens, gebruik een verrekijker.

Venus is in *bovenconjunctie* wat betekent dat zij aan de hemel dicht bij de zon staat, en ook nog eens aan de andere kant van de zon. Zij is dus niet te zien.

Mars is tot ver na middernacht te zien, maar staat wel laag: 17° boven de horizon. De ecliptica ligt daar dicht bij de horizon.

Jupiter wordt langzamerhand steeds slechter zichtbaar. Eind juni gaat hij even na middernacht onder, dus zoek hem in het westen. Het is veruit het helderste object in de Leeuw.

Saturnus is op 3 juni in *oppositie* (zie vorige nieuwsbrief). Je kunt hem de hele nacht zien, in de buurt van de heldere, rode ster Antares.

Uranus wordt nu steeds beter zichtbaar. Eind juni komt hij al vier uur vóór de zon op. Zoek hem in de ochtendschemering, in het oosten.

Ook **Neptunus** wordt steeds beter zichtbaar en komt in de tweede helft van de nacht op. Zoek hem in de ochtendschemering, in het zuid-oosten. Een telescoop is nodig.

