

Rob's Nieuwsbrief - 92

over sterrenkunde en het heelal

maart 2023

Voyager schaalmodel

Stilte voor de storm

Het is nu even rustig, hoewel de gebruikelijke zakelijke bezigheden natuurlijk doorgaan. Ik probeer wat bij te komen van de drukte van het afgelopen jaar, om daarna zo fris mogelijk aan mijn boek *Zelf sterrenkijken* te beginnen. Dat moet echt de 'ster' worden van mijn huidige projecten, hoewel ik op de andere twee ook erg trots ben. In de tussentijd maak ik mijn tweede Voyager-model, nadat mijn 'Voyager 1' een beetje mislukt was.

Nieuwe productie

Nog maar kort geleden was het nog erg druk met nieuwe productie van planisferen. Onze (vierkante) PLN-NL is bijna op, dus er was wat haast geboden bij het in druk laten gaan. Twee andere Nederlandse planisferen uit ons eigen programma (de PLN-50NL, voor onder andere Midden-Europa, en de PLN-60NL voor Noord-Europa) en een nieuwe planisfeer voor een Italiaanse klant (met een bijzonder gekleurde bovenschijf) konden wel meelopen, maar andere potentiële klanten waren nog niet zover. Ik kon echter niet wachten en had alles al naar de beide drukkers gestuurd, toen een mailing nog een bestaande Deense klant opleverde die van hun versie een herdruk wilde. Dat werd de nieuwe fullcolour uitvoering, maar die was er nog niet in het Deens. Om een lang verhaal korter te maken: ik moest nog even erg hard aan het werk om het af te krijgen, zonder de productie al te veel op te houden.

En dat was kennelijk wat te veel van het goede, ik maakte een enorme fout die ik pas, en heel toevallig, ontdekte bij de laatste controle van de bestanden. Ik krijg altijd PDF's die ik daarvoor gebruik en de drukker wees me op een vreemde rechthoek die erin zat, en die zij al uit het bestand hadden verwijderd. Ik bekeek het even, en zag dat een deel van de opdruk van de bovenschijf verdwenen was, en de randjes

om de letters (om ze wat vetter te maken) er ook niet meer waren. Ik had dus iets stoms gedaan, in de vermoeidheid. Wat je weer leert om dat soort werk niet te doen als je eigenlijk te moe bent... Het is gelukkig goed gekomen en als ik dit schrijf liggen de onderdelen voor meer dan 4500 planisferen te wachten om te worden verwerkt tot mooie kaarten.

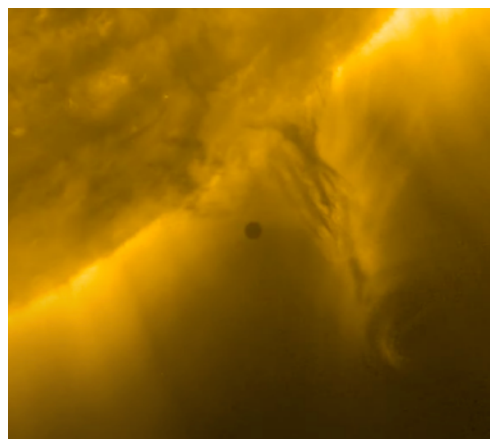
Schaalmodellen Voyagers

Het nieuwe boek *Voyagers* is nu uit (zie vorige nieuwsbrief) maar de officiële presentatie komt nog, in maart. Daarvoor wilde ik graag een schaalmodel van de Voyager hebben. Je weet waarschijnlijk wel van mijn schaalmodellenmanie. Ik had vorig jaar al een model gekocht (Hasegawa, schaal 1:48) en in de kerstvakantie ging ik aan de slag. Dat ging heel goed, tot... het niet meer goed ging: ik maakte foutjes met de erg iele stangetjes. Verder ben ik gewend de delen vast te lijmen, maar veel delen passen met een klikje al erg goed, en dan kun je later nog iets loshalen en herstellen. Goed, dat was Voyager 1 dus, en mijn favoriet is altijd al Voyager 2 geweest! En die ging helemaal goed. Nu nog af Schilderen.

Scherpstellen op Mercurius

IJken optische instrumenten Solar Orbiter

Op 3 januari kon de Solar Orbiter een Mercurius-overgang 'zien', toen Mercurius vanuit de ruimtezonnetelescoop bekeken voor de zon langs trok. Een mooie kans om de kwaliteit van de opnamen te verbeteren: de kleine planeet tekende een prachtig zwart 'rondje' af tegen de fotosfeer van de zon. Met diverse remote sensing instrumenten werden opnamen (zelfs films) gemaakt. De foto hieronder is een deel van zo'n filmpje, gemaakt met opnamen van de Extreme Ultraviolet Imager.



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.

De basiscursus

Op 13 september begint mijn uitgebreide basiscursus 'Leer het heelal begrijpen' voor de 7e keer. De cursus bestaat uit 12 lessen, wordt gegeven in Amersfoort en kost € 195,00. Geef je nu op! Zie onze website: www.walrecht.nl/nl/lezingen-cursussen/cursus-leer-het-heelal-begrijpen.

Nieuwe boeken

Inmiddels zijn er twee van de drie boeken van mijn (uitgebreidere!) bucket list klaar: *Kleine werelden van het zonnestelsel* en *Voyagers*. Het volgende boek heet *Zelf sterrenkijken* (ook een veelzeggende titel denk ik). Alle drie de boeken wilde ik met alle geweld maken. *Kleine werelden* is mijn meest wetenschappelijke boek en *Voyagers* mijn leukste reis terug in de tijd, ook wat betreft de hernieuwde samenwerking met mijn broer op dit gebied. En *Zelf sterrenkijken* wordt misschien wel mijn leukste boek. Maar dat komt dus nog.

Linksonder: het schaalmodel van de 'Voyager 1'. Het zusterscheepje 'Voyager 2' was nog niet klaar.

Midden, onder: een deel uit een serie opnamen van de Extreme Ultraviolet Imager (EUI), van de Solar Orbiter.

Rechts onder: een artist impression van de Solar Orbiter.



Webb ontdekt planetoïde

De nieuwe Webb telescoop is niet bedoeld om kleine objecten in de Planetoïdengordel te ontdekken, maar houdt hem maar tegen: met de MIRI was tijdens de kalibratiefase toevallig een kleine planetoïde vastgelegd, op een opname die als mislukking was afgewezen. Daar kwam men pas onlangs achter (zie het plaatje).

Die kalibratiefoto's waren gemaakt van de 25 jaar geleden ontdekte bijna 16 km grote planetoïde (10920) 1998 BC₁, in de hoofdgordel. Een team onderzoekers gebruikte de data van die planetoïde om een nieuwe techniek te testen voor het bepalen van de baan en grootte van een object. Daarbij zag men echter een 'indringer', een object van 100 bij 200 m grootte, ruwweg de grootte van het Colosseum in Rome. Het is het kleinste object dat de Webb tot nu toe heeft ontdekt!



Hierboven: artist impression van de kleine nog codeloze planetoïde die per toeval op kalibratiefoto's van de Webb telescoop werd ontdekt.

Linksonder: het panorama van 'Marker Band Valley' dat de rover Curiosity op 16 december maakte, (op de Links pagina van onze site kun je de foto beter bekijken).

Rechtsboven: artist impression van Quaoars ring. In het midden de roodbruine ijsdwerf, met daaromheen een ring van puin. Links het maantje Weymoth dat dezelfde kleur heeft als Quaoar (door teerachtige tholins). Rechts een fictieve ster zoals de sterren die tijdens de sterbedekkingen werden gebruikt. De zon staat rechts, ver buiten beeld. Van de ring heeft men slechts delen gezien, variërend in dikte.

Rechtsonder: de Hubble-foto waarop na lange tijd weer spaken in de ringen van Saturnus te zien zijn: de donkere, wazige vlekjes in de (lichtere) B-ring aan de linker kant (zie onze Links-pagina).



Zonnestelselnieuws

Quaoar heeft een ring

Ik heb wel iets met Quaoar. Bij zijn ontdekking in 2002, door Chad Trujillo en Michael Brown, was het na Pluto veruit het grootste object dat bekend was in de Kuiper gordel (met 1110 km) – en Pluto werd toen nog 'planeet' genoemd. Ik voegde het object meteen toe aan al mijn schaalmodellen. Toen het Zonnestelselmodel in kaartjes in 2003 uitkwam was het zelfs het enige nieuwe object dat ik had toegevoegd. In 2007 bleek de ijsdwerf een maantje van ca. 160 km diameter te hebben, Weymoth.

Maar er is nu bijzonder nieuws: Quaoar heeft een ring! En het is een intrigerende, vreemde ring, veel groter dan voor mogelijk werd gehouden voor een stabiele ring. De Franse astronoom Edouard Roche kwam in 1848 met de definitie van wat we nu de **Roche limiet** noemen. Dat is (ongeveer!) de afstand tot het hoofdoject binnen welke de getijdenkrachten een maan uiteen zouden trekken. De restanten vormen dan een ring, of als puin juist buiten die grens raakt kan het een maan vormen. Die limiet zien we overal in het zonnestelsel bij redelijk 'massieve' ringen, zoals bij die van Saturnus die erg goed zijn bestudeerd (alleen de erg ijle buitenste liggen buiten de limiet). Ook de ringen van de veel kleinere dwergplaneet Haumea en de zeer kleine centaur (ook een ijsdwerf) Chariklo voldoen aan de limiet. Maar Quaoars ring gooit dat in de war!

De ongelijkmatige ring van Quaoar ligt buiten de Roche limiet. De Braziliaanse astronoom Bruno Morgado, hoofdauteur van een artikel in Nature door 60 onderzoekers, begon in 2020 Quaoar te bestuderen met de CHEOPS-ruimtetelescoop van ESA (om exoplaneten te vinden en te karakteriseren). Hij gebruikte CHEOPS bij sterbedekkingen, als Quaoar voor een verre ster langs trok en dus tijdelijk het sterlicht blokkeerde. Later werden ook andere telescopen gebruikt, zodat er meer informatie werd verkregen (uit iets verschillende richtingen). Al met al zag men de ring negen maal.

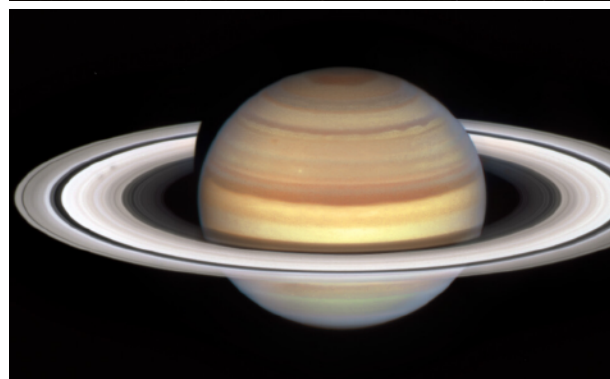
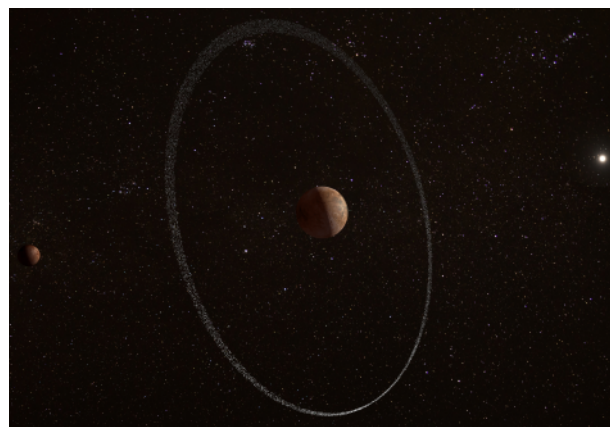
De ring ligt 4100 km van het middelpunt van Quaoar (je rekent dat altijd vanuit het centrum) ver buiten de 'klassieke' Roche limiet van 1780 km. Volgens Morgado is de ring dicht en onregelmatig, met een erg dun deel van misschien 5 km en een breed stuk van ca. 300 km breed. Al het materiaal bij elkaar zou een maantje van ca. 10 km diameter opleveren. Een ring met zoveel massa zou zich aan de Roche limiet moeten houden en óf een maantje moeten vormen, óf zich geheel verspreiden...

Je zult denken: misschien is de ring pas ontstaan. Maar dat is onwaarschijnlijk omdat die maar enkele decennia zou kunnen bestaan: daarna zijn de deeltjes aan elkaar vastgevroren. Ook resonanties met Quaoar en Weymoth worden uitgesloten. Wat blijft is dan: de klassieke Roche limiet heroverwegen!

'Spaken' Saturnusringen terug

De Hubble wordt elk jaar gebruikt om Saturnus te bestuderen, dankzij het Outer Planet Atmospheres Legacy (OPAL) programma. En Saturnus verveelt nooit: het 'spakenseizoen' is terug: op de foto zien we twee wazige 'spaken'!

De Voyagers ontdekten in 1980-1981 de vreemde spaakachtige structuren (zie ons nieuwe boekje). Die bleken vermoedelijk te bestaan uit microscopisch kleine ijsdeeltjes ('stofjes') die door elektrostatische elektriciteit uit de ringen (veroorzaakt door de zonnwind?) worden gelicht en met het magnetisch veld meedraaien. Ze zijn seizoensgebonden, doordat Saturnus een ashelling heeft ten opzichte van zijn baan om de zon. De seizoenen duren wel langer: ongeveer 7 jaar. Logisch, zijn omlooperperiode is 29,5 jaar. De nachtevening (equinox, het begin van de lente en de herfst) is op Saturnus als je de ringen, bekeken vanaf de zon (dus praktisch ook vanaf de aarde), precies van opzij ziet. Vooral dan zie je de spaken, terwijl ze rond de zonnewendes verdwijnen. Voorlopig gaan we ze steeds beter zien, want de volgende equinox is in mei 2025 (de laatste was in 2009, toen de Cassini nog actief was). Een mooie gelegenheid om de spaken beter te doorgronden.



Curiosity vindt bewijzen stromend water

Mars' waterige verleden

Hoewel Perseverance nu misschien vaker het nieuws haalt, moeten we Curiosity zeker niet vergeten. De rover landde ongeveer 10,5 jaar geleden (6 augustus 2012) op de bodem van de 154 km grote Gale krater (nabij de equator) en heeft inmiddels 3750 'sols' (Marsdagen) rondgereden. Op 9 januari was de totaal afgelegde afstand 29,27 km. De krater heeft een vrij forse 5 km hoge centrale berg, Mount Sharp genoemd. Het gebied is opgebouwd in geologische lagen, de oudste onder en de jongste bovenop.

De rover is al sinds 2014 bezig de berg te beklimmen. Vorig jaar trok hij door het gebied 'Marker Band Valley', vernoemd naar de dunne, continue donkere horizontale bodemlaag die je daar ziet. Zie de foto op de vorige pagina: de dunne, donkere streep die je van links naar rechts dwars door de formaties ziet lopen; deze was al eerder vanuit de ruimte gezien. Het gesteente is daar zo hard dat twee pogingen om boormonsters te nemen mislukten.

Inmiddels is hij, voor een 'kleine' omweg, aangekomen in een flinke vallei, Gediz Vallis. Die doorsnijdt een wat steilere bergwand, een gebied dat 'de sulfaathoudende eenheid' wordt genoemd, omdat er zoute mineralen (magnesiumsulfaat) zijn gevonden. Dat moet zijn achtergebleven toen ooit het water verdampte. Het landschap is adembenemend (zie foto). Hierna trekt Curiosity weer naar lager gebied, waar hij al eerder onderzoek deed. Misschien wordt het te steil of verwacht men geen resultaten die het risico van de reis waard zijn.

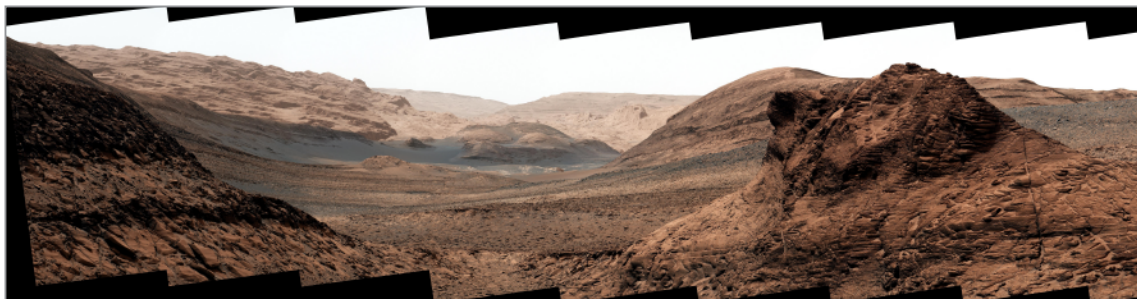
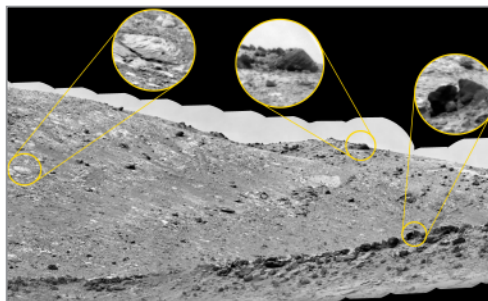
Bewijzen stromend water

Men heeft nu onverwacht de beste bewijzen tijdens de missie gevonden dat er ooit water

stroomde, in een hoger gebied waarvan men dacht dat het er miljarden geleden veel droger zou zijn geweest. Toch was Curiosity al door kilometers aan sedimenten geklommen, tot 800 m boven de kraterbodem.

Zo zie je op de foto's geribbelde structuren op stenen, zoals ribbels op het strand. Dat geeft aan dat er hier ooit een riviertje stroomde. Andere foto's tonen duidelijk hopen rotsblokken en puin, boven op de andere lagen, die daar destijds door stromend water moeten zijn gedeponeerd. Nader onderzoek ervan, later dit jaar, wordt een mooie kans om jonger materiaal te bestuderen. Dit moet immers van hoger op de berg afkomstig zijn, hoger dan de rover kan komen.

De foto hieronder is ook van Gediz Vallis en vertoont eveneens rotsblokken die vermoedelijk ooit van de berg af zijn gespoeld. Het zijn flinke blokken (in de cirkels), van links naar rechts 120 cm, 100 cm en 60 cm groot. Het rivierwater sleep ook de vallei uit. In het 'Marker Band' gebied vond men 'ritmische' gesteentelagen, met een gelijkmatig patroon qua dikte en verspreiding van ribbels. Men denkt dat dit kan zijn gekomen door cycli in weer (zoals stofstormen) of klimaat toen de sedimenten werden gedeponeerd.



Bron donkere energie ontdekt?

Op zenitonline.nl zag ik een stukje van Eddy Echtermach over een nieuwe hypothese over donkere energie. Je weet misschien dat het heelal uitdijt, en wel steeds sneller. Om die versnelde uitdijning (tégen de zwaartekracht in!) te verklaren heeft men de geheimzinnige kracht die dat veroorzaakt donkere energie genoemd. Dat 'donker' staat eigenlijk voor 'onbekend'. Volgens Einsteins relativiteitstheorie zouden zwarte gaten 'vacuümenergie' bevatten: hoe meer het heelal uitdijt, hoe groter het 'vacuüm' ervan, dus des te meer donkere energie het oplevert. Astronomen hebben nu kunnen aantonen dat de zwarte gaten van de enorme elliptische sterrenstelsels, die al vroeg in het heelal ontstonden en geen recente activiteit tonen, de afgelopen 9 miljard jaar 7 tot 20 maal zwaarder zijn geworden! Zijn zwarte gaten dan de bron van donkere energie? Hun berekeningen lijken de hoeveelheid donkere energie te kunnen verklaren, maar anderen vertrouwen die berekeningen niet zo. Zoals Eddy zegt: 'wordt vervolgd!'.

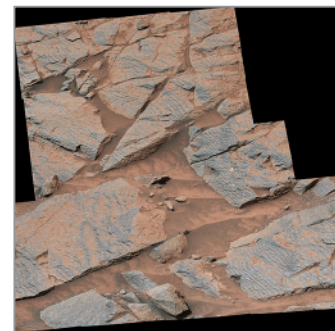
Linksboven: hier zie je de 'geribbelde' gesteenten, miljarden jaren geleden ontstaan door golven in een riviertje. Het is een detail van de foto op pag. 2, de plek onder de robotarm.

Linksonder: Curiosity maakte de 18 foto's van Gediz Vallis voor dit mozaïek op 7 november 2022 (op sol 3.646). Links van het midden zie je een hoop van rotsblokken en kleiner puin dat miljarden jaren geleden van de berg is weggespoeld door stromend water.

Midden, boven: de foto waar op rotsblokken te zien zijn.

Midden, onder: een detail van de onderste foto, inzoomend op de puinhoop daar.

Hieronder: de stenen met de 'ritmische' patronen.



InSight uitgezet

Op 21 december 2022 meldde NASA dat de InSight-missie tot een eind is gekomen. De beslissing kwam na twee tevergeefse pogingen om met de lander te communiceren. Je kon het zien aankomen, want de lander (en dus ook de zonnepanelen!) zat onder een dikke laag roestrood stof. Het is niet de eerste robot-verkenner die door een dikke stoflaag verloren gaat. In het persbericht van NASA staat dan ook 'Mars has claimed the life of yet another intrepid robotic explorer'... Het laatste contact was op 15 december.

InSight moest na de landing (in december 2018) 708 sols (Marsdagen) meegaan, ofwel bijna twee aardse jaren, maar ging dus tweemaal zo lang mee. In mei 2022 werden de robotarm en alle instrumenten behalve de seismometer al uitgeschakeld. Net als bij de rover Opportunity in 2018 was het stormseizoen fataal voor InSight.

De lander moest Mars' inwendige structuur ontrafelen, en mat daarvoor de korstdikte, bepaalde de diameter en dichtheid van de kern, en de structuur en samenstelling van de mantel. En deed meer, zoals het weer ter plekke gedurende een jaar zeer nauwkeurig vastleggen; belangrijk voor toekomstige missies. Niet alles lukte: de 'mol' boorde zich maar 40 cm diep, in plaats van de geplande 10 m. InSight herschreef letterlijk 'het handboek' over Mars. Zie ook mijn vorige nieuwsbrief.

Midden, boven: de MIRI foto van het sterrenstelsel NGC 1433, met een opvallend heldere kern, omringd door dubbele stervormende ringen. Het stelsel ligt op 16,2 miljoen lj afstand, in het sterrenbeeld Horloge. Aan de drie infraroodgolflengten van deze MIRI opnamer heeft men de kleuren blauw, groen en rood toegekend (wij kunnen immers infrarood niet zien).

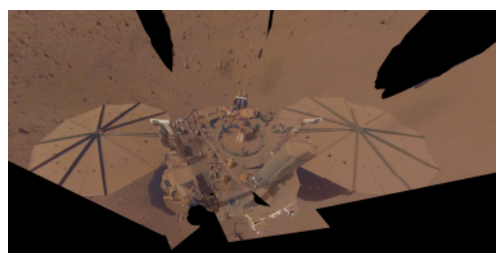
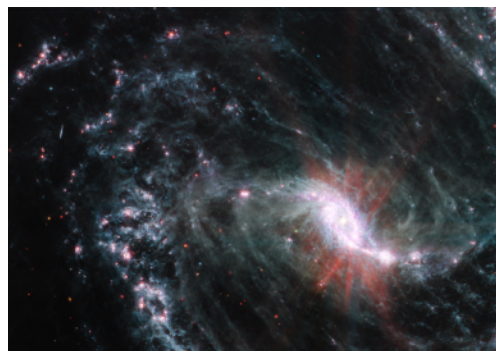
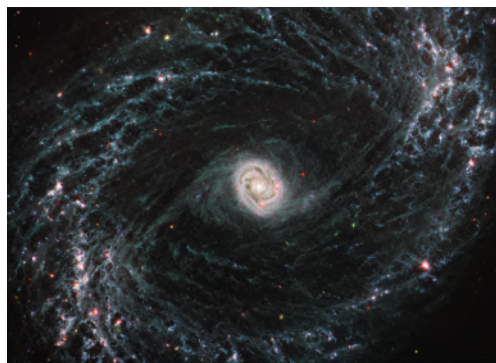
Daaronder: NGC 7496, op 24 miljoen lj, zit vol spelonkachtige bellen en schillen die elkaar overlappen. Die filamenten en holtes zijn aanwijzingen voor jonge sterren die met hun felle straling gas en stof wegblazen in de interstellaire ruimte.

Voor beide opnamen geldt dat je ze op onze Links-pagina in beter detail kunt zien.

Midden, onder: InSight, bedekt met stof, ook de zonnepanelen dus. Dit was de laatste 'selfie', gemaakt op 24 april 2022.

Webb toont opbouw stelsels

Onderzoekers hebben met de Webb telescoop de eerste beelden gekregen van stervorming, gas en stof in nabije sterrenstelsels, met een ongekende resolutie bij infraroodgolflengten (door de MIRI, in het midden-infrarood). Ze geven nieuw inzicht in hoe de stervormingsprocessen op de kleinste schaal (het begin van de stervorming) de grootste objecten in het heelal beïnvloeden: sterrenstelsels. De onderzoekers richten zich op 19 diverse spiraalstelsels, waarvan er nu vijf door Webb zijn 'bekeken'. De resultaten zijn verbluffend: 'We zien direct hoe de energie van de vorming van jonge sterren het gas om hen heen beïnvloedt', zegt een teamlid. De MIRI-beelden tonen de aanwezigheid in de stelsels aan van een netwerk van 'gloeioende' holtes van stof en enorme 'spelonkachtige' bellen van gas in de spiraalarmen – waar stervorming plaatsvindt. Op bepaalde plaatsen lijkt dat web van verschijnselen te bestaan uit individuele én overlappende schillen en bellen waar jonge sterren hun energie loslaten op hun omgeving. Gebieden die geheel donker zijn op Hubble-foto's lichten nu in alle detail op in de MIRI-opnamen, zodat men kan bestuderen hoe het interstellaire stof het sterlicht absorbeert en weer uitstraalt in infrarood, dat op zijn beurt een complex netwerk van gas en stof verlicht. Die interacties geven een beter beeld van hoe sterrenstelsels evolueren.



Hemel van maart 2023

Overzicht

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

Maanfasen maart 2023

Volle maan	7 mrt, 13:40 u MET
Laatste kwartier	15 mrt, 3:08 u MET
Nieuwe maan	21 mrt, 18:23 u MET
Eerste kwartier	29 mrt, 4:32 u MEZT

Apogeu:	3 mrt, 19:00 u MET, 405.889 km
Perigeu:	19 mrt, 16:12 u MET, 362.696 km
Apogeu:	31 mrt, 13:17 u MEZT, 404.919 km

	2 mrt	27 mrt
Zonsopkomst	7:24 MET	7:27 MEZT
Zonsondergang	18:20 MET	20:04 MEZT

Op 20 maart, om 22:24 u MET, staat de zon in het lentepunt, het nulpunt, op de ecliptica, van de rechte klimming (vergelijkbaar met geografische lengte op Aarde). Dit moment, ook nachtevening genoemd omdat dan overal dag en nacht even lang zijn, is het begin van de astronomische lente.

Op 26 maart, om 2:00 u MET gaat de klok een uur vooruit en gaat de zomertijd dus weer in.

Planeten

In de tabel zie je het sterrenbeeld waarin ze staan en de **rechte klimming** (RA, halverwege de maand) 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	Waterman, Vissen	23:37 u
Venus	Vissen, Ram	01:45 u
Mars	Stier, Tweelingen	05:38 u
Jupiter	Vissen	00:57 u
Saturnus	Waterman	22:13 u
Uranus	Ram	02:54 u
Neptunus	Waterman, Vissen	23:43 u
Pluto	Boogschutter	20:09 u

De planeten

Mercurius is de 17e in conjunctie met de zon en wordt eind van de maand weer zichtbaar.

Venus wordt nu een steeds mooiere 'avondster', eind van de maand gaat ze ruim 3,5 u na de zon onder en is ze helderder dan magnitude -4. De 24e kun je Venus 's ochtends zien, als de planeet 1° boven van de maansikkel staat! Gebruik een verrekijker.

Mars blijft de hele maand zichtbaar, tot ca. 4 uur, hoewel hij zwakker wordt (m +0,9).

Jupiter is begin maart nog even te zien, in het westen en in de schemering, maar daarna is het even klaar.

Saturnus is deze maand niet te zien.

Uranus is is na zonsondergang nog enkele uren te zien.

Neptunus is niet te zien; op de 15e is hij in conjunctie met de zon.

Enkele **planetoïden** zijn, met een telescoopje, te zien: **Ceres** is de 21e in oppositie en deze maand de helderste planetoïde aan de hemel: m +6,9. Ze trekt nu door het sterrenbeeld Haar van Berenice.

Pallas is maar iets zwakker (ca. m+8) en beweegt door de Grote Hond, ten NW van Sirius.

Komeet C/2022 E3 (ZTF): deze beweegt begin maart van de Stier naar Eridanus en wordt zwakker - telescoopwerk. Bekijk hem na de schemering, steeds lager boven het ZW. Eind maart is hij niet meer te zien.

LAATSTE NIEUWS!

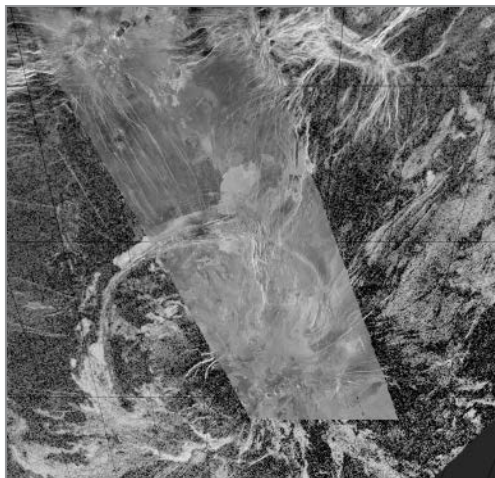
Venusoppervlak vernieuwt!

De aarde en Venus zijn vergelijkbaar in grootte en inwendige samenstelling, dus moeten ze in dezelfde mate hun interne warmte aan de ruimte afgeven. Hoe de aarde dat doet weten we, maar bij Venus was dat een mysterie. Onderzoek van 30 jaar oude Magellan-data schijnen nieuw licht op de zaak: het gaat mogelijk via dunne delen in de korst.

De aarde heeft een hete kern (6000°C: heter dan het oppervlak van de zon!), die de omringende mantel verhit. Die mantel vervoert de warmte door *convectie* en door middel van mantelpluimen (zie kader) naar de buitenste rotsachtige laag: de korst of lithosfeer. Daar wordt de warmte afgestaan aan de ruimte waardoor de buitenste laag weer wordt afgekoeld. De mantelconvectie drijft de tektonische processen aan, waarbij een lappendeken aan platen (brokstukken die op de mantel drijven) in beweging wordt gehouden. Venus heeft echter geen tektonische platen, hoe Venus haar warmte kwijtraakt is al heel lang de vraag. Men was ervan overtuigd dat Venus' lithosfeer star en dik was.

De onderzoekers richtten zich op een bepaald type planetair landschap, coronae, zoals *Quetzalpetlatl Corona* (ca. 700 km), op ongeveer 65° zuid. Een **corona** is een gebied waar warm materiaal opwelt en daarbij door de korst breekt. We kennen ze alleen van Venus en Miranda, hoewel er andere vormen van opwellen zijn, die andere soorten landschap creëren.

Die coronae op Venus zijn ruwweg cirkelvormig. Nieuwe metingen van die op de Magellan opnamen leidden tot de conclusie dat coronae lijken te liggen op plekken waar de lithosfeer op zijn dunst is, en het meest actief. Net als een dunne deken meer warmteverlies geeft dan een dik dekbed, laat een dunne lithosfeer ook meer interne warmte ontsnappen. En waar meer hitte stroomt is een verhoogde vulkanische activiteit onder het oppervlak. Coronae laten dus kennelijk zien waar actieve geologie nu het oppervlak van Venus vormt.



Men richtte zich op 65 nog niet onderzochte coronae van tot enkele honderden km diameter. Om de dikte van de omringende lithosfeer te bepalen, maten ze de diepte van de valleien en ruggen rond elke corona. Ze ontdekten dat de ruggen dichter op elkaar liggen in gebieden waar de lithosfeer flexibeler, elastischer is. Met een computermodel bepaalden ze dat de lithosfeer rond coronae gemiddeld 11 km dik is, veel dunner dan eerder onderzoek veronderstelde. Die gebieden hebben een grotere geschatte warmtestroming dan het gemiddelde voor de aarde, dus de coronae moeten geologisch actief zijn. Deze dunne lithosfeerdelen lijken voldoende te zijn om behoorlijke hoeveelheden warmte te laten ontsnappen, vergelijkbaar met de gebieden waar aardse tektonische platen uiteen wijken en de oceaانبodem vormen. Overigens zijn op de Magellan foto's schildvulkanen te zien van 1 tot 20 km diameter.

Een blik op vroege Aarde

Andere studies richten zich op kratertelling. Om oppervlakken te dateren gebruikt men normaliter het aantal zichtbare kraters: veel kraters wijst op een oud oppervlak, weinig kraters op een jong landschap. Maar op een geologisch/tektonisch actieve planeet als Aarde worden kraters weggevaagd door vulkanen of doordat continentplaten uiteindelijk de vloeibare mantel in verdwijnen en vergaan.

Als Venus geen tektonische activiteit zou hebben zou het oppervlak bezaaid moeten zijn met kraters. Dat is niet het geval, dus het oppervlak is jong! Alleen vulkanische activiteit kan ervoor zorgen dat het oppervlak zich nog steeds regelmatig vernieuwt.

'Het interessante is dat Venus ons nu een venster biedt naar het verleden, naar hoe de aarde er 2,5 miljard jaar geleden uitzag', zegt hoofdonderzoeker Suzanne Smrekar. 'Het is een toestand die volgens verwachting voor die van de vorming van tektonische platen komt.' Smrekar is ook de beoogde principal investigator van de **Venus Emissivity, Radio science, InSAR, Topography, And Spectroscopy** (VERITAS) missie, die in het volgende decennium moet worden gelanceerd.

Convectie

*Convectie treedt op in gas of vloeistof die van onderen wordt verwarmd, bijvoorbeeld in de lucht of in water of in de traag vloeibare mantels van rots- en waterwerelden. Het verwarmde materiaal krijgt een lagere dichtheid (het zet uit) waardoor het relatief lichter wordt dan koeler materiaal in de buurt. Daardoor gaat het opstijgen, naar het oppervlak. Je kent het van een pan water die je opwarmt (als je daar wat houtzaagsel in gooit kun je het ook zien). Door convectie komt ook de warmte van de kern van de aarde aan het oppervlak, waar het de tektonische activiteit veroorzaakt. Zo werkt dat ook in de kleinere ijswerelden, als Pluto en Ceres (zie mijn boek **Kleine werelden van het zonstelsel!**) en in de zon: de energie die door kernfusie wordt opgewekt gaat eerst als straling door de zon en komt vervolgens door convectie naar het zonsoppervlak. Daar verlaat het de zon als zichtbaar licht.*

Linksonder: een mozaïek van radarbeelden van Quetzalpetlatl Corona en een groter deel van Aphrodite Terra (de lichte strook) over een grotere afbeelding die met de Arecibo radiotelescoop is gemaakt. De gehele opname (een gebied van 1500 x 1500 km) toont het geologisch complexe gebied daar. De rand van de corona wijst op mogelijke tektonische activiteit. De mozaïek bestaat uit beelden van Magellan, uit januari 1991.

Rechtsonder: illustratie van de enorme Quetzalpetlatl Corona op Venus' zuidelijk halfrond, met actief vulkanisme en een subductiezone, waar de korst in de voorgrond in de diepte verdwijnt. Zo denkt men nu dat Venus eruit moet zien. Foto NASA/JPL-Caltech/Peter Rubin.

