

Rob's Nieuwsbrief - 75

over sterrenkunde en het heelal

april-mei 2021

Percy is geland!

Leuke orders afgeleverd

Het is een erg rustige tijd nu. Op zich wel eens prettig maar ik hoop toch niet dat dat zo blijft. Verder is er wel het een en ander gebeurd op het gebied van orders, is mijn e-mailadressenbestand van prospects (potentiële klanten) vernieuwd en ben ik verder gegaan met het vernieuwde Planetenpad. En er is natuurlijk het een en anders gebeurd op en rond Mars: dit is feitelijk een Mars-special!

Orders

De eerste maanden van dit jaar waren druk met particuliere zowel als zakelijke orders. Zo hadden we orders voor in totaal zo'n 6500 maatwerkplanisferen in zeven verschillende uitvoeringen, voor vier verschillende klanten (plus 250 stuks elk van twee eigen uitgaven). Daaronder ook vier voor onze grootste Duitse klant, Astroshop.de. De andere klanten zijn de sterrenwacht Urania in Vlaanderen, het Deense Steno Museet en La Maison de l'Astronomie in Montréal, Canada.

De particuliere orders gingen ook als een trein, maar zakten in maart opeens weg. Hopelijk de stilte voor de storm!



Ondertussen heb ik wel onze jongste zoon aan het werk gezet: hij heeft van een website met alle planetaria in de wereld de informatie overgezet in Excel, waardoor ik nu eindelijk weer eens een actuele adressenlijst heb voor mailingen. Daarmee ga ik binnenkort van start.

Nieuwe opstellingen Planetenpad

In maart heb ik de laatste hand gelegd aan de nieuwe opstellingen ('paaltjes') van mijn 'kleine' Planetenpad. Vorig jaar had ik al extra 'koppen' gemaakt (zie het vorige nummer), maar ik wilde ook het aantal opstellingen uitbreiden. Door alle toevoegingen van de laatste jaren waren de 32 oude paaltjes te weinig geworden. Daarnaast zijn die vrij zwaar, zodat ik vorig jaar al had besloten een volledig nieuwe set opstellingen te maken op basis van de 'voeten' van muziekstandaards. Dat zijn er uiteindelijk 55 geworden! Daarmee kan ik wel even vooruit, hoop ik.

Twee typen standaards

Een lastig probleem was dat ik in eerste instantie 20 van die standaards had besteld, die uitgevouwen niet te veel ruimte bleken in te nemen. Je wilt natuurlijk niet dat publiek struikelt over de poten.

De tweede serie is echter anders: geheel uitgevouwen nemen de poten 50% meer ruimte in! Door ze niet geheel uit te vouwen kon ik ze op dezelfde breedte maken, maar het is te veel werk om elke keer dat ik het Planetenpad opstel de voeten precies op maat uit te schuiven. Met een parkertje op een uitgekiende plek kon ik echter de maximale stand zo begrenzen dat alle voeten nu evenveel ruimte innemen. Wel waren deze voeten daarmee hoger geworden dan de andere... dus moest ik de aluminium buizen die erin moeten op twee lengtes snijden (ik kon de pijpsnijder van buurman Frits lenen).

Al met al heb ik nu 55 prachtige, lichtgewicht opstellingen, netjes opgeborgen in twee golf-tassen! Ik kan niet wachten om het te gebruiken, maar dat zit er uiteraard nog even niet in.



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.

Lockdown Set Sterrenkunde

Een leuke, leerzame set, bestaande uit het **Handboek Sterrenkunde** van Govert Schilling, met onze **Planisfeer**, de **Astroset Maan en Planeten**, het **Zonnestelselmodel**, de **zelfbouw zonnewijzer** en het **zelfbouw kwadrant**. De set kost € 77,95 (10% korting!).

We verkopen het **Handboek** nu ook los, maar mét een gratis zelfbouw draaibare sterrenkaart: € 29,99. Zie onze website.

Aanbieding Zonnestelselmodel!

Om de nieuwe uitvoering van mijn Planetenpad te vieren bied ik mijn lezers het **totale model**, 59 kaartjes, nu aan voor € 52,00 (10% korting, alleen geldig in april 2021). Dit staat niet als set op de website, stuur een mailtje als je wilt bestellen.

Cursus in het najaar!

Op 9 september begint mijn grote cursus 'Leer het heelal begrijpen'. Zie onze website.

Linksboven: de stapel nieuwe opstellingen voor mijn Planetenpad.

Linksonder: de drie soorten opstellingen ('paaltjes') die ik nu heb. In het midden de oude versie (met rode assteun als voet). Rechts een van de eerste serie muziekstandaards, die niet zo'n brede voet hebben. Links drie van de tweede serie, voorzien van schroefjes als stop (en daar rust dan ook de buis op).

Rechtsonder: de eerste HR kleurenfoto die Perseverance maakte op het Marsoppervlak, op 18 februari 2021. Men gebruikte de Hazcams (zie verder) aan de onderzijde van de rover. Je ziet fraai de schaduwen van de delen van de opbouw, zoals de robotarm (dwars door beeld).

Perseverance Rover

Perseverance is de negende NASA-missie die op Mars landde, en de vijfde rover: na de Sojourner (Pathfinder, 1997), de tweeling Opportunity (25 jan 2004 - juni 2018) en Spirit (4 jan 2004 – maart 2010), en Curiosity (2012- nu).

De zeswielige Perseverance, inmiddels al liefkozend 'Percy' genoemd, is zo zwaar (1026 kg) en groot (2,9 m lang, 2,7 m breed en 2,2 m hoog) als een auto. Zie pagina 3 voor een tekening en een beschrijving van de instrumenten van de rover.

Druk bij Mars

Het is nu erg druk op en rond Mars. NASA heeft er al de rover Curiosity rondrijden en de InSight doet onderzoek naar het binnenste van de rode planeet, maar er zijn ook zes orbiters (in een baan om de planeet).

De Indiase Mars Orbiter Mission, de Europese ExoMars Trace Gas Orbiter en Mars Express, NASA's MAVEN, de Mars Odyssey en Mars Reconnaissance Orbiter (NASA), de Arabische Hope Orbiter (Verenigde Arabische Emiraten) en de Chinese Tianwen-1 (die spoedig een eigen rover naar het oppervlak zal sturen). Dit is echt een bijzondere tijd voor het Marsonderzoek!

Midden, boven: een camera op de 'backshell', de bovenkap van het veilige omhulsel waarmee Perseverance de Marsatmosfeer binnenkwam, maakte deze foto van de 21,5 m grote parachute, de zwaarste parachute die ooit naar een andere planeet is gestuurd. Het rood-witte patroon van de 80 stroken stof is de gecodeerde boodschap 'DARE MIGHTY THINGS'.

Rechtsboven: het hitteschild is afgeworpen en stort naar het oppervlak.

Midden, onder: Perseverance bungelt onder de descent stage ('jet pack trap') aan nylon kabels, vlak voor de landing. Op het laatst werd de rover losgelaten door de descent stage en zorgden remraketten voor een zachte landing. De descent stage vloog met zijn stuurraketten weg en viel honderden meters verder op de grond.

Rechtsonder: de eerste foto's van Percy, met de Hazcams A (rechts) en 'Right Rear' op de achterkant. De beelden zijn deels afgedekt door de stofkap.

Perseverance

Landing!

Op 18 februari eindigde de erg ingewikkelde, bloedspannende afdaling van de nieuwe NASA rover Perseverance, mét de Ingenuity helikopter (samen de Mars 2020), met een succesvolle landing in de krater Jezero op Mars. Dat was om 21:55 u onze tijd. De rover was 203 dagen onderweg geweest, een reis van 472 miljoen km.

De rover

De Perseverance ('Percy') is de zwaarste en meest geavanceerde/complexere ruimterobot die ooit op Mars kwam. Het ding is gemaakt voor **astrobiologie**, voor de zoektocht naar microbisch Mars-leven dat ooit zou kunnen hebben bestaan. Het neemt daartoe bodemonsters die, in metalen buisjes, opgeslagen worden in een bergruimte. Het opslagsysteem (Sample Caching System) zo groot als een hutkoffer, is het meest ingewikkelde en schoonste mechanisme dat ooit de ruimte in is gestuurd – maar daardoor ook erg kwetsbaar. De buisjes worden later door de rover gedumpt waarna ze door latere missies moeten worden verzameld en naar de aarde gebracht.

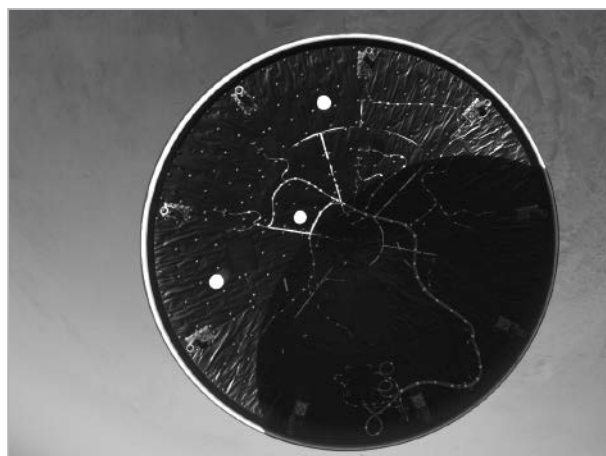
Als je naar de bewijzen van vroeger leven zoekt (niemand verwacht dat er nu nog leven is!), ga je dat natuurlijk doen op een plek waar ooit de omstandigheden het meest geschikt waren. Daarvoor gaat men ervan uit dat water cruciaal is, evenals voedingsstoffen in de bodem. Zo'n 3,5 miljard jaar geleden stroomden rivieren naar meren en zeeën en was Mars bedekt met een oceaan van ruwweg 100 tot 1500 m diep – een volume dat ongeveer het equivalent is van de halve Atlantische Oceaan.

Keuze landingsgebied

Op Aarde behoren ondiepe, vochtige kleigronden tot de meest vruchtbare bodems, en men zocht dus naar plekken op Mars die ooit zulke omstandigheden kenden: waar kleiachtige sedimenten konden neerslaan, dus in de delta's van rivieren. Men koos voor de krater Jezero, omdat dat ooit een 45 km groot meer was waarin een rivier uitmondde die zo een grote delta creëerde ('jezero' betekent 'meer' in het Servo-Kroatisch). Het water is misschien al lang weg (zie pag. 9), maar in die delta, of langs de 600 m hoge kraterrand (ooit de oever) zouden de bewijzen kunnen liggen van toenmalig leven – zogenaamde *biosignatures*. Men denkt dan aan de kalksteenachtige bouwsels van oermicroben, zoals de *stromatolieten*, die al rond 3,5 miljard jaar geleden in aardse ondiepe kustwateren voorkwamen. De microben, *cyanobacteriën*, zorgden ervoor dat er zuurstof in de oeratmosfeer van de aarde kwam, zodat hogere organismen konden gedijen.

De landing

Tijdens de landing nam de snelheid in zeven minuten af van 20.000 km/u op 150 km hoogte, tot de keurige touchdown, met behulp van een hitteschild, een enorme parachute en remraketten. Op NASA TV kon je mooi die 'seven minutes of terror' volgen, zij het met een animatie van de landing, want pas na 11 minuten wist men in het vluchtleidingscentrum dat de landing perfect was verlopen (zie de vorige nieuwsbrief, over de landingsfase). Het signaal ging via de Mars Reconnaissance Orbiter naar een grote radioschotel in Madrid (van NASA's Deep Space Network), en daar vandaan ver-



De instrumenten

De rover heeft zeven instrumenten:

- de **SuperCam**, een instrument dat foto's kan maken en op afstand de chemische samenstelling en de fysische eigenschappen van gesteenten en regoliet kan analyseren (regoliet is los materiaal als gevolg van erosie: grind, zand, klei etc.). Het heeft daarvoor twee lasers en vier spectrometers; met de lasers wordt bodemmateriaal verhit tot het plasma wordt, en dat plasma kan worden geanalyseerd met de spectrometers (tot maximaal 7 of 12 m afstand, afhankelijk van het type straal). Op de mast.

- de **Mastcam-Z**, een stereoscopische (dus dubbele) camera met een zoomfunctie; hiermee kan men bepalen wat interessante doelen zijn. Bevindt zich ook op de mast.

- de **SHERLOC** (*Scanning Habitable Environments with Raman and Luminescence for Organics and Chemicals*), een UV spectrometer/UV camera en UV laser, om heel gedetailleerd de mineralogie en organische verbindingen te bepalen. Het is een nieuw instrument voor Mars-bodemonderzoek en bevindt zich op de robotarm, om monsters van dichtbij te kunnen bekijken.

- de **PIXL** (*Planetary Instrument for X-Ray Lithochemistry*), een röntgenspectrometer om zeer nauwkeurig de elementaire samenstelling van bodemmateriaal te bepalen. Ook op de robotarm.

- de **RIMFAX** (*Radar Imager for Mars' subsurface experiment*), een bodemradar om tot 10 m diepte de verschillende dichtheden, lagen, ondergrondse rotsblokken, meteorieten en waterijs ('pekel') te bepalen.

- de **MEDA** (*Mars Environmental Dynamics Analyzer*), een set sensoren om de temperatuur, windsnelheid en -richting, atmosferische druk, vochtigheid, straling en de grootte en vorm van stofdeeltjes te meten.

- de **MOXIE** (*Mars Oxygen ISRU Experiment*), een demonstratie van technologie om zuurstof uit kooldioxide te halen (voor toekomstige bemande missies en voor raketaandrijving).

Daarnaast heeft de robot twee microfoons en 23 camera's, waaronder negen camera's voor navigatie: de ogen van de bestuurders. Het gaat dan om twee **Navcams** en zeven 'Hazard Avoidance Camera's', **Hazcams**, waarmee de rover autonoom rond obstakels kan navigeren. Er zijn verder zeven camera's voor wetenschap en zeven om de landingsfasen in beeld te brengen. De microfoons en die laatste camera's zijn gewoon in de winkel gekocht (of via internet besteld...).

der naar JPL in Pasadena.

Met in de winkel gekochte camera's op de diverse onderdelen van de landingscombinatie kon men beelden verkrijgen van de landing, officieel voor het publiek, maar ze vonden dat zelf ook leuk natuurlijk. Zo filmde een camera op de descent stage de rover terwijl die aan nylon kabels aan die stage hing (zie onze Links-pagina). In tegenstelling tot eerdere rovers maken de meeste camera's van Percy kleurenbeelden. Het lastigste dat NASA ooit geprobeerd heeft was de rover te laten landen in een ellips van slechts 7,7 km lang, in de delta van Jezero. Dat is minder dan een derde van de ellips voor de Curiosity, en 1/25e van die van de Sojourner/Pathfinder. Het lukte, hij kwam iets zuidoost van het 'centrum', een paar km van een sedimentrijke delta die 'ground zero' is voor Percy's ontdekkingsreis. En de landingsplek was redelijk vlak, zonder grote stenen. 'We landed in a parking lot' grapt een techneut.

Eerste activiteiten

Voorlopig is de rover slechts ontplooid (met kleine explosies werd op 20 februari de mast bevrijd, zodat deze overeind kon komen) en getest. Op de mast bevinden zich belangrijke camera's, zoals de Mastcam-Z en SuperCam (zie kader) en enkele Navcams. Verder heeft Ingenuity zich gemeld ('phoned home' vanuit Percy's buik; zie verder), heeft Percy op 4 maart zijn eerste stukje (6,5 m) gereden en is op 5 maart de robotarm getest. Rond 14 maart testte men de Sample Caching System: het systeem om bodemonsters veilig op te slaan. Ook zijn binnen dagen na de landing de bekende 'eersten' uitgevoerd: de eerste zwartwit foto, de eerste kleurenfoto, het eerste panorama (door de Navcams), het eerste panorama met de Mastcam-Z. De echte wetenschap is nog niet aan de beurt, dat zal pas vanaf eind april of in mei starten.

Bijzonder is dat men ook in de winkel verkrijgbare microfoons op de rover heeft geplaatst, waarvan de eerste opnamen enkele seconden

Navajo namen

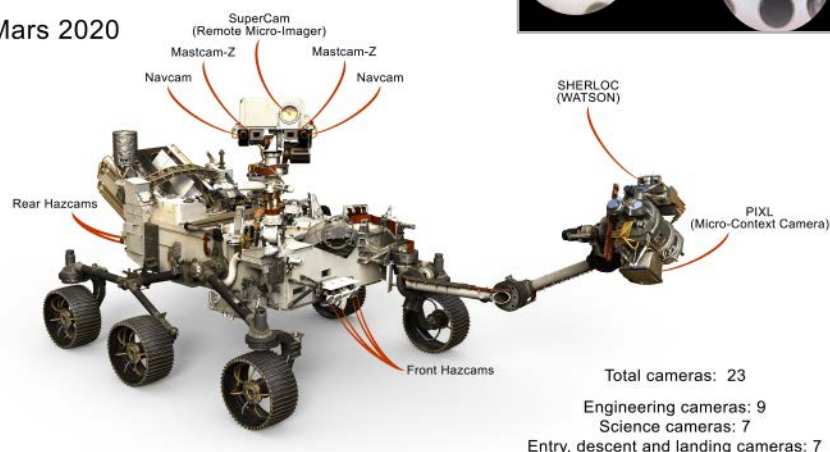
Onderzoekers geven allerlei objecten, zoals rotsen, keien of kleinere stenen, delen van het oppervlak en andere interessante geologische features bijnamen (geen officiële IAU namen dus). Dat is om verwarren te voorkomen. Eerdere roverteams hadden lijsten met namen van geologisch interessante aardse gebieden, of mensen en plaatsen die te maken hadden met de expedities. Vooraf had het Mars 2020 team de landingsplaats in een grid van vierkanten – quads – verdeeld, elk genoemd naar een nationaal park op Aarde met een soortgelijke geologie. Percy landde in het quad dat was vernoemd naar het Canyon de Chelly National Monument in Arizona, in het hart van de Navajo Nation. Met een Navajo technicus in het team, Aaron Yazzie, maakte men een lijst met Navajo-namen, waarna men toestemming vroeg aan de Navajo Nation om die namen te mogen gebruiken. De namen zijn bijvoorbeeld geïnspireerd door het type terrein: 'tséwózi bee hazhmeezh' betekent bijvoorbeeld 'golven-de rij kiezels'. Yazzie voegde zelf nog woorden toe als 'bidziil' (kracht) en 'hoł nilį' (respect). En 'Perseverance' wordt dan 'Ha'ahóni'.

Hieronder: de Perseverance met alle instrumenten en camera's aangegeven.

Inzet: het 'kalibratiedoel' voor de nauwkeurige SuperCam.



Mars 2020



De landingsplaats

Op deze pagina's zie je waar Perseverance is geland.

Linksboven zie je een topografische kaart van Mars, waarop je de hoogten kunt zien aan de hand van de bekende kleur-codes: rood voor de hoogste delen, donkerblauw voor de laagst gelegen gebieden van de rode planeet.

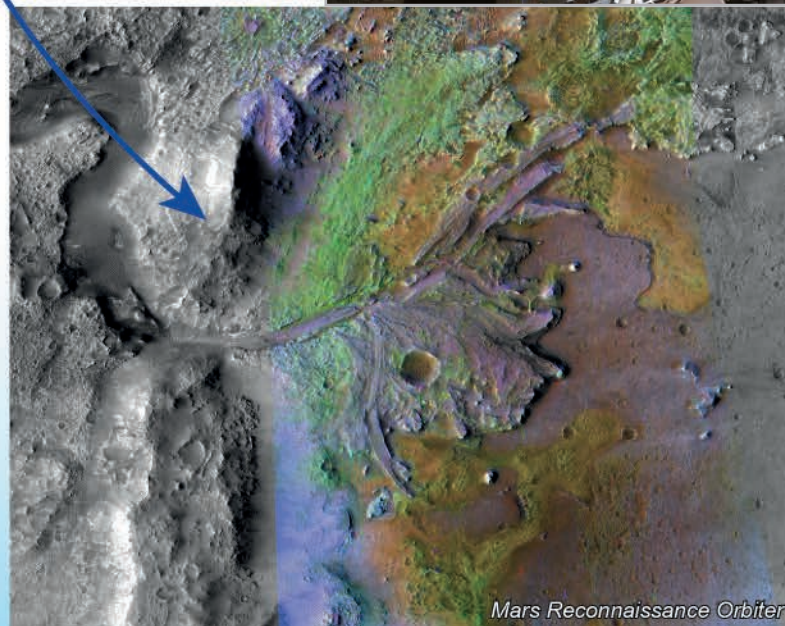
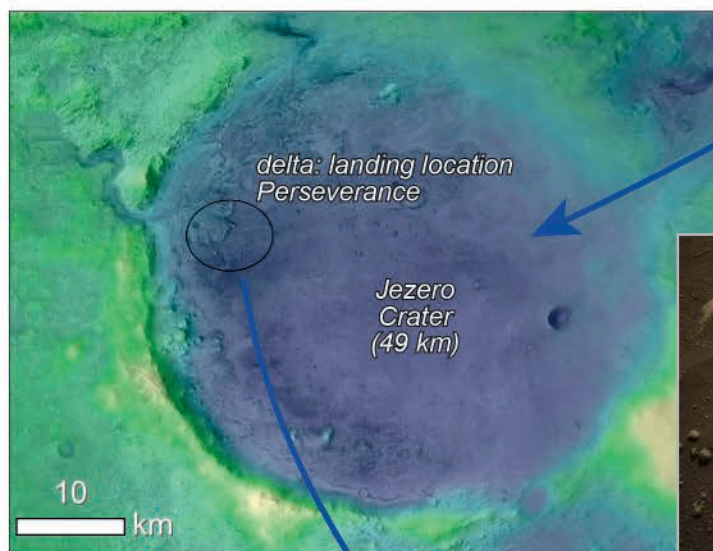
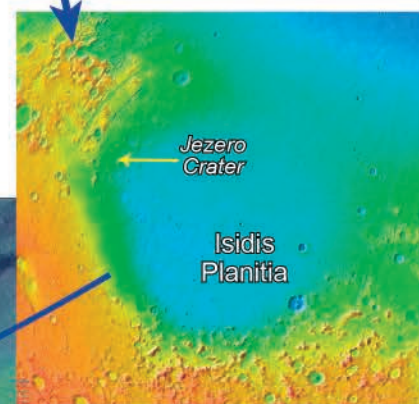
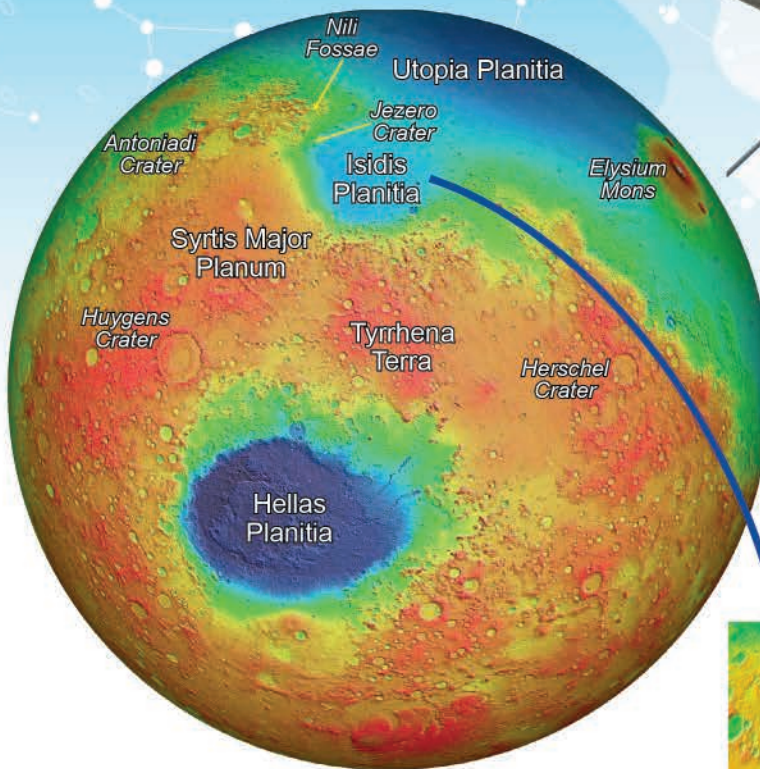
Rechts daaronder: een topografische afbeelding van de 1500 km grote vlakte Isidis Planitia, die de bodem vormt van een groot inslagbekken. Het was waarschijnlijk het laatste grote inslagbekken op Mars dat ontstond, bij een inslag 3,9 miljard jaar geleden. West ervan is Syrtis Major Planum, een erg platte schildvulkaan waarvan men ooit dacht dat het ook een vlakte was: Syrtis Major Planitia.

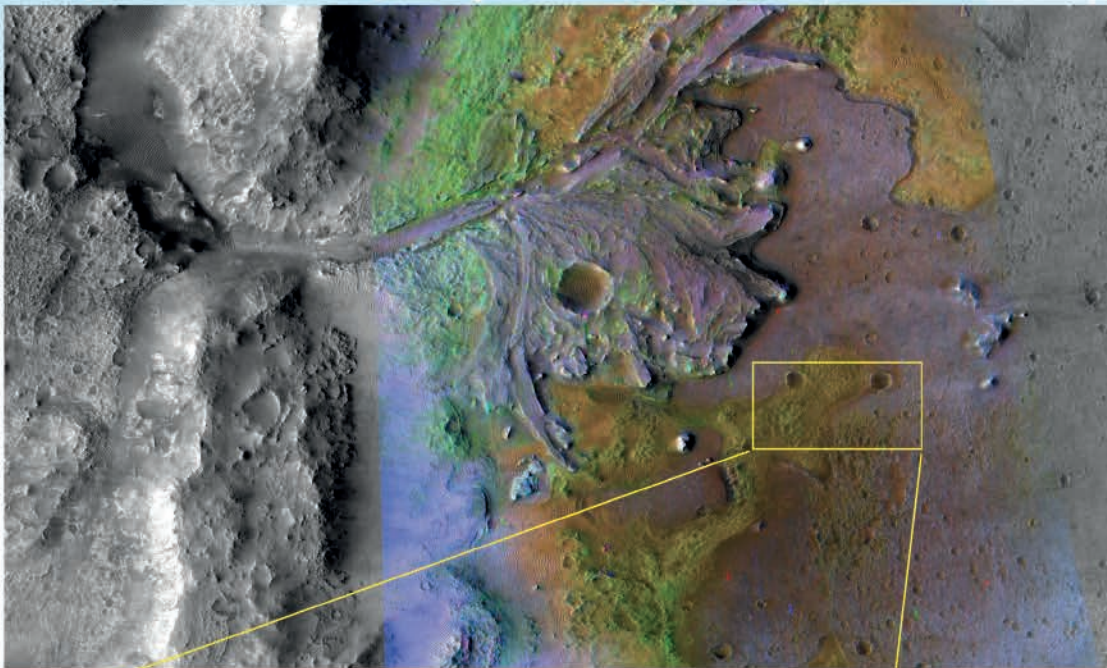
Linksmidden: de krater Jezero, met links Neretva Vallis, een vallei waar ooit water stroomde. Het geplande landinggebied is met een ellips aangegeven.

Rechtsmidden: een blik op de bodem naast de rover, gemaakt op 20 februari.

Rechtsonder: het noordwestelijke deel van de krater, met de delta, uitvergroot. Het is een opname uit 2019 van de Mars Reconnaissance Orbiter (MRO, ook NASA), die regelmatig foto's maakt van potentiële toekomstige landingslocaties. De kleuren geven de typen mineralen aan in de sedimenten: klei en carbonaten.

Linksonder: de Mars 2020 rover Perseverance bestudeert het oppervlak van Mars in de krater Jezero (artist impression).





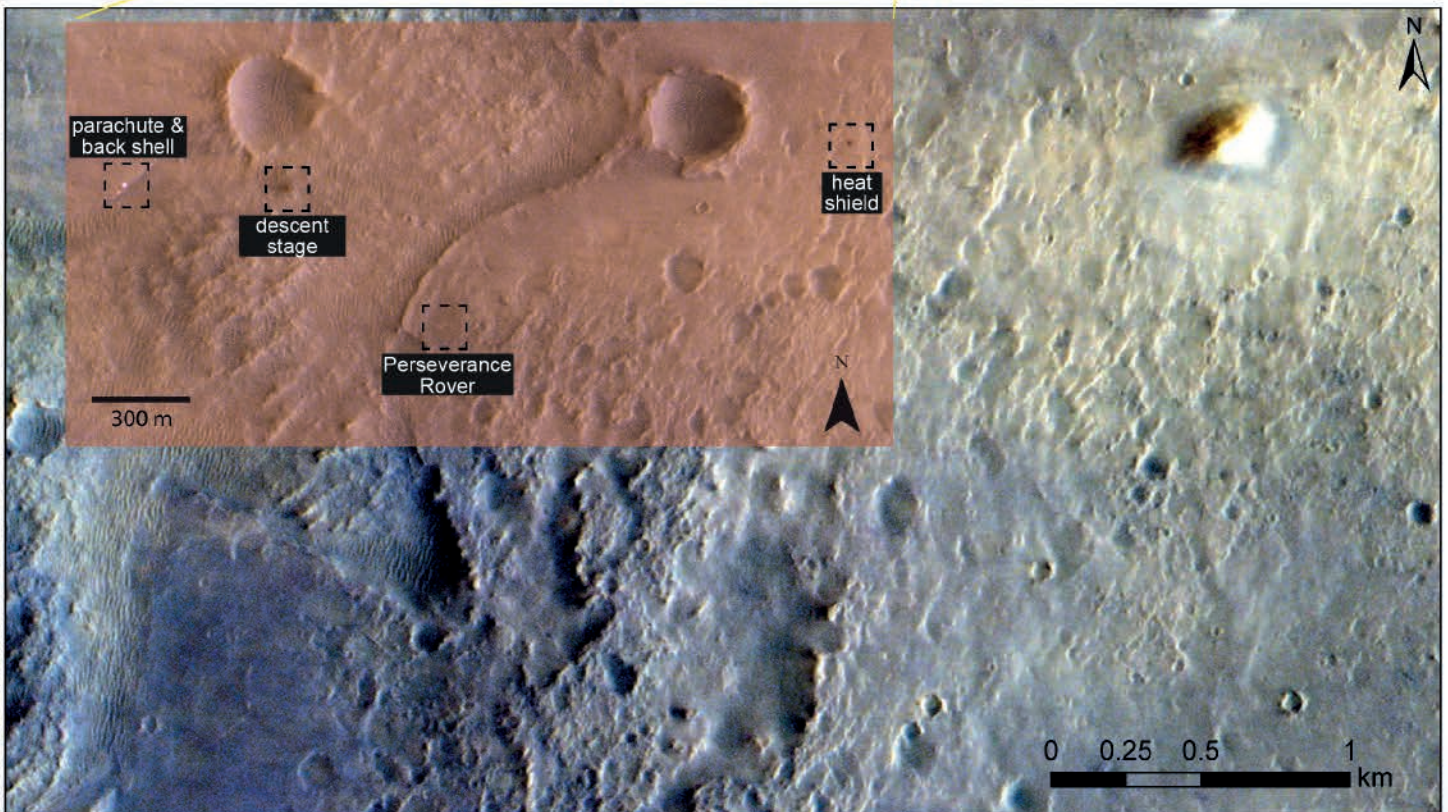
Vervolg reeks pag. 4

Boven: dezelfde MRO-opname, groter weergegeven.

De grote foto eronder: de ESA orbiter ExoMars maakte op 23 februari deze opname van het landingsgebied.

Inzet: een deel ervan bracht ESA in kleur uit. Het is het deel dat erboven geel is aangegeven en je kunt er (met moeite) de landingsplekken zien van de verschillende onderdelen van de Mars 2020 landingscombinatie (zie de vorige nieuwsbrief).

Onderaan: een deel van het eerste HD 360° panorama door Perseverance gemaakt op de derde dag van de missie (Sol 3, 21 februari), met de Mastcam-Z. Die lichte langwerpige vlek in het midden heet Máaz - Navajo voor Mars. In de witte cirkel vind je de keien die ik op de volgende pagina beschrijf.



Linksboven: een deel uit het 360° panorama op pagina 5, naar achteren gezien (dus dit is de derrière van Percy).

Daaronder: op deze foto uit dat panorama zie je twee van de (ik denk rechter-) wielen. Links op de foto zie je dat ding Máaz weer.

Daaronder: het panorama weer op een andere manier bewerkt, en nu een telefoto van een door de wind geërodeerd rotsblok, een stuk verder dan Máaz. De Mastcam-Z kan inzoomen en je ziet hier wat hij kan.

Geheel onderaan: dit deel uit de bovenkant van het 360° panorama van pagina 5 toont de kraterwand van Jezero, het stuk boven tot rechtsboven de witte cirkel.

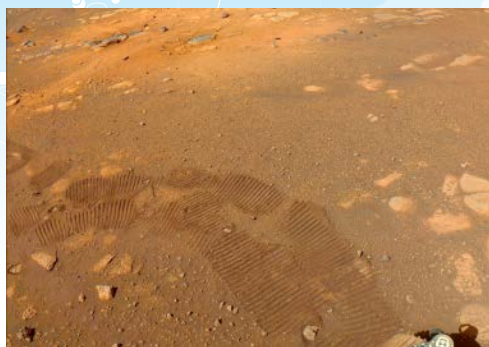
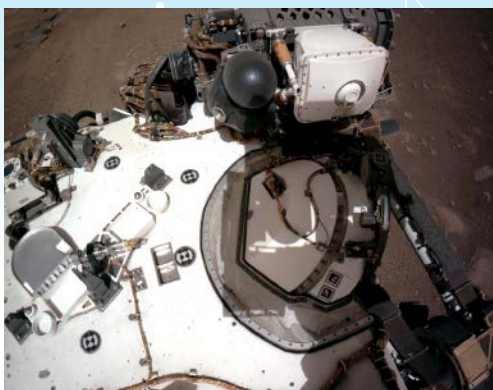
Rechtsboven: het begin van de ontplooiing van de robotarm: 'flexing its arm'. Deze arm bevat de instrumenten PIXL (dat witte kastje) en SHERLOC, die zo dicht bij de te onderzoeken monsters kunnen komen, en ook de boormachine om bodemonsters te nemen (dat grote grijze kastje met die uitsteeksels, naast PIXL). Foto van 3 maart.

Rechtsmidden: op 4 maart testte men de wielen, door ze wat te laten heen en weer wiebelen.

Rechtsonder: deze heuvel is een restant van de sedimenten die ooit de delta in Jezero 'bouwden'. De heuvel is aan de top ca. 125 m lang, of breed.

laten horen van een Mars-briesje én van een erg knarsend geluid: de metalen wielen die over de harde Marsbodem rollen. Ook andere mechanische geluiden zijn te horen, van de rover die bezig is (onder andere het geluid van de lasers die getest worden). De geluiden van de rijdende rover vind je op onze *Links*-pagina: www.walrecht.nl/nl/links.





Linksboven: de Navcams op de mast maakten deze opname van het dek van de rover op 20 februari. Je ziet de PIXL weer, daaronder zit het 'sample handling system', om de bodemonsters op te slaan.

Daaronder: op 4 maart maakte Percy zijn eerste ritje, 6,5 m lang. Foto van een Hazcam.

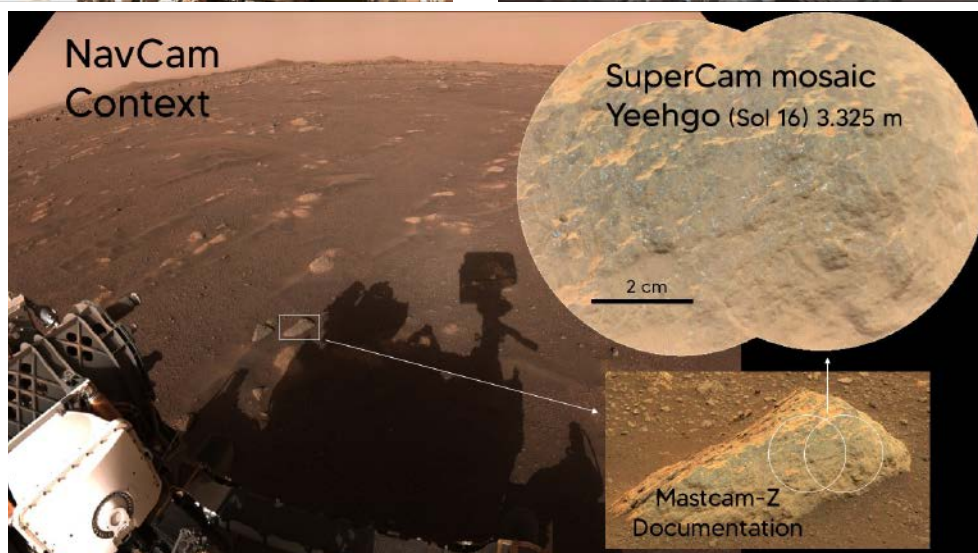
Linksonder: een andere foto na afloop van Percy's toertje.

Rechtsboven: de volgende dag maakte de rover deze foto van de wielsporen. De camera was inmiddels gekalibreerd.

Daaronder: met zijn linker Navcam (op de mast) nam Perseverance op 7 maart (Sol 16) deze opname tijdens een langere rit: 27,3 m. Het was tijdens deze rit dat geluidsoptnamen werden gemaakt (zie Links-pagina op onze site).

Rechtsboven: tussen 13 en 15 maart werd een serie foto's gemaakt van het openen en dichtn van de deurtjes op onderdelen van het Sample Caching System, om monsters in te bewaren en later op de bodem te deponeren. Op onze Links-pagina zijn hiervan 'bewegende beelden' te bekijken.

Onderaan: deze afbeelding laat goed zien wat het verschil is tussen beide camera-systemen op de mast. Je ziet twee opnamen over elkaar heen, van de steen 'Yeehgo' met de SuperCam (met een deel daarvan, de RMI: Remote Micro-Imager), gemaakt op 7 maart. Het doelwit is 3,33 m van de rover. Beide beelden tonen een beeldveld van ruim 6 cm. Navcam en Mastcam-Z maakten op hetzelfde moment ook opnamen van hetzelfde doel, en zo zie je dus het verschil tussen de instrumenten.



Hieronder: Het logo van Mars 2020, zoals het project heet. Het publiek kon de onderdelen ervan benoemen: Perseverance en Ingenuity.



OK Sample Return mission

Er moet nog wel wat gebeuren om de buisjes met bodemonsters van Percy op Aarde te krijgen, zodat men voor het eerst zuivere monsters van Mars kan onderzoeken met de beste apparatuur die we dan hebben. Percy kan het niet versturen, dat zou de rover nog ingewikkelder en zwaarder gemaakt hebben.

De Mars Sample Return multi-mission is nu ook door NASA goedgekeurd: een **Sample Retrieval Lander** (NASA), die in juli 2026 moet worden gelanceerd en bestaat uit de **Sample Fetch Rover** (de verzamelaar, die de monsters in een container stopt) en de **Mars Ascent Vehicle** (MAV, die de monsters per raket verstuurd naar een lage Marsbaan), en de **Earth Return Orbiter** (ESA, 26 oktober 2026). Die laatste heeft een ionenmotor, waarmee hij naar de baan kan zakken om de container op te pikken (juli 2028) en mee naar huis te nemen (2031). We moeten dus nog 10 jaar wachten...

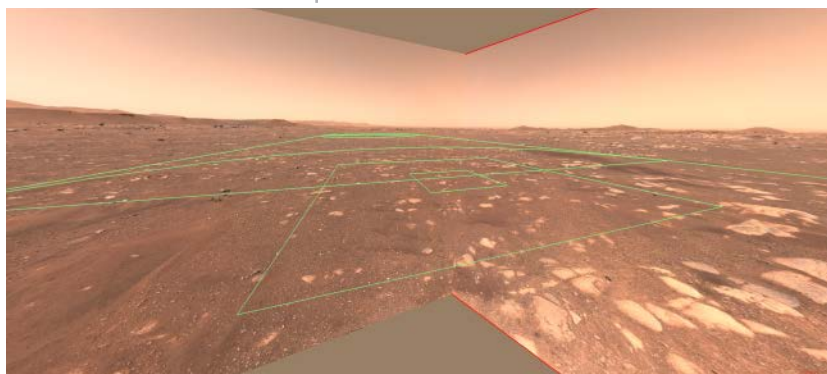
Ingenuity helikopter

Een geheel nieuwe ontwikkeling is de aanwezigheid van een kleine helikopter (een drone), de Ingenuity. Deze weegt 1,8 kg (zie ook nummer 71) en is een testtoestel. Het ding heeft alleen twee camera's, een 13-megapixel kleurencamera en een 0,5-megapixel zwartwit camera voor navigatie. Ingenuity heeft ook interne verwarming om door de koude Marsnachten te komen. Het enige doel is te zien of het vliegen lukt – en dat is erg lastig omdat dat helemaal autonoom moet gebeuren.

Ingenuity blijft 30 tot 60 dagen verbonden met de rover, ook om op te laden, want gezonde, opgeladen accu's is cruciaal voor het succes van de helikopter, voor de verwarming van de belangrijkste functies: het is -90°C op Mars! Als Ingenuity eenmaal gaat vliegen moeten de eigen zonnepanelen de accu's opladen maar nu gebruikt hij energie van de rover. De zes lithium-ion accu's zijn trouwens, net als veel van het ding, commercieel verkrijgbare spullen.

Als Ingenuity door de rover wordt neergezet, heeft men een venster van 31 dagen (30 Mars-dagen) om testvluchten te maken. Als de eer-

ste vlucht lukt is het project al voor 90% een succes. Men kan tot vier vluchten maken, allemaal vanaf een zeer vlak klein 'vliegveldje' van 10 x 10 m, dat inmiddels is geselecteerd. Op 21 maart liet Perseverance het schild los dat Ingenuity tijdens de vlucht beschermde. De rover is nu onderweg naar het 'vliegveldje' waar de chopper zal worden ontplooid en van waar het de testvlucht zal maken. De eerste vlucht zal niet vóór 8 april plaatsvinden.



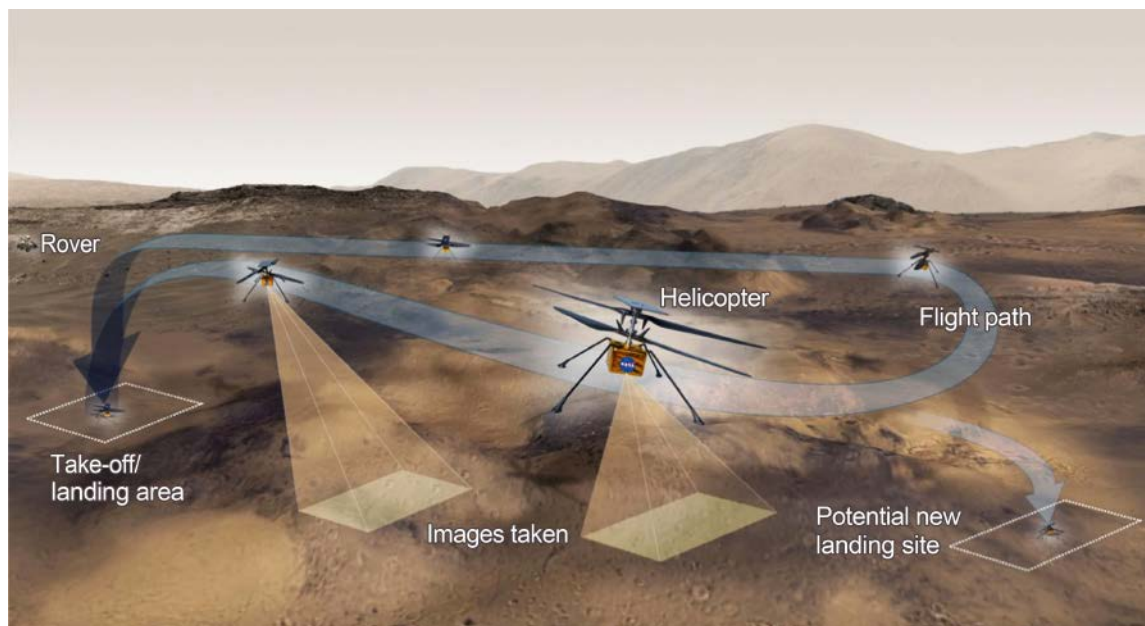
Hierboven: de selectie en in-deling van het vliegveldje van Ingenuity (linksboven).

Rechtsboven: Ingenuity als hij net is ontplooid.

Rechtsonder: de kap die de Ingenuity tijdens de reis moest beschermen is afgeworpen door Perseverance (21 maart).

Onderaan: het 'vliegplan' voor de eerste - autonome! - vlucht, en de doelen die men wil halen, zoals Percy blijft 100 m weg van de helikopter, die vertrouwt het niet zo.

Hieronder: de geplande MAV.



Waar bleef water Mars?

Nieuwe onderzoeken wijzen naar de grond

Er zijn twee onderzoeken gedaan om het mysterie van het verdwenen water op Mars te verklaren, een Amerikaans en een Russisch-Frans onderzoek. Miljarden jaren geleden kende Mars rivieren, meren en oceanen (zie ook pag. 2). Nu is Mars echter een dorre woestijnplaneet, met kleine hoeveelheden waterdamp in de atmosfeer. Waar bleef al het water? Lang dacht men dat de rode planeet het meeste van zijn water was verloren aan de ruimte, omdat hij te klein is om het vast te hebben kunnen houden. Wat overbleef vormde de poolkappen en er zit ook nog waterijs in de bodem. Die theorie staat nu onder druk.

Isotopen

Hoewel Mars ontegenzeggelijk water verloren heeft door verlies via de atmosfeer, heeft een Amerikaans team nu aangetoond dat 30 tot 99% van het Marswater opgesloten zit in mineralen in de korst! Het team kon bepalen hoeveel water Mars oorspronkelijk moet hebben gehad, en bestudeerde de hoeveelheden water die er in de loop van de miljarden jaren op de planeet waren, in al zijn vormen (vloeibaar, vast en als damp). Ook werd de huidige samenstelling van de Marsatmosfeer en -korst bekeken, en dan specifiek de verhouding tussen gewone waterstof (met 1 proton in de kern) en deuterium – zware waterstof (1 proton en 1 neutron). Dat zijn beide **isotopen** van waterstof. Slechts 0,02% van alle waterstof is deuterium.

De lichte isotopen kunnen gemakkelijker aan de planeet ontsnappen dan de zware. Dat betekent dat verlies via de bovenste atmosfeer van invloed is op de verhouding tussen beide isotopen: er zou veel meer deuterium dan die 0,02% aanwezig moeten zijn. De bepaalde isotopenverhouding verklaart niet geheel het waterverlies. Het team oppert daarom dat er een combinatie van factoren bij betrokken is: verlies via de atmosfeer en opsluiting in mine-

ralen in de korst. Op Aarde, met zijn platentektoniek, worden zulke gehydrateerde mineralen (dus het water) gerecycled, maar Mars kent geen actieve korst. Het water kan dus alleen in de korst zitten of in de ruimte verdwenen zijn.

Mars Express

De atmosferische druk op Mars is minder dan 1% van die van onze luchtdruk, zodat water zich daar alleen als ijs of gas kan manifesteren. Mars verloor veel water in het verleden en dat proces gaat nog steeds door.

Twee studies op basis van de Europese Mars Express orbiter, door teams geleid door een Russin en een Fransman, verklaren nu hoe het water door en uit de Marsatmosfeer beweegt. Daarbij spelen de enorme stofstormen én de kleine afstand tot de zon (ca. 228 miljoen km) een rol.

Het Russische team ontdekte in de acht Marsjaren (15 aardse jaren) aan atmosferische data over de planeet dat de hoogte tot waar waterdamp was gemeten varieerde van 60 km tijdens aphelium (grootste afstand tot de zon, op 249 miljoen km) tot 90 km tijdens perihelium (207 miljoen km).

Als Mars dichterbij de zon was vroeger er op een bepaalde hoogte minder waterdamp uit de dampkring, zodat de bovenste atmosfeer vochtiger, verzadigder was. Dat verklaart waarom water tijdens dit seizoen sneller de ruimte in verdwijnt. En in jaren met een wereldwijde stofstorm wordt de bovenste atmosfeer nog vochtiger, met grote hoeveelheden water op 80 km hoogte. Dat bevestigt dat stofstormen, waarvan al bekend was dat die de Marsatmosfeer opwarmen en verstoren, ook water naar grotere hoogten transporteren. Twee van die stofstormen, in 2007 en 2018, konden hiervoor gebruikt worden.

Het Russische onderzoek wordt gesteund door het Franse, dat gebruik maakte van modellen van de dichtheid van waterstofatomen in de hoge Marsatmosfeer, en onderzocht hoe dat verband hield met het waterverlies. Ook dat team kon aantonen dat het waterverlies tijdens stormen groter was dan normaal: het varieerde met een factor 100! Dat komt overeen met een verlies van een globale laag water van 2 m per 1 miljard jaar.

Mars verliest echter nog geen 4 miljard jaar water, dus het verklaart absoluut niet waar het Marswater is heengegaan. Op basis van alle door water gecreëerde structuren op Mars moet er ooit veel water zijn geweest en niet ál dat water is dus via de atmosfeer verloren gegaan, tenzij het verlies ooit veel sneller was. De enige plek waar het dan naartoe gegaan kan zijn is ondergronds.



Regulus

Een ster die in deze tijd hoog aan de hemel prijkt is Regulus, hoofdstar van de Leeuw, dat een echt lentesterrenbeeld is. De naam betekent 'koninkje'. Het is de 21e ster qua relatieve helderheid, de helderheid zoals wij die zien (de absolute helderheid is zoals je sterren ziet op een bepaalde, vaste afstand). De ster staat op 79 lichtjaar van ons verwijderd.

Hoewel we één ster zien is het eigenlijk een viervoudig stelsel. De belangrijkste ster, Regulus A, is een (blauw-witte) A-ster en een hoofdreeksster, wat betekent dat de ster net als de zon waterstoffusie heeft. De ster is viermaal zo zwaar (4 zonsmassa) en 4,35 maal zo groot (in diameter) als de zon. Hij heeft een begeleider (D), waarschijnlijk een witte dwerg (0,3 zonsmassa).

Op 5000 AE (0,08 lj, of 750 miljard km) van Regulus A is een paar sterren dat in 600 jaar om elkaar heen beweegt, Regulus BC. Regulus B is een oranje (K-) ster van 0,8 zonsmassa en 0,83 maal zo groot als de zon. Regulus C is een rode (M-) ster die nog lichter (0,3 zonsmassa) en kleiner is: 0,37 maal de diameter van de zon (ca. 500.000 km).

Behalve als hoofdstar van een van de mooiste sterrenbeelden is Regulus ook bijzonder omdat hij bijna exact op de ecliptica staat, de 'weg' die de zon in een jaar lijkt te volgen tegen de achtergrond van sterren. De zon komt dus regelmatig buurten bij het koninkje, ook al zien we dat dan natuurlijk niet.

Boven: Regulus lijkt hier een enkele ster, maar het is veel ingewikkelder. De foto is van Fred Espenak.

Linksonder: 3,5 miljard jaar geleden was Mars ook een waterplaneet.



Divers nieuws

Pasen!

Ik begrijp als heiden weinig van de Christelijke feestdagen, maar ik weet wel dat de datum van 1e Paasdag wordt berekend op basis van de sterrenhemel. Die dag valt namelijk op de eerste zondag na de eerste volle maan van de lente!

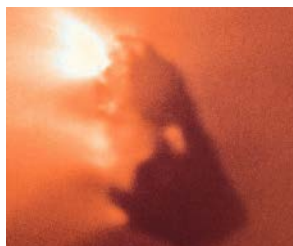
Op 28 maart, om 20:48 uur, was het exact volle maan, op 20 maart was de lente begonnen, dus Pasen is dan op 4 april!

Zomertijd!

De zomertijd is weer ingegaan, op de laatste zondag van maart. Misschien wel voor de laatste keer: de EU praat over de afschaffing ervan. Wie meer wil weten over dit onderwerp, zie dan onder Nieuws op onze website: 'Zomertijd of wintertijd?'.

35 jaar na Komeet van Halley

Op 14 maart 1986 scheerde de Europese ruimtesonde Giotto door de staart van de komeet van Halley, de beroemde komeet die elke 75-76 jaar terugkeert in de buurt van de zon. Mijn broer Aad en ik waren op een hapening voor onder andere de pers bij Estec in Noordwijk. Het was een enerverende avond en nacht, vooral omdat niemand daar echt begreep wat we op de foto's zagen (zie hieronder): de wetenschappers vierden het elders.



Midden onder: de gemoder-niseerde foto van de zonsverduistering van 29 mei 1919.

Rechtsboven: de getijdenstaarten van sterren van de open sterrenhoop Hyaden. De sterrenhoop zelf is in het midden (klein), de staarten lopen aan de hemel van ongeveer Sirius tot voorbij de Andromednevel!

Rechtsonder: een foto van zuidoost Australië (NS Wales) dat de problemen door de op-warming van het klimaat goed in beeld brengt: de overstromingen van maart 2021 zijn donkerblauw, stedelijke gebieden grijs en de enorme gebieden met 'bushes' die tijdens de wildfires van 2019 verloren gingen zijn lichtbruin.

Einsteins Eclips opgelapt

In 1915 publiceerde Einstein zijn Algemene Relativiteitstheorie. Daarin stelt hij dat zwaartekracht niet een werkelijke kracht is, maar een verstoring van de (vierdimensionale) ruimtetijd. Hoe meer zwaartekracht een object uitoefent, des te groter die verstoring. De verstoring verandert het traject van objecten die door de ruimte bewegen, en zelfs lichtstralen die een zwaar object passeren! Clusters van zware sterrenstelsels kunnen zo gebruikt worden als **zwaartekrachtlenzen**.

Zelfs bij de relatief kleine Zon zou dat het geval zijn en door te meten of de sterren die achter de zon staan op een foto verschoven zijn, kun je dat ook bewijzen. Alleen... je gaat niet naar de zon kijken met een telescoop. Het wachten was dus op een geschikte zonsverduistering, of eclips.

Door de oorlog waarschijnlijk was de eerste totale zonsverduistering waarmee men Einsteins Algemene Relativiteitstheorie kon testen die van 29 mei 1919, die in onder meer Zuid-Amerika zichtbaar was. Van Greenwich Observatory togen voor dat doel de astronomen Andrew Crommelin en Charles Rundle Davidson naar het Braziliaanse Sobral. Ze maakten foto's, nog op glasplaten: zwartwit en een beetje flets. Eén foto uit die serie is nu digitaal 'gemoder-niseerd' door twee Tsjechische astronomen, Petr Horálek (ESO) en Miloslav Druckmüller, tot een opname zoals we die nu zouden maken. Opvallend is de gigantische protuberans, een enorme wolk met koel plasma die via magnetische veldlijnen van (grote!) zonnevlek-kengroep naar zonnevlek-kengroep door de atmosfeer van de zon (de corona) beweegt. De astronomen in 1919 hebben dat ook zeker gezien. En de test bewees Einsteins theorie!

Wordt de cluster Hyaden vernield?

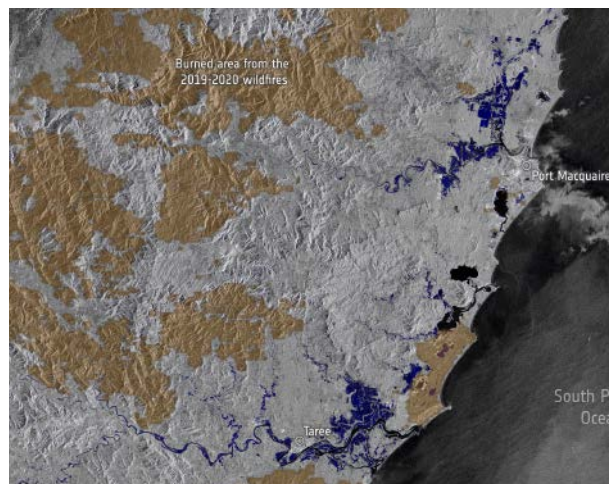
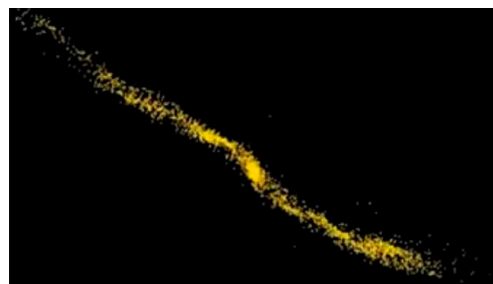
Data van de Gaia, die zeer nauwkeurig de sterrenhemel in kaart brengt, hebben iets spannends opgeleverd over de Hyaden. Dat is de dichtstbijzijnde (153 lj) open sterrenhoop, met het oog te zien als een V-vormige structuur van heldere sterren (een asterisme) bij Aldebaran in de Stier. Deze open sterrenhoop

(of open cluster) heeft een bolvorm van zo'n 60 lj diameter, bevat enkele honderden sterren en is 625 miljoen jaar oud. De meeste sterren ervan zijn redelijk lichtzwak.

Het nieuws: de sterrenhoop Hyaden blijkt veel groter te zijn en verscheurd te worden door krachtige invloed van de zwaartekracht van een zwaar maar onbekend object in ons Melkwegstelsel! Als dat waar is kan dat het bewijs zijn voor de vermoede 'subhalo's' van donkere materie, onzichtbare wolken deeltjes die zijn overgebleven na de vorming van ons sterrenstelsel en zich nu verspreid hebben over de Melkweg. Die wolken oefenen waarneembaar zwaartekracht uit op alles dat in de buurt komt. De hele cluster beweegt gezamenlijk door de ruimte, maar niet zoals je zou verwachten. Daardoor zochten eerder teams alleen naar sterren waarvan de beweging goed overeen kwam met die van de cluster. Maar sterren in open sterrenhopen beïnvloeden elkaar, door hun onderlinge zwaartekracht. Ze trekken aan elkaar, veranderen elkaars snelheden en een deel wordt weggeslingerd.

Als je alleen kijkt naar de beweging van de cluster vallen alle sterren af die in hun honderden miljoenen jarige bestaan al op pad waren gegaan.

Onderzoekers van ESA en ESO deden, met een computermodel op basis van de Gaia-data, de ontdekking dat er duizenden vroegere leden van de cluster waren, die nu tot duizenden lj weg liggen, in twee lange 'getijdenstaarten', een die vóór de sterrenhoop uit gaat en een die erachter aan gaat. Getijdenstaarten zien we ook bij botsende sterrenstelsels, maar dit is voor het eerst dat we ze bij een open sterrenhoop zien. We zouden ongeveer evenveel sterren





moeten zien in beide staarten, maar de leidende staart heeft er veel meer. De 'volgende' staart is dus sterren kwijtgeraakt, door iets dat een stuk heftiger is dan het gewoon 'oplossen' van de cluster doordat elke ster 'zijns weegs gaat'. De simulaties toonden aan dat een botsing met een 'klomp' (wolk) materie van 10 miljoen zonsmassa het verlies kan verklaren.

Wat kan dat zijn? We zien vooralsnog geen gaswolken of sterrenhopen in de buurt die zwaar genoeg zijn. Vandaar de radicale verklaring van de onderzoekers: een subhalo van natuurlijk voorkomende klompen donkere materie, waarvan vermoed wordt dat ze de vorming van het Melkwegstelsel bevorderden. Mogelijk blijkt bij toekomstig onderzoek dat er toch een andere 'zware' verklaring is.

New Horizons

Nog meer objecten worden onderzocht

New Horizons komt op 18 april op 50 AE van de zon. De ruimtesonde is nog helemaal 'gezonder' en blijft waardevolle informatie sturen over de Kuipergordel, en heeft ondertussen upgrades gekregen waardoor de ruimtesonde nieuwe wetenschappelijke mogelijkheden heeft. Zo kan *NH* veel fijnere structuren in de zonnewind 'zien', terwijl het toestel richting de heliopauze snelt: het buitenste deel van de invloedssfeer van de zon (de heliosfeer). De *NH* gaat ondertussen stug door andere KBO's (Kuiper Belt Objects) te bestuderen, en een nieuw 'flyby target' te vinden. De zoektocht naar Arrokoth duurde vier jaar, dus een volgend doel duurt ook wel even. Het is een 'naald en hooiberg' gevalletje, maar men heeft wel software ontwikkeld waardoor het zoeken nu honderd maal sneller is geworden, en een test ervan wees uit dat men daarmee tientallen meer KBO's vond in de zoekbeelden dan mensen hadden kunnen doen.

In mei gaat men drie KBO's bestuderen, zoals men al met dertig andere gedaan heeft, om vast te stellen wat hun oppervlaktekenmerken zijn, hun vorm en meer. De afstanden zijn

weliswaar enorm, maar natuurlijk minder groot dan als we ze vanaf Aarde bekijken. Sommige KBO's zijn dichtbij genoeg om satellieten (manen) te vinden, met resoluties waar zelfs de Hubble niet toe in staat is. Meer van dat soort onderzoeken zijn voor september en december gepland.

Heelal te licht!

New Horizons leverde echter ook informatie op dat voer is voor kosmologen! Het team liet de Long Range Reconnaissance Imager (LORRI) camera 195 opnamen maken, elk 30 sec belicht, van zeven gebiedjes boven (twee) en onder het vlak van de Melkweg. Het idee erachter was dat het, waar *NH* is, tien maal donkerder is dan in onze buurt. Hier zijn heel veel stofdeeltjes in de ruimte, die het zonlicht in alle richtingen verstrooien, zelfs terugwaarts. Wij zien dat stof als **zodiakaal licht**, het best te zien tijdens de avondschemering in de lente en de ochtendschemering in de herfst. Dan staat de ecliptica vrij steil op de horizon. Dit heeft eerdere pogingen om de kosmische optische achtergrondstraling (COB: Cosmic Optical Background) te meten verstoord.

New Horizons heeft daar weinig last van maar toch zijn er zat zichtbaar-lichtbronnen die men moet 'afrekken' van het licht dat de LORRI vastlegt. Het gaat om sterren en sterrenstelsels, ook die buiten beeld liggen maar de camera van opzij bereiken; en sterren en sterrenstelsels die te zwak zijn voor de gevoeligheid van de LORRI, maar gezamenlijk ook meedoen (denk aan de Melkweg: het vage licht van duizenden sterren die we niet afzonderlijk met het blote oog zien). Ook het licht van alle sterren in de Melkweg dat op interstellair stof weerkaatst (galactische cirrus) moet meegenomen worden in de berekening van wat we zouden moeten kunnen verwachten aan achtergrondlicht.

En als je dat allemaal doet hou je nog licht over dat niet kan worden verklaard! Enkele jaren geleden berekenden astronomen al dat er tien maal meer sterrenstelsels zijn dan men daarvoor dacht (men denkt nu: 2000 miljard). De ontdekking van *NH* zou dat bevestigen.

Maar de studie is zeker niet het definitieve oordeel. Bepaalde factoren, zoals de galactische cirrus, kunnen zijn onderschat. Of misschien zijn er veel meer verloren ('rogue') sterren dan we denken, sterren die tijdens botsingen van stelsels zijn weggeslingerd. Of misschien is er iets dat we nog helemaal niet kennen of verwachten! Toekomstige waarnemingen, liefst met een speciale ruimte-telescoop, moet ons verder helpen.

New Horizons

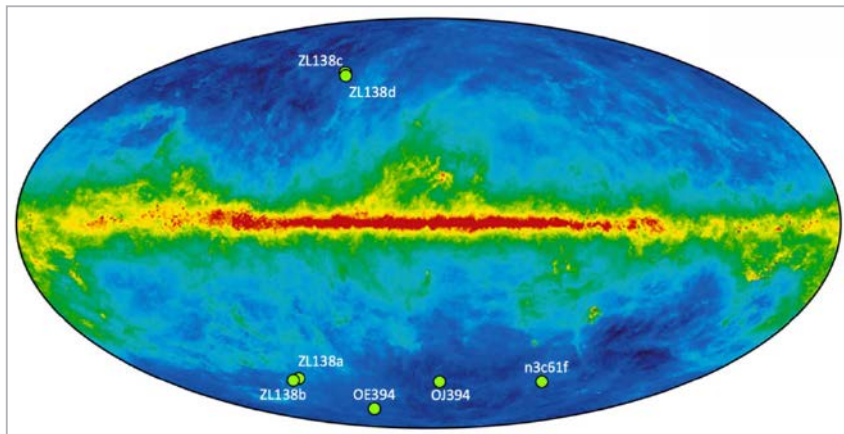
New Horizons moet objecten in de Kuipergordel bestuderen, de enorme 'donutvormige' wolk van kleine ijzige objecten van de baan vanaf Neptunus. In juli 2015 scheerde de sonde langs het belangrijkste doel, de dwergplaneet Pluto en zijn vijf manen en op 1 januari 2019 langs het veel kleinere object Arrokoth. Die laatste is een erg vreemd gevormd object, op 6,5 miljard km van de zon, die bestaat uit twee dikke schijven die 4,5 miljard geleden zachtjes botsten. Door de botsing smolt het ijs op de plaats waar ze elkaar raakten maar door de koude op die afstand (-230°C) bevroor dat weer, zodat het ijs de lijm is die de delen bij elkaar houdt. Je ziet die verbinding duidelijk op de foto hieronder. Die laag is de **missing link** als het gaat om het ontstaan van planeten, 4,5 miljard jaar geleden, door **accretie**. Door onderlinge wrijving werden minuscule stoffen elektrostatisch waardoor ze tot 1 cm grote 'kiezeltjes' samenklonterden. Later zorgde de zwaartekracht ervoor dat grote brokken planetesimalen en protoplaneten vormden. Tussen die fasen ontbrak iets en we weten nu wat dat is!



New Horizons bijna op 50 AE
NH komt op 18 april op 50 AE van de zon: op ca. 7,5 miljard km! Daarmee komt de sonde in het rijtje met de Pioneers 10 en 11, en de Voyagers 1 en 2. Op die afstand is de zon aan de hemel kleiner dan Jupiter gezien van de aarde! In het Zonnestelselmodel (schaal 1:100 miljard) is de afstand 75 m. De Voyagers zijn veel verder: Voyager 2 is nu op 18,9 miljard km (189 m in het schaalmodel), Voyager 1 op 22,8 miljard km (228 m).

Hierboven: op Arrokoth zien we goed de 'lijmlaag' die beide onderdelen bijeen houdt.

Linksonder: *New Horizons* fotografeerde zeven gebiedjes boven en onder het Galactisch vlak (het rode/gele 'lijn').



Aardscheerders

Er komen dagelijks planetoïden dicht bij de aarde, zogenaamde 'aardscheerders', meestal van enkele tot enkele tientallen meters diameter (we noemen een ruimtesteen van 1 m een **planetoïde**, daaronder is het een **meteoroïde**). Maar in maart kwamen er twee flinke langs. Op 6 maart passeerde de 370 m grote Apophis de aarde, op de comfortabele afstand van bijna 17 miljoen km (44 'lunar distances', of LD). Apophis is groot genoeg om bij een inslag Frankrijk van de kaart te vegen. Deze kei stalkt ons en komt elke 324 dagen 'buurten'. Toen die in 2004 werd ontdekt berekende men op basis van de informatie van toen dat hij op vrijdag 13 april 2029 de aarde zou kunnen raken! Later bleek dat dat niet zou gebeuren, maar dat er een botsingskans was in 2036... die na berekeningen ook van tafel kon. Met de waarnemingen van Apophis rond 6 maart weet men nu dat we ons de komende eeuw geen zorgen hoeven maken. Op 21 maart passeerde een ander rotsblok ons, met de code 2001 FO32, veilig op 5,25 LD (2 miljoen km). Dit ding heeft een omlooperperiode van 2,2 jaar en werd ontdekt in 2001. Het is met een grootte van tussen 440 en 680 m het grootste en een van de snelst bewegende planetoïden die binnen 10 LD komen. Pas over duizenden jaren kan hij gevaar voor de aarde opleveren.

Interstellair komeet 2I/Borisov
Nieuwe waarnemingen met de VLT van de 'rogue' komeet 2I/Borisov geven aan dat het om een van de meest 'maagdelijke' objecten gaat die men ooit onderzocht. Deze tweede interstellair komeet die is ontdekt (30 augustus 2019) kwam waarschijnlijk voor de allereerste keer bij een ster in de buurt, zodat hij praktisch onveranderd is sinds zijn vorming, miljarden jaren geleden. De komeet heeft een hyperbole baan waardoor hij het zonnestelsel weer uitvliegt, met 32 km/s – hij doet 9000 jaar over 1 lj!

Hemel van april 2021

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 april 2021

Laatste kwartier	4 apr, 12:03 u MEZT
Nieuwe maan	12 apr, 4:31 u MEZT
Eerste kwartier	20 apr, 8:59 u MEZT
Volle maan	27 apr, 3:32 u MEZT

Apogeum:	14 apr, 19:46 u MEZT, 406.119 km
Perigeum:	27 apr, 17:22 u MEZT, 357.378 km

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/Ram	1:20 u
Venus	Vissen/Ram	1:55 u
Mars	Stier/Tweelingen	5:37 u
Jupiter	Steenbok/Waterman	21:52 u
Saturnus	Steenbok	20:59 u
Uranus	Ram	2:29 u
Neptunus	Waterman	23:31 u
Pluto	Boogschutter	19:55 u
Vesta	Leeuw	10:51 u

De planeten

Mercurius weer aan het begin van de maand te zien, aan de westelijke avondhemel.

Venus blijft grotendeels in de avondschemering is nauwelijks te zien.

Mars is begin van de maand te zien in de Stier. Zijn beweging aan de hemel is nu heel goed te volgen, tegen de achtergrond van de hier drukke sterrenhemel: hij beweegt met grote stappen, van ongeveer een halve graad (de diameter van de maan!) naar het oosten. De achtergrondsterren kun je goed gebruiken ter referentie. Op de 17e staat Mars een halve graad ten noorden van de maan, maar dat is om 13 uur - dan is het midden op de dag... Bekijk dat daarom 's avonds, als de maan enkele graden naar het oosten is verschoven.

Jupiter en **Saturnus** zijn nu 's morgens in de schemering te zien, laag boven het ZO. Zorg dus dat je een goed zicht hebt op de horizon. Van 4 tot 7 april, als ze redelijk dicht bij elkaar staan in de ochtendschemering, in het ZO, komt de maan langs (rond Laatste Kwartier).

Uranus is begin van de maand nog even aan de avondhemel te zien, maar daarna is het voorlopig gebeurd met zijn zichtbaarheid: op de 30e is hij in **conjunctie** met de zon.

Neptunus is nu niet te zien (was 11 maart in conjunctie met de zon).

Vesta: deze op één na grootste planetoïde is nu van magnitude +6,7, nog steeds in de Leeuw. Met een verrekijker moet hij te vinden zijn. Zijn coördinaten zijn half april 10:51 u rechte klimming en +18,5° declinatie (zie ook onder mei voor de locatie).

Meteoren: van 21-23 april is het maximum van de Lyriden. Die lijken vanuit Lyra te komen, de Lier. De meeste (10/u) zie je in de nanacht, hoewel de maan (Eerste Kwartier) de eerste nachten stoort.

Hemel van mei 2021

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 mei 2021

Laatste kwartier	3 mei, 21:50 u MEZT
Nieuwe maan	11 mei, 21:00 u MEZT
Eerste kwartier	19 mei, 21:13 u MEZT
Volle maan	26 mei, 13:14 u MEZT

Apogeum:	11 mei, 23:53 u MEZT, 406.512 km
Perigeum:	26 mei, 3:50 u MEZT, 357.311 km

Planeten

Zie onder april, links.

Grijze nachten

Rond de kortste dag (20/21 juni) staat de zon niet alleen overdag hoog aan de hemel, 's nachts blijft hij zo dicht onder de **noordelijke** horizon dat het er blijft schemeren! Dat noemen we de grijze nachten. Ze zijn van grofweg 20 mei tot 20 juli en het is dan perfect te zien op de Waddeneilanden!

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Ram/Stier	4:59 u
Venus	Ram/Stier	4:22 u
Mars	Tweelingen	6:57 u
Jupiter	Waterman	22:09 u
Saturnus	Steenbok	21:03 u
Uranus	Ram	2:36 u
Neptunus	Waterman	23:34 u
Pluto	Boogschutter	19:55 u
Vesta	Leeuw	10:55 u

De planeten

Mercurius is deze maand 's avonds uitstekend te zien, de beste tijd van dit jaar. Hij gaat in de eerste helft van de maand pas in de **astronomische schemering** onder, als de zon al 12° onder de horizon staat. Kijk de dagen vóór zijn **grootste oostelijke elongatie**, op 17 mei, daarna wordt het minder.

Venus is ook in de avondschemering te zien, maar niet zo goed en dat blijft tot oktober het geval.

Mars wordt geleidelijk zwakker, naarmate de hoek met de zon (elongatie) kleiner wordt (op 8 oktober is hij in **conjunctie** met de zon).

Jupiter en **Saturnus** staan nu ongeveer 15° van elkaar verwijderd (1 uur RA, zie overzichten) en worden deze maand steeds beter zichtbaar, in de vroege ochtend. Eind van de maand komen ze rond middernacht op. Op 3 mei maken ze een driehoek met de maan (LK). Op de 31e komt de maan tot 5° ten zuiden van Saturnus.

Uranus is nu niet te zien (op 30 april in conjunctie met de zon).

Neptunus komt vanaf de tweede helft van de maand vóór het begin van de nautische schemering op, in het oosten dus.

Vesta: deze op één na grootste planetoïde is nu van magnitude +7 en daarmee nog steeds te zien met een verrekijker! Vesta beweegt door de schouder van de Leeuw, ongeveer onder de lijn Algieba-Zosma (de ster links van Algieba, op de lijn richting Denebola). In de planisfeer net boven de 'W' van 'LEEUV'. Maar met de coördinaten kan het ook: half mei staat hij op 10:55 u rechte klimming en +16,5° declinatie

