

Rob's Nieuwsbrief - 73

over sterrenkunde en het heelal

oktober 2020 -
januari 2021

Veel zonnestelsel-nieuws!

Bezigheden

Er is best weer veel gebeurd, voor mij en 'de zaak'. Zo is op 9 september mijn cursus weer van start gegaan, heb ik mijn brochure over de samenstand van Jupiter en Saturnus (op 21 december!) gelanceerd en zijn er de 'allerlei klusjes'. Zo wil ik mijn Planetenpad nog weer iets uitbreiden, wat de opstellingen ('paaltjes') betreft! En ik ga ook proberen lichtere opstellingen te maken, wat scheelt met sjouwwerk (binnen zullen ze niet snel omwaaien, ondanks het ventileren – een coronamaatregel). Ik had wat foutjes gemaakt in het commerciële Zonnestelselmodel (de sets kaartjes die wij uitgeven; zie verder), en daar een zeer elegante oplossing voor gevonden. Hoewel foutjes altijd geld kosten...

Verder probeer ik het sinds augustus rustig aan te doen, maar dat lukt niet zo. Enkele projecten staan nu wel 'on hold' (zoals het nieuwe boek). Ik ben nu eindelijk zover dat ik maar eens ga luisteren naar alle adviezen. Dat betekent ook dat de nieuwsbrief van oktober iets anders is geworden, en niet een oktober-november nummer, maar een oktober-januari nummer! Dan kan ik een beetje werken aan herstel.

Wel veel interessant nieuws, zoals over de nieuwe schatting van het aantal maantjes bij Jupiter, grote artikelen over de ontdekking van dat stofje fosfine in de atmosfeer van Venus en het nemen van bodemonsters op de planeet Benu, en meer.

600 Jupiter-manen erbij!

We moeten ze alleen nog vinden

Al lang is het een 'wedstrijdje' tussen de twee gasreuzen, wie de meeste manen heeft. Of beter 'maantjes' want het gaat om rotsblokken van enkele km groot. In 2016 was de stand 67 voor Jupiter en 62 voor Saturnus. Daarna werden er (door onder andere Scott Sheppard,

die al heel veel kleine objecten heeft ontdekt) twaalf nieuwe maantjes bij Jupiter ontdekt, waardoor het totaal zelfs op 79 kwam. Tien van die 'nieuwelingen' hebben trouwens **retrograde** banen: die bewegen in de 'verkeerde' richting om de gasreus, tegen de rotatierichting van de planeet in. In zo'n geval weet je zeker dat een maantje niet tegelijk met de planeet is ontstaan (wat sowieso niet het geval is voor dit soort grut).

Met nieuwe computertechnieken wist een team onderzoekers, ook weer met Scott Sheppard, in 2019 bij Saturnus maar liefst 20 nieuwe maantjes te vinden op foto's die zij in 2004-2007 hadden gemaakt. Stand: 82-79 voor Saturnus.

Maar nu gaat het echt los. Een team van astronomen van de University of British Columbia in Vancouver heeft tientallen kleine maantjes gevonden dankzij de verbeterde kwaliteit van grote digitale camera's. Zij bestudeerden zestig opnamen van 8 september 2010, met belichtingen van 140 seconden gemaakt met de 340 megapixel MegaPrime camera op de Canada-France-Hawaii Telescope op Mauna Kea.

Ze combineerden de beelden digitaal, op 126 verschillende manieren, een voor elke mogelijke combinatie van snelheid en richting waarmee een potentiële maan langs de hemel kon bewegen. Zo vond men 52 objecten van rond de 800 m diameter. Nét te groot voor in de tuin. Zeven daarvan waren al bekend en bewegen in de 'goede' richting, ofwel **prograde** (met de planeetrotatie mee), de andere hebben retrograde banen.

De opnamen waren allemaal van een klein stukje sterrenhemel, van een vierkante graad, rond Jupiter. Dat lijkt een groot stuk, maar de meeste van die kleine maantjes hebben gemiddelde afstanden tot de planeet tussen 20 tot 30 miljoen km. Door de 45 ontdekte maantjes in dat deel te extrapoleren naar de hele omgeving van de planeet kwam men op een schatting van 600 maantjes in dezelfde orde van grootte

als die zij ontdekte. Die 600 zijn echter geen bevestigde maantjes, het is een schatting, die keien zijn zelf nog niet waargenomen. Scott Sheppard is niet verrast, met dezelfde technieken hadden ze eerder die twaalf maantjes gevonden. Sommige waarnemingen konden zij toen niet bevestigen omdat men jaren nodig heeft om de banen betrouwbaar te bepalen.

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.

Aanbieding Astroset Jeugd

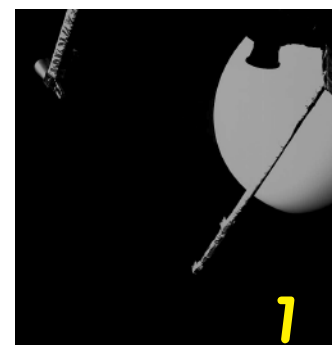
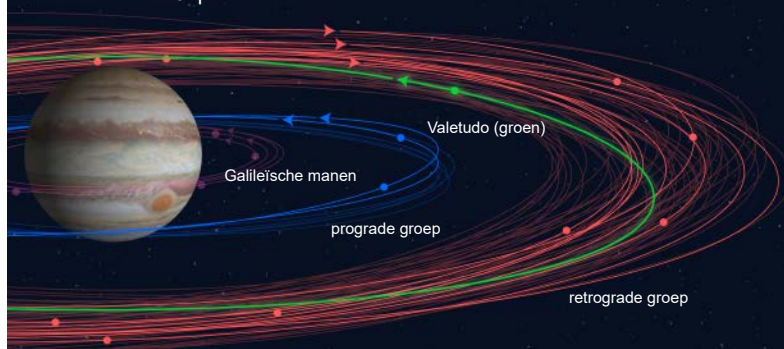
Dit is een eenvoudigere astroset, speciaal voor jongeren, met de drie bouwplaten, de basisset van het Zonnestelselmodel en het boek *Genieten van de sterrenhemel*. Nu voor € 39,95 (15% korting).

Ruimtesonde passeert Venus

De Europees-Japanse ruimtesonde BepiColombo is sinds de lancering op 20 oktober 2018 onderweg naar Mercurius. Om haar daar te krijgen wordt gebruik gemaakt van de zwaartekracht van de aarde (10 april 2020) en twee maal die van Venus. Op 15 oktober was de eerste Venus-flyby, op 10.720 km van het oppervlak van onze buur (die is zelf 12.100 km in diameter). Op 11 augustus volgt de tweede Venus-flyby, op 2 oktober gevolgd door de eerste van zes Mercurius flyby's. Op 5 december 2025 komt de sonde dan in een baan om de kleine planeet. Op de foto zie je Venus met op de voorgrond delen van BepiColombo (links de mast met de magnetometer).

Linksonder: een overzicht van de banen van de 79 bevestigde satellieten van Jupiter. De rode banen zijn van maantjes met een retrograde baan: die bewegen de verkeerde kant op! We vinden ze op grote afstand van de gasreus. Een bijzonder geval is Valetudo, die prograde beweegt maar wel ver van de planeet.

De manen van Jupiter





Hierboven: de nieuwe brochure. Deze kost € 4,95 en kan worden besteld via www.walrecht.nl.

Linksonder: deze spectaculaire opname van de Hubble Space Telescope toont twee interactieve sterrenstelsels, op ca. 76 miljoen lichtjaar afstand van de aarde. Het stelsel NGC 2799 (links) wordt kennelijk uit elkaar getrokken door zijn buur, NGC 2798. Interactieve sterrenstelsels worden zo genoemd omdat ze invloed op elkaar uitoefenen. Je ziet sterren uit NGC 2799 komen, als een fontein van waterdruppels die naar NGC 2798 lijken te vallen. Die onderlinge invloed kan uiteindelijk in de loop van honderden miljoenen tot miljarden jaren leiden tot het samsmelten van beide stelsels tot één groot sterrenstelsel. Je zou denken dat dat catastrofale gevolgen zou hebben voor de planetenstelsels erin, maar sterren staan zo ver uit elkaar dat botsingen tussen sterren onwaarschijnlijk zijn: ze bewegen gewoon door elkaar heen. **Rechtsonder:** hier zie je de aangepast opstelling, met 1,5 m tussen de cursisten. Behalve bij stellen natuurlijk (rechts).

Nieuwe brochure

Veel info over een bijzondere gebeurtenis!

De brochure *De samenstand van 2020, en de bewegingen van de planeten* is klaar, op 23 september werden ze afgeleverd. In de vorige nieuwsbrief schreef ik al dat ik het de hele zomer druk had, onder andere (en erg dringend) met nieuwe planisfeerontwerpen. Ik had al eerder ook een brochure over de samenstand gepland, maar moest hem natuurlijk nog wel even maken. En als ik hem op tijd af wilde hebben, moest ik snel aan de bak! Ik begon 3 augustus, en eind van die maand was hij klaar, ondanks wat ongeplande bijeffecten. Maar ik ben er blij mee! De brochure vertelt je vooral over de samenstand van Jupiter en Saturnus op 21 december 2020, als ze aan de hemel héél dicht bij elkaar staan, en wat je dan kunt verwachten. Verder gaat het over de bewegingen van de planeten, de geschiedenis van samenstanden en wat er zo leuk en bijzonder is aan samenstanden (of conjuncties) van planeten (of planeten en bijvoorbeeld de maan). En bedenk daarbij: de vorige keer dat ze aan de hemel zo dicht bij elkaar stonden was in 1623 en de eerstvolgende keer dat dat weer gebeurt is in 2080!

Zodra de gedrukte exemplaren binnen waren ben ik meteen begonnen met de promotie, met in elk geval als resultaat een leuke kolom van Piet Smolders in de Telegraaf van 6 oktober. Die is altijd erg positief over mijn werk. Verder leeft het onderwerp kennelijk nog niet genoeg, ik denk omdat de media er liever pas tegen 21 december aandacht aan willen besteden. Dat is wel gebruikelijk, maar in juist deze situatie niet zo handig: de omstandigheden zijn op 21 december niet ideaal, omdat beide planeten dan erg laag boven de horizon staan. En wat als het juist dan bewolkt is? Men moet juist niet wachten tot 21 december!

De verkoop valt dus erg tegen, maar mogelijk trekt dat in december aan. In elk geval kan de brochure nu dus ook worden besteld op onze website! Hij kost € 4,95. Zie de tekst links.

Cursus van start

26 cursisten ondanks en dankzij corona

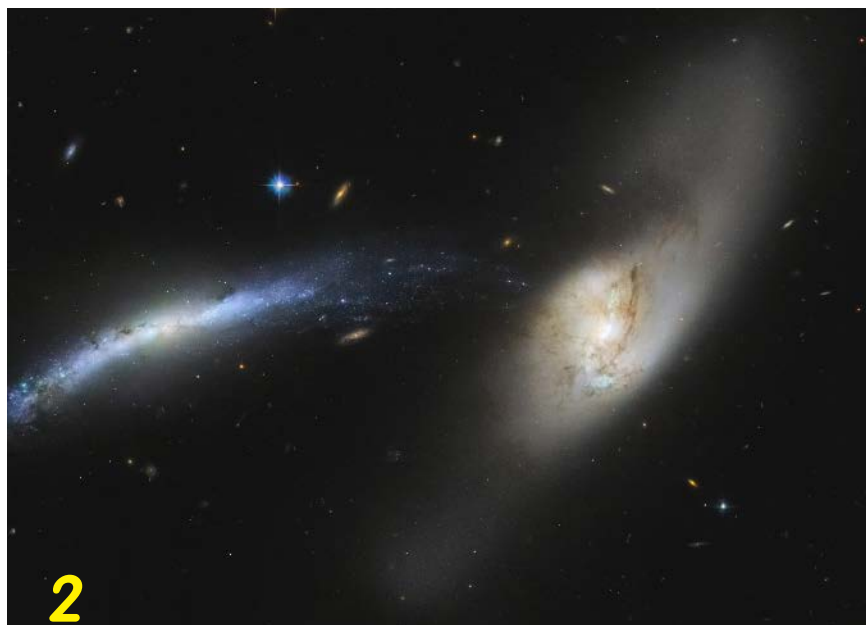
De vierde cursus 'Leer het heelal begrijpen' die ik in eigen beheer geef is op 9 september van start gegaan, met coronaregels én maar liefst 26 cursisten! Dat valt binnen de norm van 30 personen en ik hoop dat we dit kunnen volhouden. De situatie is nu natuurlijk precair en strengere maatregelen zijn niet uitgesloten. Overigens is de grote groep ook een gevolg van corona: veel mensen raakten enthousiast over de sterrenhemel door de prachtige, heldere avonden in het voorjaar (op zich het gevolg van minder vliegverkeer).

Hoe dan ook, ik heb wéér een erg leuke, gezellige en interactieve groep cursisten! Ik heb nu (als ik dit schrijf) tot en met de 7e (van mijn eigen tien lessen) afgerond. In december volgen de beide hoogleraren weer, corona volente. Eigenlijk is alles hetzelfde, dezelfde locatie, lessen en indeling van de lessen, hetzelfde cursuspakket, dezelfde ontspannen en gezellige sfeer... Alleen zitten we nu in een ander lokaal, het grootste van de school, en hebben we dus een coronaplan. De grootte van het lokaal was ook van belang in verband met de 1,5 m regel.

Lessen over het Zonnestelsel

Na de eerste vier lessen, die voornamelijk gaan over de **hemelmechanica** (de bewegingen aan de sterrenhemel) en zaken als tijd en getijden, zitten we inmiddels (begin november) in het deel van vier lessen, die voornamelijk gaan over het zonnestelsel.

Les 5 was vlak voor de herfstvakantie. Het is de inleidende les over het zonnestelsel waarin ik aan de gang ga met het Planetenpad. Dat is altijd leuk, voor de cursisten maar zeker ook voor mij. Het is altijd wel de zwaarste les, wat betreft de voorbereiding, het opstellen, in dit geval twee rondleidingen en het weer afbreken. Hoewel ik heel veel hulp kreeg van de cursisten lag ik pas om half een in bed. Maar dat heb ik er wel over! Ik krijg overigens steeds hulp



Zonnestelselmodel

van cursisten. Twee van hen, Rudolf en Afra, zijn er altijd eerder om de tafels op de juiste (1,5 m) afstanden te zetten, en gaan pas weg als de tafels weer op hun oorspronkelijke plek staan! Dat is heel prettig!

Les 6 geeft een beeld van de afzonderlijke leden van het zonnestelsel, maar les 7, de 'Les van Alles', wijkt hier af. Deze bestaat uit drie delen: materie, straling (vandaar 'van alles': materie en straling zijn alles dat we kennen!), wat belangrijk is voor de komende lessen, en daarna over hoe de energie uit de kern van de zon ons uiteindelijk bereikt als zichtbaar licht. Les 8 gaat dan over de vorming en de evolutie van het zonnestelsel.



Elk voordeel heb ze nadeel...

In de vorige nieuwsbrief schreef ik dat ik de nieuwe sets, een Extra aanvullende set (MDL-ZS3) en twee Engelse sets inmiddels in plastic hoesjes had gedaan en dat ze gereed waren voor de verkoop. Alleen... Bij het maken van de sets had ik enkele foutjes gemaakt, die de correctors niet konden zien. Een probleem van kopiëren en dan niet goed aanpassen...

De kaartjes van de komeet van Encke en de verre ijsdwerf 1995 TL8 (dat is zijn code, met daarin het jaar en ongeveer de datum van de ontdekking) hadden fouten die ik wel moest verbeteren. Datzelfde gold voor het kaartje van een ander zeer ver object in de Nederlandse set, 2013 FY27.

Ik besloot om nieuwe te drukken, die ik bij de sets voeg. Zonde natuurlijk, maar klanten hebben recht op een goed product. Er gaan echter vier kaartjes op een vel, en ik had vijf kaartjes met fouten. Het bood de kans om drie nieuwe Nederlandse kaartjes te ontwerpen (zie kader).

Wat moet je met een Planetenpad?

Het Zonnestelselmodel is een van mijn minst begrepen producten, al sinds de uitgave van de eerste versie, in 2003. Ik krijg er vaak vragen over. Dat vind ik niet zo vreemd, het vereist de aparte (mijn?) manier van denken.

Een schaalmodel bestaande uit 3D modelletjes, en geplaatst op de juiste afstanden, zoals de twee schaalmodellen die ik heb, is beter te begrijpen voor het publiek. Maar zulke modellen zijn bewerkelijk en kostbaar om te maken. Ik gebruik al sinds 1980 een 3D versie op schaal 1:100 miljard, bij gastlessen op scholen. Deze schaal is handig, de afstand tot Neptunus is daarin 45 m (je zou ook Pluto als buitenste object kunnen nemen, nu op ca. 51 m, gemiddeld op 59 m), en zo'n padlengte is nog wel ergens te vinden. Mijn grote Planetenpad is op schaal 1:10 miljard, en dan is de afstand tot Neptunus 450 meter!

Zo'n twintig jaar geleden ontstond spelden-derwijs het idee om op basis van die schaal kaartjes te maken, voor alle belangrijke leden van het zonnestelsel, met alle informatie erop. Leuk, maar wat kun je ermee?



Extra kaartjes MDL-ZS3

Zoals je hiernaast kunt lezen krijgen klanten die de 'extra aanvulset' van het Zonnestelselmodel bestellen drie extra kaartjes. Het zijn kaartjes voor de heliosfeer (de invloedssfeer van de zon), de 'twotino's' (een groep van ijsdwerfen die de buitengrens van de Kuiper-gordel afbakenen) en het nog verdere object Leleakuhonua (familie van Sedna). Die laatste heeft een baan in het schaalmodel tussen 97,5 en 3150 m (gemiddeld 1623 m)! Die komen gratis bij deze bijzondere set.

Ik heb trouwens al weer nieuwe ideeën voor kaartjes, zoals de planetoïde Bennu (zie verder).



Linksboven: tijdens de 'reis door het zonnestelsel', die altijd in les 5 wordt gemaakt. Hier het begin, met de zon (bij de gele deur), de aardachtige planeten en de Planetoïdengordel. Het paaltje dat het dichtst bij mij staat is voor Hermione, die zich aan de buitenkant bevindt; Vesta (zie verder in deze nieuwsbrief) is de derde - deze zit aan de binnenkant. Ceres (het middelste paaltje) zit vrijwel in het midden van de gordel. Dat is ook verreweg de grootste planetoïde.

Links, midden: de cursisten hielpen mee om de paaltjes te verzamelen in het lokaal, en gingen ook meteen aan de slag om ze te ontmantelen, zodat ik ze netjes kon opbergen. Hier zie je dat de 'koppen' (de delen met de kaartjes) op tafel liggen en de paaltjes gereed zijn om te demonteren: de witte pijpen moeten uit de rode voeten (assteunen).

Linksonder: in deze les zit ook het schaalmodel 'Kleine Werelden' waarin ik de aarde vergelijk met de andere aardachtige planeten (Venus is maar iets kleiner dan de aarde, dus die is hier niet bij) en wat kleinere hemellichamen. Met die globe kun je ook mooi allerlei kenmerken van de aarde inzichtelijk maken, zoals de dikte van de dampkring en de biosfeer, de korstdikte, hoogte van de hoogste berg, diepte van de diepste trog, en meer. Geweldig leuk om te zien en te doen!

Rechtsonder: het Planetenpad in actie.

Mantelpluimen

De kern van de aarde is erg heet, heter dan het oppervlak van de zon. Om de kern heen vinden we de mantel, een laag gesteente dat door de warmte zeer stropig is en zich over miljoenen jaren kan bewegen. De aardkorst is gebroken en de 'schotsen', de **tektonische platen**, drijven op de mantel. Warme bellen mantelmateriaal, verhit door de aardkern, stijgen nu en dan op (ook erg langzaam uiteraard) doordat ze warmer en daardoor minder dicht zijn dan het materiaal in de omgeving. Die bellen drukken tegen de onderkant van de aardkorst aan en duwen de platen zo uit elkaar. Daardoor gaan tektonische platen met elkaar botsen, onder elkaar schuiven of langs elkaar schuren. Zo ontstaat geologische activiteit, met aardbevingen, vulkanen, bergketens, troggen enz.

Onder kratons (zie 'De Siberische Trappen', pag. 5) hebben ze meer werk, maar als zo'n mantelpluim lang genoeg bezig is kan hij door de korst heen breken. Pangea, het laatste 'supercontinent', begon 200 miljoen jaar geleden uiteen te vallen in de huidige continenten, doordat de hitte uit de diepte onder die enorme landmassa geen andere kant op kon.

Op Venus kan zo iets 700 miljoen geleden hebben geleid tot het grotendeels vervangen van het gehele oppervlak. Dat zou ook verklaren waarom er geen kraters op Venus zijn die jonger zijn dan 700 miljoen jaar.

Meer hierover lees je in mijn boek **Genieten van het zonnestelsel**.

Linksboven: fosfine bestaat uit een fosforatoom (hier bruinig) met drie waterstof atomen: PH_3 .

Linksonder: een opname van Venus samengesteld uit beelden van de Japanse Venus-sonde Akatsuki (april 2019).

Rechtsonder: waarnemingen met de vroegere NASA ruimtemissies Magellan, Pioneer-Venus en de Russische Venera 13 en 14 landers toonden aan dat Venus nu een gortdroge is planeet is. Dit is een afbeelding samengesteld met radarbeelden van Magellan, die vanaf 1989 vijf jaar de gesluisde planeet op deze manier in kaart bracht.

Begrip van afstanden

Wat een Planetenpad of schaalmodel van het Zonnestelsel vooral laat zien zijn de relatieve afstanden tussen de zon, de planeten en de andere objecten. Ook de relatieve afmetingen (grootten) van de objecten zijn interessant, maar op deze schaal zijn ze behalve de zon, Jupiter en Saturnus allemaal erg klein. Dat is dan weer een nadeel van een schaal waarbij het Planetenpad goed te belopen is...

De afstanden komen op deze schaal perfect tot hun recht. Ik heb alleen zelf gemerkt dat het belangrijk is om de planeten extra duidelijk te maken, zodat je op afstand ook kunt zien waar de acht planeten staan. Ik gebruik daarvoor als markers gekleurde bolletjes, in een kleur die correspondeert met de kleur van de planeet (geel voor Jupiter, rood voor Mars enz.), die boven op mijn opstellingen (de palen met kaarthouders) staan. Mijn opstellingen zijn duur en bewerkelijk, maar zelf kun je met een eenvoudige opstelling ook de planeten benadrukken. Als je stokken met daarop geplakte knijpers gebruikt, zoals op de foto op de vorige pagina, kun je de acht planeten een andere kleur stok geven.

Deskundige worden

De volgende stap is natuurlijk om er iets van te leren. Als je het Planetenpad opzet voor kinderen of volwassenen wil je natuurlijk iets over al die objecten kunnen vertellen. Dat hoeft niet een heel ingewikkeld verhaal te zijn, als je van de belangrijkste hemellichamen in het kort iets vertelt, dan is iedereen al blij. En alle interessante informatie staat op de voor- en achterkant van de kaartjes. Als je dat allemaal goed gelezen hebt ben je meteen een deskundige!

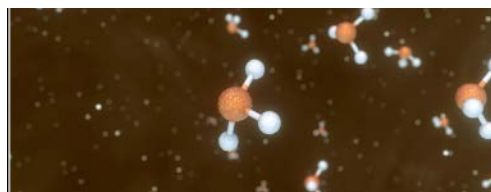
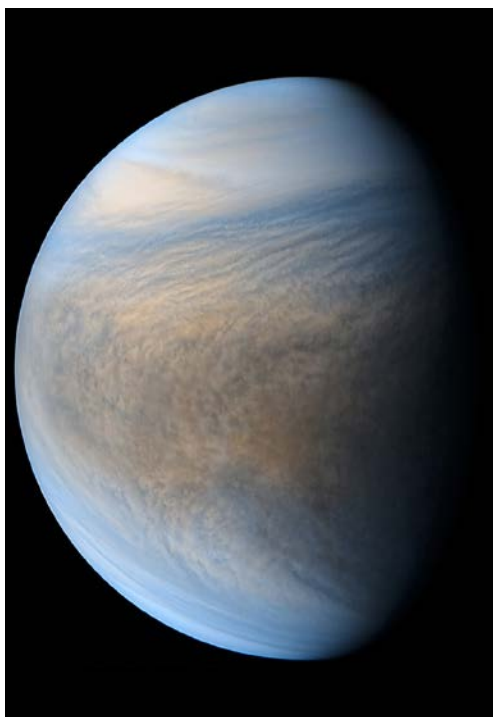
Venus

Leven op Venus?

Nou, de vraag zoals in het kopje gesteld kunnen we meteen met een dikke, vette 'NEE!' beantwoorden, want het is er een ware hel! In september werd echter bekend dat een internationaal team van astronomen op 40-60 km hoogte in de Venusatmosfeer een zeldzaam molecuul hebben ontdekt: **fosfine**. Het is een molecuul dat wordt geassocieerd met microscopisch leven en bestaat uit een fosforatoom met drie waterstof atomen: PH_3 .

Zoals gezegd zijn de omstandigheden op Venus hels: de temperatuur aan het oppervlak is ruim 460°C (lood, tin en zink zouden daar smelten!) en de druk is daar gelijk aan die op 900 meter onder water. Venus heeft de dichtste atmosfeer die we kennen, vijftig keer zo dicht als de aardse dampkring (1/15e van de dichtheid van water!). Die atmosfeer bestaat voor 3,5% uit stikstof en voor 96,5% uit kooldioxide. CO_2 is een broeikasgas: op Venus is het broeikaseffect uit de hand gelopen (vandaar die hoge oppervlaktetemperatuur), nadat het de eerste paar miljard jaar van haar bestaan waarschijnlijk vloeibaar water aan haar oppervlak had! Het oppervlak kennen we alleen door enkele ruimtesondes die het met radar in kaart brachten; radiogolven dringen wel door die dichte wolken heen. Op dat oppervlak is zeker geen leven.

Het gaat dan ook om de atmosfeer van onze buurplaneet, waar de temperatuur rond 30°C is, en waar je toch flink ver kunt zien. Toch ook geen ideale vakantiebestemming, het ononderbroken wolkendek bevat druppeltjes zwaveldioxide en (90%!) zwavelzuur. Dat maakt Venus gelig.



Ontdekking

Op Aarde wordt fosfine alleen industrieel gemaakt of gevormd door anaerobe microben, microben die geen zuurstof nodig hebben. De astronomen speculeerden al tientallen jaren over de mogelijkheid van primitieve levensvormen in de hoge wolken van Venus, die weliswaar ver weg zouden zijn van de extreme hitte en druk, maar de hoge zuurgraad tolereerden. Het vinden van fosfine kan wijzen op zulk buitenaards leven! De onderzoekers waren geschokt!

De leider van het team, Jane Greaves van Cardiff University in het VK, was de eerste die de signalen van fosfine opmerkte in waarnemingen van de James Clark Maxwell Telescope, een submillimeter-telescoop (in het infrarood) op de Mauna Kea sterrenwacht op Hawaï, die werd gebouwd en van 1987 tot 2015 gebruikt door het VK, Canada en Nederland, maar nu door een consortium van Oost-Aziatische instituten wordt gerund. Met de Atacama Large Millimeter Array (ALMA, ook submillimeter) in Chili werd de ontdekking bevestigd. Beide telescopen 'bekeken' Venus op een golflengte van 1 mm, veel langer dan wat ons oog kan zien (rond 500 nanometer: 0,0005 mm).

Fosfine is niet iets dat je zo ziet, waarnemingen zijn gebaseerd op de (in dit geval zeer zwakke) absorptie van de infraroodstraling van de warmere lager gelegen wolken: op een voor fosfine kenmerkende golflengte wordt de straling van die wolken wat gedimd.

Schaars

De schatting van de onderzoekers is dat de concentratie fosfinemoleculen erg klein is: 20 ppb (parts per billion, ofwel 20 op een miljard moleculen). Vervolgens gingen ze hun berekeningen na om te zien of deze hoeveelheden door natuurlijke niet-biologische processen op de planeet zouden kunnen zijn veroorzaakt. Dat kan door zonlicht zijn, mineralen die van

het oppervlak naar de bovenste wolkenlagen zijn opgewaaid, vulkanen of bliksem. Al die factoren zouden maar een tienduizendste van de waargenomen waarden kunnen verklaren. Op Aarde kunnen bacteriën fosfine gemakkelijk maken. Eventuele microben op Venus zullen dat dan net zo goed kunnen. Fosfine is al een manier die men toepast om leven op exoplaneten (biosignatures) te vinden.

De onderzoekers vinden de ontdekking van fosfine op Venus 'een onverwachte bonus. De ontdekking roept vele vragen op', aldus een van de leden van het team, Clara Sousa Silva. 'Op Aarde kunnen microben leven met een zuurgraad tot 5% - maar de wolken van Venus bestaan bijna geheel uit zuur'.

Ze geloven dat hun ontdekking erg belangrijk is omdat ze veel alternatieven om fosfine te maken konden afstropen, maar ze geven toe dat dat nog geen ontdekking van leven is! Om dat te doen is veel meer werk nodig, met theoretische studies, meer waarnemingen en zelfs ruimtesondes die monsters nemen van de Venuswolken. De kans het er toch een niet-biologische maar chemische oorsprong heeft is erg groot.

Daar staat tegenover dat de bevestiging, ooit, van leven in de atmosfeer van Venus een geweldige doorbraak zou zijn in de astrobiologie. Maar de conclusie nu is: we zien iets dat door leven kan zijn veroorzaakt, maar ook door iets anders. En nieuwe studies (oktober 2020) roepen twijfels op over de waarneming van fosfine zelf! Venus is dus vooralsnog mordsdood.

Venus ooit leefbaar?

Venus leek misschien veel op de aarde

Venus is nu een inferno, zoals je hierboven kunt lezen, maar dat was mogelijk ooit geheel anders. Computersimulaties tonen aan dat de planeet de eerste 2-3 miljard jaar waarschijnlijk een tweeling van de aarde was, tot er 700 miljoen jaar geleden iets gebeurde waardoor Venus in de helse wereld van nu veranderde. De planeet die het dichtst bij de aarde komt was tot eind jaren '70 een mysterie. Wij kunnen

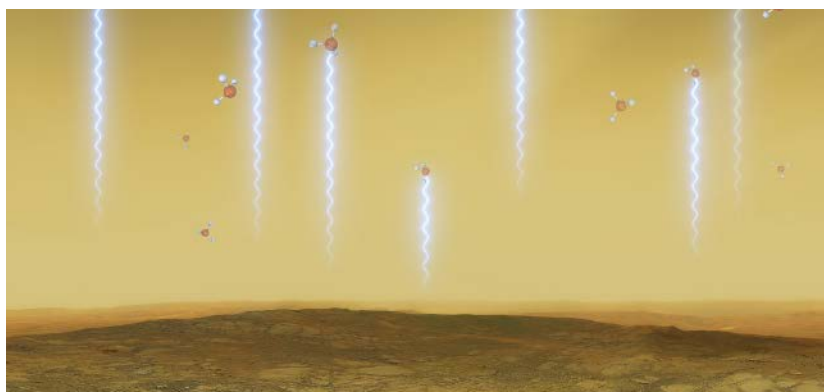
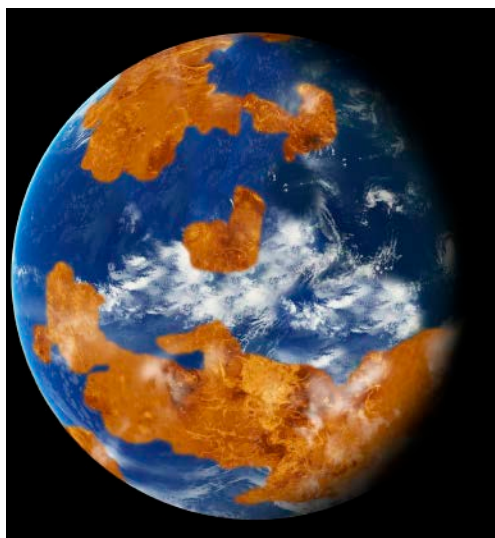
De Siberische Trappen

Ongeveer 500 miljoen jaar geleden stroomden gigantische hoeveelheden basaltische lava (naar schatting 1 tot 4 miljoen km³) over een oppervlak van 7 miljoen km²: een gebied van enige duizenden km in diameter. Waarschijnlijk niet toevallig was dit ook een periode van grote uitsterving, de **Perm-Trias-massa-extinctie**. Men denkt dat we de oorzaak moeten zoeken in een **mantelpluim** (zie 'Mantelpluimen', pag. 4), die door een heel oud stuk van de aardkorst brak.

De oudste, dikste en meest stabiele delen van de aardkorst noemen we **kratons**, en het vroegere continent Siberia bestond 2,5 tot 4 miljard geleden al. Dat noemen we nu de **Siberische kraton**. Een mantelpluim kan die kraton gedurende lange tijd aan de onderkant hebben aangetast, uitgedund, waarna het magma door de aardkorst kon barsten. De lava was vrij dun en stroomde ver door, zodat de afzettingen geïsoleerd werden, als de treden van een trap. Daarom noemen we dit de **Siberische Trappen**.

Linksonder: al vier jaar terug meldde NASA dat waarnemingen zoals met Magellan erop lijken te wijzen dat Venus ooit oceanen had zoals de aarde. In dat geval zou de planeet toen leefbaar zijn geweest! Hier heeft men op een kaart op basis van Magellan-data oceanen en zeeën ingevuld waar geen 'continenten' zijn, de grote bergmassieven van Venus. Foto NASA.

Hieronder: het oppervlak van Venus en haar atmosfeer, met fosfine moleculen die op 55-80 km hoogte met de wolken mee zweven, gedreven door de winden.



Surveyor

Op 20 september 1966 werd de maanlander Surveyor 2 gelanceerd, maar na twee dagen verloor men het contact. Een dag later sloeg het ding te pletter bij de krater Copernicus. De 3 bij 12,7 m grote Centaur, de bovenste rakettrap die de lander in zijn juiste baan moest brengen, had goed gewerkt maar raakte zoek. Tot NASA in augustus meldde dat een object in een baan om de zon vlak langs de aarde zou vliegen. Dat was in 2002 al eens gebeurd met een trap van de Saturn V raket van Apollo 12. De raket, nu met de planetodecode 2020 SO, is nu door de aarde ingevangen! Hij blijft enkele maanden een 'satelliet' van de aarde alvorens weer in de ruimte te ontsnappen, naar een baan om de zon.



Hierboven: een testmodel van de Surveyor 2.

Linksonder: iemand maakte deze kaart van Venus als waterwereld, gebaseerd op de hoogten op Venus en met een aangenomen diepte van de oceanen. Ik heb de namen van enkele belangrijke kenmerken erbij gezet. **Terra** zijn een soort continenten, de drie grootste landmassa's. **Regio's** zijn kleinere landmassa's, hooglanden. **Montes** zijn bergen, maar in het geval van Venus altijd (dode?) vulkanen. **Rechtsonder:** Maat Mons is 8 km hoog en 395 km in diameter.

niet door de dikke, dichte atmosfeer zien. Met radar kun je echter wel het oppervlak van Venus zien en Pioneer Venus kwam in 1978 in een baan rond Venus. De sonde vond aanwijzingen dat er ooit ondiepe zeeën waren – en misschien wel leven!

Om dat beter te begrijpen startte men veel later vijf computersimulaties, elk met een ander 'zeeniveau'. Bij alle scenario's vond men dat de planeet in staat was geweest om een paar miljard jaar een gematigde temperatuur te houden. Drie scenario's werden berekend op basis van de huidige topografie van Venus (dus de bergen, bergketens en dalen): met een oceaan van 300 m diep, een van 3 m diep en een met vocht gebonden in de bodem. Ze corrigeerden hun model voor de veranderingen van de atmosferische condities doordat de zon in de loop der tijd heter werd. In al die scenario's bleef de gemiddelde temperatuur tussen 20° en 50°C. Venus krijgt nu tweemaal zoveel straling van de zon als de aarde, maar de modellen toonden aan dat het zelfs daarbij nog koel genoeg zou zijn voor vloeibaar water. Wat zorgde ervoor dat alles zo anders werd?

Een nieuw jasje...

Men kwam met een hypothese. Venus stond 4,4 miljard jaar geleden, samen met de andere planeten. Venus koelde snel af (de zon was toen 30% koeler dan nu) en kreeg een atmosfeer die werd gedomineerd door koolstofdioxide (CO₂). Als de planeet de route van de aarde ongeveer volgde, zal veel van de CO₂ zijn geabsorbeerd door silicaten (gesteenten) en zo, in de loop van drie miljard jaar, opgesloten zijn geraakt in het oppervlak. Ruwweg 715 miljoen jaar geleden zal de Venusiaanse atmosfeer vergelijkbaar zijn geweest met de aardse dampkring, met voornamelijk stikstof en kleine hoeveelheden CO₂ en methaan.

Daarna moeten er echter enorme hoeveelheden CO₂ zijn vrijgekomen, wat het broeikas effect helemaal uit de hand liet lopen.

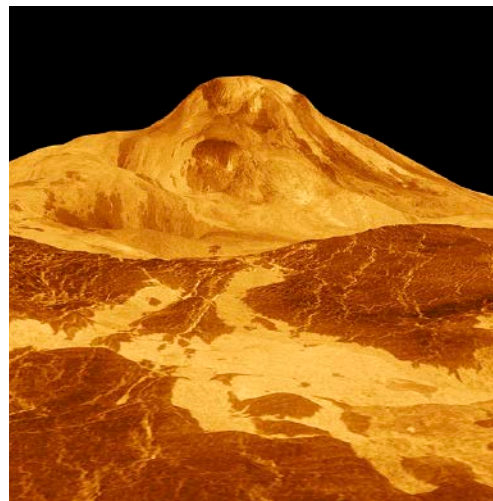
De onderzoekers denken aan een grote vulkanische gebeurtenis, waarbij gas vrijkwam uit enorme ondergrondse magma reservoirs, gas dat echter niet opnieuw werd geabsorbeerd. Men weet dat het oppervlak hooguit 700 miljoen jaar oud is, doordat er geen kraters zijn van vóór die tijd. Dat wijst op mantelpluimen (zie kader), bellen zeer heet materiaal die het oppervlak aantasten en afbraken.

Iets dergelijks heeft de aarde ook gekend, bijvoorbeeld zo'n 500 miljoen jaar geleden, toen er ca. 2 miljoen jaar lang vulkaanuitbarstingen waren in wat nu Siberië is, en de Siberische Trappen ontstonden. Maar Venus heeft dat mogelijk gehad op een cataclysmische, planeet-omvattende schaal.

Was Venus ooit leefbaar?

Of onze buurplaneet ooit echt leefbaar was is nog de vraag. Men moet dan eerst beter weten hoe snel Venus afkoelde na haar vorming. Het kan zijn dat die afkoeling nooit voldoende was voor vloeibaar water. Men weet ook niet of het herscheppen van het oppervlak één megacataclysm was of het gevolg was van een reeks van kleinere geologische activiteiten over een periode van miljarden jaren.

Als Venus miljarden jaren leefbaar was, zou dat betekenen dat exoplaneten in de zogenaamde 'Venus-zone' (op ruwweg de afstand van Venus tot de zon) ook leven zouden kunnen herbergen. Daarvoor moeten we echter de planeet nog beter bestuderen en dus meer missies naar Venus sturen. Daarvoor zijn meer redenen te bedenken. Een studie van vorig jaar laat zien dat donkere vlekken in de Venus-atmosfeer, die periodiek verschijnen en weer verdwijnen, geassocieerd zijn met veranderingen in de helderheids- en energieniveaus van de planeet. De beroemde astronoom Carl Sagan en anderen kwamen vroeger al met de hypothese dat die ongebruikelijke cyclische verkleuringen met microscopisch leven in de wolken te maken hadden.



Planetoïde Bennu

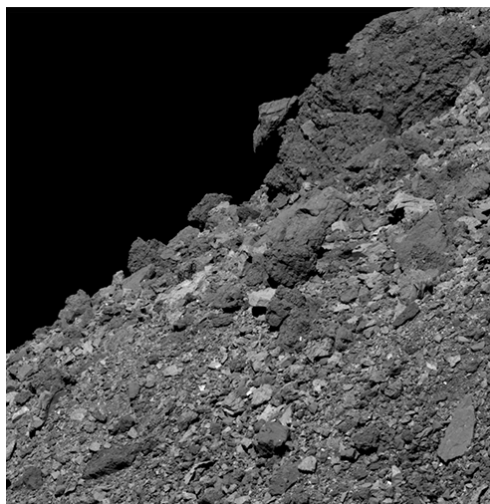
Bennu kreeg bezoek

Een groot rotsblok was opeens in het nieuws. De planetoïde, die sinds 2012 de officiële naam **101955 Bennu** heeft, is nog geen 500 m groot, maar werd het doel van een speciale ruimtemissie, OSIRIS-REx, die bodemmonsters moest nemen van deze ruimteberg. En dat is gelukt! Bennu, in 1999 ontdekt door de LINEAR survey (zie kader), is een NEA, een planetoïde die té dicht bij de aarde zou kunnen komen: er is een kans van 1:2700 dat het ding tussen 2175 en 2199 met de aarde botst. Zijn naam werd bedacht door een student (zie kader).

Bennu fysiek

Het object heeft een vreemde, diamantachtige vorm, als een speelgoedtol (zie de foto). Zijn rotatie-as is bijna 180° geheld ten opzichte van zijn baan om de zon, zodat hij feitelijk de verkeerde kant op roteert (retrograde). De snelle rotatie (4,3 u) en de lage zwaartekracht heeft ervoor gezorgd dat losse, fijne korrels bodemmateriaal, of **regoliet**, zich hebben opgehoopt tot een soort heuvelrug langs de equator van Bennu. Overigens gaat Bennu steeds sneller roteren, zijn rotatieperiode neemt af met 1 seconde per eeuw.

Bennu begon zijn bestaan vermoedelijk in het binnenste deel van de Planetoïdengordel als fragment van een groter object, met een diameter van 100 km. Men kan berekenen hoe het object in de buurt van de aarde kon komen. Het is een koolstofhoudende planetoïde (zie kader op pag. 8). Hij is erg donker en heeft een **albedo** van slechts 0,046 (zie kader 'Albedo'). De gemiddelde dichtheid van Bennu is 1,19: iets dichter dan water! Men denkt daarom dat het een berg van los samengeklonterd puin is, van materiaal dat uit waterhoudende mineralen bestaat. Die losse structuur kan leiden tot breuken die onder andere kunnen ontstaan door het wisselend opwarmen door de zon en weer afkoelen tijdens de rotatie ('thermal fracturing') en inslagen van kleine meteoroiden. In januari 2019 nam de OSIRIS-REx al waar dat het oppervlak erg actief is en stukjes steen (gemiddeld 7 mm groot) de ruimte in slingert; zie de foto. De verspreiding van de deeltjes komt overeen met wat men verwacht bij thermal fracturing of inslagen. De meeste daarvan vallen overigens weer terug naar de planetoïde, onder de invloed van zijn zwakke zwaartekracht. Sterker: door die deeltjes te volgen krijgt men een goed beeld van zijn zwaartekracht-



LINEAR

LINEAR staat voor **Lincoln Near-Earth Asteroid Research**, een survey speciaal bedoeld om Near Earth Asteroids (NEA's) te vinden. Dat zijn planetoïden die in de buurt van de aardbaan komen, en dus potentieel gevaarlijk zijn voor ons. Ze behoren met Near Earth Comets (NEC's) tot de NEO's, Near Earth Objects, waarvan er zo'n 20.000 zijn (ruim 100 NEC's). Men denkt nu dat er 8452 bekende NEA's zijn van minstens 140 m en ruim 900 van een km of groter. Veruit de grootste is 1036 Ganymed, met 38 km.

Naam Bennu

In 2012 was er een actie onder ruim 8000 studenten uit tientallen landen om een naam te bedenken voor het object 1999 RQ36. Michael Puzio kwam met de naam van de Egyptische mythologische vogel Bennu omdat hij de ruimtesonde, met uitgevouwen TAGSAM arm, veel vond lijken op afbeeldingen van deze godheid. Alle features op Bennu (bijna alleen rotsblokken...) zijn ook genoemd naar vogels of vogelachtige mythologische wezens (zeg maar 'rare vogels').

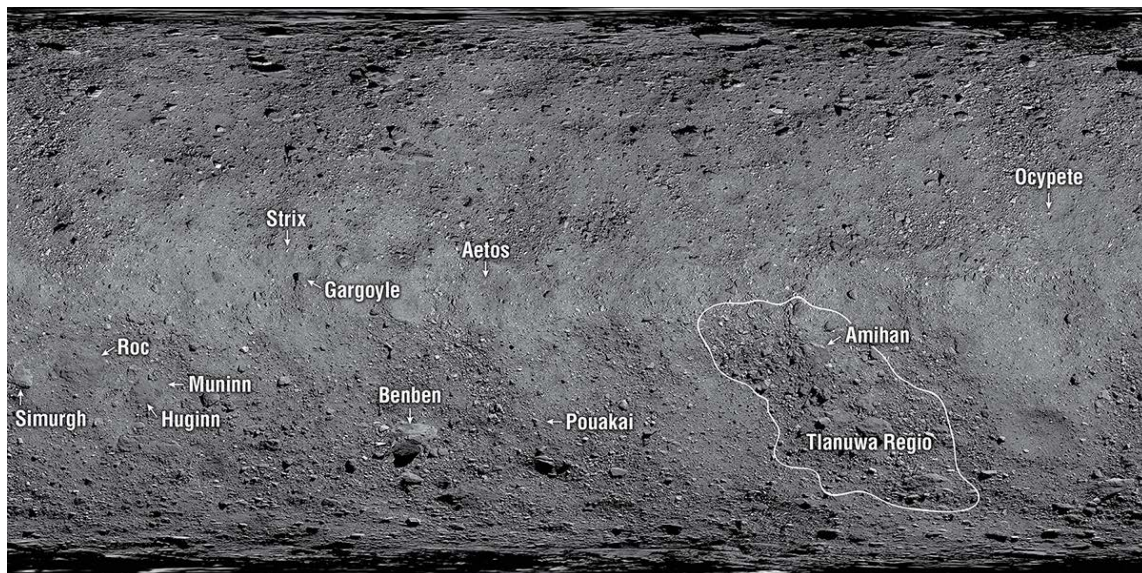
Albedo

Het lichtweerskaatsend vermogen van een object noemen we de albedo. Zo heeft de aarde een albedo van 0,367, wat wil zeggen dat onze planeet 36,7% van het zonlicht weerkaatst. Meer dan 100% - of 1,0 - is uiteraard onmogelijk.

Linksboven: een foto van Bennu, door OSIRIS-REx gemaakt op 18 juni 2019. De afstand tussen de sonde en de planetoïde was toen 600 m.

Rechtsboven: Bennu's met puin bezaaide oppervlak, op 11 april 2019 gefotografeerd door de OSIRIS-REx, van 4,5 km afstand, boven het zuidelijke halfrond en kijkend naar het noorden en westen. Je ziet een stuk van ruim 64 m breed. Het grote rotsblok in de rechter bovenhoek is 15,4 m hoog.

Onder: inmiddels heeft men de 'features' op Bennu benoemt, zoals men ook bij grotere objecten doet. Alleen zijn hier geen bergen, kraters, vulkanen of troggen benoemd, maar voorname-lijk rotsblokken! Alles in verhouding natuurlijk. In de planetaire geologie gebruikt men het woord **saxum** (mv. saxa) voor een rotsblok of grote kei.



Typen planetoïden

Planetoïden worden ingedeeld naar hun samenstelling, of beter gezegd naar hun spectra (wat iets zegt over de samenstelling van het oppervlak). Benu is een koolstofhoudende (C-type) planetoïde, met 75% het meest voorkomende type. Je hebt ook silicaatrijke planetoïden (17%) en een X-klasse (8%) die vooral bestaat uit de M-klasse, die rijk zijn aan ijzer en nikkel.

Linksboven: van de vier kandidaat landingsplaatsen werd 'Nightingale' gekozen. Hier een foto van het gebiedje, met rechts 'Mount Doom', een 10 m hoog, scherp rotsblok. Let ook op de witte stenen in de 20 m grote krater: die zijn van de planetoïde Vesta afkomstig! Dat biedt nieuwe, andere informatie over het zonnestelsel!

Linksonder: op 6 januari 2019 maakte OSIRIS-REx deze opname, waarop te zien is dat de planetoïde steentjes en kleinere deeltjes uitstoot (van gemiddeld 7 mm groot).

Rechtsonder: detailopnamen van de 'witte' (in elk geval erg heldere) stenen op het oppervlak van Benu waarvan men aanneemt dat die afkomstig zijn van Vesta.

veld, beter dan men met de OSIRIS-REx kon doen. Voor de ruimtesonde zijn ze trouwens erg link.

Inmiddels begrijpt men Benu beter: het is een 'actieve planetoïde', met de samenstelling (gesteenten, stof en wat ijs) en de baan (binnen die van Jupiter) van een planetoïde, maar ook met een aantal kenmerken van kometen, zoals een coma's, staarten en andere bewijzen van massaverlies. De coma van Benu heeft een straal van 4750 km, maar die enorme 'bel' bevat nauwelijks materiaal.

Doel van de ruimtemissie

Het doel van de OSIRIS-REx-missie was om minstens 60 g bodemonsters te nemen en dat mee te nemen naar de aarde voor gedetailleerd onderzoek. In 2021 keert de sonde weer terug naar de aarde, waar het in 2023 de lading aflevert.

Zo wil men meer leren over de vorming en de evolutie van het zonnestelsel, de eerste fasen van planeetvorming en de bron van organische verbindingen (koolstofverbindingen) die leidden tot het ontstaan van leven op Aarde.

Radarbeelden die in 2015 vanaf de aarde waren genomen lieten zien dat het oppervlak erg glad is, met één prominent rotsblok van 10 tot 20 m grootte. OSIRIS-REx arriveerde in december 2018 bij de planetoïde, na een reis van twee jaar en drie maanden, en in juni 2019 naderde de verkenners hem tot op 600 m. Foto's lieten zien dat het oppervlak verre van glad is, met meer dan 200 rotsblokken van minstens 10 m grootte. De grootste is 58 m. De rotsen hebben 3 tot 15 cm brede en tot ruim een meter lange 'aders' van carbonaten. Men vermoedt dat die zijn ontstaan zijn door 'kanaaltjes' van heet water tijdens het ontstaan van de planetoïde, zo'n 4,5 miljard jaar geleden (men denkt dat Benu tijdens de eerste tien miljoen jaar van de vorming van het Zonnestelsel is ontstaan).

De 'Landing'

Op 20 oktober voerde de sonde met succes de manoeuvre uit om kort contact te maken met de planetoïde, om een bodemonster te nemen. Op dat moment was de afstand tot de aarde 321 miljoen km. In 2019 had men vier veelbelovende locaties gekozen om monsters te nemen, allemaal genoemd naar vogels, en in december van dat jaar was 'Nightingale' daarvan geselecteerd, omdat dat een plek is met niet te veel puin, in een 20 m grote krater nabij de noordpool. Dat laatste betekent dat de temperatuur daar lager is en het materiaal beter bewaard is gebleven. Verder ziet de krater er relatief jong uit, zodat het blootliggende regoliet vers is.

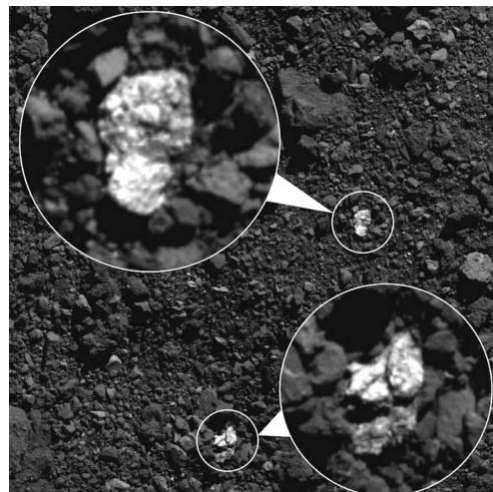
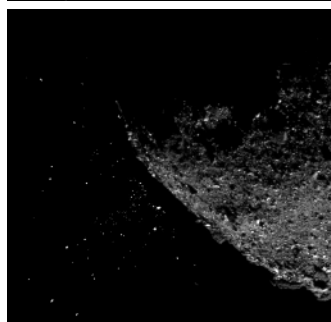
Elektromagnetische straling (licht, maar ook radiogolven) doet er 18 minuten over om die afstand te overbruggen. Dat is veel te lang voor

een delicate landing en verzameloperatie, dus de gehele reeks handelingen was geprogrammeerd: de TAG (Touch-And-Go) manoeuvre. Op het juiste moment ging de sonde automatisch de commando's opvolgen.

Om 18:50 u onze tijd vuurde OSIRIS-REx de thrusters af om uit de Benu-baan te komen en langzaam naar het oppervlak af te dalen, een reis van 800 meter. Ook werd de 3,35 m lange 'monstering' arm ontplooid, de TAG Sample Acquisition Mechanism (TAGSAM). Na vier uur was de sonde op 125 m 'hoogte' en vuurde het nogmaals de thrusters ('Checkpoint' burn), nu om precies op koers te komen voor 'Nightingale'. Tien minuten later werden de thrusters weer gebruikt (de 'Matchpoint' burn), om de sonde af te remmen. In elf minuten dreef de OSIRIS-Rex naar het oppervlak, langs een scherp, 10 m hoog rotsblok, 'Mount Doom' genoemd... Terwijl de sonde boven het oppervlak bleef zweven maakte de TAGSAM zes seconden contact. Met een straal stikstof blies men wat stof en steentjes op, waarna deze in de monster 'collector' werden geblazen. Daarna vertrok de sonde snel.

Een probleempje

Er was dus zeker 60 g materiaal nodig (het gewicht van een C batterij), maar men kon pas dagen later met een camera controleren of het was gelukt. Het was nog even spannend, want het was te goed gegaan, er was te veel verzameld! Daardoor zat er een steen tussen het deksel van een container en lekte er kostbaar materiaal weg, de ruimte in. Enkele manoeuvres en tests werden gecanceld om de boel niet te veel te bewegen. Vervolgens liet men het monster op 28 oktober in een afsluitbare capsule stoppen en was het eindelijk veiliggesteld. Als dat niet was gelukt had men nog een of twee pogingen kunnen doen. Op 3 maart 2021 gaat de sonde op de terugweg naar de aarde, waar tijdens de flyby op 24 september 2023 de container met het monster wordt afge-stoten, die dan landt in Utah (VS).



Water op de maan

Belangrijke vondsten

De gangbare gedachte was dat water op de maan mogelijk beperkt is tot de permanent in de schaduw liggende (delen van) kraters, waar de temperatuur onder de -160°C kan komen, én waar het felle UV licht van de zon het niet kan bereiken. Dat is mogelijk toch anders. Men heeft nu aanwijzingen gevonden voor watermoleculen in de Zuidelijke Hooglanden, die volop in de zon liggen. Een afzonderlijke analyse van de van de topografie van de maan vond vele kleine plekken, rond de polen, waar waterijs kan worden beschermd tegen verdamping.

SOFIA

Een team onderzoekers, geleid door Casey Honniball, gebruikte de SOFIA van NASA: de *Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy*. Het is een omgebouwde Boeing 747 met een 2,5 m infrarood telescoop. Ze gebruikten een van de negen infrarood instrumenten, FORCAST. Het toestel kan op 12 km hoogte vliegen, boven 99% van de waterdamp in onze atmosfeer. Het was de eerste maal dat men de maan er-mee bestudeerde en Honniball moest nog snel zijn ook: ze kreeg 20 minuten waarnemingstijd tijdens een vlucht van negen uur in 2018. Ze kon zo twee gebieden waarnemen, een op 60°Z (inclusief de krater Clavius) en een op lagere noordelijke breedten, in Mare Serenitatis. Op de eerste locatie waren al eerder hoge waterstof-niveaus gemeten, het andere gebied liet lagere concentraties zien.

Hoe konden de watermoleculen de vernietigende werking van het UV licht hebben weerstaan? De onderzoekers vergeleken de spectra van de krater Clavius met die van meteorieten en basalt van de Mid-Atlantische Rug (van de bo-

dem van de oceaan dus). Op basis daarvan opperden ze dat water misschien was gevangen in glas dat ontstond nadat meteoroiden insloegen. De energie die vrijkomt bij een inslag verdampt de 'impactor' en een deel van het gesteente waarop het inslaat. Die damp koelt snel af tot een soort glas. Honniball denkt dat watermoleculen of hydroxylgroepen (moleculen van een zuurstof- en een waterstofatoom, **OH**), die kunnen onderdeel zijn van de kristalstructuur van mineralen) gevangen kunnen worden in dat glas, zodat ze beschermd zijn tegen UV licht. Ofschoon SOFIA, dat \$82 miljoen per jaar kost (alleen de Hubble kost per jaar meer), zou worden wegbezuinigd, heeft het Congres toch weer geld vrijgemaakt. Honniball krijgt nu 2 uur extra waarneemtijd en heeft nog 72 uur extra aangevraagd, om te onderzoeken hoe water is verspreid over het verlichte deel van de maan.

Koude 'micro-vallen'

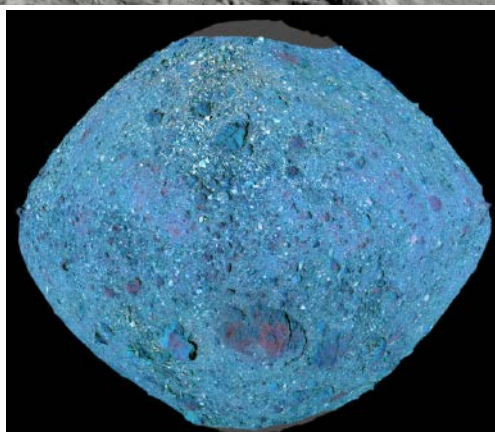
Een ander team, onder leiding van Paul Hayne, kwam in een ander onderzoek heel veel kleine, donkere, koude plekken tegen waar water gevangen zou kunnen zitten. Zij analyseerden 5000 opnamen van de *Lunar Reconnaissance Orbiter* (LRO), om de verspreiding van de schaduwen die onder een steile hoek het oppervlak raken in kaart te brengen. Ze berekenden hoeveel van die gebiedjes koud en donker genoeg bleven om ijs vast te houden, zelfs als het wordt opgewarmd door nabij gelegen door de zon beschenen delen. 'Het gaat om tientallen miljarden van die 'micro traps', van 1 cm tot 1 m groot', zegt Hayne. Ze liggen rondom de polen, vanaf zo'n 80°N en Z . Als we die 'traps' meetellen wordt het totale bekende oppervlak met cold traps ongeveer 20%, ofwel 40.000 vierkante km (0,15% van het totale maanoppervlak).

Linksboven: de maankrater Clavius ligt in de ruige Zuidelijke Hooglanden. Hij is met 231 km een van de grootste kraters op de maan, waardoor hij ook met het blote oog is waar te nemen! De Zuidelijke hooglanden vormen het oudste gebied op de maan en de krater is dan ook oud: 4 miljard jaar. Daarom heeft de krater zelf ook veel (kleinere) kraters, ontstaan bij latere inslagen.

Linksonder: de opname van Benu is hier zo bewerkt dat blauw en rood is versterkt. De lichtgroene vlekjes zijn brokstukken afkomstig van Vesta

Onderaan: hier zie je de maan (met de locatie van de krater Clavius), een mineraal met water in de kristalstructuur (dat mineraal is **gehydrateerd**) en de SOFIA (onderaan).

Hieronder: uitvergroting van het deel van de maan met de kraters Clavius (in de onderste helft) en Tycho (de heldere, kleinere en veel jongere krater, hier iets boven het midden).



Penitentes

Penitentes ontstaan door erosie, door de sublimatie van het ijs rond de pieken (sublimatie is als ijs verdampt zonder eerst vloeibaar te worden; denk aan vriesdrogen). Het ijs verdiept zo in de diepere delen en dat proces gaat door, zodat messcherpe structuren ontstaan. 'Penitentes' is het Spaanse woord voor boetedoeners: het lijkt op knielende mensen die boete doen. Zie foto onderaan.

Rechts onder: er is weer een komeet te zien: ATLAS (C/2020 M3). Op 14 november 2020 kwam hij het dichtst bij de aarde, op 54 miljoen km afstand. Dat is niet dichtbij genoeg om hem met het blote oog te zien. Maar met een redelijke telescoop is hij mooi te zien en te fotograferen, zeker tegen de indrukwekkende achtergrond van de Orionnevel! De Oostenrijkse amateurastronoom Michael Jäger (waarvan ik vaker foto's gebruik) deed dat op 8 november 2020. De groene atmosfeer van de komeet, of beter de **coma**, is gigantisch (een coma kan wel een miljoen km in diameter worden). Foto: Michael Jaeger.

Rechts boven: de wonderlijke Tartarus Dorsa bergen op Pluto, met het 'ijsmessen'-landschap van enorme penitentes. Het gebied dat je ziet is 470 km breed. De kleuren zijn opgekrakt.

Rechts, midden: de omgeving van Tartarus Dorsa zien we op deze foto, maar hier is het beeld wat lichter gemaakt. Oost is hier boven. Zoek de overeenkomsten tussen de beide foto's! Let ook op de kraters op beide foto's. Alle detailopnamen van Pluto werden gemaakt op 15 juli 2015, toen New Horizons haar korte bezoek aflegde.

Hieronder: op Aarde vinden we ook van die scherpe ijspieken die we penitentes noemen, maar die zijn heel veel kleiner: enkele cm tot 5 m hoog. Hier penitentes bij de Rio Blanco rivier in Argentinië.

Pluto's ijspilaren

Omgekeerde groei

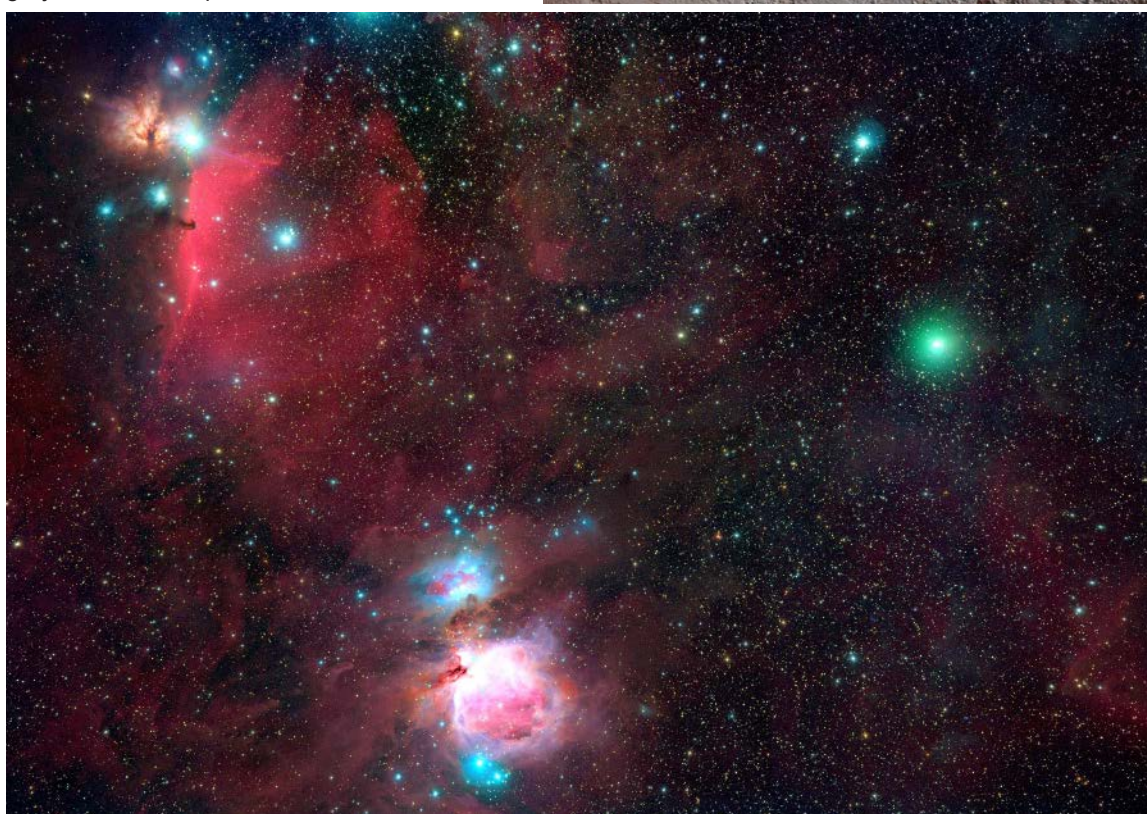
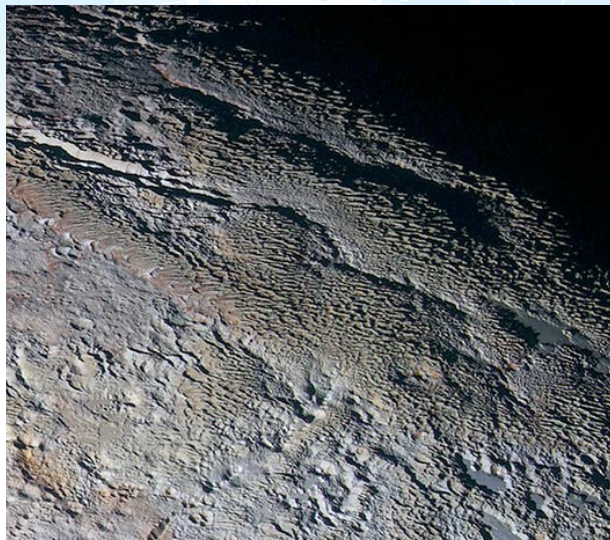
In juli 2015 scheerde New Horizons langs de wereld die 14 jaar geleden nog planeet werd genoemd: Pluto. Eén van de bijzondere, verrassende verschijnselen aan het oppervlak van Pluto bleek het zogenaamde 'bladed terrain': hoge, messcherpe ijspieken. Ze vormen wonderlijke, honderden km lange, parallel lopende heuvelruggen en het landschap lijkt op afstand op slangenhuid.

Op de aarde kennen we ook dergelijke verschijnselen door bevroering van waterdamp uit de lucht, op meer dan 4000 m hoogte op een gortdroog plateau in de Andes. Ze worden *penitentes* genoemd (zie kader). Ze zijn daar enkele cm tot 5 m hoog.

Wolkenkrabberhoge ijsruggen

Pluto heeft ook penitentes op grote hoogten, alleen zijn die zo hoog als wolkenkrabbers! Deze tot 500 m hoge scherpe ijsruggen bestaan niet uit waterijs maar uit methaanijs, methaan uit de atmosfeer dat is bevroren op de zéér koude ondergrond. Als het warmer is verdampt (sublimeert) het methaanijs, als het kouder is vriest het aan. Dat proces is gekoppeld aan de 'seizoenswisselingen' op Pluto, doordat zijn baan hem in de loop van 248 jaar van 4,5 tot 7,5 miljard km van de zon brengt. In de dalen is een luwte waarin de flanken van de ijsruggen verder afkalven doordat de zonnewarmte wordt gevangen tussen de steile ijswanden, en de 'lucht' verzadigd raakt met methaan. De penitentes groeien feitelijk van boven naar beneden!

Overigens heeft de Jupiter-maan Europa mogelijk ook dit soort penitentes.



Hemel van oktober 2020

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 oktober 2020

Volle maan	1 okt, 23:05 u MEZT
Laatste kwartier	10 okt, 2:40 u MEZT
Nieuwe maan	16 okt, 21:31 u MEZT
Eerste kwartier	23 okt, 15:23 u MEZT
Volle maan*	31 okt, 15:49 u MEZT

Apogeum:	3 okt, 19:22 u MEZT, 406.321 km
Perigeum:	17 okt, 1:46 u MEZT, 356.912 km
Apogeum:	30 okt, 19:45 u MET, 406.394 km

	2 okt	27 okt
Zonsopkomst	6:53 MEZT	7:34 MEZT
Zonsondergang	20:24 MEZT	19:25 MEZT

* De tweede volle maan in een maand noemt men wel een 'blauwe maan'. Sterrenkundig gezien nonsens. Op 25 oktober, de laatste zondag in oktober, zetten we om 3:00 u (zomertijd of MEZT) de klok terug naar 2:00 (gewone tijd: Midden-Europese Tijd of MET).

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze halverwege deze periode staan, plus de **rechte klimming** (RA, in astronomische uren) waarmee je de locatie van de planeet in de buurt van de ecliptica kan opzoeken. De **declinatie** is dan niet echt nodig.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Maagd/Weegschaal/Maagd	14:04 u
Venus	Leeuw	10:02 u
Mars	Vissen	1:37 u
Jupiter	Boogschutter	19:17 u
Saturnus	Boogschutter	19:48 u
Uranus	Ram	2:29 u
Neptunus	Waterman	23:20 u
Pluto	Boogschutter	19:37 u

De planeten

Mercurius is de 25e in benedenconjunctie met de zon en pas eind deze maand weer te zien.

Venus is nog altijd een prachtige 'Morgenster', die nu ruim 3 uur vóór de zon opkomt. Op 3 oktober (3:00 u) is zij in conjunctie met de ster Regulus (Leeuw), op slechts 5 boogminuten (5')!

Mars is de hele avond en nacht te zien, als een oranje 'ster', rond 22:00 u in het ZO. Op de 13e is Mars in **oppositie**. Op de 29e, om 7:00 u, staat de maan dichtbij Mars (3° ten zuiden van de planeet).

Jupiter en **Saturnus** zijn deze maand te zien, maar de zon komt dichtbij en hun zichtbaarheid neemt daarom af. Ze staan deze maand 7° tot 5° van elkaar. Ze komen de komende maanden steeds dicht bij elkaar, tot 21 december (zie het stukje over mijn nieuwe brochure, 'De conjunctie van 2020', op pag. 2). Op de 22e komt de maan tot 3° Z van Jupiter, op de 23e 3° Z van Saturnus.

Uranus is bijna de hele nacht te zien, met een verrekijker of kleine telescoop, ongeveer tussen Mars en de Pleiaden. De 31e is de planeet in **oppositie**.

Neptunus is ook bijna de hele nacht te zien, vanaf ca. 20:30 u, met een forse verrekijker (binoculair) of kleine telescoop. De planeet staat ongeveer zover west van Mars, als Uranus ten oosten van de rode planeet staat.

Hemel van november 2020

Maanfasen november 2020

Laatste kwartier	8 nov, 14:46 u MET
Nieuwe maan	15 nov, 6:07 u MET
Eerste kwartier	22 nov, 5:45 u MET
Volle maan	30 nov, 10:30 u MET

Perigeum:	14 nov, 12:43 u MET, 357.837 km
Apogeum:	27 nov, 1:29 u MET, 405.894 km

	1 nov	26 nov
Zonsopkomst	7:35 MET	8:19 MET
Zonsondergang	17:10 MET	16:35 MET

Samenstand Jupiter en Saturnus

Op 21 december is de bijzondere samenstand van de twee gasreuzen, en komen ze aan de hemel tot 0,1° van elkaar (een tiende van de breedte van je pink bij een uitgestrekte arm). Een probleem is dat de planeten op 21 december laag boven het NW staan. Maar ze staan nu al dicht bij elkaar, en zijn beter te zien. Ga dus nu al kijken! Dat heeft als extra voordeel dat je ze op 21 december beter zult vinden (door ervaring!).

Planeten

Voor de planeten geven we het sterrenbeeld waarin ze halverwege deze periode staan, plus de **rechte klimming** (RA, in astronomische uren) waarmee je de locatie van de planeet in de buurt van de ecliptica kan opzoeken. De **declinatie** is dan niet echt nodig.

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Maagd/Weegschaal	14:15 u
Venus	Maagd/Weegschaal	13:25 u
Mars	Vissen	0:56 u
Jupiter	Boogschutter	19:40 u
Saturnus	Boogschutter	19:56 u
Uranus	Ram	2:22 u
Neptunus	Waterman	23:17 u
Pluto	Boogschutter	19:39 u

De planeten

Mercurius is op de 10e in **grootste westelijke elongatie**: hij is dan 's ochtends goed te zien, op zijn grootste hoekafstand met de zon. Je vindt hem tot de 27e in het ZO, op 20 december is hij in **bovenconjunctie**, ofwel aan de andere kant van de zon.

Venus is nog steeds een fraaie 'Morgenster', ook in het ZO, maar nadert de zon langzaam. Op 26 maart komt ze in **bovenconjunctie** met de zon.

Mars is de hele avond en nacht te zien, rond middernacht in het zuiden, als een oranje 'ster' (die alleen niet twinkelt zoals sterren). Op de 21e, rond 21 u, staat de maan 5° ten zuiden van Mars; Mars staat dan hoog: halverwege de horizon en het zenit.

Jupiter en **Saturnus** zijn deze maand nog goed te zien, ook al komt de zon dichtbij en neemt hun zichtbaarheid af. Ze naderen elkaar van 5,2° tot 2,3° aan het eind van de maand. Op 2 november (20 u) zijn ze **heliocentrisch** (vanuit de zon gezien) in conjunctie; ze hebben dan dezelfde rechte klimming (lengte langs de hemelequator). Op 21 december hebben ze dezelfde lengte langs de ecliptica! (Zie het stukje over mijn nieuwe brochure, 'De conjunctie van 2020'). Op de 19e komt de maansikkel om 10 u op 3° Z van Jupiter, en om 16 u op 4° Z van Saturnus.

Uranus is bijna de hele nacht te zien, met een verrekijker of kleine telescoop (magnitude ca. 6), nog steeds tussen Mars en de Pleiaden in.

Neptunus is het eerste deel van de nacht te zien, met een forse verrekijker (binoculair) of kleine telescoop. Begin van de maand staat hij rond 21 u in het zuiden, eind november is dat rond 19 uur.

Tekenen van leven op Mars?

Italiaanse onderzoekers hebben enkele meren gevonden onder de zuidelijke poolkap van Mars. Men vond ze met radar data van de Europese Mars Express. Radiosignalen weerkaatsen op lagen materiaal in de korst van een planeet. De wijze waarop de reflectie plaatsvindt is een indicatie voor het type materiaal daar, bijvoorbeeld gesteente, ijs of water.

Het zijn aanwijzingen voor het bestaan van hoeveelheden zout water op ruim 1 km onder het ijzige oppervlak van de rode planeet. Het centrale meer, van 30 km diameter, werd al in 2018 gevonden door de Mars-verkenner, en was het eerste waterreservoir dat men ontdekte. Toch waren velen wel sceptisch, omdat de ontdekking gebaseerd was op slechts 29 waarnemingen, tussen 2015 en 2018.

In september kwamen de Italianen met een uitgebreidere set data van 134 waarnemingen tussen 2012 en 2019. Die bevestigen het bestaan van het meer, en men vond er nog drie kleinere meren mee (elk een paar km groot). De meren zijn verspreid over een gebied van 75.000 vierkante km, ongeveer zo groot als de Benelux.

Aan het oppervlak is vloeibaar water niet mogelijk, door de lage atmosferische druk. Men denkt echter dat water uit de tijd dat Mars oceanen had (miljarden jaren geleden) nu gevangen kan zijn in ondergrondse reservoirs. Dat water moet dan behoorlijk zout zijn om vloeibaar te blijven. Overigens zijn er ook twijfels over de uitleg van de data, anderen denken dat er niet genoeg warmte is voor water, zelfs onder de poolkap. Als de meren wel bestaan heeft dat belangrijke gevolgen voor de astrobiologie, en de aanwezigheid van 'leefbare niches'.

Leven op Mars?

Het credo is echter: waar water is, is misschien leven. Meren met water dat vijf maal zo zout is als het aardse zeewater zouden microscopisch leven kunnen herbergen. Maar als de concentratie 20 maal die van zeewater wordt, wat mogelijk is op Mars, is er geen leven meer mogelijk. Ze zijn dan gepekel... Het is dan geen water zoals wij dat kennen, maar een soort zoute blubber (zie verder op pag. 12).

(vervolg pag. 11)

Hoe dan ook, er is een hele vloot van nieuwe ruimtesondes onderweg naar Mars, waaronder de Perseverance rover, die op 18 februari 2021 landt, en de Chinese Tianwen-1 missie, die dezelfde maand in een baan om de rode planeet komt. Diverse particuliere ruimtevaartbedrijven hebben trouwens plannen voor missies naar Venus, om daar leven te zoeken (zie pag. 4).

20 jaar ISS

Het International Space Station ISS wordt nu 20 jaar gebruikt. Na de lancering van het eerste component, in 1998, arriveerden de eerste astronauten die daar langer zouden verblijven op 2 november 2000.

Weer contact met Voyager 2

De enige radioschotel waarmee men contact kan maken met de 43-jarige Voyager 2 is Deep Space Station 43 (70 m), in Canberra, Australië. Dat komt omdat men deze verkenners vlak langs Neptunus' maan Triton heeft gestuurd (in 1989). Daarvoor moest ze over de noordpool van de ijsreus vliegen, en daarom heeft Voyager 2 een baan die ver ten zuiden ligt van het vlak van de ecliptica (van de aardbaan). Het station moest in maart uit de lucht om nieuwe hardware te installeren, waaronder een 47-jarige zender! Men kon in die tijd wel updates van de Voyager krijgen maar geen commando's sturen. Het toestel is nu op bijna 19 miljard km van de aarde. Alleen haar zuster is nog verder, op 22,5 miljard km. Op 29 oktober 2020 zond men weer de eerste commando's naar de sonde, die door Voyager 2 werden bevestigd en uitgevoerd. Test geslaagd, in februari moet de schotel weer helemaal online zijn.

Vraatzuchtige Melkweg

Astronomen hebben met computersimulaties de historie van de Melkweg gereconstrueerd wat betreft de samensmeltingen met satellietstelsels. Daaruit blijkt dat ons sterrenstelsel in de afgelopen 12 miljard jaar vijf grote satellietstelsels heeft opgeslokt. Enkele bolvormige sterrenhopen blijken de restanten ervan te zijn. De Melkweg begon ook niet als een spiraalstelsel, maar groeide door sterren en gas van andere stelsels op te nemen.

Hemel van december 2020

Maanfasen december 2020

Laatste kwartier	8 dec, 1:37 u MET
Nieuwe maan	14 dec, 17:17 u MET
Eerste kwartier	22 dec, 0:41 u MET
Volle maan	30 dec, 4:28 u MET

Perigeum:	12 dec, 21:42 u MET, 361.773 km
Apogeum:	24 dec, 17:31 u MET, 405.012 km

	1 dec	31 dec
Zonsopkomst	8:26 MET	8:48 MET
Zonsondergang	16:31 MET	16:38 MET

Op 21 december is de **winterzonnewende**; de zon komt niet hoger dan 14,5° boven het zuiden, de dagen zijn het langste en de nachten het kortst.

Samenstand Jupiter en Saturnus!!

Op 21 december is dan eindelijk de bijzondere **conjunctie** van de twee gasreuzen. Ze komen om 19 uur 12 minuten en 40 seconden tot 6' 06" (ca. 0,1°) van elkaar (een tiende van de breedte van je pink bij een uitgestrekte arm). De laatste keer dat ze zo dicht bij elkaar kwamen was in 1623! Alleen dan zijn ze al 2° onder de horizon... Wat eerder, rond 18:55 is het astronomisch donker en staan ze 7° boven het ZW. Alles hierover lees je in mijn brochure '**De samenstand van 2020 en de bewegingen van de planeten**' (zie pag. 2). Het gaat ook over de geschiedenis van conjuncties en hoe je het kunt **waarnemen**!

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	Weegsch/Slangendr/Boogsch	17:21 u
Venus	Weegschaal/Slangendrager	15:50 u
Mars	Vissen	1:16 u
Jupiter	Boogschutter/Steenbok	20:04 u
Saturnus	Boogschutter/Steenbok	20:07 u
Uranus	Ram	2:18 u
Neptunus	Waterman	23:17 u
Pluto	Boogschutter	19:42 u

De planeten

Mercurius is deze maand niet te zien omdat hij aan de hemel in de richting van de zon staat. Op de 20e is hij in **bovenconjunctie**: dan staat hij achter de zon.

Venus is nog steeds mooi te zien in het ZO, hoewel ze nu steeds dichterbij de zon komt. Vanaf de 20e komt ze 2 uur vóór de zon op.

Mars beheerst nog steeds de avondhemel, eerst in het ZO en rond middernacht in het zuiden. Tot na middernacht blijft hij te zien, maar zijn helderheid neemt geleidelijk weer af (bedenk dat hij in oktober in oppositie was, toen hij het dichtstbij de aarde stond en dus het helderst was).

Jupiter en **Saturnus** tonen op 21 december de climax van hun naderingsdans: de 'grote conjunctie'! Die naam slaat op het feit dat het een conjunctie is tussen de twee gasreuzen. Zie hierboven.

Uranus is een groot deel van de nacht te zien met een verrekijker of kleine telescoop. Begin december trekt hij na 22 u door het zuiden, eind van de maand twee uur eerder.

Neptunus is 's avonds met een forse verrekijker of telescoop te zien. Hij staat rond 19 u in het zuiden je ziet hem ten westen van de veel helderdere Mars.

Hemel van januari 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 januari 2021

Laatste kwartier	6 jan, 10:37 u MET
Nieuwe maan	13 jan, 6:00 u MET
Eerste kwartier	20 jan, 22:02 u MET
Volle maan	28 jan, 20:16 u MET

Perigeum:	9 jan, 16:37 u MET, 367.387 km
Apogeum:	21 jan, 14:11 u MET, 404.360 km

	1 jan	31 jan
Zonsopkomst	8:48 MET	8:21 MET
Zonsondergang	16:38 MET	17:26 MET

Planeten

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

planeet	sterrenbeeld	RA
Mercurius	Boogschutter/Steenbok	20:59 u
Venus	Slangendrager/Boogschutter	18:39 u
Mars	Vissen/Ram	2:06 u
Jupiter	Steenbok	20:34 u
Saturnus	Steenbok	20:22 u
Uranus	Ram	2:17 u
Neptunus	Waterman	23:19 u
Pluto	Boogschutter	19:46 u

De planeten

Mercurius is er weer, hij is de 24e in **grootste oostelijke elongatie**. Dan zien we hem in de avondschemering, laag in het westen. Op de 14e kun je in de vroege avondschemering, laag in het ZW, de smalle maansikkel zien op 4° ten oosten van het planeetje. Weer 4° oostelijker is Jupiter er ook weer, maar met het blote oog niet te zien.

Venus is begin januari nog wel te zien maar dat wordt rap minder, hoewel ze met een verrekijker nog de hele maand vlak voor zonsopkomst te zien is, laag in het oosten.

Mars neemt dan wel in helderheid af, maar steelt nog steeds de show. 's Avonds domineert hij de hemel als een opvallende, oranje 'ster' - de rode planeet. Hij komt elke dag iets hoger aan de hemel, op zijn reis langs de ecliptica. Zie ook onder Uranus.

Jupiter en **Saturnus** staan nog altijd dicht bij elkaar aan de hemel, maar we zien ze slecht of geheel niet.

Jupiter verdwijnt al snel in de avondschemering. Op de 29e is hij in conjunctie met de zon - hij staat dan in dezelfde richting als onze ster!

Saturnus is op de 24e al in conjunctie met de zon, en deze maand niet zichtbaar.

Uranus is aan de avondhemel te zien tot na middernacht, als hij ondergaat. Bekijk het met een verrekijker of kleine telescoop. Hij staat begin van de maand ten oosten van Mars, maar op de 21e zijn ze in **conjunctie**. Dat is het moment dat Mars Uranus inhaalt. Mars is nu wel 150 maal helderder... Op de 14e is Uranus **stationair**.

Neptunus is begin van de maand nog tot ongeveer 22 u te zien, maar eind januari nog maar tot 20 u. Gebruik een forse verrekijker of een kleine telescoop om hem te zien.