

# Rob's Nieuwsbrief - 64

over sterrenkunde en het heelal

## Planetenpad weer gedaan

### Lekker rustig bezig

Het is een rustige maand. De cursus is over de helft, en verder kabbelt het door. Helaas nog geen grote (maatwerk) orders. We zijn wel een paar dagen naar Vlieland geweest, voor mij voor het eerst in zes jaar. Helaas was het bewolkt, maar we hebben lekker gewandeld, én we hadden een bijzondere ervaring met een jonge zeehond! Die volgde ons al een tijdje en ging toen opeens het strand op, 4-5 m van ons vandaan. Daar liet hij zich een minuut of zo bewonderen (er waren nog enkele mensen bij gekomen), waarna hij weer vertrok.

Verder ben ik eindelijk goed met mijn boek *Zelf sterrenkijken* bezig. Nu proberen de vaart erin te krijgen en te houden. Maar eerst deze Rob's Nieuwsbrief maken... met trouwens nogal wat keuzes die je moet maken, voor allerlei namen! Verder is het een erg diverse Nieuwsbrief en ik hoop dat je er weer van geniet.

### Cursus

Vanwege de herfstvakanties laat ik altijd twee woensdagavonden vrij. Dat betekent dat er deze maand alleen lessen waren op 2, 9 en 30 oktober. Op de 2e was de vierde les van het deel 'Genieten van de sterrenhemel': in deze ging het over alle aspecten van Tijd: de geschiedenis van onze tijd, plaatselijke tijd, middelbare en ware zonnetijdstijd, MET/MEZT, tijdzones, tijdvereffening, zonnedag en sterrendag. Daarnaast behandelde ik ook de getijden en de precessie.

Op de 9e gaf ik de eerste les over het zonnestelsel (in totaal zijn dat er 3,5). Het was (uiteraard) de inleiding en een van mijn favoriete lessen, omdat ik daarin mijn kleine Planetenpad gebruik. In de school waar ik de cursus geef kan ik een praktisch pad maken van ruim

95 m: bijna tot de dwergplaneet Eris. Ik kan dan de belangrijkste werelden en gebieden met objecten behandelen. Het is altijd een hit, omdat het zo verhelderend is. Dat maakt het voor mij ook zo leuk om te doen.

### Les 6 - Overzicht van het zonnestelsel

De 30e was de tweede les over het zonnestelsel, waarin ik nader inga op de zon, de verschillende planeten en dwergplaneten, en andere objecten van het zonnestelsel. Mijn grote schaalmodel van het Zonnestelsel doet er wel in mee. Ik eindig de les met de hypothetische Planet Nine en enkele van de exoplaneten in onze omgeving die men de laatste jaren heeft ontdekt (bij de ster TRAPPIST-1 en Proxima Centauri).

Op 6 november geef ik de les die ik onder de titel 'De Lezing van Alles' ook als lezing geef. Deze gaat over alles dat wij kennen: materie en straling. Dat is overigens nog geen 5% van wat er moet zijn, de rest is donkere materie en donkere energie. Deze les eindigt met hoe de gammastraling die de zon met kernenergie maakt ons als licht bereikt!



november 2019

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](http://www.walrecht.nl).

### Video's op Youtube!

Ik heb wat filmjes op Youtube gezet, waaronder een waarin ik je kort meeneem langs mijn Planetenpad (zie tekst) en een instructievideo over het gebruik van de planisfeer. Zie [www.walrecht.nl/nl/nieuws/nieuwe-videos-van-rob-walrecht](http://www.walrecht.nl/nl/nieuws/nieuwe-videos-van-rob-walrecht).

**Linksonder:** in Les 4 ging het vooral over Tijd.

**Midden, boven:** ik toon de hoeveelheid water in de zeeën en oceanen van de aarde, op de schaal van de fraaie globe onderaan. Ik heb blijkbaar lol...

**Midden, onder:** dit is mijn Kleine Werelden schaalmodel, op basis van een aardglobe met alleen geologische kenmerken, geen landsgrenzen e.d. Je ziet de maan (bij mijn hand) en meer kleine planeten en nog kleinere objecten. De twee blauwe bolletjes vooraan zijn voor alle lucht op schaal, en voor al het water (zie hierboven). Zie ook onze pagina **Lezingen en cursussen**, en dan **Foto's schaalmodellen**, voor meer informatie over dit en andere schaalmodellen.

**Rechtsonder:** op 9 oktober, in Les 5, nam ik de cursisten mee op reis door het zonnestelsel, met mijn kleine Planetenpad. Foto's door de cursisten.



## Zonnestelselnieuws

### Europese Solar Orbiter klaar

De Solar Orbiter, de ESA-missie naar de zon, is nu helemaal getest en wordt gereedgemaakt voor verscheping naar Cape Canaveral, eind oktober. Na de lancering, in februari 2020, komt de Solar Orbiter in een elliptische baan, van iets binnen de aardbaan tot slechts 42,5 miljoen km van de zon. Dat is binnen de baan van Mercurius en op 30 zonsdiameters van onze ster. Zo zal de sonde elke vijf maanden bij de zon komen, om de zonsatmosfeer te bestuderen, en daarmee ook ruimteweer (zonnewind en zonnestormen). De straling van de zon is op de korte afstand 13 maal zo sterk als die aardsatellieten ontvangen. In de loop van één omloop krijgt het toestel temperaturen te verduren die uiteenlopen van  $-180^{\circ}\text{C}$  (delen die in de schaduw zijn) tot  $+500^{\circ}\text{C}$ ! De baan zal geleidelijk schuiner worden, tot  $34^{\circ}$ . De missie moet 7 jaar duren maar de helft daarvan wordt besteed om de Solar Orbiter in haar operationele baan te krijgen, geholpen door de zwaartekracht van de aarde en Venus. Men zal de waarnemingen met NASA coördineren, die in augustus 2018 de Parker Solar Probe lanceerde.

### Pluto 30 jaar geleden

Pluto was lange tijd de verste planeet, tot hij in 2006 terecht 'dwerfplaneet' werd. Maar toen ik begon met de popularisering van de sterrenkunde, eind jaren '70, stond Pluto dicht bij de zon dan Neptunus! Dat duurde tot 1999, en het **perihelium** (het punt in zijn baan dat het dichtst bij de zon ligt) was op 5 september 1989: 30 jaar geleden. Hoe kan dat? Nou, alle werelden die om de zon bewegen hebben een elliptische baan. Die is soms een beetje elliptisch, zoals de banen van Venus, Neptunus en de aarde, maar vooral kleinere objecten hebben sterk elliptische banen (en vaak ook nog erg geheld). Pluto's baan brengt hem van binnen de baan van Neptunus, op ongeveer 4,5 miljard km van de zon, tot wel 7,5 miljard km. Dat laatste gebeurt in februari 2114 (**aphelium**).

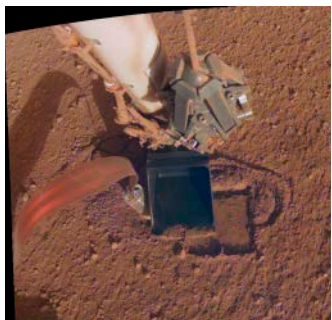
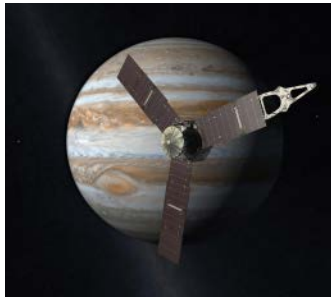
### Juno mijdt schaduw Jupiter

De Jupiter sonde Juno gebruikt zonnepanelen voor haar energievoorziening. Het is dus van belang dat het toestel altijd in zonlicht baadt. Maar soms wordt dat lastig, als Juno weer een 'close flyby' maakt van de gasreus terwijl de zon aan de andere kant van de planeet is. Te lang in de schaduw van Jupiter (een eclips!) zou desastreus zijn voor de missie. En op 3 november zou Juno 12 uur lang in de schaduw vertoeven! De accu's zouden leeg raken, waardoor de temperatuur in het toestel zou kelderen. Juno zou die vrieskou niet overleven. Op 30 september en 1 oktober liet men Juno daarom haar reaction-control thrusters (stuur-

raketten) afvuren, gedurende een 10,5 uur lange manoeuvre die 73 kilo brandstof kostte. Dat is uitzonderlijk lang voor deze missie, maar daarmee blijft het ruimtescheepje op 3 november uit de schaduw van Jupiter. Juno kwam op 4 juli 2016 in een baan om Jupiter, die haar elke 53 dagen vlakbij de reus brengt. Een eclips had men niet voorzien, dus moest men dit slimme plan bedenken. Beter dan Juno verliezen... Zie ook onze **Links**-pagina, waar een animatie staat van de manoeuvre.

### Ingrediënten aminozuren in Enceladus

Je weet waarschijnlijk wel dat Enceladus, met 500 km een middelgrote maan van Saturnus, water spuit. Enceladus is een actieve wereld, met een ondergrondse oceaan. De oorzaak is de getijdenwarmte, door onder andere baanresonantie met zustermaan Dione. Die warmte komt uit de kern van de kleine maan, door zogenaamde hydrothermale bronnen, zoals we die ook op de oceanbodemp van de aarde vinden ('black smokers'). Het uitgestoten materiaal uit Enceladus' kern mengt zich met het oceaanwater en wordt later door spleten in de korst de ruimte in geblazen, door geisers dus. Op de ijskorreltjes die zo ontstaan (en de E-ring rond Saturnus vormen) condenseren andere moleculen die mee naar buiten gespoeten zijn. Men heeft daaronder nu, op basis van data van de inmiddels gesneuvelde Cassini, verbindingen met zuurstof (O) en stikstof (N) gevonden: (di)methylamine en/of ethylamine (C-N verbindingen met waterstof) en carbonyls (op basis van een dubbel gebonden O- en C-atoom), vermoedelijk azijnzuur en/of acetaldehyde. Deze stoffen zijn op Aarde onderdeel van de chemische reacties (gevoed door de energie van de black smokers) waarbij aminozuren worden gevormd, de bouwstenen van het leven. De onderzoekers denken dat de hete bronnen van Enceladus ook zo werken,

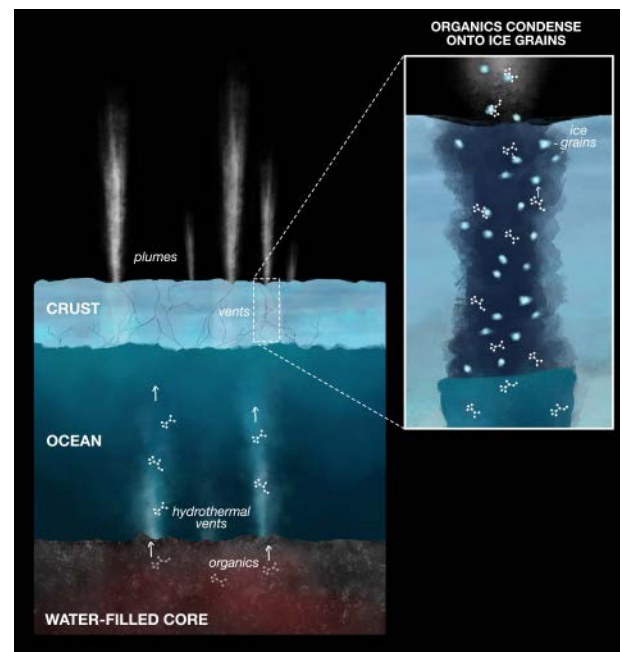


*Linksboven: artist impression van de Europese Solar Orbiter. Daaronder: dit plaatje laat het verschil zien tussen de grootte van de zon aan de hemel op Aarde (links) en als de Solar Orbiter zijn dichtste nadering heeft met de zon.*

*Daar weer onder: artist impression van Juno bij Jupiter.*

*Hierboven: de schep aan de robotarm van InSight is goed te zien. Het werd gebruikt om de 'mol' te helpen de bodem in te boren - het ding meteen links van de schep. Die neemt een sliert warmtesensoren mee, die in de orangerode strip zitten. Zie volgende pagina.*

*Rechts onder: hoe organische verbindingen (de bouwstenen van aminozuren) uit de kern van Enceladus in de ruimte komen. Sterke hydrothermale bronnen spuiten materiaal in de enorme oceaan, waar het zich mengt. Bovenin gekomen wordt het mengsel vervolgens door geisers de ruimte in gespoeten, waar Cassini de ijskorreltjes kon detecteren.*



zodat aminozuren zouden kunnen worden gevormd. Vorig jaar ontdekte men al grote, onoplosbare organische moleculen, waarvan men vermoedt dat die op de oceaan van Enceladus drijven. Nu heeft men dus de potentiële bouwstenen van leven gevonden!

### Mercuriusovergang op 11 november

Op 11 november krijgen niet alleen kinderen maar ook liefhebbers van sterrenkunde een cadeau: een Mercuriusovergang! Die dag is het planeetje in **benedenconjunctie**, wat betekent dat hij tussen de aarde en de zon in staat. Maar Mercurius heeft een vrij schuine baan (7°) dus de kans is niet zo groot dat hij er echt **precies** tussenin staat. Daarvoor moet hij in één van de twee punten van zijn baan staan die het vlak van de ecliptica (van de aardbaan) snijden – zogenaamde **knopen**. Er zijn er daarom gemiddeld slechts 14 per eeuw.

De 11e staat hij echter in zo'n knoop en trekt hij in ruim 5 uur voor de zon langs. In de Benelux is alleen het begin van het verschijnsel te zien. In Utrecht 'raakt' Mercurius de rand van de zon even na 13:35 u ('intrede, eerste uitwendig contact'), als de zon 19° boven de horizon staat). Kort na 13:37 u zit hij helemaal binnen de zonnenschijf ('eerste inwendig contact'). Om bijna 16:20 u is de planeet het dichtst bij het middelpunt van de zonnenschijf. De zon is dan nog maar 4° boven de horizon, hij gaat om 16:54 u onder. Dan zie je het natuurlijk niet meer. Zie de foto midden sonder.

**PAS OP: kijk nooit zonder beveiliging (eclipsbril, of kijker met zonnefilter) naar de zon**, want dat is zeer schadelijk voor je ogen! Het heeft nu trouwens sowieso geen zin, want je moet het met een telescoop bekijken (en dan met zo'n zonnefilter). Informeer bij een sterrenkundeclub of sterrenwacht in de buurt of zij aandacht besteden aan deze 'Transit of Mercury'. Zie ook mijn gratis te downloaden brochure 'Veilig zonnekijken'.

### De mol doet het weer

In het juli-augustus nummer schreef ik over de problemen met de 'mole' van InSight, de 'zelf-penetrerende' boor die om de 10 cm een warmtesensor in de Marsbodem moet brengen, feitelijk gebruik makend van de weerstand van het omliggende bodemmateriaal (anders staat hij slechts te stuiteren). Na 30 cm stootte het ding op onverwachte dichte bodem en kon het niet verder. Na tests op Aarde besloot men tot een andere strategie: de weerstand wordt nu verzorgd door de robotarm van InSight. Sinds 8 oktober is er in drie sessies 220 keer gehamerd, en dat werkt: hij is al... 2 cm verder! Dat lijkt bescheiden als je 5 m diep wilt komen, maar er zit weer beweging in.

### Weer een interstellaire komeet

Op 30 augustus werd een komeet ontdekt door de Oekraïense amateurastronoom Gennady Borisov. Zoals gewoonlijk krijgt die komeet zijn naam, voorafgegaan door een nummer: 2I/Borisov. Die I betekent dat het een interstellaire komeet is! De tweede, zoals die '2' aangeeft. De eerste was 'Oumuamua, die in 2017 door het zonnestelsel scheerde, naar een ander planetenstelsel. Toen was het even onduidelijk wat het precies voor ding was, maar bij deze was het meteen duidelijk.

De ca. 1 km (0,7 tot 3,3 km) grote komeet is lichtzwak, van de 17e magnitude: 1 miljoen maal zwakker dan de poolster. Hij heeft een korte, roodachtige staart. Allemaal heel normaal, behalve dan zijn baan, want ook hij vertrekt weer zo snel als hij kwam. Rond 8 december komt Borisov ongeveer ter hoogte van de Marsbaan onder het vlak van de ecliptica (het baanvlak van de aarde), en raast hij verder, gevolgd met allerlei telescopen.

Zijn staart is rijk aan cyanide, in onze omgeving niet echt prettig, maar bij kometen vrij normaal. Je kunt zeggen: waar de komeet vandaan komt lijkt het erg op hier.

### Je kunt meer namen kiezen!

Naast de 20 namen die nodig zijn voor de pas ontdekte maantjes van Saturnus, zijn er meer namen nodig:

### Voor een exoplaneet

In het september nummer vertelde ik dat je een naam kan bedenken voor de ster HAT-P-6 en zijn planeet HAT-P-6 b. Daar is op gereageerd en men heeft nu een lijstje met vijf sets van namen (voor de ster en voor de planeet). Doe mee en kies (tot eind oktober!) uit: *Brandaris & Vuurduin (mijn favoriet); Cruquius & Leeghwater; Exomna & Hurstrga (meer geschikt voor verre ijsdwergeren); Nachtwacht & Sterrennacht; of Nijntje & Moederpluis. Enkele namen zijn niet zo geschikt voor een internationaal publiek... Ga om te stemmen naar onze Links-pagina, onder Nieuwsbrief 64.*

### Voor een Mars-rover

Je kunt nog meer namen bedenken, zoals voor de nieuwe NASA-rover die nu alleen nog bekend staat als Mars 2020. Hij gaat inderdaad volgend jaar op weg naar de rode planeet. Dat namen bedenken is niet nieuw: Curiosity's naam werd in 2009 voorgesteld door een 12-jarig meisje! Weet je een leuke naam voor Mars 2020? Op onze Links-pagina vind je de link.

**Linksonder:** de eerste keer dat de Mars 2020 rover (hier bijna) op zijn 'benen' (oké, wiel) stond, in JPL's Simulator Building, waar het ding werd getest.

**Middenonder:** de Mercuriusovergang op 9 mei 2016, gefotografeerd door Paul Andrew in Kent, Engeland.

**Rechtsonder:** de nieuwe bezoekers van buiten ons zonnestelsel: interstellaire komeet 2I/Borisov. De foto is van 12 oktober 2019 (foto Hubble).



### Ruimtevaartnieuws

Op 21 september stierf de Duitse kosmonaut Sigmund Jähn (82), en op 11 oktober overleed de Russische kosmonaut Alexei Leonov, op 85-jarige leeftijd. Leonov was de eerste mens die een ruimtetewandeling maakte: op 18 maart 1965 zweefde hij 12 minuten vrij in de ruimte, buiten de Voskhod 2. Hij toonde zich een man van staal toen zijn ruimtepak zo opblies in het vacuüm van de ruimte dat hij niet terug kon! Hij opende een ventiel om genoeg lucht te laten ontsnappen om weer binnen te komen. Ondanks de korte duur van de 'EVA' (Extra-Vehicular Activity) bewees hij dat mensen in de ruimte konden werken. Hieronder een foto van Leonov (ja, hij is het echt!). Ga verder op de volgende pagina.



**Linksonder:** de banen van de 20 nieuwe maantjes. De rode lijnen zijn van de 17 maantjes met een retrograde baan (let op de pijlen). De groene baan is van een maantje dat bij de Keltische Groep behoort, de blauwe banen zijn van de twee Inuit-maantjes.

**Rechtsonder:** het ringmaantje Daphnis, dat zich in de 'Keeler Gap' in de A-ring bevindt, is met ongeveer 7 km tweemaal zo groot als 18 van de 20 nieuw ontdekte maantjes.

## Nieuwe Saturnusmanen

### 20 satellieten hebben een naam nodig

In 2015, toen ik de nieuwste versie van ons Zonnestelselmodel (MDL-ZS1 en ZS2) maakte, waren er 67 manen bekend van Jupiter. In 2016 ontdekte een team onder leiding van Scott Sheppard, van het Carnegie Institution for Science, 2 'nieuwe' maantjes, in 2017 gevolgd door weer tien, ook weer door Sheppard en zijn team. De teller stond toen op 79: veel meer dan de 62 van Saturnus. Maar... Saturnus heeft de achterstand in één keer ingehaald, met 20 nieuwe maantjes staat hij nu op 82! De ontdekkers zijn de bekende maantjesvinders David Jewitt, Jan Kleyna en... Scott Sheppard! En het team gebruikte de Subaru Telescope op Mauna Kea – 15 jaar geleden! In de periode 2004-2007 maakten ze foto's dichtbij rand van de planeet, om nieuwe maantjes te vinden. Maar de maantjes zijn erg klein: 3 of 4 km groot, met twee van 6 km. Dat is op de grens van de waarneemlimiet van de Subaru. Ze zagen wel wat intrigerende lichtpuntjes, maar ze hadden te weinig om te bewijzen dat het maantjes waren. Het project ging in de ijskast in.

Nu is echter, met nieuwe computertechnieken, vrij gemakkelijk om telescoopbeelden die over meerdere jaren zijn gemaakt te analyseren. Sheppard kon zo vaststellen dat 20 lichtpuntjes banen rond Saturnus beschreven.

### Vreemde banen

Van die 20 hebben 17 een retrograde baan: ze bewegen de verkeerde kant op! Ze doen daar allemaal langer dan drie jaar over en behoren tot een groep die ze de Noordse groep noemen, de meeste genoemd naar reuzen uit de Noordse mythologie. Die groep bestaat uit zeker 46 maantjes, waarvan Phoebe (vernoemd naar een Titaan – een reuzin - uit de Griekse mythologie) met 213 km de grootste is. De vreemde terugwaartse banen zijn aanwijzingen voor een gemeenschappelijke oorsprong: ze zijn afkomstig van hetzelfde hemellichaam, dat ooit uiteen is geslagen of gevallen.

De andere drie bewegen prograde, dus met de

planeetrotatie mee, twee met een omlooptijd van ruim 2 jaar en een inclinatie (baanhelling) van 45 tot 48° (behoren tot de Inuit groep); en een die er meer dan 3 jaar over doet ('Gallic', of Keltische groep).

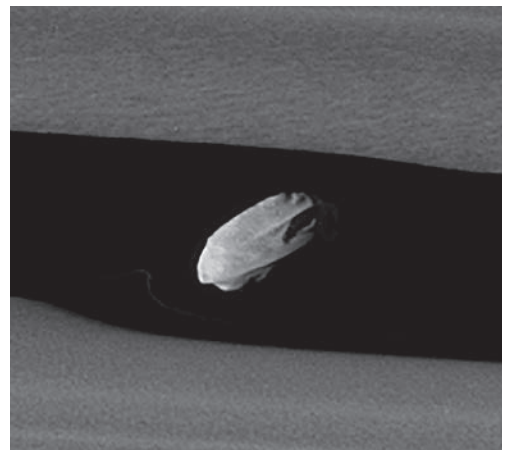
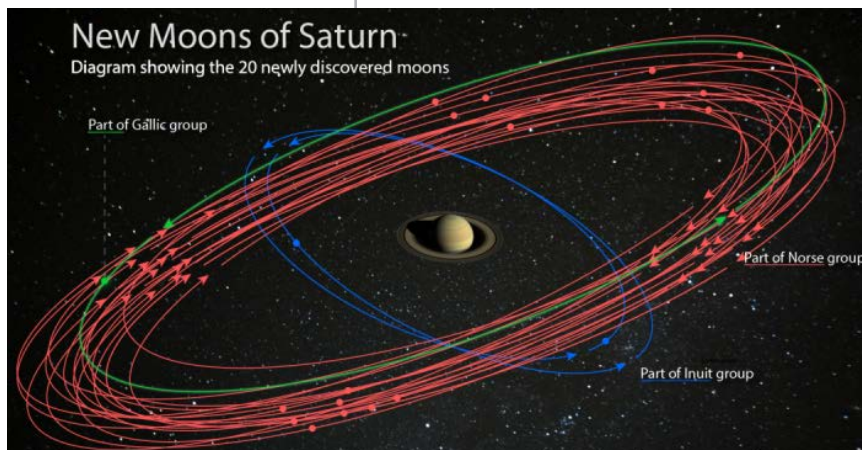
Overigens zijn er aanwijzingen voor nog vijf maantjes, maar die zijn nog niet lang genoeg waargenomen om de baan vast te stellen, en krijgen dan ook geen naam.

Leuk natuurlijk, maar wat moeten we met dat grut? Sheppard zegt: 'Met de grootste telescopen maken we nu een inventaris van kleine maantjes rond de reuzenplaneten compleet. De nieuwe ontdekkingen zijn cool op zichzelf, maar uiteindelijk gaat het om wat ze ons kunnen uitleggen over de vorming van het Zonnestelsel.'

### Bedenk namen voor de 20 maantjes!

Nu gaat het erom goede namen te vinden voor deze 20 grote rotsblokken. En dan gaat het niet om al je favoriete biermerken of al je kinderen, de namen moeten aan bepaalde regels van de IAU voldoen. Zo moeten de manen van Saturnus vernoemd worden naar mythologische reuzen, en de mythologie hangt af van de groep manen (hun baanovereenkomsten dus). Het gaat dus om 17 namen van reuzen uit de Noordse mythologie, twee uit die van de Inuit en een Keltische reus. Check wel de IAU database, want een naam die je hebt bedacht wordt misschien al gebruikt. Je hebt tot 6 december de tijd.

Zie de site van Carnegie Institution for Science, op onze **Links**-pagina, om je suggesties door te geven, en de link naar de IAU database. Op die pagina vind je ook een prachtig en compleet overzicht van alle manen en ringen van Saturnus.



## De zon

### Gaten in zonneatmosfeer

Eind oktober was er een groot coronaal gat op de zon, waardoor er een *zonnestorm* onze kant op kwam. En dat leidde in de nacht van 24 op 25 oktober tot veel meldingen van poollicht. Waar hebben we het over?

De zon stuurt een voortdurende (maar niet constante!) stroom van geladen deeltjes de ruimte in, vooral protonen en elektronen, met gemiddeld 150 km/s. We noemen dat de **zonnewind** en die is bijvoorbeeld verantwoordelijk voor het poollicht op Aarde (en andere planeten). We spreken wel van ruimteweer. De zon verliest op deze manier 2 miljoen ton materie per seconde en is zo in de 4,6 miljard dat hij bestaat 0,01% van zijn oorspronkelijke massa verloren.

Rond de zon bevindt zich de **corona**, een soort plasma-atmosfeer vanaf 10.000 km boven de **fotosfeer**, het zichtbare deel van een ster. Die corona is ontzettend heet, tot miljoenen graden, en we weten nog steeds niet waarom. In de corona komen de **magnetische fluxbuizen** (bundels van veldlijnen) uit de zon, van zonnevlek naar zonnevlek, waar ze allerlei verschijnselen van de zon veroorzaken, zoals protuberansen, zonnevlammen en **Coronal Mass Ejections** (CME's, zie verder). Meestal keren de fluxbuizen weer netjes terug naar de zon, en het materiaal dat wordt meegevoerd keert dus ook netjes terug. In de corona zijn echter ook gebieden waar open magnetische veldlijnen uit de zon komen, die dus niet terugkeren naar de zon. We noemen dat **coronale gaten**, hoewel het niet zo zeer gaten in de corona zijn, als gebieden met een tienmaal kleinere dichtheid van het plasma. Daardoor kan plasma ontspannen, als zonnewind met veel hogere snelheden, tot 800 km/s: een zonnestorm!

CME's, of **geomagnetische stormen**, zijn enorme bellen van miljarden tonnen hoog-energetisch plasma die de ruimte in geslingerd worden. Ze ontstaan door een soort kortsluiting als fluxbuizen elkaar te dicht naderen, waarna zich delen afsplitsen.



## Het Melkwegstelsel

### Explosie in centrum Melkweg

Sterrenkundigen denken dat er 3,5 miljoen jaar geleden een enorme explosie was in het centrum van het Melkwegstelsel, waarbij twee gigantische, uitwaaiende bundels van ioniserende straling vrijkwamen: als de lichtbundels van een vuurtoren. Deze zogenaamde 'Seyfert-vlam' was zo enorm dat hij alleen kon worden veroorzaakt door nucleaire activiteit van het superzware zwarte gat van ons stelsel, Sgr A\* (Sagittarius A 'ster'). Dat 'gat' heeft een massa van 4,2 miljoen maal die van de zon. Het effect was tot minstens 200.000 lichtjaar afstand voelbaar, want daar liet het zijn 'afdruk' achter op de Magelhaense Stroom, een enorm spoor van neutraal waterstofgas dat de twee buurstelsels (de Magelhaense Wolken) achterlaten in het heelal. Het Melkwegstelsel is ongeveer 100.000 lj in diameter, dus de straling kwam ruim daarbuiten. En 3,5 miljoen jaar is galactisch gezien erg recent.

Dat betekent dat het centrum van het Melkwegstelsel veel dynamischer is dan men dacht en dat kan leiden tot nieuwe denkbeelden over de evolutie ervan.

### Melkweg steelt van de burens

Het Melkwegstelsel is een van de circa 50 leden van de relatief kleine Lokale Groep van sterrenstelsels. De grootste zijn de Andromedanevel (M31, in Andromeda), het Melkwegstelsel en de Driehoeknevel (M33, in de Driehoek). Alle andere zijn dwergstelsels, van duizenden tot een paar miljard sterren, die grotendeels satellietstelsels zijn van de twee grootste stelsels. M31 en de Melkweg verdelen ze ongeveer 50/50. De grootste van de kleintjes is de Grote Magelhaense Wolk (Large Magellanic Cloud, LMC), op slechts 165.000 lj afstand, met 10 miljard sterren en bij ons niet te zien. De Kleine Magelhaense Wolk (SMC) is half zo groot, heeft 7 miljard sterren en staat op 200.000 lj. Beide zijn spiraalstelsels die door het Melkwegstelsel zijn ingevangen en uiteen worden gereten. De spiraalstructuur is nauwelijks nog herkenbaar en tot voor kort beschouwde men ze als onregelmatige stelsels.



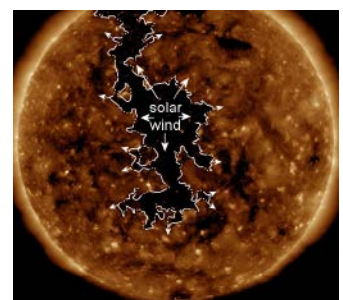
(vervolg pag. 4)

Een week later was er positiever nieuws, hoewel wat beschamend: voor het eerst was een uit vrouwen bestaand team op EVA geweest, buiten het ISS. De astronauten Christina Koch en Jessica Meir waren 7 uur en 17 minuten 'buiten' aan het werk om een kapotte accu te vervangen en wat extra taken uit te voeren. Het ging allemaal prima, de twee zijn beste vriendinnen en ze hebben al zes jaar getraind. Voor Koch was het ook de vierde ruimtewandeling, voor Meir de eerste; ze is daarmee de 15e vrouw in de ruimte. De Russische kosmonaut Svetlana Savitskaya was in 1984 de eerste. Trump belde de dames op, uiteraard tijdens de belangrijke ruimtewandeling, om ze te feliciteren. Dat was mooi natuurlijk, maar hij begreep niets van de betekenis van het moment. Hij zei 'dit is de eerste keer dat een vrouw buiten het ISS is'...

**Linksonder:** de astronauten Jessica Meir (in het ruimtepak) en Christina Koch.

**Middenonder:** artist impression van de enorme explosie vanuit Sgr A\*, het superzware zwarte gat van het Melkwegstelsel, 3,5 miljard jaar geleden.

**Rechtsonder:** een opname van de zon in extreem ultraviolet, van 22 oktober 2019. Bij zulke korte golflengten neem je extreem hoge temperaturen waar, zodat minder dichte, minder hete gebieden als zwart zichtbaar zijn op opnamen. Uit dit kolossale gat in de corona kwam een heftige zonnestorm onze kant op, met een snelheid van 700 km/s, die op 24 oktober voor poollicht zorgde (zie volgende pagina).



### De Magelhaense Wolken

De foto rechtsonder toont de Grote (links) en de Kleine Magelhaense Wolken (LMC en SMC). Begin 2017 had men met Gaia data variabele sterren van het type RR Lyrae gebruikt om de grootte van de LMC te bepalen. Variabele sterren veranderen periodiek van helderheid. Dit type ster, genoemd naar het 'prototype', de ster RR in de Lier, is een zogenaamde pulserende variabele. Dat betekent dat hij uitzet en daarbij koeler en daardoor donkerder wordt, waarna hij weer inkrimpt en helderder wordt. Ze 'zwalken' zo tussen de A en F-spectraalklasse.

Het zijn veel voorkomende, zeer oude sterren, met een zeer voorspelbare absolute helderheid (de helderheid op een afstand van 33 lichtjaar), zodat je er goed de afstand van kunt bepalen. Je zijn vooral in bolvormige sterrenhopen te vinden.

Goed, hiermee kon men bepalen dat de LMC een enorme wazige en lichtzwakke halo heeft, met een tiende van de massa van de Melkweg veel groter dan eerder gedacht. Ook ontdekten men een smalle 'brug' van sterren tussen de beide Wolken, de 'RR Lyrae brug'. Die bestaat deels uit sterren die de LMC heeft gepikt van de SMC en deels sterren die de Melkweg van de LMC heeft aangetrokken ('sterretjepik'). Deze informatie is nu weer interessant om de interactie tussen de stelsels beter te begrijpen. Credit Belokurov, Erkal en Mellinger.

**Midden, boven:** de Apollo 12 astronaut Conrad Pays op bezoek bij de Surveyor 3.

**Middenonder:** Alan Bean, de andere Apollo 12 astronaut en een van de twaalf mensen die op de maan rondliepen.

**Rechtsboven:** in de nacht van 24 op 25 oktober bereikte een CME, of geomagnetische storm de aarde (zie pag. 5). Dat leverde dit fraaie poollicht op in Minnesota, in de VS (foto Travis Novitsky).

**Daaronder:** op 8 oktober 2019 was er ook al poollicht te zien, zoals blijkt uit deze schitterende foto van Markus Varik (vanuit Tromsø, Noorwegen).

Een team van astronomen heeft nu ontdekt dat verschillende kleinere dwergstelsels door de Melkweg zijn gejat van de LMC, inclusief verscheidene superlichtzwakke dwergen, maar ook relatieve heldere. De sterrenkundigen maakten gebruik van de nieuwe gegevens van de Gaia ruimtetelescoop, die de sterrenhemel zeer nauwkeurig in kaart brengt, en kosmologische computermodellen.

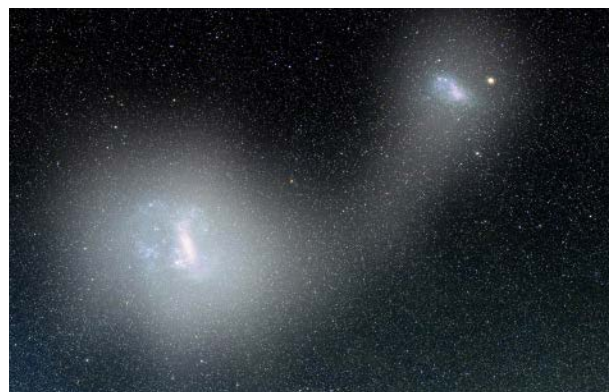
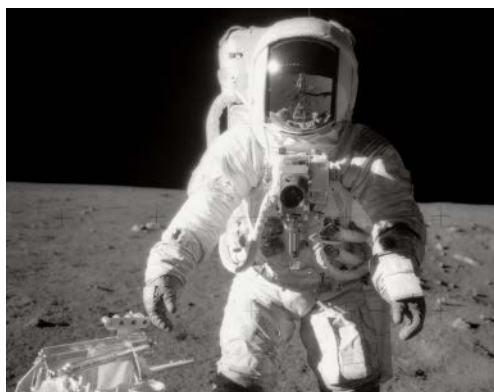
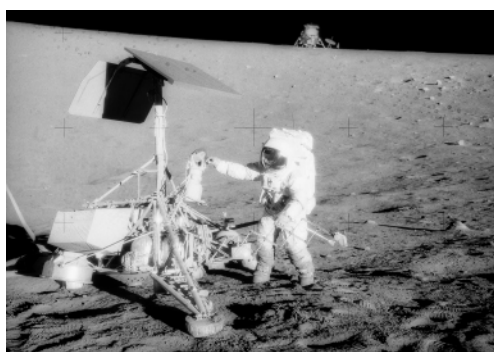
De resultaten van dit onderzoek bevestigen wat men al lang denkt, namelijk dat grote sterrenstelsels groeien ten koste van kleinere buurstelsels. Met zijn grotere zwaartekracht is de Melkweg bezig de Magelhaense Wolken te verscheuren en hun dwergstelsels te stelen. Ook klopt het beeld dat dwergstelsels omringd worden door nog kleinere, lichtzwakke stelseltjes, waarvan vele zelfs helemaal geen sterren hebben: ze bestaan slechts uit donkere materie! De LMC blijkt vrij veel van die mysterieuze, ongreepbare 'materie' te hebben. Dat lijkt aan te geven dat de Melkweg door het grootste groei-proces in zijn geschiedenis gaat, waarbij de LMC een derde van de massa van de donkere materie-halo van de Melkweg levert. De kans dat men nog veel meer van die ultra-lichtzwakke kleine stelseltjes ontdekt is groot.

## Apollo-vluchten

### 50 jaar na Apollo 12

Deze zesde bemande Apollo-vlucht werd op 14 november 1969 gelanceerd. Aan boord waren Commander Charles 'Pete' Conrad, LM Pilot Alan Bean en CSM Pilot Richard Gordon (zie

ook het juli-augustus nummer, pagina 2). De landing was op 19 november in de Oceanus Procellarum ('Oceaan van Stormen'), op 300 m van de 2,5 jaar eerder gelande onbemande maanlander Surveyor 3. Een van de twee maanwandelingen ging naar deze robot, waarvan ze onderdelen verwijderden om mee terug te nemen naar de aarde (het verhaal gaat dat men daarop bacteriën aantrof, overgebracht door aardse technici, en dat die het verblijf op de maan – de koude, de straling, het gebrek aan lucht - hadden overleefd. Latere onderzoekers achten dit onwaarschijnlijk, maar NASA voerde wel strengere procedures in om dit te voorkomen. Het was de enige keer ooit dat mensen een ruimtesonde op een andere wereld bezochten. Verder ging de eerste kleuren tv-camera mee, maar Bean richtte deze per ongeluk op de zon... en toen was ie stuk. Hij liet trouwens ook de rolletjes kleurenfoto's achter, op de LM liggen, zodat we van deze maanwandeling alleen zwartwit foto's hebben. Na vertrek van de maan op de 20e kwamen de astronauten op 24 november terug op Aarde.



## Mars

### Nirgal Vallis – een oude rivier

Er is geen planeet buiten de aarde waar het zo druk is, op de bodem en in de ruimte eromheen, als Mars. Logisch, Mars lijkt ook het meest op de aarde. Zo heeft Mars rivieren – nou ja, droge, stoude rivierbeddingen. Een zo'n oude rivier is de 700 km lange Nirgal Vallis, ten zuidoosten van de enorme Mariner Vallei (Valles Marineris). Die laatste is 4000 km lang, 200 km breed en 7 km diep.

Maar Nirgal Vallis is ook een van de grootste netwerken van valleien op Mars. Hij bevindt zich op het zuidelijke halfrond, iets ten zuiden

van de equator, en is ontstaan door stromend water en inslagen van planetoïden. Je ziet het ook allebei in de vier foto's onderaan: een aantal inslagkraters, kleine en grote, en de meanderende kanalen waar ooit water doorheen raasde. Men schat het valleienstelsel (ca. 2 km breed en 200 m diep) op tussen 3,5 en 4 miljard jaar oud. Het is een typisch voorbeeld van een 'amfitheater' begrensd systeem, waarbij de diverse stromen eindigen in een halfronde (of U-vormige) vallei met steile wanden en gladde bodems. Mogelijk dat het water daar omhoog moest en in plaats daarvan in de bodem verdween. Die bodems zijn nu bedekt door zandduinen die aangeven dat de winden gewoonlijk parallel aan de valleiwanden waaien. In het oosten eindigt Nirgal Vallis in de grote Uzboi Vallis, dat vermoedelijk ooit een groot meer was.

Mars heeft meer van dit soort valleien op lagere breedten, wat een aanwijzing is voor een ooit veel milder klimaat, meer zoals dat van de aarde nu. Mars was toen een natte planeet maar is na miljarden jaren bijna geheel opgedroogd.

### Curiosity maakt weer een selfie

Hiernaast zie je een adembenemend panorama, gemaakt op 11 oktober 2019 (Sol 2553) en bestaande uit 57 individuele foto's van de Mastcam (op de robotarm). Hiermee 'herdenkt' men tevens de tweede keer dat de rover een bijzonder, 'nat' chemisch experiment deed, op 24 september 2019 (zie kader). Dit gebied, 'Glen Etive', heeft een kleihoudende bodem dat men graag op die manier wilde onderzoeken. Dat onderzoek moet ons meer vertellen over het veranderende Marsklimaat van miljarden jaren geleden, toen de planeet vriendelijker was voor eencellig leven.

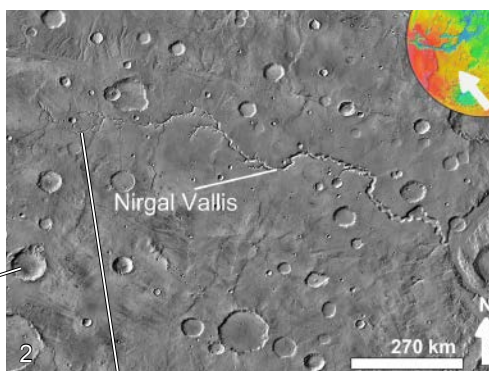
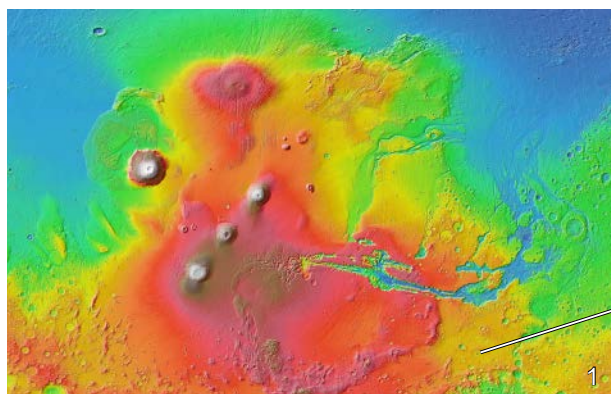
### Bijzonder (nat!) experiment

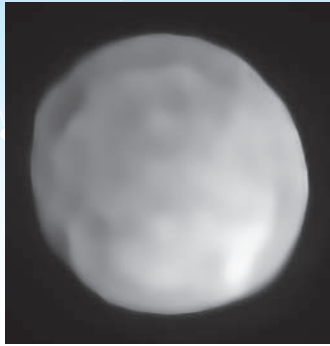
Het gebied Glen Etive heeft een kleihoudende bodem. Het science team wachtte al vanaf vóór de lancering met spanning op zo'n kans voor een speciaal experiment. Daarbij neemt Curiosity op de normale manier een bodemonster, verpoedert dat en mikt dat in bekertjes van het 'lab': Sample Analysis at Mars (SAM). Daarin worden de monsters verhit tot zo'n 1000°C, waarna de gassen met twee spectrometers en een gaschromatograaf worden onderzocht. Er zijn 74 van die bekertjes (cups) maar er zijn er slechts negen voor 'natte chemie' experimenten (nodig voor deze kleimonsters). Hierbij vermengt men de monsters met een chemische oplossing, waaruit een afgeleide stof ontstaat (een derivaat). Die verdampt zonder uiteen te vallen, zodat men de oorspronkelijke, complexe moleculen (stamverbindingen) kan bepalen. Je begrijpt dat men zuinig is met die negen cups en ze alleen gebruikt voor de juiste condities. Op klei gebaseerd gesteente is goed in het bewaren van chemische verbindingen, die normaal in de loop der tijd worden afgebroken door straling van de zon en kosmische straling.

**Linksboven:** links van de rover Curiosity zie je twee gaten (pijl'tjes), 'Glen Etive 1' (rechts) en 'Glen Etive 2' genoemd. Daar zijn bodemonsters genomen en die van Glen Etive 2 werd op 24 september in het 'lab' (SAM) onderzocht, met 'natte chemie'. Zo'n 300 m achter de rover zie je Vera Rubin Ridge, waar Curiosity bijna een jaar geleden vertrok. Voorbij die heuvelrug zie je de bodem van de krater Gale en zijn noordelijke kraterwand.

### Serie hiernaast:

1. Een topografische (gekleurde) kaart van ongeveer 50% van Mars. Je ziet links van het midden de vier reuzenvulkanen, en iets onder het midden begint de enorme Mariner Vallei. Volg verder de lijnen.
2. De gehele Nirgal Vallis.
3. Het door onze eigen (want Europese) Mars Express gefotografeerde meest westelijke deel ervan. Je ziet goed de loop van de oude rivier en de kraters.
4. Bewerking van de foto levert het gebied in perspectief op.





**Hierboven:** dit is de eerste foto van Hygiea die iets van het oppervlak laat zien. Van de grote planetoïden zijn verder alleen Ceres en Vesta in detail gefotografeerd, door de ruimtesonde Dawn. Foto ESO.

#### SPHERE

De 'Spectro-Polarimetric High-Contrast Exoplanet REsearch' is een instrument op Unit Telescope 3 van de Very Large Telescope (VLT). Het werkt in zichtbaar licht en nabij infrarood en is gebouwd voor het rechtstreeks fotograferen van exoplaneten. Het is een van de krachtigste 'imaging' systemen in de wereld. Dan kun je er natuurlijk ook een klein object in onze eigen buurt veel beter in beeld brengen dan eerder mogelijk was!

#### Klein...

Het is moeilijk om foto's te maken van verre, kleine objecten. Op zich staat de planetoïde met 470 miljoen km relatief dichtbij, maar hem fotograferen is als het fotograferen van een korreltje grof zand op 320 km afstand!

#### Helpen de oceanen bij de klimaatcrisis?

Door ons warmt de wereld met een alarmerend tempo op, met desastreuze gevolgen. Oceanen absorberen ongeveer 90% van die extra warmte, maar absorberen ook kool-dioxide – naar uit onderzoek met behulp van satellieten blijkt zelfs een derde van wat wij produceren! Dat lijkt mooi, maar het betekent ook dat de oceanen verder verzuren. En het zeewater blijft ondertussen stijgen...



## Laatste nieuws!

### Zesde dwergplaneet vastgesteld

We hebben er een dwergplaneet bij! De planetoïde Hygiea hoort er nu ook bij, als kleinste weliswaar. Astronomen hebben met behulp van het SPHERE instrument op de VLT (zie kader) een foto gemaakt van dit object, dat met 434 km de vierde planetoïde in grootte is.

En wat blijkt: Hygiea is rond! En dat is één voorwaarde om planeet of dwergplaneet genoemd te worden, de andere is dat een ding om de zon beweegt. Een planeet is het niet, want daarvoor moet hij zijn baan domineren en Hygiea is een van vele planetoïden in de Planetoïdengordel - dus niet bepaald dominant. En daarom is het een **dwergplaneet**. Hoewel de International Astronomical Union (IAU) dat nog zal moeten goedkeuren.

Hygiea werd als 10e planetoïde ontdekt, in 1849. Het oppervlak van dit object lijkt erg op dat van Ceres, wat op een gezamenlijke oorsprong wijst. Hij staat gemiddeld op 470 miljoen km van de zon, verder weg dan Ceres.

### Meer onderzoek

Hygiea verraste de onderzoekers ook, want hij mist de grote inslagkraters die men had verwacht. Het is het grootste lid van de grootste familie van planetoïden, met 7000 leden: allemaal restanten van een groter object dat ooit uiteen is geslagen bij een grote botsing. Dan verwacht je dat daarbij ook littekens zijn achtergebleven, zoals een inslagbekken. Vesta, het grootste lid van de vestoïden, de Vesta-familie, heeft zelfs twee inslagbekkens, over elkaar heen. Men heeft 95% van de planetoïde gefotografeerd, maar slechts twee onmiskenbare kraters kunnen identificeren, en geen van beide kan veroorzaakt zijn door de inslag waaruit de Hygiea-familie ontstond. Al die kleine objecten (dus zonder Hygiea) bij elkaar zouden een object van 100 km diameter opleveren, en die zou een forse deuk hebben geslagen.

Het team besloot verder onderzoek te doen, met behulp van computersimulaties, en leidde daaruit af dat de oorspronkelijke Hygiea frontaal geraakt moet zijn door een object van 75 tot 150 km. De simulaties tonen dat dat ongeveer 2 miljard jaar geleden moet zijn gebeurd, en dat Hygiea daarbij geheel uiteengeslagen is. De restanten klonterden weer samen tot een rond object en heel veel kleine metgezellen. Zo'n botsing zou volgens de onderzoekers uniek zijn, lang na het grote Oerbombardement (4,1 tot 3,8 miljard jaar geleden), maar de enorme inslagen op Vesta waren respectievelijk 2 en 1 miljard jaar geleden. Nu maar hopen dat ze meer planetoïden en andere kleine werelden van het zonnestelsel kunnen fotograferen (misschien de derde planetoïde in grootte en massa, Pallas? Dat zou geweldig zijn).

## Hemel van november 2019

### Overzicht

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

### Maanfasen november 2019

<b>Eerste kwartier</b>	4 nov, 11:23 u MET
<b>Volle maan</b>	12 nov, 14:34 u MET
<b>Laatste kwartier</b>	19 nov, 22:11 u MET
<b>Nieuwe maan</b>	26 nov, 16:06 u MET

<b>Perigeum:</b>	23 nov, 9 u MET, 366.718 km
<b>Apogeum:</b>	7 nov, 0 u MET, 405.058 km

	<b>2 nov</b>	<b>27 nov</b>
<b>Zonsopkomst</b>	7:36	8:19
<b>Zonsondergang</b>	17:10	16:35

### 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	Weegschaal	14:43 u
Venus	Slangendrager/Boogschutter	17:10 u
Mars	Maagd	13:46 u
Jupiter	Slangendrager/Boogschutter	17:44 u
Saturnus	Boogschutter	19:11 u
Uranus	Ram	2:06 u
Neptunus	Waterman	23:09 u
Pluto*	Boogschutter	19:31 u

\* *alleen met forse amateurtelescoop*

### De planeten

**Mercurius** is op de 11e in benedenconjunctie, waarbij hij vóór de zon langs trekt: een **Mercuriusovergang!** Zie pag. 3. Op de 25e is hij in conjunctie met de maan, 2° W van de smalle maansikkel; bekijk het in de ochtendschemering. Op de 28e bereikt hij zijn **grootste westelijke elongatie**. Mercurius is alleen in de tweede helft van de maand zichtbaar, in de ochtendschemering, in het OZO. Eind november komt hij bijna 2 uur vóór de zon op. Gebruik een verrekijker.

**Venus** is vanaf de 10e weer te zien, als 'avondster' in het ZW, kort na zonsondergang. Eind november gaat ze ruim 1,5 u na de zon onder. Op de 24e is ze in conjunctie met Jupiter, maar dat is lastig te zien want ze staan 5° boven het ZW. Probeer het rond 17:30 u. De 28e is ze in conjunctie met de maan, 2° W van de smalle maansikkel, 3° boven ZWZ horizon.

**Mars** staat 's morgens in het OZO. Hij staat ver weg, dus is niet zo helder. Op de 8e is hij dicht bij de ster Spica (Maagd); bekijk dat rond 7 uur 's morgens. op de 24e staat hij 4° Z van de maan.

**Jupiter** is nog wel zichtbaar, in het ZW, maar eind november komt hij te dicht bij de zon (aan de hemel dan...). Op de 24e is hij in **conjunctie** met Venus.

#### De vier Galileïsche satellieten (vanaf Jupiter):

14 nov, ten oosten: Europa, Io (dicht bij elkaar), Gany-medes en Callisto; 18 nov, ten westen: Europa, Io, Callisto en Ganymedes.

**Saturnus** staat 's avonds in het ZZW, maar nadert de zon nu. Eind november gaat hij rond 19:15 u onder. **Uranus** is de hele nacht te zien met een kijker.

**Neptunus** is de hele avond te zien (met een grote verrekijker of kleine telescoop!) en gaat na middernacht onder. Hij staat in de buurt van de ster φ van de Waterman, in de planisfeer te vinden bij de ecliptica, op 23:14 u RA, declinatie -6°.