

Rob's Nieuwsbrief - 97

over sterrenkunde en het heelal

september 2023

De cursus begint bijna weer Voyager-nieuws

Weer eens een rustigere zomer

Ik heb het de afgelopen tijd lekker rustig aan gedaan, vooral in juli. En we zijn zelfs weer eens met vakantie gegaan, naar onze favoriete vakantiebestemming: Vlieland. Dat kon lang niet vanwege onze lieve kater Castor, die 28 juni overleed. Hij was een siamees en siamezen zijn erg afhankelijk. Ze worden wel de hondjes onder de katten genoemd. We hebben al lang geleden besloten niet op vakantie te gaan zolang hij er was; wij moesten immers goed voor hem zorgen! Maar het mocht weer van hem...

Het was qua orders ook rustig, wat normaal is in de zomer, hoewel ik thuis meteen flink aan de bak kon. Voor de cursus heb ik nu al 27 cursisten! Dat maakt het zakelijk in elk geval al een enorm succes (de lessen zelf worden dat ook zeker). En er zijn nog steeds plaatsen beschikbaar! Ik heb er weer veel zin in!

Lezing

Op Vlieland heb ik trouwens wel nog gewerkt: ik heb mijn 'Lezing van Alles' gegeven in het theatertje in de Dorpsstraat, Podium Vlieland. Voor die lezing heb ik geen attributen als schaalmodellen nodig, die ik op de fiets natuurlijk niet kan meenemen. De organisatie was niet best: de communicatie ging beroerd (zelfs na de lezing niets meer gehoord) en er was niet of nauwelijks reclame gemaakt (ik heb zelf van tevoren nog drie posters verspreid). Achteraf hoorde ik van eilanders dat ze het jammer vonden dat ze er niets van wisten... Die waren overigens al kritisch over de huidige uitbaters. Gelukkig was er een aardige en geïnteresseerde medewerkster die de lezing bijwoonde en wist hoe de verlichting werkte. Lastig was dat het steeds erg lang duurde voordat de computer reageerde als ik een stapje vooruit wilde. En als je weet hoe complex mijn dia's zijn opgebouwd... Uiteindelijk waren er vijf bezoekers en was het erg leuk en gezellig!



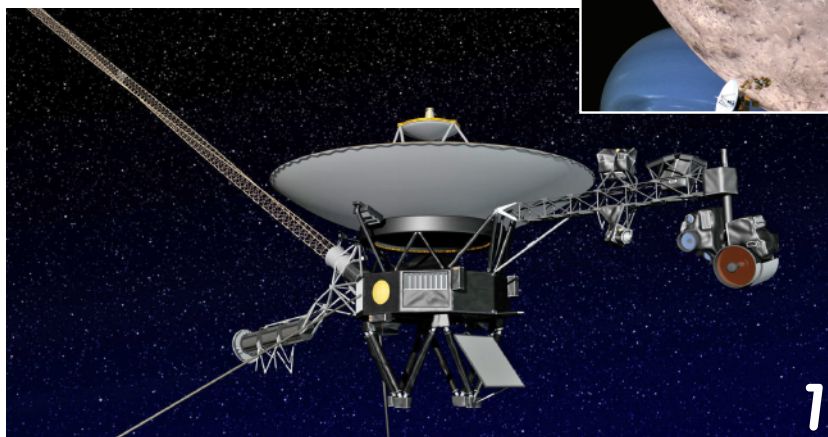
Contact met Voyager 2 tijdelijk verloren

Na een foutief commando op 21 juli 2023 aan de Voyager 2, de op een na verste ruimte-sonde, is het contact met de ruimteverkenner verloren gegaan. Door het commando was de hoofdantenne op een punt gericht dat 2 graden van de aarde ligt. Dat lijkt weinig maar op een afstand van 20 miljard km van de aarde is de afwijking gigantisch.

Men detecteerde wel de zwakke 'hartslag' van Voyager 2: de draaggolf (de golf die een signaal draagt om informatie over te brengen), waaruit bleek dat de Voyager nog steeds operationeel was. De controllers probeerde meteen het contact weer te herstellen. NASA had wel goede hoop dat het contact zo nodig na de geplande reset op 15 oktober weer kon doorgaan (zo'n automatische reset is enkele malen per jaar ingepland in de computer van de sonde). Overigens is het niet voor het eerst dat de verbinding met Voyager 2 is verbroken: in 2020 was dat zeven maanden zo!

Op 4 augustus bombardeerde men het gebied waar de Voyager 2 is met het juiste commando, in de (geringe!) hoop dat de sonde het zou oppikken. Dat deden ze met behulp van de enorme schotelantennes van het Deep Space Network (DSN) en de sterkste zender. Het lukte om de antenne weer goed te oriënteren en het contact te herstellen.

Voyager 2 is al 46 jaar onderweg (zie kader), en snelt met 55.000 km/u door de interstellaire ruimte: al bijna vijf jaar geleden verliet het toestel ons zonnestelsel. Radiosignalen doen er 18,5 uur over om de aarde te bereiken, en over die afstand worden die signalen ook erg 'ijl'. Voyager 2 beweegt richting het sterrenbeeld Pauw en blijft onderzoek van haar omgeving doen, zij het met een kleinere selectie (bijv. zonder de camera's), vanwege de sterk verminderde energie (het radioactieve plutonium raakt op). Meer over het Voyagerproject kun je lezen in ons leuke boekje (B08) *Voyagers*, dat in maart uitkwam (zie kader). Ik behandel *New Horizons* verderop in deze nieuwsbrief.



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.

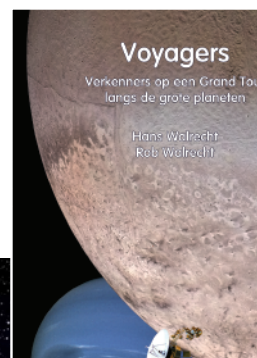
7e editie van mijn basiscursus

Op 13 september begint mijn uitgebreide basiscursus 'Leer het heelal begrijpen' weer. De cursus bestaat uit 12 lessen, wordt gegeven in Amersfoort en kost € 195,00. Dat is, als we de kosten van het cursuspakket ervan aftrekken, ca. 10 euro per les! Zie onze website: www.walrecht.nl/nl/lezingen-cursussen/cursus-leer-het-heelal-begrijpen. Zie ook pagina 4.

Linksonder: het leuke, kleine theatertje van Vlieland, waar ik de lezing gaf.

Rechtsonder: de Voyagers werden in 1977 gelanceerd, Voyager 2 op 20 augustus, Voyager 1 op 5 september. Voyager 2 legt 483 miljoen km per jaar af, Voyager 1 535 miljoen km en New Horizons 433 miljoen km. Hun huidige afstanden tot de zon zijn resp. 20,06 miljard km, 24,05 miljard km en 8,48 miljard km.

Hieronder: Voyagers.



Leeftijd heelal

De leeftijd van het heelal is nu bepaald op $13,787 \pm 0,020$ miljard jaar (**Gyr**). Dat hanteer ik ook in mijn cursus. Overigens kwamen andere astronomen in 2021 tot 13,797 Gyr.

Linksonder: galactische pauw

Dit lensvormige sterrenstelsel is NGC 6684. Het is een diffuse verschijning, wat spookachtig, met eromheen een 'rookgrijze' halo. Je mist de donkere stofsluier in andere stelsels. Lensvormige stelsels zijn recent al zodanig beschreven en ingedeeld in de 'Hubble Stembork'. Ze werden eerst beschouwd als elliptische stelsels, de tegenhangers van spiraalstelsels. Ze hebben echter een grote schijf zoals die laatste, maar missen de spiraalarmen (en dus de enorme stofsluier). Daarom ziet men ze nu als aparte groep. Het bevindt zich op 44 miljoen lj van de aarde, in het zuidelijke sterrenbeeld Pauw (een van de vier zuidelijke 'vogels' aan de hemel daar). De opname is van de Hubble, in het kader van een project om alle stelsels binnen 10 megaparsec (32,6 miljoen lj) waar te nemen.

Rechtsboven: de route die de nieuwe ruimtetelescoop Euclid volgde naar het L2 punt.

Rechtsonder: de Euclid.

Sterrenkundenieuws

Webb en Gaia verwelkomen Euclid in L2

Sinds 1 juli, toen Euclid werd gelanceerd, legde de nieuwe ruimtetelescoop de 1,5 miljoen km af naar het L2 Lagrangepunt. Dat is een punt waar met name ruimtetelescopen op een geschikte locatie kunnen komen om de sterrenhemel te bestuderen. Er zijn vijf van die punten waarvan L4 en L5 in dezelfde baan als de aarde (zo'n 60° vóór en achter onze planeet), L1 helemaal aan de andere kant van de zon, L3 tussen de aarde en de zon in (op zo'n 1,5 miljoen km van de aarde dus), en L2 precies aan de andere kant van de aarde (met de zon 'in de rug!'). Op die plek kun je de straling van de zon en de aarde het best afschermen zodat je zwakke objecten op grote afstand kunt 'zien'. Euclid beweegt in een ruime baan rond dat punt, met een straal van 400.000 tot 800.000 km van het L2 punt. Toch blijft de afstand tussen de telescoop en de aarde groot genoeg.

Hopelijk kan ik (of Ed van den Heuvel dan wel Henny Lamers) eerste beelden tonen in mijn cursus (zie onderaan).

Beter begrip donkere materie en energie

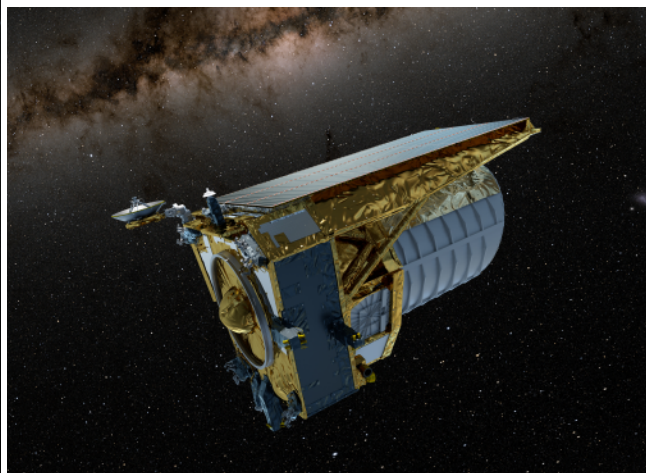
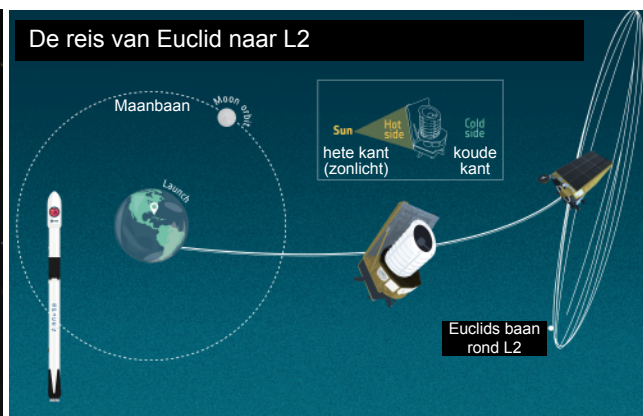
De nieuwe telescoop moet leiden tot een beter begrip van donkere materie en energie, door de genoemde effecten op sterrenstelsels, clusters en de uitdijning van het heelal nauwkeuriger te bestuderen. De missie moet een soort

'3D-kaart' van het heelal opleveren, waarbij (naast de twee hemelcoördinaten) tijd de derde dimensie ervan voorstelt: hoe verder een stelsel, des te langer doet het licht erover om ons te bereiken, en dus des te verder terug we het zien in de kosmische tijd. Door miljarden stelsels tot 10 miljard lj afstand waar te nemen, zullen de onderzoekers in staat zijn de hemelposities en snelheden van die stelsels in kaart te brengen. Zo krijgen we een nauwkeuriger beeld van het grootste deel van de kosmische geschiedenis, en de manier waarop het heelal in die periode uitdijde. Zie ook de vorige Rob's Nieuwsbrief.

Is de leeftijd van het heelal dubbel zo groot?

In juli las ik een stuk over een Canadees onderzoek waaruit zou blijken dat het heelal veel ouder was dan onze huidige bepalingen (zie kader). Men kwam tot 26,7 miljard jaar: een kosmologische cultuurschok! Ik ga hier niet in detail in op dat onderzoek, maar ik legde het voor aan Ed van de Heuvel en Henny Lamers (zie verder).

Beiden vonden de conclusies 'erg speculatief'. Henny: 'We weten niet genoeg over de vorming van de eerste sterrenstelsels om te kunnen uitsluiten dat ze door samentrekking en samensmelten onder invloed van donkere materie snel (binnen 0,5 miljard jaar) kunnen ontstaan'. Ed was het geheel met hem eens.



Webb-nieuws

Detailopnamen van actieve stervorming

De Webb ruimtetelescoop (JWST) heeft opnamen gemaakt van de 'capriolen' van een paar jonge sterren in de fase van hun vorming. Het gaat om Herbig-Haro 46/47, die in nabij-infrarood en zeer gedetailleerd in beeld zijn gebracht. De nauwe dubbelster (relatief erg dicht bij elkaar) staat op 1470 lj, in het sterrenbeeld Zeilen. Ze zijn al sinds de vijftiger jaren in zichtbaar licht bestudeerd, maar de Webb doet dat voor het eerst in infrarood.

Herbig-Haro (HH) objecten zijn in gewoon licht heldere nevels die worden geassocieerd met pasgeboren sterren. In infrarood kan de Webb door die nevel heen 'kijken'. Om de jonge sterren, diep in de oranje-witte nevel, te zien hoef je maar de roze-rode 'diffractie ster' (het sterachtige patroon met acht stralen, het gevolg van de ophanging van de secundaire spiegel in de telescoop) te vinden en daarvan het centrum te nemen. Ze groeien nog steeds, door gas en stof uit die nevel op te nemen. De schijf waarin ze zich vormen is niet te zien, maar zijn schaduw is te zien als twee donkere, conische gebieden rond de centrale sterren. De omringende (hier) blauwe nevel is een stofnevel die in zichtbaar licht zwart is. Op de achtergrond zie je sterrenstelsels.

Deze opname leert ons meer te begrijpen over de activiteit van de sterren – nu en in het verleden – en hoe sterren vormen.

Webb ziet oeroude koolstofmoleculen

Voor het eerst heeft men (met de Webb ruimtetelescoop) stofkorreltjes waargenomen met een roodverschuiving van $Z=7$, wat overeenkomt met ongeveer 1 miljard jaar na de Oerknal. Dergelijke 'vingerafdrukken' van complexe moleculen met koolstof (zoals PAKs: polycyclische aromatische koolwaterstoffen) werden in het recentere heelal al eerder gevonden. Het is echter onwaarschijnlijk dat PAKs al zo vroeg zouden zijn ontstaan. Daarom denkt men aan de mogelijkheid dat de zeer grote gevoeligheid

van de Webb mogelijk minuscule grafiet- en diamantachtige deeltjes heeft waargenomen, deeltjes die door de vroegste sterren of supernova's werden geproduceerd. Deze waarneming opent mogelijkheden voor het onderzoek van de productie van kosmisch stof en de eerste sterpopulaties in het heelal.

Verste ster blijkt begeleider te hebben

Een andere Webb-opname toont een reusachtige cluster van sterrenstelsels, WHL0137-08 genaamd (rechtsonder), waarvan het deel in de gele rechthoek is uitvergroet. Het is door de zwaartekracht van de cluster vergroot en uitgesmeerd als een rood boogdeel: de 'Sunrise Arc'. Het is het sterkst (door een zwaartekracht lens) vergrote stelsel dat we kennen uit de eerste 1 miljard van het heelal!

In die boog zie je ook zie de verste ster ooit gedetecteerd, bijgenaamd Earendel, ontdekt door de Hubble (aangegeven in de rechter foto). De NIRC camera van de Webb laat zien dat het om een zware B-ster gaat, die tweemaal zo heet en een miljoen maal zo helder is als de zon. Zulke zware sterren hebben vaak begeleiders, maar op die afstand (aan de hemel zouden ze zéér dicht bij elkaar staan) zou dat onwaarschijnlijk zijn. En toch ziet men aanwijzingen voor een koelere begeleidende ster, puur op basis van de kleuren van Earendel.

De NIRC camera laat ook andere opmerkelijke (zij het vertekende) details zien in de Sunrise Arc, zoals een nog geen 5 miljoen jaar jong stervormingsgebied. Aan beide zijden van Earendel (dus erboven en eronder) zie je dezelfde oudere sterrenhoop (10 miljoen jaar of ouder). Men kon ook vaststellen dat de sterren elkaar met hun zwaartekracht bijhouden, en dat de sterrenhoop waarschijnlijk nog altijd intact is. Dit laat zien hoe bolvormige sterrenhopen ook in het vroege Melkwegstelsel eruit zagen, 13 miljard jaar geleden.

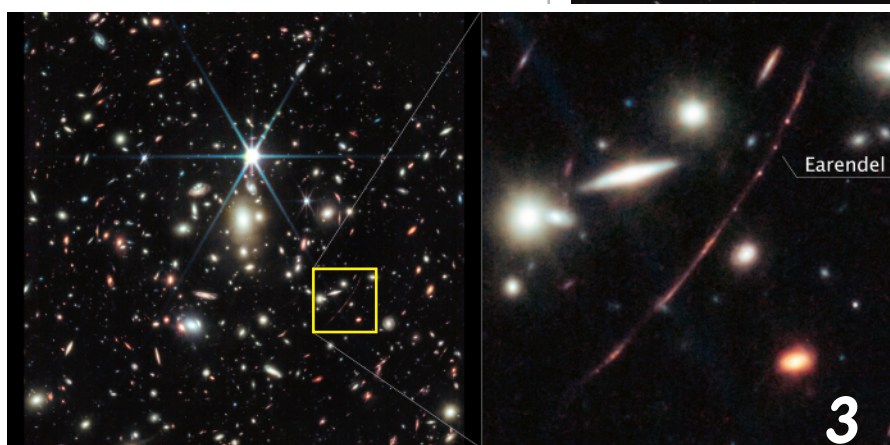
Wetenschap

Brian Cox citeerde in een documentaire T.S. Eliot: 'We shall not cease from exploration and the end of all our exploring will be where we started and know the place for the first time'.

Linksonder: de jonge sterren van HH 46/47. Je moet de oranje 'ster' nemen en daar het centrum van: daar zitten de twee jonge sterren. Het klassieke 'sterpatroon' is het gevolg van de ophanging van de secundaire spiegel van de Webb telescoop. Die spiegel reflecteert (een deel van) het licht van de grote hoofdspiegel naar de instrumenten. Je zou zeggen dat die kleinere spiegel aan zes spijlen vastzit, maar op andere foto's zie je duidelijk nog twee zwakkere 'stertraaltjes', dus hij heeft er acht. Foto's: Webb.

Rechtsboven: een klein stukje van de foto met het 'deep field' met duizenden stelsels van allerlei vormen en afmetingen. De uitsnede is van een stelsel dat JADES-GS-z6 wordt genoemd, en waar het onderzoek op gericht was. Je ziet het als een vlek van blauw, rood en groen.

Rechtsonder: de locatie van de dubbelster Earendel. Op de linker foto zie je de zwarte achtergrond met honderden kleine en diverse stelsels. De rodere stelsels zijn erg vertekend, uitgerekt en gespiegeld door het effect van de zwaartekracht lens. Boven het midden zie je een heldere ster (met 8 'stralen!'), in onze Melkweg. De rechterfoto is het detail in de gele rechthoek, met het rode boogdeel. Naast Earendel zie je andere heldere vlekjes op die boog.



Linksboven: de 865 m grote planetoïde Ryugu. In mijn boek behandel ik het ding vrij uitgebreid. Het is dan ook mijn meest wetenschappelijke boek!

Daaronder: het oppervlak is bezaaid met keien en rotsblokken, maar daaruit bestaat Ryugu inwendig ook.

Linksonder: een artist's impression van de inslag van een object zo groot als Ryugu.

Midden: een artist's impression van New Horizons op zijn nieuwe missie: de achtergrondstraling van het heelal meten.

Rechtsonder: de Hayabusa2 kwam op 27 juni 2018 aan bij de kleine planetoïde Ryugu en vertrok op 12 november 2019 voor de terugreis naar de aarde. Daar leverde de sonde op 5 december 2020 de capsule met bodemonsters af, die het op Ryugu had verzameld.



New Horizons

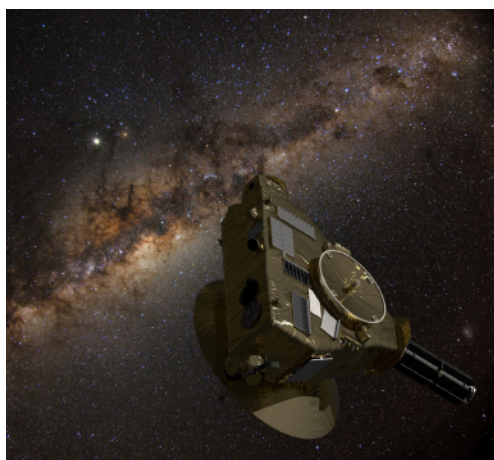
Pluto-sonde nu bezig met kosmologie!

Deze ruimtesonde heeft nu, ruim 17,5 jaar na de lancering, het belangrijkste deel van het zonnestelsel allang achter zich, op een afstand van 8,5 miljard km. Dat is bijna tweemaal zo ver van de zon als het initiële doel, Pluto. In de tussentijd heeft *NH* ook een ander, voorheen geheel onbekend object bezocht: de kleine ijsdwerf Arrokoth, een fossiel restant van de zonnenevel waaruit de zon en de andere zonnestelselobjecten ontstonden.

De ruimte vóór *NH* is onbekend, de zon nog slechts een heldere ster aan New Horizons' hemel. Het zonlicht is een 3250e van wat wij hier ervaren. Maar de sonde is in perfecte gezondheid, ook al doet een radiosignaal er bijna 8 uur over. Zij 'ziet' een schitterende sterrenhemel, ongehinderd door de zon, met de Melkweg rond om haar heen.

Haar instrumenten zijn bedoeld om Pluto te bestuderen (de hoofdtelescoop is er een zoals een serieuze amateurtelescoop) en kunnen natuurlijk niet op tegen de grote Hubble en Webb telescopen. Toch gaat men eind van de zomer, met wat improvisatie, met *NH* het heelal onderzoeken, zoals de heldere 'nabije' sterrenstelsels. Belachelijk? Omdat het er zo verschrikkelijk donker is kan *NH* iets doen wat de grote jongens in de buurt van de zon niet kunnen: meten hoe donker de ruimte zelf is.

Decennia aan waarnemingen door de Hubble wijzen op een aantal van 1000 miljard sterrenstelsels verspreid over de sterrenhemel. Maar is dat wel zo? Met de hoofdcamera van *NH* kan men eenvoudig vaststellen hoévél licht er van al die stelsels binnenkomt. Als je dat corrigeert voor alle stelsels die de *Hubble* zegt dat er zijn, dat van de sterren die in het beeldveld zijn, enzovoorts, blijft er misschien licht over dat niet kan worden verklaard! Het is een oud idee dat al vaak geprobeerd is, maar nog nooit zóver van de zon en vooral van het door de zon verlichte stof in het binnenste zonnestelsel. Dat stof is veel helderder dan alles dat ver weg ligt in het heelal. Gewoon de camera ver van de zon en de Melkweg richten.



De onderzoekers zagen echter iets dat ze niet begrepen. De opnamen van de flinke groep objecten in de Kuipergordel die *NH* op grote afstand was gepasseerd waren van te ver weg om details te tonen. Maar men kon wél de achtergrond zien, het verre heelal. En die achtergrond was steeds helderder dan de 1000 miljard stelsels zouden kunnen verklaren. Daarom probeerden ze waarnemingen uit van het donkerste stukje van de hemel dat ze konden vinden. De mysterieuze gloed is daar ook: wat ze maten is tweemaal de helderheid van al het licht dat de stelsels sinds de Oerknal uitzonden! Er is een andere bron van licht. Als dat het heelal is, is dat licht net zo helder als alle sterrenstelsels die er ooit waren.

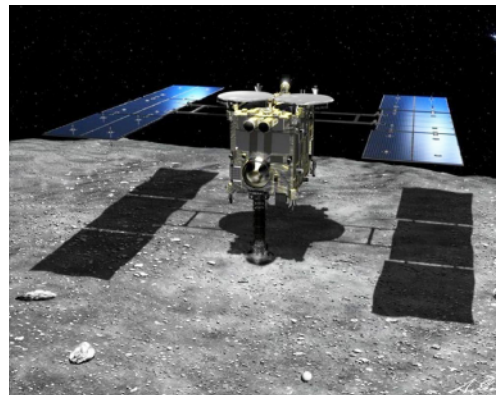
De komende tijd gaat men *New Horizons* naar 15 andere superdonkere 'velden' laten kijken. Zo helpt de stoere Pluto-sonde ook nog mee om onze kennis over het heelal te vergroten.

Ryugu

Wat als Ryugu de aarde zou raken?

Ryugu is een van de kleine planetoïden die in het vorige decennium door ruimteverkenner zijn bezocht en die ik uitgebreid beschrijf in mijn boek *Kleine werelden van het zonnestelsel*. De Japanse Hayabusa2 nam er ook bodemonsters die inmiddels op Aarde zijn afgeleverd en onderzocht. Wetenschappers hebben nu, op basis van de monsters, ook berekend wat er zou gebeuren als de 865 m grote ruimterots onze planeet zou raken. Het is namelijk een 'Earth crosser', een object dat de aardbaan kan kruisen, en dus gevaarlijk. De hoogleraar Satoshi Tanaka vertelt dat het onderzoek aangeeft dat Ryugu erg poreus is, dus veel open ruimte bevat: het is een 'vliegende berg puin'. De gemiddelde dichtheid is ongeveer die van water.

Een inslag van het ding, met 17 km/s en onder een hoek van 45°, zou betekenen dat hij op 40 tot 35 km boven het aardoppervlak in meerdere delen uiteen zou kunnen vallen. (Tenzij we dan midelen hebben om planetoïden af te weren of af te buigen.) De explosie zou vergelijkbaar zijn met die van Chelyabinsk in 2013, maar dan heel veel erger: die planetoïde was maar 20 m in diameter!



Ed van den Heuvel krijgt oeuvreprijs

Eerbetoon aan belangrijke astronoom

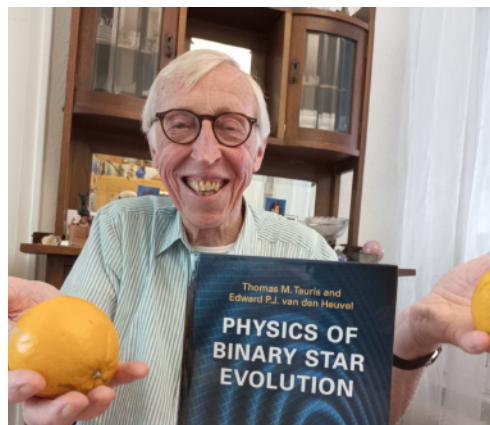
De Koninklijke Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen stelt sinds 2020 jaarlijks de Langerhuizen Oeuvreprijs ter beschikking als eerbetoon aan een wetenschapper die zich verdienstelijk heeft gemaakt op het gebied van de natuurwetenschappen, steeds voor een van acht vakgebieden. In 2023 was dat voor de discipline sterrenkunde en de prijs werd toegekend 'aan een persoon die de afgelopen decennia van eminent belang is geweest voor de Nederlandse en mondiale sterrenkunde': Professor Edward van den Heuvel, emeritus-hoogleraar aan het Anton Pannekoek Sterrenkundig Instituut van de Universiteit van Amsterdam. De prijs werd op 6 juli uitgereikt.

Het juryrapport

Hij kreeg de prijs voor (en ik plaats hier gewoon het hele juryrapport): *'zijn pionierswerk in het onderzoek naar de evolutie van zware dubbelsterren, specifiek naar scenario's voor de vorming van nauwe röntgendubbelsterren, binaire radiopulsars en mogelijke bronnen van zwaartekrachtstraling. Reeds in de vroege jaren zeventig voorspelde hij veel van de werkzame en regulerende fysische processen in dergelijke dubbelsystemen zoals de Wind en 'Roche-lobe' modi in het vigerende accretieproces tussen de componenten van een dubbelster. Een aansprekend voorbeeld hiervan was zijn verklaring in 1972, samen met John Heise, voor het bestaan van de waargenomen zware röntgendubbelsterren zoals Centaurus X-3. Het bestaan van een dergelijke dubbelster was volstrekt onbegrepen omdat de supernova-explosie van de zwaarste ster het dubbelsysteem zou opblazen. Zijn nieuwe verklaring was dat massa-overdracht in het compacte dubbelsysteem zou leiden tot een omkering van de massaverhouding, wat dan leidt tot het behoud van de dubbelster. Dergelijke 'scenario-plots', ook wel aangeduid als 'Van den Heuvel diagrammen', zijn nu algemeen gebruik in de beschrijving van dubbelsterevolutie. In 1975 gaf Van den Heuvel de verklaring waarom er twee klassen röntgendubbelsterren zijn die zich onderscheiden door verschillende accretie-modi. Dit scenario werd in 1984 gevolgd door de verklaring van de twee klassen binaire milliseconden-radiopulsars als natuurlijke evolutionaire opvolgers van de twee klassen röntgendubbelsterren (samen met Ronald Taam). Reeds in 1979 maakte Van den Heuvel inschattingen van het aantal bronnen voor gravitatiestraling afkomstig van de samensmelting van beide componenten in neutronen dubbelsterren die overeenkomen met de beste hedendaagse schattingen. Hij presenteerde in 2017, met collega's, eveneens een nieuw model voor de vorming van dubbele zwarte gaten, zoals gevonden met de LIGO-telescoop voor gravitatiestraling, zijnde het resultaat van stabiele massaoverdracht in*

plaats van een 'spiral-in' proces. Het onderzoek door Van den Heuvel heeft een essentiële bijdrage geleverd aan de huidige zeer actieve 'school van onderzoek' in de stellaire astrofysica. Dit was ook een belangrijke stimulans voor de zoektocht naar gravitatiestraling, die sinds enkele jaren zo succesvol is bekroond en nu tot spectaculaire inzichten leidt over grote onderzoeksvragen als de oorsprong van de elementen, welke verschillende typen supernova's er zijn, hoe dubbele neutronensterren en zwarte gaten ontstaan en wat de oorsprong is van de energetisch zo spectaculaire gammaflitsen. Zeer recent, in maart 2023, is een 'magnum opus' in dit vakgebied uitgekomen met als auteurs Ed van den Heuvel (toen 82) en de veel jongere Thomas Tauris, met als titel 'Physics of Binary Star Evolution: from stars to X-ray binaries and gravitational wave sources'. Dit 'text book on graduate level' wordt door insiders geroemd als 'de Standaard' voor onderzoekers in dit vakgebied voor de komende decennia (zie foto).

Gedurende zijn onderzoek is Van den Heuvel er altijd in geslaagd zeer getalenteerde jonge onderzoekers aan zich te binden door zijn stimulerende leiderschap. Verscheidene van hen hebben vervolgens als hoogleraar ook weer 'school gemaakt' en dit heeft ertoe geleid dat het Anton Pannekoek Instituut gedurende de afgelopen vijftig jaar weer prominent op de kaart van de Nederlandse sterrenkunde is gezet en internationaal in hoog wetenschappelijk aanzien staat. Ed van den Heuvel kan zeker worden aangemerkt als de geestelijke vader van dit succes. Van den Heuvel heeft de afgelopen decennia ook belangrijke bijdragen aan de popularisering van de sterrenkunde geleverd, duidelijk geïnspireerd in deze door zijn grote voorbeeld Kees de Jager. Hij is en was onvermoeibaar in het geven van talloze populaire voordrachten over allerlei sterrenkundige onderwerpen en trok rond door den lande, inclusief het Koninklijk Paleis, als groot ambassadeur van het sterrenkundig onderzoek. De weerslag hiervan is ook te vinden in een aantal boeken voor een breed publiek zoals 'Ontstaan en Levensloop van Sterren' samen



'Mijn' professoren

De hoogleraren Ed van den Heuvel en Henny Lamers helpen mij vanaf 2017 met mijn cursus, door allebei een extra les te geven (lessen 11 en 12). Zij vinden dat ook heel leuk, beiden zijn al tientallen jaren actief als het gaat om publieksvoorlichting, naast hun wetenschappelijke werk. Ed ken ik al ruim 40 jaar. In die tijd heeft hij mij bij allerlei evenementen geholpen met een presentatie. Ed heeft ook mijn drie boeken van de serie 'Genieten van de sterrenkunde' grondig geredigeerd (elke zelfs twee maal!) en mij heel erg geholpen met mijn schaalmodel van sterren. Zo'n model is leuk maar wat vertel je erbij, waarvoor gebruik je het? Dat ging mijn eigen kennis te boven. Ed kwam een keer in mei 2013 bij me langs, toen mijn schaalmodel nog niet de helft van de sterren bevatte die het nu heeft. Ik had de videocamera klaarstaan op statief, met het idee dat ik zijn uitleg zou opnemen en later uitwerken. Met aanpassingen gebruik ik het nog steeds bij de les 'Sterren', en ik heb er zelf heel veel van geleerd. Hij is specialist op het gebied van sterevolutie! Henny ken ik sinds 2014, toen ik hem voorstelde samen 'De oerknal en het uitdijend heelal' te maken (zie de hoofdstuk verder), een boek dat in 2015 uitkwam. Sindsdien heb ik met hem ook vaak en fijn contact. Het is ook een zeer actieve man, die naast zijn professionele werk veel aan publieksvoorlichting doet. Omdat ik in al die jaren veel 'privé college' heb gekregen én omdat ze mij steeds weer, en met veel plezier helpen, noem ik ze 'mijn professoren', hoewel ik niet bij hen studeerde.

Nieuwe sterren in mijn model!

Voor het eerst in enkele jaren ga ik weer wat sterren toevoegen aan mijn Sterrenmodel (zie pag. 7). Ze zijn voor de middelste rij, waar nog wat ruimte is... De reden: de Poolster had een te klein bolletje, Anilam (Orion) had geen ster maar wel een 'massa fiche'. En ik had bolletjes over... Dus ook nieuw zijn Mintaka (de zevende ster van Orion in het model) en wat andere (super-) reuzen van verschillende afmetingen. In een volgende nieuwsbrief meer hierover.

Hiernaast: Ed van de Heuvel en zijn nieuwe boek.

AstroBoekjes Henny Lamers

Prof. Henny Lamers heeft nu vier AstroBoekjes in zijn assortiment. Het zijn leuke, zeer goed geschreven boeiende boekjes, geschreven door een specialist. Ze zijn een must voor de gevorderde liefhebber. Een van die boekjes, *De oerknal en het uitdijend heelal: terug naar de oorsprong*, was voor mij in 2014 de aanleiding om voor te stellen een gezamenlijk boek te maken van die titel (met daarom een subtitel). Zie ook het kader op pag. 5. Hij vroeg eerder deze zomer onder andere aan mij een tekst te redigeren, getiteld *Over de afstanden van sterrenstelsels*. Dat wordt echter geen AstroBoekje.

Bestellen: www.hennylamers.nl/sterrenkunde-boekjes/. Cursisten kunnen het na zijn les in december bij hem kopen.

Foto's rechts: uitreiking van de oeuvreprijs; zie tekst.

Foto's: Stephanie Driessen.

Midden, onder: nog een foto die de Webb telescoop maakte met de NIRCam (nabij infrarood): de Ringnevel, of M 57, in de Lier. De foto is samengesteld uit meerdere opnamen. M 57 is een planetaire nevel, de snel uitdijende (met 20-30 km/s) restanten van de buitenste lagen van een zonachtige ster, die zo'n 4000 jaar geleden aan zijn eind kwam. De binnenkant van de ring is gevuld met heet gas.

In het centrum is een witte dwerg te zien, het gloeiend hete (vervolgd op pag 7)

met Kees de Jager in 1972, 'Oerknal' in 2012 en 'De Wonderbaarlijke Eenheid van het Heelal' in 2017. Hij was bovendien één van de oprichters en de eerste voorzitter van het Amsterdam Zeiss Planetarium dat nu in Artis is gevestigd. Ook bestuurlijk heeft Van den Heuvel een zeer prominente rol gespeeld in de ontwikkeling van de Nederlandse sterrenkunde en haar rol op het internationale podium. Hij was de eerste voorzitter van de top-onderzoeksschool NOVA, en bekleedde ook het voorzitterschap van de NWO Expertise Instituten voor Radiosterrenkunde en Ruimteonderzoek ASTRON en SRON.

Samenvattend kan Ed van den Heuvel, zowel met betrekking tot zijn rol als excellent onderzoeker als in zijn rol als leermeester en mentor van talloze jonge onderzoekers, worden aangemerkt als een van de meest prominente sterrenkundigen van de laatste vijftig jaar met een indrukwekkend en veelzijdig oeuvre. Het verheugt de jury dan ook zeer dat zij met de toekenning van de Langerhuizen Oeuvreprijs aan Edward van den Heuvel zijn toonaangevende rol in de sterrenkunde gedurende de afgelopen halve eeuw heeft kunnen markeren.'

Ed had Marja en mij uitgenodigd daarbij aanwezig te zijn, wat wij natuurlijk graag wilden!

Op de foto's, van boven naar de beneden:

- Ed krijgt het certificaat dat bij de prijs hoort, uit handen van Prof. dr. Ad IJzerman.
- Poserend met (v.l.n.r.) Prof. dr. Ad IJzerman, Prof. dr. ir. Johan Bleeker (een van de drie juryleden, die ook het laudatio uitsprak), Ed en Prof. dr. Wim Drees (met de bos bloemen).
- Na de plechtigheid gaf Ed een voordracht over de eindstadia van sterevolutie, met bekende dia's (die zitten ook in de les die hij in mijn cursus geeft) maar de sinaasappels waren voor mij nieuw. Daarmee illustreerde hij de beweging van sterren en neutronensterren om elkaar heen.



Lezing 'Kleine werelden'

Op 9 september geef ik mijn nieuwe lezing 'Kleine werelden van het zonnestelsel' in de Bibliotheek Eemland, in Amersfoort. Die lezing loopt uiteraard synchroon met mijn nieuwe boek van dezelfde titel en is het verhaal van het vorige decennium, met het onderzoek van acht kleinere objecten in het zonnestelsel. Dat begon in 2011 en was een unieke periode met 'first encounters', zoals we die sinds de Voyagers niet meer gezien hebben. Ik geef een totaaloverzicht van die ontmoetingen en vertel over de ontdekkingen, aan de hand van de illustraties die ik voor het boek maakte, maar met veel meer foto's dan in het boek staan én bewegende beelden. En ik breng mijn unieke 3D modellen mee.

Voor meer informatie en **aanmelden**, zoek met 'bibliotheek eemland walrecht'.



Hou oud is je water?

Ontcijfering van het ontstaan van water

Het water op Aarde is ouder dan je misschien denkt. In mijn boek 'Kleine werelden...' geef ik al aan dat planetoiden het water in de aardse oceanen bracht, maar waar kwam het water van die objecten vandaan. Het klopt in elk geval dat ons water al 4,5 miljard jaar oud is, zelfs ouder dan de aarde!

De astronomen Cecilia Ceccarelli van de Universiteit Grenoble Alpes in Frankrijk en Fujun Du van het Purple Mountain Observatory in China hebben de wijze bestudeerd waarop water ontstaat en waar waarschijnlijk het meeste water van de aarde vandaan komt. Ceccarelli zegt: 'Het ontcijferen van iets dat zo lang geleden gebeurde is niet gemakkelijk. Ten slotte hebben we alleen het eindproduct in handen'. Daarom bestudeerde ze de geschiedenis van het zonnestelsel door waar te nemen hoe elders andere planetenstelsels op dit moment ontstaan. Ceccarelli en Fu denken dat het zonnestelsel in vier stappen ontstond.

Het begin

Het begon met een moleculaire wolk, waarschijnlijk het restant van een supernovaexplosie. Die wolk bestond vooral uit waterstof, helium, zuurstof en koolstof, vermengd met minuscule korreltjes van koolstof en silicaten – dat alles bij een temperatuur van 10 Kelvin (-263°C). Die korrels waren cruciaal voor de vorming van water. Bij die lage temperatuur blijven zuurstofatomen eraan kleven, terwijl de veel lichtere waterstofatomen van korrel naar korrel vlogen. Onder die omstandigheden reageerde waterstof in de loop van miljoenen jaren met zuurstof om zo water te vormen. Zo 'verdwenen' alle zuurstofatomen in waterijs.

De zwaartekracht zorgde ervoor dat de wolk ging condenseren, opwarmen en roteren, zodat een protoplanetaire schijf (of **proplyd**) ontstond, met water als meest voorkomende molecule. (Let op: waterstofmoleculen condenseerden niet, daarvoor was het nog te warm!) In het centrum van de ronddraaiende schijf ontstond uit een steeds heter wordende klont een protoster. In de proplyd condenseer-

de waterdamp op de korreltjes als ijs, afhankelijk van de temperatuur (dicht bij de protoster was het te warm daarvoor).

In die fase gingen de korrels samenklonteren tot steeds grotere deeltjes (dat proces heet accretie), tot protoplaneten, planetoiden en kometen. Het water werd daarin gevangen, waarna het in grotere objecten als planeten vrijkwam maar in de verre kleinere planetoiden en kometen bevroren bleef. Het klinkt allemaal simpeler dan het in werkelijkheid was, maar het moet wel de manier zijn waarop het meeste water op Aarde kwam.

Hoe kwam water op Aarde?

De vraag is dan hoe dat 4,5 miljard jaar oude water de aarde bereikte. Een speciaal stukje bewijs helpt te bevestigen dat het water uit dat interstellair proces voortkwam: waterstofisotopen. Oer-waterstof is een mix van isotopen: gewoon waterstof (H, met 1 proton in de kern, als lichtste element) en deuterium (D), of zwaar waterstof (1 proton en 1 neutron in de kern; er is trouwens ook een heel klein beetje tritium: met 2 neutronen). Zwaar water heeft deuterium in de moleculen.

Het 'gevecht' tussen waterstof en deuterium

Bij de vorming van water waren beide isotopen betrokken in het omkeerbare proces: waterstof en deuterium konden elkaars plek innemen, als de watermoleculen zich opsplitten. Maar deuterium is zwaarder en zwaar water is minder geneigd op te breken. In de miljoenen jaren ontstond er relatief veel zwaar water. Oer-waterstof had een D-H verhouding van 1:100.000, maar in proplyds is dat ongeveer 1:100! Als het water uit ons glas uit dat proces voortkomt zouden we dat moeten kunnen aantonen. En dat blijkt inderdaad het geval. Dat is het bewijs dat in elk geval een groot deel van ons water (de onderzoekers denken 50%) ontstond in de oorspronkelijke moleculaire wolk waaruit het zonnestelsel ontstond! Dat werd op Aarde afgeleverd door planetoiden. (Naar een artikel op Discover 20 december 2022.)

Een bijzondere, leuke cursus!

Op 13 september gaat mijn bijzondere basiscursus 'Leer het heelal begrijpen' weer van start. Dit is echt het leukste dat ik elk jaar doe en bij uitstek de periode dat ik contact heb met mijn klanten. Ik heb, eigenwijs als ik ben, een heel andere cursus sterrenkunde opgezet dan de gebruikelijke. Zo heb ik geen lessen over de geschiedenis van de sterrenkunde of over (ruimte-)telescopen. Daarentegen gaan de eerste vier lessen over de bewegingen en hemellichamen aan de sterrenhemel; sterren en sterrenbeelden komen uitgebreid aan bod. Het zonnestelsel behandel ik in 3,5 les, in de andere helft van die ene les leg ik alles uit over materie (zoals atomen, moleculen, ionen en isotopen) en elektromagnetische straling (zoals licht). De laatste lessen gaan over sterren en sterrenstelsels; en de rest van het heelal! De cursus is uniek omdat ik veel gebruik maak van zelfgemaakte schaalmodellen en omdat twee hoogleraren sterrenkunde beiden ook één les geven. Hoogtepunten zijn ook de lessen met het Planetenpad (reis door het zonnestelsel) en het Sterrenmodel. Er is nu nog plek!

Vervolg foto Ringnevel:

restant van de ster-kern (ruim 100.000°C), ter grootte van de aarde. Het is geen ster meer, want hij doet niet meer aan kernfusie; hij bestaat vooral uit koolstof en zuurstof, die overbleven van de heliumfusie-fase. De blauwgroene kleur wordt uitgezonden door dubbel geïoniseerde zuurstof, de rode kleuren zijn deels door waterstofionen veroorzaakt, en deels door geïoniseerde stikstof. M 57 staat op ca. 2570 lj afstand en is alleen met een telescoopje te zien.

Hieronder: het Sterrenmodel. Zie ook pag. 5.



Midden boven: Perseverance kwam op 26 juni 2023 deze uitgeholde kei tegen in Jezero Crater. Het is het resultaat van winderosie: het is miljoenen jaren gezandstraald!

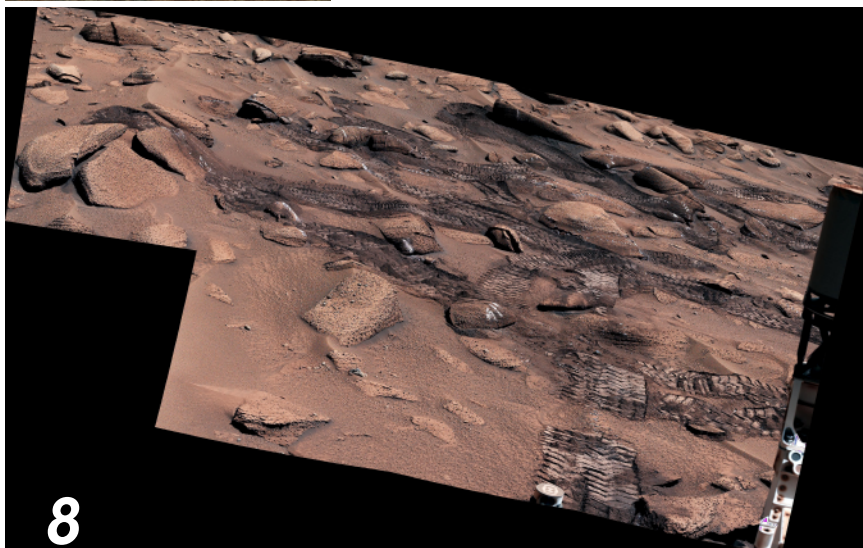
Midden: Ingenuity kiekeke zijn eigen schaduw, op de 52e vlucht op 26 april 2023. Het duurde even voordat de foto binnen was, want Perseverance en Ingenuity hadden 63 dagen geen contact vanwege een heuvel die in de weg stond.

Midden, onder: opname van een rotspartij die men 'Quartier' noemt met de WATSON camera op het SHERLOCK instrument: een zichtbaar licht en UV spectrometer voor nauwkeurige mineralogie en de detectie van organische verbindingen. Daarvoor moest het eerst met een andere tool stof, gruis en andere materiaal van het oppervlak wegschrappen (de cirkelvorm). De gele lijn is 5 mm lang.

Linksboven: 4 mm breed detail van 'Quartier' (zie rechthoek op de andere foto) dat door SHERLOC kon worden onderzocht. Het vond aanwijzingen voor wat lijkt op organische moleculen. Dat kan echter alleen worden bepaald door de monsters in aardse laboratoria te onderzoeken. Daar moeten we dus nog even op wachten.

Linksonder: Curiosity moest enkele malen proberen tegen een zanderige helling (23°), bezaaid met 'wielgrote' stenen, op te rijden. Je ziet hier de wielsporen daarvan. De foto bestaat uit zeven opnamen, gemaakt op 13 juni 2023. De kleuren van de zwartwit opnamen zijn aangepast aan hoe wij het zouden zien op Aarde.

Mars



Hemel van september 2023

Overzicht

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

Maanfasen september 2023

Laatste kwartier	7 sep, 00:21 u MEZT
Nieuwe maan	15 sep, 03:40 u MEZT
Eerste kwartier	22 sep, 21:32 u MEZT
Volle maan	29 sep, 11:58 u MEZT

Apogeum:	12 sep, 17:43 u MEZT, 406.291 km
Perigeum:	28 sep, 02:59 u MEZT, 359.911 km

	3 sep	28 sep
Zonsopkomst	06:54 MEZT	07:35 MEZT
Zonsondergang	20:23 MEZT	19:25 MEZT

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	Leeuw	10:36 u
Venus	Kreeft/Leo	9:01 u
Mars	Maagd	12:15 u
Jupiter	Ram	02:52 u
Saturnus	Waterman	22:19 u
Uranus	Ram	03:21 u
Neptunus	Vissen	23:48 u
Pluto	Boogschutter	20:02 u

De planeten

Mercurius is vanaf halverwege de maand op een gunstige manier aan de ochtendhemel te zien. De 6e is de planeet in **benedenconjunctie** (precies tussen de zon en de aarde in); 22e is hij in **grootste westelijke elongatie**.

Venus komt weer aan de ochtendhemel, eerst nog in de schemering maar als snel wordt zij weer 'morgenster'. Zie ook onderaan. Op de 14e bereikt Venus haar grootste helderheid van deze periode: een magnitude van bijna -5! Sirius (magn -1,5) staat nu in de buurt, dus je kunt Venus mooi vergelijken met de helderste ster aan de nachthemel: Venus is 20 maal helderder! In de Sterrengids lees je ook: 'Wat ook sterk opvalt: terwijl Sirius hevig 'twinkelt', straalt Venus rustig licht uit'. Een planeet zie je als een schijfje, een ster als een punt, en zo'n iele lichtstraal kan gemakkelijk door de atmosfeer worden verstoord.

Mars is nu niet te zien.

Jupiter komt 's avonds op in het oosten, aan het eind van de nautische schemering, als het te donker is om zonder lampje wat te doen. Hij is dan de hele avond en nacht te zien. Op de 4e is de afnemende maan op 3° van Jupiter, waarna de maan de volgende avond door de Pleiaden beweegt.

Saturnus is de hele (donkere) avond en nacht te zien. **Uranus** is met een verrekijker vrij gemakkelijk te vinden (zie zijn RA hierboven).

Neptunus, is de hele nacht te zien met een telescoopje. Op de 16e is hij in **oppositie**. Hij staat ten oosten van Jupiter.

Andere leuke momenten:

Op 10 september, rond 6 uur 's ochtends, staat de maansikkel vlak onder de hoofdsternen van de Tweelingen, Castor en Pollux. Nog zuidelijker, boven de oostelijke horizon, vind je Venus. De dagen erna kun je de snelle beweging van de maan mooi volgen.