



Hoe werken **zwarte gaten**? 14

Planeet X 34

**Exoplaneet
met ringen** 8



4



16



14



28



23



8

In deze **UNIVERSUM**...

- | | | | |
|----|---------------------------------|--|--|
| 4 | Nieuws uit de Ruimte | | |
| 8 | Exoplaneet met ringen | | |
| 14 | Beginnerscursus
Zwarte gaten | | |
| 16 | JWG-hoekje | | |
| 19 | Strip | | |
| 20 | Poster | | |
| 23 | Waarneemkatern | | |
| 26 | Marijns puzzeluurtje | | |
| 28 | Astrochemie | | |
| 30 | UniCode | | |
| 34 | FOUT!
Planeet X | | |
| 36 | Verhaal
De sterren voorbij | | |
| 38 | Boekrecensie
Dingenuitlegger | | |
| 39 | Contactpagina | | |
| 40 | Strip | | |

Beste lezers,

Veel leesplezier,
De redactie

Martijn Tünde
Elise Fedor
Emrys Hens
Thomas

Leeswijzer

- | | |
|---------------|-----------|
| Vanaf 8 jaar | Puzzel |
| Vanaf 12 jaar | Computer |
| Vanaf 16 jaar | Lezen |
| Waarnemen | Nieuws |
| Uitleg | Interview |
| | JWG |

Colofon

Redactieleden:
Nashanty Brunken, Thomas Jurriaans,
Emrys Karlas, Els de Korte, Swaen Lievestro,
Tünde Meijer, Fedor van den Meiracker,
Elise Sänger, Matthijs van Zanten, Hens
Zimmerman, Joris 't Wollige Gevalletje

Layout:
Lisa Drijver, Tünde Meijer, Fedor van den
Meiracker, Elise Sänger, Martijn Wilhelm,
Matthijs van Zanten

Met bijdragen van:
Robin Mentel, Ruben van der Moppes, Martijn
Wilhelm

E-mail *Universum*:
universum@sterrenkunde.nl

Bron cover: Space Engine Database (beschik-
baar onder CC-BY-SA License)

Afbeeldingsverantwoording:
Wij hebben ons best gedaan om van elke af-
beelding de auteur/eigenaar te vermelden
en waar nodig toestemming te krijgen van
deze persoon/instantie. Als dit niet gelukt is
kunt u ons een e-mail sturen naar het boven-
staande adres.
ISSN 0925-5303



Hens Zimmerman
henszimmerman@gmail.com

Snoopy gevonden?

Vijftig jaar geleden, in 1969, werd de Apollo 10 missie gelanceerd. Dit was de generale repetitie voor de maanlanding een paar maanden later. Apollo 10 was niet voor niets een generale repetitie, want NASA had nog wat oneffenheden weg te werken voordat daadwerkelijk een maanlanding kon worden ondernomen. De Apollo 10 crew bestond uit Tom Stafford, John Young en Eugene Cernan. Dit waren ervaren astronauten, want Tom had al gevlogen in Gemini 6 en 9, John al in Gemini 3 en 10 en Eugene in Gemini 9, inderdaad, met diezelfde Tom Stafford. Elke Apollo maanlanding bestond uit een lander, de LEM, en een capsule die rond de Maan bleef cirkelen, de command module. De piloot van de command module tijdens Apollo 10 was John Young, en de LEM werd bemand door Eugene en Tom. Alleen ging deze LEM niet echt op de Maan landen. In zijn boek "Rocket Men" schrijft auteur Craig Nelson dat NASA zich bewust was van het concrete risico dat Tom en Eugene toch zouden proberen te landen. Dat was namelijk wel de stemming tijdens het Apollo programma. Stoere mannen, ja alleen mannen, want vrouwelijke astro-

nauten werden in die tijd niet toegelaten tot het maanlandingsprogramma, die elkaar probeerden af te troeven in lef. Dit wetend had NASA de maanlander niet geheel met brandstof gevuld, zodat het fysiek onmogelijk was gemaakt op de Maan te landen en weer op te stijgen. De LEM lander kreeg de naam Snoopy en de command module heette Charlie Brown. Apollo 10 heeft nog wel een paar opmerkelijke feiten en records op haar naam staan. Met iets meer dan 11 km per seconde tijdens de terugtocht naar de Aarde is dit voorsnog de hoogste snelheid die een bemand ruimteschip ooit heeft gehaald. De astronauten van Apollo 10 waren ook de enigen die allemaal nog een keer in een Apollo ruimteschip zouden vliegen. John Young was commandeur van Apollo 16, Eugene Cernan was commandeur van Apollo 17, en Tom Stafford commandeur van de Apollo-Soyuz missie. John was ook de eerste persoon die in zijn eentje om de Maan vloog, toen Snoopy en Charlie Brown losgekoppeld waren. Ook zijn astronauten nog nooit verder weg van hun familieleden gekomen dan de crew van Apollo 10. Dat heeft te maken met de enigszins elliptische baan van de Maan om de Aarde. Het scheelde weinig of John had in zijn eentje



Snoopy. Bron: Charles M. Schulz

terug moeten reizen naar de Aarde, want door het per ongeluk dubbel invoeren van commando's in de maanlandingscomputer begon de losgekoppelde Snoopy maanlander opeens rond te tolleren. NASA deed er niet al te dramatisch over, waarschijnlijk ook om het publiek vertrouwen in het toch al extreem risicovolle maanlandingsprogramma te behouden. Gelukkig lukte het Eugene en Tom om de Snoopy lander te stabiliseren. De oefening was een groot succes en veel werd geleerd over de procedure om op de Maan te landen. Hoogstwaarschijnlijk hebben de inzichten van Apollo 10 mede geleid tot het succes van Apollo 11, enkele maanden later. Nadat Snoopy en Charlie Brown weer aan elkaar koppelden in een baan rond de Maan, was de rol van de oefenmaanlander voorbij. Net als in de daaropvolgende maanlandingsmissies, stapten de twee astronauten dan in de command module en werd de LEM afgekoppeld. Zo'n maanlander bestond uit twee delen. Het complete gevaarte landde bij Apollo 11, 12, 14, 15, 16 en 17 op de Maan. Maar voor de terugkeer naar de command module werd alleen het bovenste gedeelte, de ascent stage, gelanceerd. Dat had met gewicht te maken. En bovendien was het onderste gedeelte van de maanlander een stabiel lanceerplatform. Maar voor Apollo 10, die niet echt op de Maan landde, lagen de zaken iets anders. De Snoopy maanlander met Tom en Eugene daalde af tot een hoogte van iets meer dan 15 kilometer van het maanoppervlak. Daarna werd het landingsgedeelte afgestoten, wat op een niet bekende plek op de Maan is ingeslagen. De rest van de Snoopy module, de ascent stage, hielp de astronauten om de terugkeer naar de command module Charlie Brown te oefenen. Bij Apollo 11, 12, 14, 15, 16 en 17 werd de ascent stage van de maanlander, nadat de astronauten weer overgestapt waren naar de command module, bewust op de Maan afgevuurd om seismische

waarnemingen te doen. Maar de Snoopy ascent stage van Apollo 10 werd als enige in het Apollo programma in een baan rond de zon gestuurd. Een heliocentrische orbit noemen we dat, net zoals alle planeten in ons zonnestelsel doen. En het bijzondere daarvan is dat dat een heel stabiele baan is, waarbij weinig in de weg staat om eeuwenlang rond te blijven cirkelen. Daarmee is de Snoopy ascent stage het enige ruimteschip dat ooit bemand was en nu nog steeds in de ruimte zweeft. Als een moeilijk te bereiken museum of tijdschapsule hangt ergens in een baan rond de zon de reddingsboot van Tom Stafford en Eugene Cernan, de test maanlander, met aan boord nog allerlei technologie en resten van menselijke activiteit. Tom, inmiddels 88, leeft nog. Eugene is inmiddels overleden. Maar hun ruimteschip is er nog. Wat zit er in zo'n ascent stage? Een life supportsysteem, wat nu, exact 50 jaar geleden waarschijnlijk geheel vacuüm is; een communicatiesysteem met antenne en al; een optische telescoop; twee zilver-zink batterijen, waarschijnlijk inmiddels ook flink vergaan; een complete computer, zoals ontwikkeld door het team van Margaret Hamilton; en nog allerlei zaken die Eugene en Tom hebben achtergelaten om gewicht te besparen. NASA nam in 1969 niet de moeite om de Snoopy LEM ascent stage te volgen in haar baan rond de zon. Apollo 10 verdween na alle daaropvolgende succesvolle maanlandingen een beetje uit de geschiedenisboeken, tot de Engelsman Nick Howes van de Royal Astronomical Society in 2011 besloot het ding op te sporen. Hij vormde een team van wetenschappers, studenten en vrijwilligers en ging op zoek. NASA vond het wel een sympathiek project en hielp ook mee. Misschien denk je wel: valt het niet gewoon uit te rekenen waar Snoopy zich bevindt? Maar dat valt tegen. Het afstoten van de Snoopy in een heliocentrische baan was een beetje een schot in de lucht, en baanelementen van de Snoopy worden extra gecompliceerd als we ons beseffen dat niet alleen de zon, maar ook allerlei planeten hun zwaartekrachtinvloed laten gelden. Nick rekruteerde de hulp van studenten in het Verenigd Koninkrijk. Meerdere telescopen werden ingezet, zoals de Remanzacco telescoop in Italië, de Jamesburg Earth Station radiotelescoop in Californië, en de Faulkes telescopen in Hawaï en Australië. Daarnaast werd gebruik gemaakt van de Cat-



De Apollo 10 bemanning. Bron: NASA

alina Sky Survey. Dit team wordt gekenmerkt door optimisme en realisme. Als we de Snoopy niet vinden, zo zegt Nick Howes, wellicht vinden we dan wel allerlei nog niet ontdekte asteroïden. En ze voelen zich gesteund door de ontdekking van een nog rondcirkelende trap van de Saturnus V raket, die in 2002 werd ontdekt. Object J002E3, eveneens in een heliocentrische baan, is hoogstwaarschijnlijk een trap van de Saturnus V raket van Apollo 12, eveneens uit 1969. Niet "trap" in de zin van ding met treden om naar boven of beneden te wandelen, maar in de betekenis van gigantisch onderdeel van een raket. De baan van deze Saturnus V trap is nogal complex. Het ding draait zowel om de zon als om de Aarde en bestaat zelfs een kans dat J002E3 weer geheel door de aardse zwaartekracht wordt ingevangen en ruim 50 jaar later weer terugkeert op Aarde, maar dan als een brandende meteoriet of een enorme bak metaal die ergens neer klappt. We hopen maar voor het beste. Maar dan... in juni 2019, rapporteerde Nick Howes dat hij en zijn team met 98% zekerheid de Snoopy hebben teruggevonden! Een object met codenaam 2018 AV2 is naar alle waarschijnlijkheid de Snoopy ascent stage, die al 50 jaar baantjes om de zon draait. Object 2018 AV2 doet daar met 382 dagen iets langer over dan onze planeet. Twee dingen vielen op. Allereerst de inclinatie van het object, dat is de helling van de baan rond de zon vergeleken met de ecliptica. De ecliptica is de denkbeeldige schijf waar alle planeten min of meer doorheen draaien in

ons zonnestelsel. 2018 AV2 draait met een inclinatie van maar 1 graad, dus dat is praktisch hetzelfde als planeet Aarde. Ten tweede de baansnelheid, die is maar iets langzamer dan onze planeet, vandaar die rotatiesnelheid van 382 dagen. Maar er is meer! De International Astronomical Union houdt een lijst bij van objecten die door mensen gelanceerd zijn, en daar staat 2018 AV2 al op onder de naam ZA 9872 D. De helderheid van 2018 AV2 klopt ook goed met wat de Snoopy maanlander aan licht van de zon zou moeten reflecteren. En als klap op de vuurpijl werd de baan van 2018 AV2 door NASA's Jet Propulsion Laboratory teruggerekend en bevestigd als mogelijke kandidaat van de Snoopy. Nu rest de vraag: wat doen we met dit vliegende museum? De capsule waarmee de astronauten in 1969 terugkeerden naar de Aardestaar in het Science Museum in London. Hoe mooi zou het niet zijn om de Snoopy lander daar naast te kunnen zetten? Dus eh... wie gaat de Snoopy terughalen?

Nick Howes kun je op Twitter volgen via @NickAstronomer.

Meer over Apollo 10 vind je hier: https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_10



De Apollo 10 Lunar Module. Bron: NASA



De Orion module. Bron: NASA

Toekomstige missies naar de Maan

Allemaal goed en wel, maar wanneer gaan we weer naar de Maan terug? NASA is opeens heel serieus geworden hierover. 2024, dat is het plan nu. Deze missie stond eerst bekend als EM-3, wat staat voor Exploration Mission-3, maar heet nu Artemis 3. In 2024 moeten astronauten weer over het maanoppervlak lopen. Artemis 3 wordt gelanceerd met een SLS Block 1 raket en zal gebruik maken van de moderne Orion capsule. De bouw van die Orion capsule is ook zeer onlangs afgerond. Tijdens de herdenking van de Apollo 11 maanlanding 50 jaar geleden liet vicepresident Mike Pence weten dat Orion gereed is om voorbereidingen te gaan treffen voor Artemis 1. Als alles volgens plan verloopt, wordt de onbemande Artemis 1 in 2021 rond de Maan gestuurd. Artemis 2 wordt een bemande missie rond de Maan in 2023, een beetje zoals Apollo 8 destijds heeft gedaan. Dit wordt dan gelijk de eerste keer sinds 1972 dat astronauten verder van de Aarde zullen reizen dan alleen in een baan rond de Aarde. En dan in 2024 moeten de astronauten van Artemis 3 over het maanoppervlak op de zuidpool van de Maan gaan wandelen. En dat NASA serieus is merk je aan de dingen die ondernomen worden om deze missie tot een succes te maken. Eerder dit jaar werd besloten dat de firma Northrop-Grumman een module mag gaan bouwen voor de Lunar Gateway. Dat is het gedeelte van de maanmissies dat rond de Maan blijft cirkelen, een soort International Space Station, maar dan rond de Maan. Deze keer is alles wat groter en comfortabeler dan tijdens de

Apollo missies. Northrop-Grumman heeft trouwens wel ervaring met maanmissies, want destijds in de jaren '60 en '70 van de vorige eeuw bouwde Grumman Aircraft de maanlanders voor project Apollo! Dus ook de Snoopy uit het eerste bericht in deze aflevering van Nieuws Uit De Ruimte. Interessant is wel dat NASA hier de procedure heel erg heeft versneld en concurrenten van Northrop-Grumman het nakijken geeft. De reden? Northrop-Grumman is de enige die voor 2024 een werkende habitation module voor de Lunar Gateway kan leveren, want het bedrijf baseert deze module op de al bestaande Cygnus module. Dat NASA enige haast heeft met het Artemis programma heeft te maken met de druk die de Verenigde Staten voelen van andere landen. China, India en Rusland, iedereen heeft plannen om de grote stap naar de ruimte te gaan zetten. Het worden, met andere woorden, spannende jaren! Zelfs het bedrijf Space-X van Elon Musk wil in 2023 een bemande toch rond de Maan gaan maken. Wie denk jij dat er het



De Lunar Gateway. Bron: NASA

eerst een rondje om de Maan gaan vliegen?

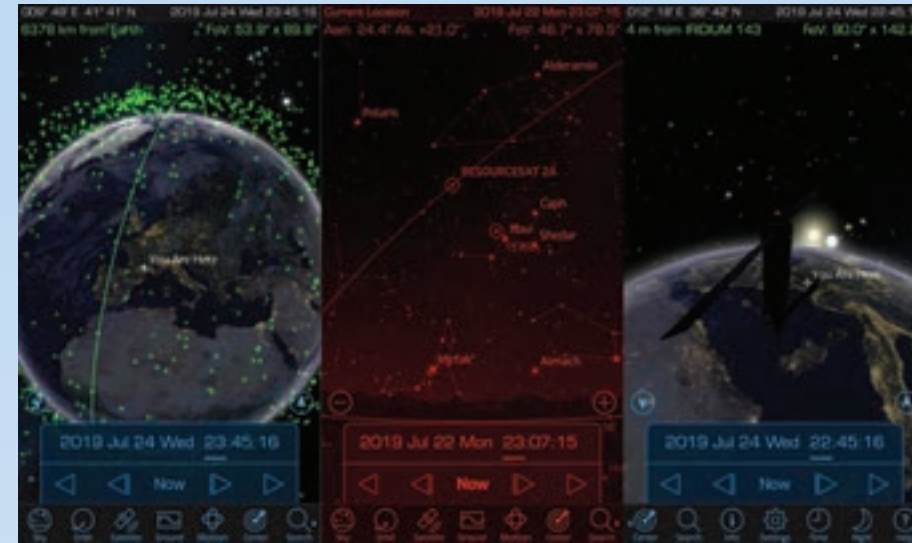
NASA heeft een speciale Twitteraccount voor hun maanmissies: @NASAMoon, maar kijk ook eens naar #Artemis voor nieuws over de toekomstige maanmissies.

En dan is er ook nog een mooie webpagina over Artemis van NASA: <https://www.nasa.gov/artemis>

En de Lunar Gateway wordt goed beschreven op Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Lunar_Orbital_Platform_%E2%80%93_Gateway

Satellieten spotten met Orbitrack

Van tijd tot tijd komen we een app tegen die gewoon te goed is om niet te noemen. Zo ook Orbitrack van de firma Southern Stars. Deze app is bij dit schrijven alleen beschikbaar voor het iOS besturingssysteem. Het is een handige app om duizenden satellieten aan de hemel te kunnen herkennen of te voorspellen wanneer ze zichtbaar zullen zijn op jouw locatie. Als je Satellite Safari al kende, dan is dit de grotere nieuwe versie van datzelfde programma. Je kunt de app binnen overdag gebruiken om te weten wat er die avond zoal te zien zal zijn, maar het werkt ook heel leuk om de app in "night mode" te zetten terwijl je buiten staat. Dan is het scherm rood, om je ogen niet te verblinden. Zie je dan een satelliet, dan richt je je iPhone of iPad op dit stuk van de hemel en zie je direct welke satelliet het is. Op de afbeelding zie je hoe dat er bijvoorbeeld uitziet voor de Resourcesat-2A. Ook heel nice is dat je naar de Aarde kunt kijken va-



Orbitrack.

nuit een satelliet of in één keer kunt zien welke satellieten er op elk moment om de Aarde hangen. De lijst is behoorlijk compleet en ook zeer precies. Toen de schrijver van deze column in Zuid-Frankrijk naar de hemel keek, werd de komst van het International Space Station diverse keren exact voorspeld. Maar ook andersom: elke satelliet die we langs zagen komen was ook zichtbaar in Orbitrack, en naam en informatie over de satelliet waren steeds beschikbaar. Zo weet je dan ineens dat je naar een militaire satelliet van de VS kijkt of een wetenschappelijke satelliet uit India. Supergaaf.

Meer informatie over Orbitrack vind je hier: <http://southernstars.com/products/>

Exo... manen?

Dat er heel wat exoplaneten zijn ontdekt hoeven we je waarschijnlijk al niet meer te vertellen. Bij dit schrijven zijn er 3663 bekende planeten buiten ons zonnestelsel en nog een heleboel kandidaat-planetten. Maar omdat de wetenschap alsmaar voortschrijdt en de instrumenten beter worden, is er nu voor het eerst een stofschijf rond een exoplaneet ontdekt waaruit mogelijk meerdere manen ontstaan. Zo'n stofschijf noemen we een circumplanetaire schijf. Cirkel rond planeet, zeg maar. Het betreft de ster PDS 70, die zich op een afstand van zo'n 370 lichtjaar van ons verwijderd bevindt. De circumplanetaire schijf is ontdekt met de Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) en ESO's Very Large Telescope (VLT). Er was al langer bekend dat de ster PDS 70

beschikt over twee planeten, PDS 70b en PDS 70c. Astronoom Andrea Isella van de Rice universiteit in Houston, Texas legt uit dat zonnestelsels ontstaan uit stofschijven, en dat grotere planeten in staat zijn ook een eigen stofschijf te vormen. En dat is precies wat astronomen nu zien bij planeet PDS 70c. Deze planeet is ongeveer zo groot als Jupiter. Nu klinkt 370 lichtjaar wel ver weg, maar het betekent dat het licht van deze planeet "maar" 370 jaar oud is. Dat is heel weinig in astronomie, en betekent dus ook dat we met eigen ogen kunnen kijken naar het ontstaan van manen rond een planeet ongeveer op het moment dat het gebeurt. Exomanen zijn op dit moment heel bijzonder, omdat het zo lastig is om ze waar te nemen. Dat heeft te maken met het oplossend vermogen van de telescopen waarmee naar exoplaneten gezocht wordt. Hoe bizar gevoelig deze instrumenten ook zijn, het blijft zelfs lastig om planeten zo groot als onze aarde te vinden. En manen zijn meestal nog veel kleiner dan planeten. Hoe is het dan toch gelukt deze op de foto te krijgen met de ALMA-telescoop? Een ding is dat deze telescoop in het elektromagnetisch spectrum kijkt met golflengten van millimeters en kleiner. Op die frequenties van het elektromagnetisch spectrum heb je als astronoom minder last van het sterrenlicht. Misschien vraag je je wel af welke frequenties dat nou zijn. De formule voor golflengte is als volgt:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Die Griekse letter λ heet lambda en wordt gebruikt om golflengte aan te geven. c is de lichtsnelheid en f is de frequentie. Belangrijk in dit soort formules is om alle variabelen dez-

elfde eenheden te laten gebruiken, in dit geval meter en seconde. Maar ja, we weten de golflengte al (millimeter of kleiner) en we willen juist de bijbehorende frequentie uitrekenen. Dat is gelukkig eenvoudig genoeg, want de bovenstaande formule kunnen we ook opschrijven als:

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

Laten we die dan eens invullen voor een golflengte van 1 mm. Dat is 0.001 meter. Weet je wel, allemaal meter en seconde. En de lichtsnelheid is 299792458 m/s:

$$f = \frac{299792458}{0.001} = 2.99792458E11$$

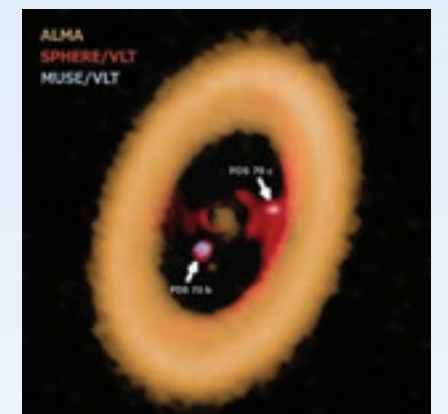
Die E in het antwoord geeft je rekenmachine voor hele kleine en hele grote getallen. Het betekent hoeveel nullen er achter een getal staan. 3E2 is een 3 met twee nullen, dus 300. Het antwoord op de frequentie met een golflengte van 1 mm is dus ook te schrijven als 299.792.458.000 trillingen per seconde, oftewel ongeveer 300 GHz (Gigahertz). Hoe kleiner de golflengte, hoe hoger de frequentie. Een golflengte van 1/1000 millimeter (0.0001 meter) is dus ook precies 10 keer zo hoog als die van 1 mm, namelijk 3000 GHz, wat we ook wel 3 THz (Terahertz) noemen. De ALMA-telescoop neemt dus specifiek waar in dit gedeelte van het elektromagnetisch spectrum, wat we ook wel het EHF (Extremely High Frequency) spectrum noemen. We zitten daarbij op de rand van wat we nog microgolven noemen en vlak onder het infrarode licht.

Astronoom Andrea Isella is ook betrokken bij de productie van mooie filmpjes over exoplaneten en wat daar mee samenhangt. Je kunt deze bewonderen via de volgende link:

<https://vimeo.com/nrao>

Meer over het elektromagnetisch spectrum vind je hier:

https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum



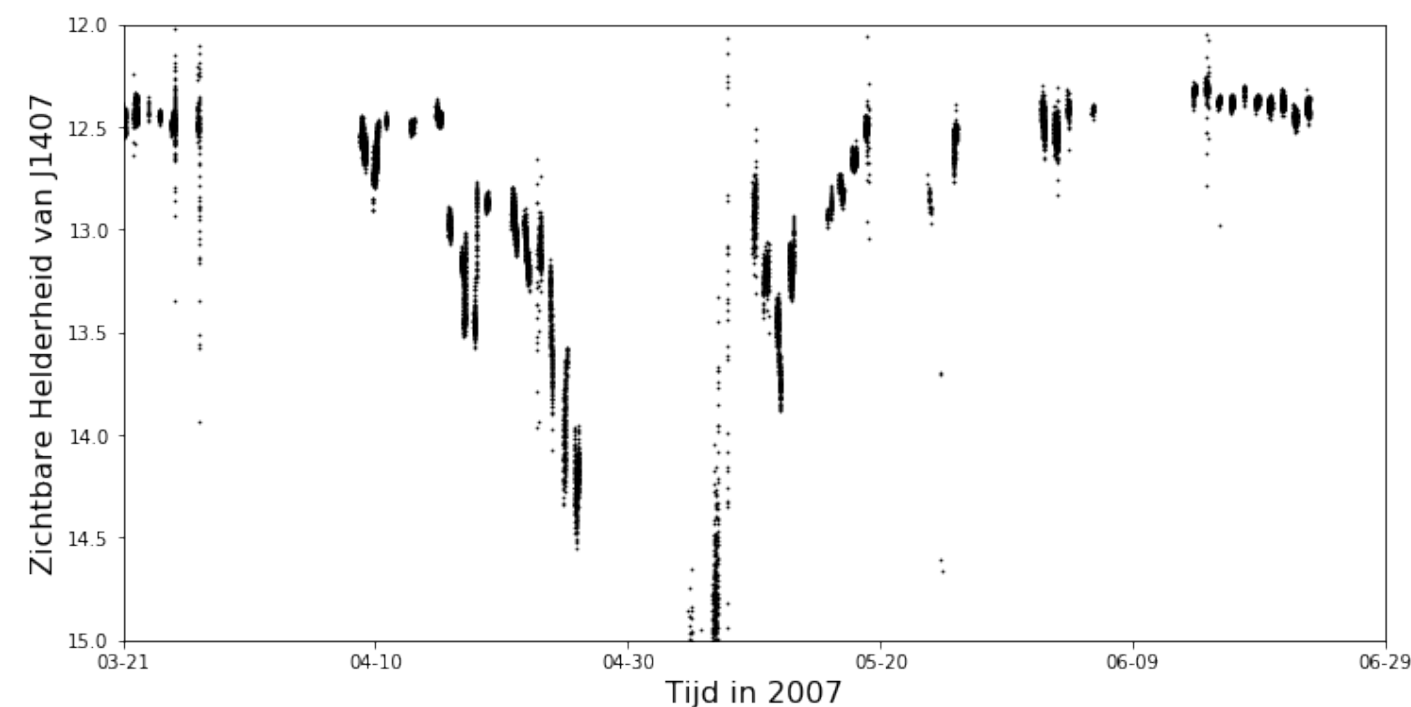
Een eeuw lang staren naar de grote neef van Saturnus

Robin Mentel (vertaald door Martijn Wilhelm)

Dit is een verhaal over de vreemde onbekendheden van het universum, diegene die je niet zou geloven zelfs als iemand je erover zou vertellen. Het begint onder de met sterren bezaaide hemel van de Zuid Afrikaanse woestijn, en onderweg brengt het ons naar de grootste telescopen van onze tijd, met een paar tussenstops in archieven die tot het plafond vol staan met stoffige dozen vol eeuwenoude sterrenkundige waarnemingen. Je hebt geen gigantische telescoop ter grootte van een kleine wolkenkrabber nodig om geweldige ontdekkingen te doen, noch een verzameling reusachtige metalen schotels die naar de majestueuze Melkweg en de leegte boven ons kijken. Soms is het genoeg om een paar fatsoenlijke camera's te kopen, ze ergens op de schroeven, ze op een heuvel in de Zuid Afrikaanse woestijn te zetten en ze gewoon naar de duizenden, miljoenen flonkerende sterren boven ons te laten staren. Dit verhaal gaat over een specifieke ster in het sterrenbeeld Centaur. Zijn naam is een telefoonnummer, afgeleid van het instrument dat de ster vond en zijn locatie aan de hemel: 1SWASP J140747.93?394542.6 - of J1407 in het kort. De telescoop heet SuperWASP (zie figuur hier onder) en twee sterrenkundigen van de Universiteit van Rochester, Eric Mamajek en zijn student Mark Pecaut, gebruikten hem om naar jonge, pasgeboren sterren te zoeken en zonnevlekken op hun oppervlak te onderzoeken. Terwijl ze hun gegevens uitplozen vonden ze een hele vreemde ster. Op het eerste gezicht leek J1407 een hele gewone jonge ster - tot de lente van 2007. Het zou je misschien verbazen, maar veel sterren blijven niet altijd even helder. Ze veranderen van helderheid, soms chaotisch, soms met de precisie van een Zwitsers uurwerk. In april 2007 begon de ster plotseling onregelmatig te flikkeren en te dimmen, zoals een oude lamp in een vergeten kelder. Tegen het einde van april was hij zo zwak geworden dat de telescoop hem bijna niet meer kon zien aan de hemel. Maar toen werd hij weer helderder met dezelfde flikkeringen alsof het lampje weer terug tot leven kwam. De twee onderzoekers waren stomverbaasd om deze lichtkromme te zien (zie de linker figuur); dit patroon hadden ze nog nooit gezien.



De lichtkromme hing nog wekenlang in hun kantoor terwijl ze probeerden uit te vogelen wat er aan de hand was. Ze probeerden alles uit wat ze konden bedenken en testten of iets anders wat ze gezien hadden het vreemde signaal kon verklaren, maar al snel was alles uitgesloten. Een tweede, kleine ster vlak bij J1407 die verborgen lag in een grote stofwolk die de ster verduisterde? Nee, het stof zou een intens schijnsel afgeven in het infrarood en dat zouden ze hebben gezien. Een exoplaneet? Een planeet zou nooit het hele oppervlak van een ster kunnen bedekken en zo al het licht kunnen blokkeren. Uit de snelle veranderingen in de lichtkromme konden ze uitrekenen hoe snel het wat dan ook bewoog toen het voor J1407 langsging: ongeveer 30 kilometer per seconde. Met die snelheid zou je van Groningen naar Zeeland, recht over Nederland, kunnen



vliegen in ongeveer tien seconde. Ze wisten ook hoe lang het nodig had om voor de ster langs te trekken, en konden zo de grootte uitrekenen. Wat het ook was wat de ster twee maanden lang verduisterde, het was gigantisch – ongeveer 160 miljoen kilometer. Het was zo groot dat het niet eens tussen ons en de Zon in zou passen.

Dus, wat in de Hemelen zou het kunnen zijn? Onze beste gok is dat we een verduistering door een exoplaneet genaamd J1407b hebben gezien die de om de jonge ster heen draait, en die een enorm ringsysteem heeft. Net zoals de ringen van Saturnus, maar dan 200 keer groter. Het was een sensatie: voor het eerst hadden we een planeet met ringen gezien buiten het zonnestelsel. In ons eigen zonnestelsel weten van drie van de acht planeten dat ze ringen hebben: Jupiter, Saturnus en Uranus. Op dat moment hadden we 3000 exoplaneten – planeten die rond andere sterren draaien – gevonden, maar we hadden er nooit een gezien die ringen had.

Maar hoe leverden dat de veranderingen op die onze telescoop zag? Stel je voor dat je 's nachts bij een kruising staat

en een auto aan de andere kant net voor het stoplicht is gestopt, met zijn koplampen fel jouw kant op schijnend. Dan gaat het stoplicht voor een groep voetgangers op groen en steken ze straat over voor de auto langs. Een paar kinderen rennen vooruit, en als ze voor de koplampen langs schieten lijken ze hem te laten flikkeren. Dan loopt de rest van menigte voor de koplampen langs en zie je minder en minder licht totdat de menigte al het licht blokkeert. Een paar seconde lang kan je niet eens de auto meer zien. Wanneer de menigte de straat is overgestoken zie je de koplampen weer. Tenminste, een paar ouderen lopen er nog voor langs, en laten de lampen weer flikkeren. Als ook zij aan de andere kant zijn aangekomen schijnen de lampen van de auto weer net zo fel als eerst. In het geval van J1407 zijn degenen die het geheel zien natuurlijk wij mensen op aarde, en de koplampen van de auto zijn de ster J1407 die we hier op aarde met onze telescopen kunnen zien. De mensen die oversteken en het licht blokkeren zijn dan de ringen rond onze exoplaneet J1407b. Stel je voor dat je de felheid van de koplampen van

de auto vanaf jouw punt zou meten, bijvoorbeeld met een kleine telescoop, dan zouden je gegevens er niet zo anders uit zien dan de kromme in de figuur hier boven. We hebben zelfs duizenden exoplaneten gevonden met deze techniek, die de transit-methode heet: een planeet die om een ster heen draait kan recht voor de ster langs trekken, vanuit ons gezien, waarbij het het licht een klein beetje verzwakt wordt, wat slechts een keer per omloop gebeurt.

Maar de ringen zijn niet het enige interessante – belangrijker zijn de openingen tussen ze in, die voor de korte verhelderingen tijdens de lange verduistering zorgen. Het beroemdste voorbeeld in ons zonnestelsel zijn de ringen van Saturnus, die ook op bepaalde plekken van die mooie openingen in zijn ringen heeft. Hiervan weten we goed wat het zijn: in de ringen hebben manen die om Saturnus heen draaien gedurende miljoenen jaren een pad vrijgemaakt. Het is heel redelijk om aan te nemen dat de openingen in de ringen van J1407b dezelfde oorzaak hebben, en dat we misschien voor het eerst in de geschiedenis manen rond

planeten buiten het zonnestelsel hebben gevonden! Omdat J1407 letterlijk duizend keer zo jong is als zijn geringde neef en 'pas' een paar miljoen jaar geleden is gevormd – wat een jonkie! – zijn de manen waarschijnlijk nog niet helemaal gevormd en kijken we waarschijnlijk naar manen in wording die om hun pasgeboren ouder heen suizen. 'Waarschijnlijk', want we moeten nog steeds een tweede verduistering zien om zeker te weten dat deze ringen daadwerkelijk bestaan zoals we denken dat ze bestaan.

Al deze speculaties en argumentaties zijn interessant en leuk, maar we wilden meer uitvinden over hoe het in elkaar zit en hoe het zich gedraagt, ofwel zijn dynamica. En wat doe je als je meer wilt weten over een bescheiden, zwak sterretje? Precies: je boekt een reis naar de Chileense woestijn, klimt naar 2400 meter boven zeeniveau (oké, luie mensen nemen de auto), en kijkt er een paar uur

naar met een telescoop zo groot als een huis. Dat is wat mijn collega's deden in 2013 toen ze probeerden om de planeet direct te 'zien' met 's werelds meest geavanceerde telescoop, de Very Large Telescope (Hele Grote Telescoop) van ESO in Paranal, Chili (je kan ophouden met giechelen). Het is de eindbaas van alle telescopen en de meest productieve telescoop op de grond: gebouwd in de Atacama woestijn, een van de droogste plekken op aarde en een enorme 2600 meter boven zee-niveau, uitgerust met een grote spiegel van 8 meter – groot genoeg om comfortabel op te wonen. We rekenden het uit, wogen de ongelooflijke resolutie en het licht verzamelend vermogen van de telescoop tegen de piepkleine lichtkracht van de planeet op de ongelooflijke afstand van 500 lichtjaar, en een waarneming was op het randje van het mogelijke. Het zou weinig schelen, maar het was mogelijk. De VLT was niet de enige

telescoop waarmee ze de ster observeerden. Ze ondernamen ook een trip naar Hawaï om de enorme Keck Telescoop, met een spiegel die een enorme tien meter in doorsnee is, op de ster te richten met hetzelfde doel. Iedere sterrenkundige hoopt op een kans om deze ongelooflijke wapenfeiten van technologie te kunnen bezoeken. De waarnemingen toonden – niks. De gegevens toonden niks anders dan een gewone jonge ster, net uit de kleuterklas. Maar hoewel we met deze waarnemingen het bestaan van de planeet niet konden bevestigen, laat staan dat van de ringen, sloten ze hun bestaan ook niet uit. J1407b en zijn ringen zouden kleiner of zwakker kunnen zijn dan we dachten; het zou dichter bij, of zelfs achter, de ster kunnen zijn. Tegelijkertijd sloot het ook een paar andere mogelijkheden uit van hoe het systeem er uit zou zien, maar daarover later meer.

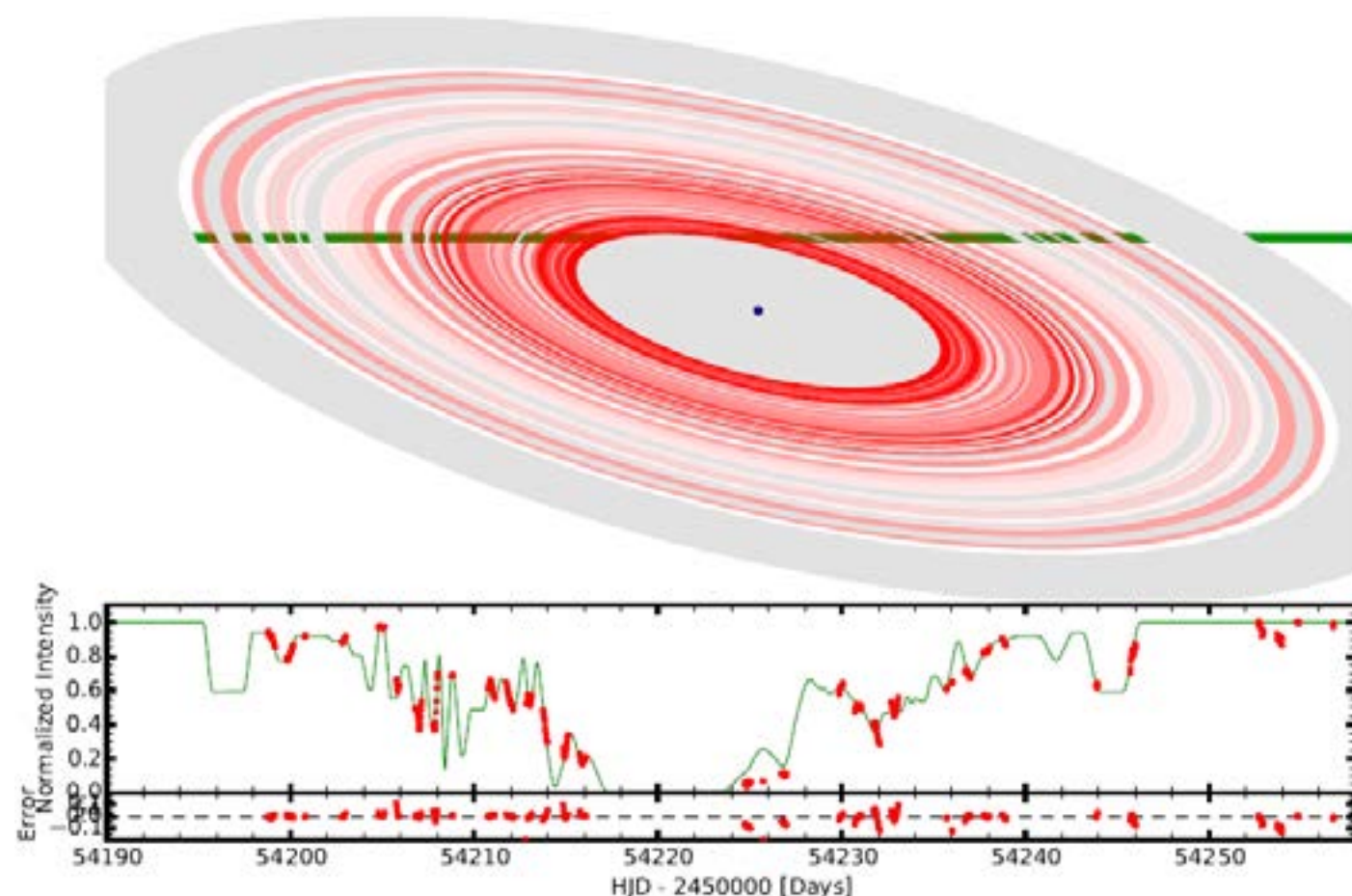
Als je een exoplaneet bestudeert zijn er twee stukken informatie heel belangrijk: de massa van de exoplaneet, en zijn zogenaamde omlooptijd. Dat is simpelweg de tijd die de exoplaneet nodig heeft om een keer rond zijn ster te gaan. Voor de aarde is dit natuurlijk precies een jaar. De omlooptijd is zo belangrijk omdat, als we ook de massa van de ster weten (en die weten we vrij goed), we weten hoe ver de exoplaneet van de ster staat en hoe hard de ster er aan trekt met zijn zwaartekracht. Maar hoe vind je de omlooptijd van een exoplaneet? Nou, omdat het de tijd is die de exoplaneet nodig heeft om naar hetzelfde punt op zijn baan terug te keren, is het ook de tijd die J1407b nodig heeft tussen ons en J1407 terug te keren, ofwel de tijd tussen twee verduisteringen. Dus hebben we alleen twee verduisteringen in onze gegevens nodig en dan hebben we de omlooptijd van de planeet zo'n beetje. Maar hier zit het addertje onder het gras: we hebben maar een verduistering gezien, die van 2007, dus de belangrijkste informatie over de exoplaneet hebben we niet! De vanzelfsprekende oplossing is om gewoon te wachten en een telescoop naar keuze naar de ster te blijven staren in de hoop om nog een verduistering te zien.

Nu blijkt dat er nog iets is wat we konden doen om nog een verduistering te vinden, en dat is om door oude waarnemingen van de ster te zoeken, verstopt ergens in een stoffig krat in een vergeten archief. Vandaag de dag gebruiken wij sterrenkundigen geavanceerde, digitale camera's om te waarnemen, maar voordat deze waren uitgevonden gebruikten we fotografische platen. Dat zijn dunne glasplaten, een vierkantje van vaak 15 bij 15 centimeter, die bedekt zijn met een dun laagje lichtgevoelige pasta. Dan monteert je hem op de telescoop in

plaats van het oculair, op een bepaalde manier je eigen detector, je oog, vervangend met de plaat, en dan stel je de plaat bloot aan het zwakke licht van sterren en sterrenstelsels. Als het licht op de pasta valt zorgt het voor een kleine chemische reactie, en als je de plaat dan ontwikkelt, net zoals met een filmrolletje, krijg je een negatief van de waarneming. Het is een vervelend karweitje om een voltooid waarneming te krijgen met een fotografische plaat, maar zelfs moderne camera's op de grootste telescopen hebben moeite om de resolutie te halen van deze platen.

Snel nadat sterrenkundigen deze platen begonnen te gebruiken om hun waarnemingen vast te leggen gingen ze er de hele nachtelijke hemel mee in kaart brengen. Hiervoor gingen ze stelselmatig de hele hemel af met telescopen met een groot gezichtsveld om te kijken hoe de hemel verandert door de tijd. Niet per se omdat je iets specifiek zoekt, ze wilden sim-

pelweg een continue opname hebben van de nachtelijke hemel over jaren en decennia. De oudste en grootste van deze was ondernomen door het Harvard College Observatory in de VS. In 1885 begonnen ze daar met het doen van waarnemingen, eerst van kleine stukken van de hemel. Snel begonnen ze ook telescopen te gebruiken in andere delen van het land en vooral op het zuidelijk halfrond, in Peru, Chili en Zuid-Afrika. Aan het begin van de 20e eeuw deden ze grofweg een waarneming van de hele hemel per week. Dit project liep meer dan een eeuw, en toen het werd stopgezet in 1993 waren er meer dan een half miljoen fotografische platen verzameld. En natuurlijk hadden ze 'per ongeluk' ook onze ster waargenomen! Het bleek dat ze best vroeg begonnen: de oudste waarneming van J1407 die we konden vinden was een waarneming die in 1890 was gedaan door een grote telescoop in Peru! (Figuur hieronder) Deze waarneming is van



verrassend goede kwaliteit als je bedenkt dat het 130 jaar geleden gedaan is: een tijd waarin het Ottomaanse Rijk nog bestond, een elfjarige Albert Einstein waarschijnlijk gefustreerd in de klas zat, voordat de wereld ooit gehoord had van het elektron of quantummechanica. Natuurlijk waren de sterrenkundigen van Harvard niet de enige die zo de hemel in kaart brachten. Het Sonneberg Observatorium in Duitsland (dus niet die in Utrecht!) had zeven-tig jaar lang een vergelijkbaar project lopen. In die tijd produceerden ze meer dan 300.000 platen, het grootste dergelijke archief van Europa. Er zijn nog steeds miljoenen van deze platen weggestopt in archieven, schatkisten van sterrenkundige waarnemingen. Gelukkig zijn er projecten bezig waarin sterrenkundigen deze platen een voor een inscannen om ze toegankelijk te maken voor alle geïnteresseerde onderzoekers.

Sinds 1890 hebben deze twee projecten samen J1407 honderden keren waargenomen en samen met gegevens die we in een ander archief in Bamberg, Duitsland, vonden, hadden we in totaal 1223 waarnemingen van onze ster die een hele eeuw besloegen, van 1890 tot 1990! Toen kruisten we onze vingers en keken door alle waarnemingen, of er op eentje misschien de ster veel zwakker was dan anders – een kandidaat voor mogelijke tweede verduistering. Helaas vonden we niks. Helemaal niets.

Het was frustrerend, om zoveel aan zoiets te werken, hopen-d dat je iets zou vinden, om uiteindelijk niks te vinden. Dat is de grote onzekerheid, en het spannende aan de wetenschap: we weten niet of we daadwerkelijk gaan ontdekken wat we willen weten, of dat we gaan vinden waar we naar zoeken, of het nu om vergelijkingen, dieren of sterren gaat, gewoonweg omdat

niemand het weet. Soms vind je waar je naar op zoek bent en vallen alle puzzelstukjes op hun plaats, en dan zit alles snor – maar vaker mislukt een experiment of zie je niks, vind je het zeldzame dier niet, of is er in de waarnemingen van de hemel geen spoor te vinden van het signaal waar je naar zoekt. Het belangrijkste is dan om niet ontmoedigd te raken maar om gewoon door te gaan en iets anders te proberen.

Nu blijkt dat we nog iets anders konden doen. Kijk, misschien heb je niks gevonden, maar misschien kan je toch nog iets anders vinden. Stel dat je J1407 hebt waargenomen in april 2017, precies tien jaar na de eerste verduistering, en de ster even helder schijnt als anders. Maar omdat er geen teken is een verduistering, betekent het dat de omlooptijd niet die tien jaar kan zijn, omdat de exoplaneet precies die tijd nodig zou hebben om terug voor de ster te



komen voor een verduistering! Met die redenering kunnen we een hele hoop omlooptijden afschrijven als een waarneming op een bepaald moment geen verduistering toont. En we hadden veel, heel veel waarnemingen. Toen in 2012 het nieuws van de ontdekking uitkwam stuurden we een oproep naar de AAVSO, de American Association of Variable Star Observers (Amerikaanse Vereniging van Variabele Ster Waarnemers), om de ster waar te nemen. Al snel beantwoorde een groep toegewijde amateursterrenkundigen de oproep en begonnen de ster iedere nacht waar te nemen. Deze mensen zijn echt geweldig: ze blijven tot laat op om hun eigen telescopen op te zetten en observeren dan de hele nacht J1407. Vrijwillig, zonder ervoor betaald te worden of zelfs de wetenschap dat er iets nuttigs met hun gegevens wordt gedaan. En zo, gewapend met 40.000 waarnemingen van J1407 die we konden vinden tussen 1890 en nu, probeerden we miljoenen omlooptijden uit tussen de 1 en 40 jaar. Het bleek dat we een hele hoop konden uitsluiten! Natuurlijk konden we de omlooptijd eerder ook al bepalen, maar het kon alles zijn tussen de 3 en 20 jaar. Maar met al deze gegevens weten we nu dat de periode ongeveer 16 jaar is. Maar niet alleen dat: eerder vermeldde ik dat we met onze waarnemingen van de grote telescopen in Chili en op Hawaii konden beperken hoe het systeem eruit ziet. Dat gaf ons een ruwe schatting, maar nu

we de omlooptijd min of meer vastgesteld hadden, wisten we ook vrij precies hoe het systeem eruit moest zien. De nieuwe resultaten verhielpen ook een vervelende onzekerheid. Als de planeet een omlooptijd had gehad van een jaar of 11, zou het zo 'licht' kunnen zijn als Saturnus, of tot 80 keer zo zwaar als Jupiter, de zwaarste planeet in ons zonnestelsel. Deze 80 'Jupiter massa's' is de grens waarboven elke bol gas, of het nu een planeet of een ster is, zwaar genoeg is om waterstof naar helium te fuseren – het proces dat min of meer een ster definieert en wat onze zon aandrijft. Dat was een probleem aangezien de massa van een planeet belangrijk is om hem te begrijpen. Gelukkig lieten onze bevindingen van de fotografische platen zien dat J1407b moeilijk zo'n omlooptijd kon hebben, dus we hoefden ons geen zorgen te maken over die enorme onzekerheid. Een andere eigenaardigheid was de vorm van de baan, die heel elliptisch bleek te zijn. Dat betekent dat de planeet niet in een cirkel om de ster heen draait en zo altijd op dezelfde afstand blijft staan. In plaats daarvan spendeert het veel zijn omlooptijd ver van de ster af, en komt alleen kort dichtbij als het snel langs suist, veel dichtbij dan daarvoor. We weten alleen van kometen, een paar asteroiden, en een handjevol exoplaneten dat ze zo'n extreme baan hebben. Hoe opwindend dit ook was zorgde het ook voor een ander probleem. Om de ringen stabiel te houden moet de zwaarte-

kracht erop van de planeet veel sterker zijn dan dat van de ster. De 'veilige zone' daarvoor heet de Hill bol. Onze satellieten bevinden zich veilig hierbinnen terwijl ze om de aarde draaien, ze zijn zo dicht bij de aarde dat ze de zwaartekracht van de zon niet eens meer voelen. Omdat de zwaartekracht van een ster groter wordt naarmate je dichterbij komt, konden we een veilige afstand bepalen die J1407b zou moeten bewaren tot de ster als het zijn ringen wilde houden. Maar met zo'n extreme baan komt J1407b elke paar jaar veel dichterbij dan die veilige afstand en zou het heel lastig worden om zijn ringen zelfs maar een paar omlopen intact te houden.

Dit is nog een raadsel over het systeem dat het universum ons erbij heeft gegeven. Voor iedere vraag die we erover beantwoorden krijgen we drie vragen terug. Natuurlijk zijn we in de tussentijd niet lui geweest. Zelfs als we niet 100% zeker zijn dat de ringen echt bestaan hebben we er vertrouwen in dat er ergens jonge sterren zijn, waaromheen pasgeboren planeten draaien die door enorme maanvormende schijven zijn omgeven. We moeten allen nog die vreemde lichtkromme vinden wanneer die sterren weer verduisterd worden. Een aantal telescopen houdt elke nacht miljoenen sterren in de gaten, die allerlei rare dingen doen met hun helderheid (google maar eens op Tabby's Ster) – and nu weten we waar we naar moeten zoeken. Mijn begeleider heeft recent de ster waargenomen met ALMA, de machtigste radiotelescoop ter wereld die ook nog eens in de Atacama woestijn zit, 5000 meter boven de zee. We zullen zien wat we gaan ontdekken met een verzameling gigantische metalen schotels in de Chileense woestijn, starend naar de leegte boven ons...



Zwarte Gaten

Geheimen van het Heelal

Nashanty Brunken

De nachthemel is nooit helemaal donker, de sterren zijn gespikkeld als kleine lichtbronnen en jagen de duisternis weg. Maar soms kunnen deze lichtbronnen in een oogwenk overgaan van lichtbron naar lichtgevangen. Het gaat om het zwarte gat: een plek in de ruimte waar de zwaartekracht zo sterk is dat niets kan ontsnappen, niet eens licht!

Het einde van het begin: stellaire zwarte gaten.

Soms nemen stervende sterren afscheid op uitbundige wijze: ze worden planetaire nevels die als kleurrijke wolken van stof en gas in het heelal blijven hangen. Of ze worden supernova's met als overblijfsel neutronensterren, ook wel pulsars genoemd, die heel snel ronddraaien en lichtsignalen afgeven. Maar dit geldt niet voor alle sterren. Voor sommige sterren is het einde dramatischer. Dit zijn de zeer zware sterren. Zij gaan van lichtpunten naar donkere gaten in de ruimte. Alles wat te dicht in de buurt komt, slokken ze op. Maar hoe ga je van licht naar duisternis?

Hiervoor heb je een zeer sterke zwaartekracht nodig. Deze ontstaat als gevolg van een zeer grote massa die opgepropt is in een zeer klein volume. Als een ster het einde van zijn leven nadert, begint deze in elkaar te storten. De ster wordt kleiner en kleiner maar de massa blijft gelijk en dit zorgt ervoor dat de zwaartekracht groter wordt. Op een gegeven moment is de ster zo erg ineengekrompen dat het de Schwarzschildradius bereikt. De ster heeft in dit geval de straal bereikt waarbij de zwaartekracht zo groot is dat zelfs licht niet kan ontsnappen!

Lichtsnelheid: Toch niet snel genoeg

Om te kunnen begrijpen hoe licht beïnvloed wordt door zwaartekracht, gaan we naar de relativiteitstheorie van Einstein kijken. Einstein beweerde dat licht met een bepaalde snelheid door de ruimte reist, de lichtsnelheid. Dit betekent simpelweg dat als je ergens een lichtbron aanzet, dat het een tijdje duurt voordat dat licht jouw ogen bereikt. Deze snelheid is echter zo hoog dat je het licht meteen lijkt waar te nemen. Ster-

ker nog, niets in het universum kan sneller gaan dan het licht. Verder beweerde Einstein dat alles in het universum, dus ook licht, beïnvloed wordt door zwaartekracht. Dus net zoals de zwaartekracht van de Aarde je naar beneden trekt als je springt, zo ook wordt licht aangetrokken door hemellichamen met een enorme massa.

Maar op welk moment is de zwaartekracht sterk genoeg om licht vast te houden? Dit gaan we bekijken aan de hand van een voorbeeld. Stel, je lanceert een raket van de Aarde. Dan moet deze raket genoeg snelheid hebben om de zwaartekracht van de Aarde te kunnen ontsnappen. Anders valt je raket terug op Aarde. Dit noemen we de ontsnappingssnelheid. We weten nu dus dat licht een snelheid heeft en ook dat een zwart gat een enorme zwaartekracht heeft. Het blijkt dat bij de Schwarzschildradius de ontsnappingssnelheid van een zwart gat even groot is als de lichtsnelheid. Licht is dus niet snel genoeg om van deze enorme zwaartekracht te ontsnappen en als er geen licht is, dan is het donker. Vandaar is een zwart gat dus zwart!

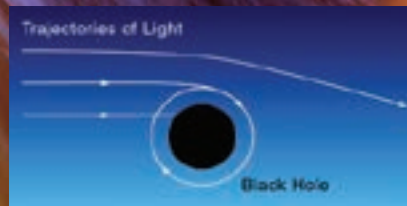
Lichttrucjes: Magie rond een zwart gat

Nu vraag je je zeker af hoe dicht je bij een zwart gat kan komen voordat je wordt opgeslokt? Hiervoor wil je in de Innermost Stable Circular Orbit (Binnenste Stabiele Cirkelvormige Baan) of ISCO zijn. Dit is het laagste stabiele baan rond een zwart gat, dus je zou hier het zwarte gat van dichtbij kunnen bewonderen zonder dat je per ongeluk over de grens heen gaat en opgeslokt wordt in de peilloze diepte. Maar alsnog is dit geen gezellige plek om te bezoeken, want je wordt gefrituurd door de hoge temperatuur en energie van

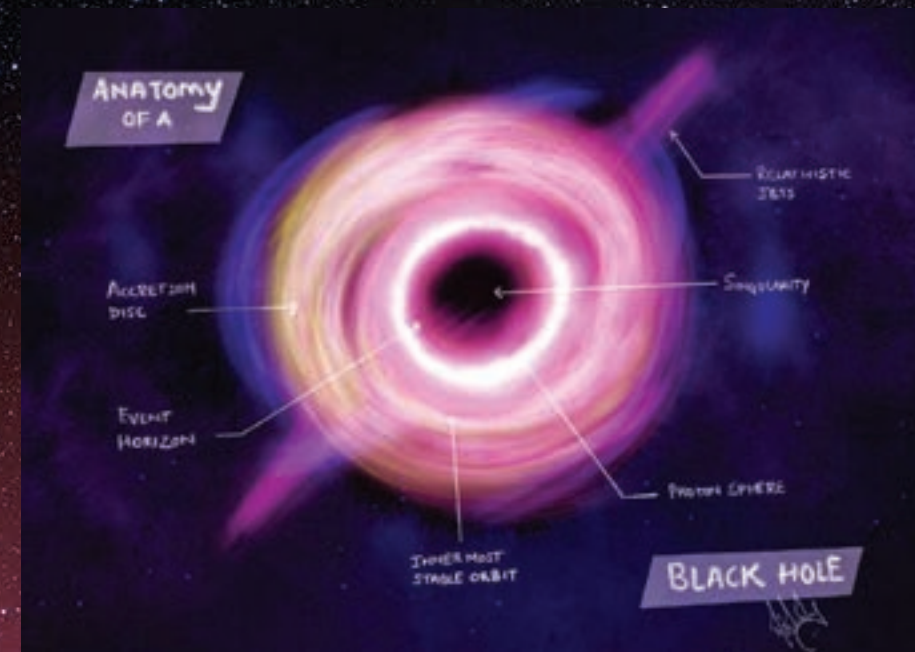
de accretieschijf (accretion disk): een schijf van gas en stof die met zeer hoge snelheid rond het zwarte gat draait. Soms valt materie van deze accretieschijf in het zwarte gat en dan schieten er enorme jets (stralen) van stof en gas uit het zwarte gat die relativistische jets genoemd worden en die we ook hier op Aarde kunnen waarnemen.

Iets dichterbij het zwart gat dan de ISCO bevindt zich de fotonsfeer, de binnenste cirkelbaan van de accretieschijf. Hier kan alleen nog licht, dat op lichtsnelheid reist, bestaan. Er gebeuren heel gekke dingen binnen deze fotonsfeer. Hier een voorbeeld:

Stel, je staat met een zaklamp op een ster die aan het instorten is. De ster heeft de Schwarzschildradius nog niet bereikt en is daardoor nog geen zwart gat geworden. Je schijnt je zaklamp recht omhoog. De lichtstraal komt recht de ruimte in en reist onverstoorde naar jouw vriend die op een verre planeet staat. Nu pak je weer je zaklamp, maar je schijnt de lichtstraal een beetje meer naar rechts. Zoals we weten, licht wordt aangetrokken door zwaartekracht dus jouw lichtstraal wordt nu door de zwaartekracht van de instortende ster aangetrokken en gebogen



Zwarte gaten zijn zwaar genoeg om licht af te buigen. Als het op precies de goede manier binnenkomt kan het zelfs in een baan om het zwarte gat belanden! 'Black Hole' is Engels voor 'zwart gat', en 'Trajectories of Light' is Engels voor 'pad van licht'.



richting het oppervlak van de ster. Dit effect van afbuiging van het licht wordt sterker naarmate de ster verder instort en de zwaartekracht groter wordt.

Stel dat je niet van de ster ontsnapt voordat het een zwart gat wordt en je komt in de fotonsfeer terecht. Nu schijn je jouw zaklamp naar rechts. Echter, de zwaartekracht van het recent gevormde zwart gat is zo extreem sterk dat jouw lichtstraal in een baan rond het zwarte gat valt. De lichtstraal reist rondom het zwarte gat en je ziet het weer verschijnen aan de andere kant, links van je! Het lijkt net magie! Op dezelfde manier kan je dus rechtdoor kijken en de achterkant van jouw eigen hoofd zien omdat licht vanaf de achterkant van je hoofd rondom het Zwart Gat terug naar jouw ogen reist!

Van Frituur naar Spaghetti: Dit klinkt niet lekker

Wat nu als je verder gaat? Dit raad ik niet aan, maar stel dat je voeten eerst in het zwarte gat vallen. Je bereikt op een gegeven moment de Schwarzschildradius, waar een denkbeeldig oppervlak zich bevindt: de event horizon (waarnemingshorizon). Vanaf dit punt kan zelfs licht niet meer aan het zwarte gat ontsnappen. Je vriend die op de planeet staat, kan niet zien wat er met je gebeurt nadat je de waarnemingshorizon oversteekt want licht afkomstig van jou bereikt hem niet meer. Dus hij ziet jou stilstaan net voor de waarnemingshorizon totdat je langzaam maar zeker vervaagt zonder ooit over te steken!

Maar zo ver komt het niet eens. Door getijdekrachten zal het zwart gat sterker aan jouw voeten trekken dan jouw hoofd. Je wordt uitgerekt als noedels en uit elkaar gerukt voordat je de waarnemingshorizon zelfs kan bereiken! Dit wordt ook wel spaghettificatie genoemd. Dit klinkt lekker, maar dat is het zeker niet!

Helemaal in het centrum van het Zwart Gat bevindt zich de singulariteit, een punt met een oneindig klein volume en oneindig grote dichtheid. Wetenschappers weten niet wat er daar gebeurt omdat alle wetten van de natuurkunde daar uiteenvallen.

De Event Horizon Telescoop (EHT): De eerste echte foto's van Superzware Zwarte Gaten!

Tot kort hiervoor hadden we nooit een Zwart Gat waargenomen. Want hoe zie je nou het onzichtbare? Maar recent is het een groep wetenschappers gelukt om de eerste foto's te maken van een echt

zwart gat! Het ging om het superzware zwarte gat in het centrum van het sterrenstelsel M87, dat meer dan vijftig miljoen lichtjaar ver van de Aarde ligt. Zoals we weten wordt een stellair zwart gat gevormd door een stervende ster en heeft deze een massa tussen tien en honderd keer de massa van de Zon. Maar dit superzware zwarte gat is meer dan zes miljard keer de massa van de Zon!

De wetenschappers hebben de schaduw van dit zwarte gat kunnen waarnemen op de accretieschijf rondom het zwarte gat. De accretieschijf geeft namelijk licht en energie uit als gevolg van de enorme snelheden en wrijving tussen de deeltjes die zich daar bevinden. Door gebruik te maken van acht grote telescopen over de hele wereld en een groep van bijna tweehonderd wetenschappers, was het dus gelukt om een zwart gat waar te nemen, een eeuw nadat ze voorspeld waren!

De wetenschappers vermoeden dat er superzware zwarte gaten zijn in het centrum van bijna alle sterrenstelsels en de EHT heeft al om Sagittarius A*, het superzware zwarte gat in het centrum van het Melkwegstelsel, waar te nemen.

Zwarte Gaten: Daar draait uiteindelijk alles om

Zwarte gaten zijn mysterieus, ze houden hun geheimen voor zichzelf en ontwijken de mens al voor een eeuw. Wat gebeurt er bij de singulariteit? Hoe ontstaan superzware zwarte gaten? Dit zijn de vragen die wetenschappers zich nu stellen en waar enorm veel onderzoek aan wordt gedaan. Maar met hun recente uitvindingen hopen wetenschapper wat licht te schijnen op de donkere aard van zwarte gaten. Want uiteindelijk draait de hele wereld en alles eromheen om zwarte gaten! 🌌



JWG-hoekje

WinterKamp 2018

Arthur Uitslager

Op 27 oktober 2018 was het toch weer WinterKamp, hoewel het, zoals vaker, niet echt koud was. De schaatsen tegen beter weten toch meegenomen, samen met warme kledij, omdat het toch nog wat koud was. Al met al toch weer (volgens de traditie) een kamp van tradities. De kennismakingsspellen tegen beter weten in, het bulldoggen of de erg vermakelijke activiteit 'de leiding wakker houden bij het waarnemen' komen elke keer terug. Er was ook veel nieuws te beleven, zoals 'sport met bal'.

We begonnen zoals gebruikelijk met de kennismakingsspellen, met in de hoofdrol het quackellspel, dat gezien het aantal deelnemers wel erg lang duurde. Maar daar wordt het wel uitdagend van, en dat is voor bolleboosjes als de doorsnee JWG-ers natuurlijk perfect.

Qua sport was er uiteraard het traditioneel uitgevoerde bulldoggen, door wilde en héél wilde koters, en soms iets minder wilde leiding. Maar er was ook de net iets minder bekende sport quidditch (of zwerkbal), uitgevoerd door de koters (die verbaasd waren over dat bewegen met een bal ook leuk kan zijn, waarschijnlijk zit het hem er in dat je een bezem tussen je benen nodig hebt, of in elk geval iets wat er op lijkt), begeleid door quidditchspelende leiding Fedor en Emrys, en gescheidst door quidditchkoter Tünde. Heel leuk en leerzaam sport-iets. Daarna was het gelukkig afgelopen met 'sport' en 'sport met bal' en kon iedereen gelukkig gewoon weer gezellig luisteren naar gastpraatjes over Mars en de leiding irriteren waar mogelijk en niet mogelijk.

Maar helaas kwam ook aan dit kamp een eind, de tijd voor de vervelendste activiteit: het doodop afscheid nemen van je vrienden.



Ben je tussen de 13 en 18 jaar, en ben je van dit kampverslag heel enthousiast geworden? Kom dan in 2019 ook naar WiKa! Het is van 27 tot 29 december in Westelbeers. Meer informatie vind je op sterrenkunde.nl/jwg/wika.

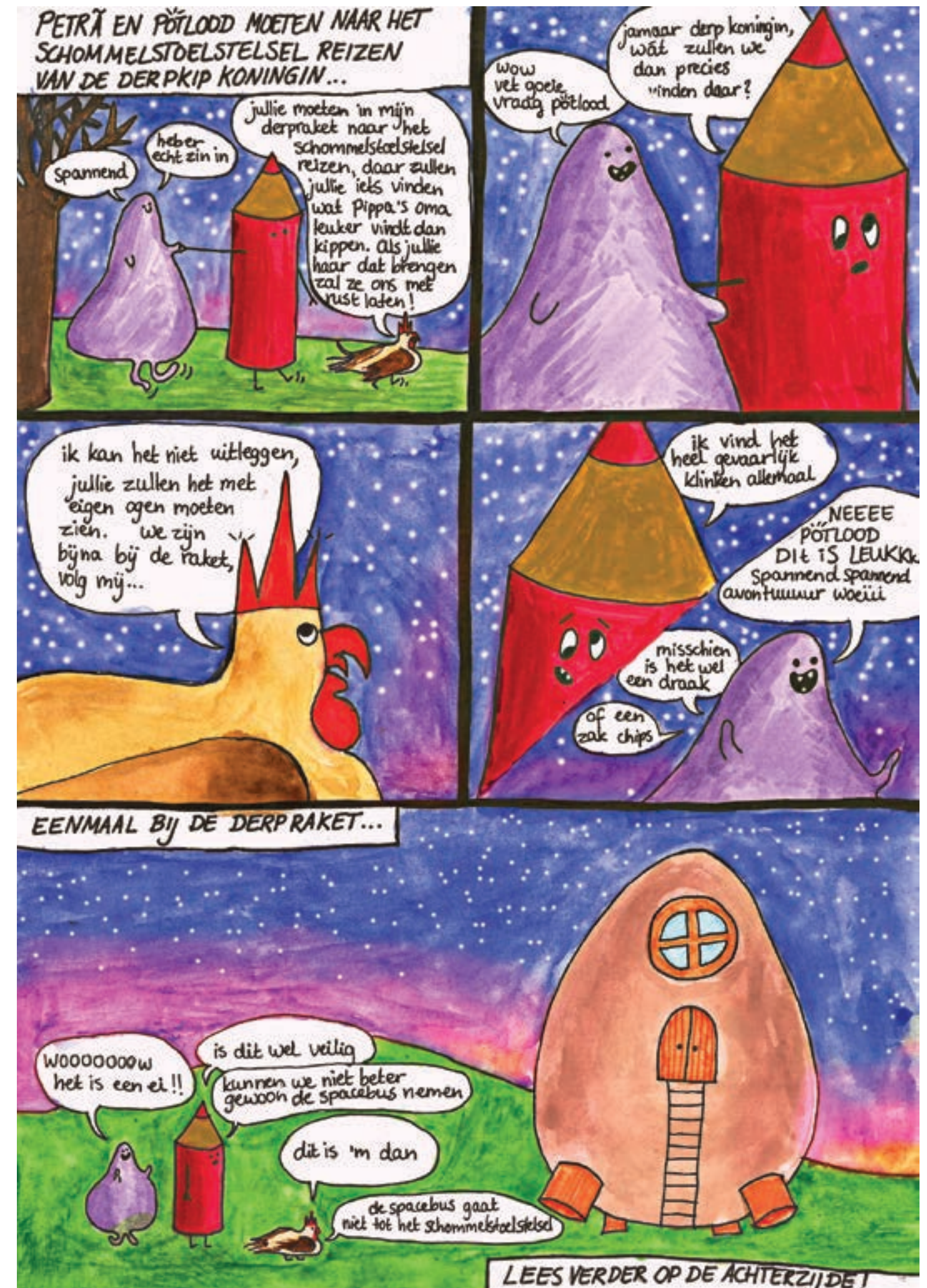
JWG-hoekje

Afdeling Amsterdam

Simon Duijn

Hallo allemaal!

Net als in Utrecht, Leiden en Groningen is er in Amsterdam is er een gezellige JWG-afdeling, namelijk in het Anton Pannekoek Instituut op de UvA. Hier hebben we om de twee maanden een bijeenkomst waarin we weer nieuwe sterrenkundige onderwerpen bespreken, het laatste ruimtenieuws doornemen, spelletjes spelen en mooie sterrenkundige knutsels maken. Natuurlijk met een koekje en wat te drinken erbij. Soms mogen we ook nog in de telescoopkoepels van de UvA kijken. Ook hebben we ieder jaar natuurlijk de Pannekoekenbijeenkomst. Het is in ieder geval altijd gezellig! Woon je in de buurt van Amsterdam? Kom dan een keertje langs!





Plasma Jet Emission
from the Black Hole
in Galaxy Messier 87

12x50 second luminance exp.
15-Apr-2019
by David Mihalic

Poster Virgo A

Hens Zimmerman

henszimmerman@gmail.com

Op de poster van deze Universum zie je het supergrote elliptische melkwegstelsel M87, ook wel bekend als NGC 4486 of Virgo A. Die laatste aanduiding doet al vermoeden dat dit sterrenstelsel zich in het sterrenbeeld Virgo, de Maagd, bevindt. Dit is één van de grootste bekende sterrenstelsels. Waar onze eigen melkweg omring wordt door zo'n 150 bolvormige sterrenhopen, vinden we er om M87 wel 12.000! Maar er is nog meer aan de hand met M87. Dit is tevens het sterrenstelsel waarbinnen zich een superzwaar zwart gat bevindt, dat dit jaar in het nieuws was als de eerste foto van een zwart gat.

M87 staat op een afstand van zo'n 54 miljoen lichtjaar van de aarde. Toch lukte het amateur-astronoom David Mihalic in april dit jaar om een foto van M87 te maken, waarop tevens de relativistische jet te zien is, die uitgespuwd wordt door het zwarte gat in het centrum. Dat is het kleine streepje, dat op



Zwart gat in M87. credit: Event Horizon Telescope

ongeveer 10 over 12 uit M87 komt.

David gebruikte hiervoor de telescoop van Slooh.com op Tenerife in de Canarische eilanden. Ook jij kunt voor een relatief laag bedrag lid worden van Slooh en tijd boeken op de telescopen en zo je eigen waarnemingen doen met een op afstand bedienbare telescoop. De telescopen van Slooh staan behalve

in Tenerife ook in Chili. David nam 12 afzonderlijke foto's, die allemaal 50 seconden werden belicht. Door middel van een proces dat stacking heet, werden de foto's bij elkaar opgeteld, waardoor een nog nauwkeurigere foto ontstaat. Het haalt het natuurlijk niet bij de foto van M87, die door de Hubble ruimtetelescoop is gemaakt, maar het is hartstikke leuk om zelf foto's van de hemel te kunnen nemen, zelfs als het misschien bewolkt of lichtvervuild is waar jij woont. 🌌

Meer informatie over Slooh vind je hier:

<https://www.slooh.com/>

Wat is een relativistische jet?

Superzware zwarte gaten, zoals we die vinden in de kern van melkwegstelsels, kunnen zeer lange stromen van geïoniseerde materie het heelal in slingeren. Zulke stromen kunnen miljoenen parsecs langs worden. We noemen ze relativistisch, omdat deze stromen met bijna de lichtsnelheid door het heelal sjezen. Daarbij treden effecten op die te maken hebben met de relativiteitstheorie van Albert Einstein, voornamelijk veranderingen in helderheid. Behalve bij zwarte gaten komen we dit soort ion stromen ook tegen bij quasars, radio sterrenstelsels, neutronensterren en pulsars.



M87 jet. credit: David Mihalic

Waarnemen in de herfst

De waarneemcommissie (samengesteld door Matthijs van Zanten)

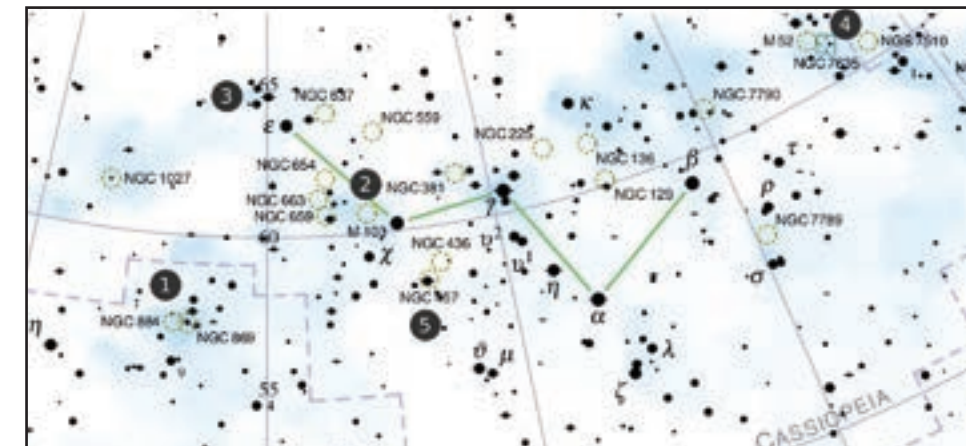
Deze uitgave gaan we kijken naar Cassiopeia en Andromeda, twee interessante sterrenbeelden. Verder gaan we het hebben over het gebruik van Stellarium, een van de beste programma's voor beginnende waarnemers.

Cassiopeia

Cassiopeia is een sterrenbeeld dat circumpolair is, dit wil zeggen dat het sterrenbeeld het hele jaar zichtbaar is. Dit komt, in geval van Cassiopeia, doordat het sterrenbeeld zo dicht bij de noordelijke hemelpool en daarmee de poolster staat dat het eigenlijk nooit achter de horizon verdwijnt.

Cassiopeia is een sterrenbeeld van vele sterrenhopen. Het ligt voor een groot gedeelte over de melkweg. Dit is een sterrenbeeld in de vorm van een "W" of een "M". Het hangt er net vanaf hoe je er tegenaan kijkt. Het sterrenbeeld wordt omgeven door de sterrenbeelden Giraf, Perseus, Cepheus, Hagedis en Andromeda. Het sterrenbeeld wordt ook wel eens gebruikt om de poolster, de staart van de kleine beer, te vinden. Dit is omdat het in een lijn met de grote en de kleine beer ligt.

De eerste twee sterrenhopen die we gaan opzoeken zijn IC 1805 en IC 1848 ook wel H en Chi genoemd. Het zijn twee sterrenhopen die zelfs met het blote oog met gemak te zien zijn. Ze bevinden zich tussen Cassiopeia en Perseus in en zien er tevens prachtig uit met de verrekijker. Als je met de verrekijker gaat kijken kijk dan eerst recht naar de twee sterrenhopen en schuif dan de verrekijker voor je ogen zonder je hoofd te bewegen. Dit is de makkelijkste manier om met de verrekijker iets te vinden wat je met het blote oog kunt zien, zonder heel veel heen en weer te bewegen.



Boven: Cassiopeia

H & Chi zijn 29 augustus 2009 door Stijn Linnebank waargenomen op JongerenKamp. Hij heeft het volgende beschreven:

"Ik zie twee verschillende delen en die staan links en rechts van elkaar. Het linker deel is wat compacter en heeft wat meer sterren. Het rechter deel is wat losser. Ik zie bij het linker deel drie primaire kernsterren met wat stof eromheen. Bij het linker deel zie ik ook wat sterren eromheen zitten. En rechts lijkt de kern gewoon zwart met een paar sterren eromheen."

Een andere mooie open sterrenhoop ligt vlakbij de punt van de W die door de ster δ -Cassiopeia wordt gevormd. Deze sterrenhoop is M103. Als je deze wilt zoeken kun je het beste vanaf de middelste ster van Cassiopeia naar δ -Cassiopeia (de 2e ster van links van de W) bewegen, nog een klein stukje verder gaan en dan kom je de sterrenhoop vanzelf tegen. Deze manier van zoeken, met behulp van heldere sterren bij een messier/NGC of ander object komen, heet starhoppen.

Bij M103 kun je heel mooi zien dat er in het midden van de sterrenhoop een oranje/rode ster staat. Als je objecten als M13 in de linkeroksel van Hercules of M31 in Andromeda al erg makkelijk vindt om te vinden aan de sterrenhemel is M103 een goed volgend doel om op te zoeken. Ook is het een object dat leuk is om te oefenen met tekenen. Als je gaat tekenen laat je niet ontmoedi-

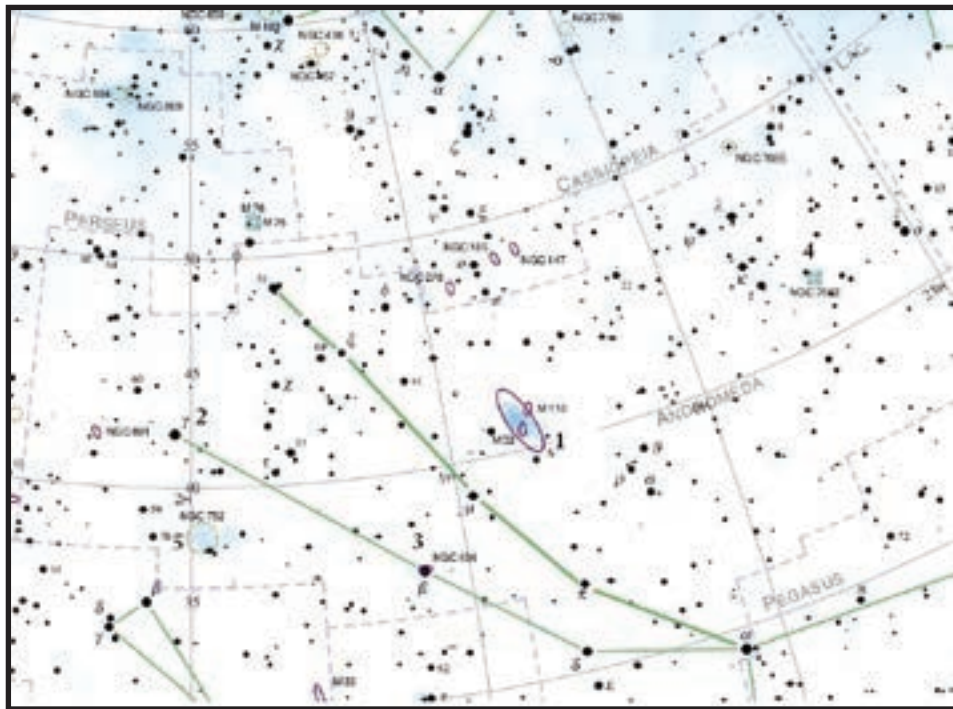


gen door de vele sterren die je soms ziet, maar probeer je te focussen op de echt heldere of kleurige sterren. Je kunt ook op een ander manier je waarnemingen bijhouden, bijvoorbeeld met een memorecorder of je telefoon je stem opnemen terwijl je beschrijft wat je allemaal ziet.

De reden waarom ik M103 altijd een mooi object vind, is omdat het een mooie rood-oranje ster in het midden heeft staan. Ook is een voordeel van M103 dat het relatief makkelijk te vinden is als je nog wat moeite hebt met starhoppen, zodat je daarmee kunt oefenen.

Vanaf δ -Cassiopeia gezien, net voorbij de ϵ -Cassiopeia (een van de uiteinden van de W) zie je een klein groepje van drie sterren die een echt klein driehoekje vormen. Een van deze sterren heeft de aanduiding BSC 53 Cas gekregen. Dit staat in sterrenatlassen gewoon met het getal 53 aangeduid.

BSC staat voor Bright Star Catalogue wat 'heldersterrencatalogus' betekent. Deze ster heeft een magnitude van 5,58, wat betekent dat hij onder goede omstandigheden in een donkere plek nog net met het blote oog waarneembaar is. Naast deze ster zit een klein open sterrenhoopje die wel weinig sterren bevat, maar goed te vinden moet zijn.



Boven: Andromeda

Andromeda

Net als Cassiopeia en Pegasus, heeft ook Andromeda dezelfde naam in het Latijn. Het sterrenbeeld is lastig te vinden aan de sterrenhemel omdat de meeste sterren in het sterrenbeeld zijn niet zo helder zijn: de helderste ster heeft slechts een helderheid van magnitude 2. Gelukkig kunnen we gebruik maken van Cassiopeia. Cassiopeia, de heldere letter W (of M) is makkelijk te vinden. Schuin onder Cassiopeia ligt Pegasus, dat op een groot vierkant lijkt. De ster linksboven in het vierkant, α -Andromeda, is eigenlijk onderdeel van het sterrenbeeld Andromeda en vormt het einde van haar arm.

Met heel veel verbeelding kan je nu in het sterrenbeeld een vrouwelijke figuur zien. Vanuit α -Andromeda kan je via de helderdere sterren twee lijnen trekken, die de buik en de benen moeten voorstellen. Wanneer het lekker donker is, kan je met de minder heldere sterren, de rest van het lichaam erbij denken. Maar niet getreurd. De ontbrekende heldere sterren worden meer dan gecompenseerd door de prachtige sterrenstelsels en nevels.

Andromedanevel (M31)

De nevel die bekender is dan zijn sterrenbeeld is met het blote oog al te zien vanuit de stad! Wanneer je het Andromeda sterrenbeeld gevonden hebt, ga je van Andromeda recht omhoog via μ -Andromeda naar de Andromedanevel. Met het blote oog ziet de Andromedanevel eruit als een licht vlekje. Wanneer er veel lichtvervuiling is, of als je meer wilt zien, kan je je verrekijker pakken. Met

een verrekijker ziet M31 eruit als een ovaal sterrenstelsel met een heldere kern.

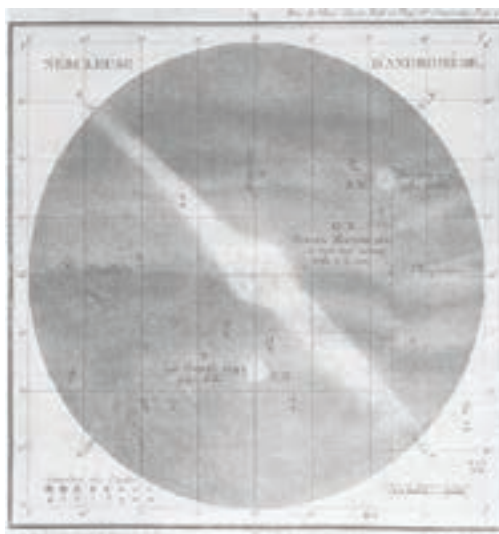
Als je M31 ziet, moet je maar eens proberen te schatten hoe groot dit sterrenstelsel is. Als je goed telt, dan passen er wel 6 volle manen in!

Als je geluk hebt, kan je ook M32 zien, een elliptisch dwergsterrenstelsel dat aan de rand van de Andromedanevel ligt. Met een grotere verrekijker en telescoop kan je ook M110 zien, die een stukje onder de Andromedanevel ligt.

Almach

Aan het einde van het onderste been van Andromeda, dus tegen het sterrenbeeld Pereus aan, staat de helderste ster van het sterrenbeeld: de ster Andromeda, die ook wel Almach genoemd wordt. Met een kleine telescoop en een vergroting van ongeveer 50x is al te

Onder: M31 (Andromedanevel)



Bron: Recueil de l'Institut en Mémoires de l'Académie Royale

zien dat Almach een zeer mooie dubbelster is. Beide sterren zijn ongeveer tien boogminuten van elkaar gescheiden. De helderste ster ziet er geel uit en staat op het punt dood te gaan. De andere ster is blauw-groenig. Wanneer je verder inzoomt naar een vergroting van ongeveer 100x zie je de dubbelster nog beter. Wanneer je goed naar de blauwe ster kijkt, kun je misschien wel zien dat dit ook weer een dubbelster is! Deze sterren staan op minder dan een boogseconde van elkaar.

NGC404

Nadat je naar Almach gekeken hebt, kan je ook proberen "de geest van Almach" te zoeken. 3,5 graden ten noordoosten van Almach staat een sterrenstelsel. Omdat Almach erg helder is door een telescoop, is het niet zo eenvoudig om NGC404 te zien. Door een hoge vergroting te gebruiken of door Almach uit beeld te halen, moet het mogelijk zijn NGC404 te vinden. Het sterrenstelsel ziet het eruit als een ovalen halo. Met een wat geluk kun je ook de kern van het sterrenstelsel zien.

De sneeuwbal NGC7662

Wanneer je vanaf de Andromedanevel rechtdoor richting Andromeda gaat, kom je uit bij de planetaire nevel NGC7662. Planetaire nevels zijn de resten van dode, ontplofte sterren. In het midden van de planetaire nevel bevindt zich een blauwe dwerg van wel 75.000 graden Celsius! Een kleine telescoop laat de sneeuwbalnevel zien als een ster met een vage nevel eromheen. Met een grotere kijker (10 cm), zou er al iets van de blauwe kleur zichtbaar moeten worden. Dit is een leuk object om al je filters en oculairen op uit te proberen!

NGC752

Onder Andromeda bevindt zich de kleine sterrenhoop NGC752. Met het blote oog kan je deze sterrenhoop wel eens verwisselen met de Driehoeknevel. Maar wanneer je een verrekijker erbij pakt, zie je het verschil snel. Deze sterrenhoop ziet er door een verrekijker uit als een tiental sterren op een gebied dat ongeveer twee volle manen groot is, terwijl de Driehoeknevel er door de verrekijker nog steeds als een vlekje uit ziet. Met een kleine telescoop kun je NGC752 ook bekijken, maar gebruik dan de laagste vergroting. Als je te ver inzoomt, dan is de cluster te groot voor je beeld. Dit is waarschijnlijk ook de reden waarom Charles Messier deze cluster niet heeft toegevoegd aan zijn Messier-lijst: zijn telescoop en de vergroting die hij gebruikte waren te groot!

Sterrenkijken overdag

Ben je al bekend met sterrenkunde en wil je voor je waarneemt weten wat er te zien is? Of mag je niet laat genoeg opblijven om elke avond sterren te zien? Je kunt natuurlijk sterrenkaarten kopen, maar die zijn vaak niet zo uitgebreid en je moet steeds goed nadenken of wat er op de kaart te zien is, ook wel in het echt te zien is. Met het computerprogramma Stellarium kun je je waarneemavonden plannen, sterrenbeelden uit je hoofd leren en zien hoe het is om sterren te kijken in Chili...

Er zijn veel verschillende programma's om sterren mee te kijken. Je kunt er van alles mee: zien waar planeten staan, inzoomen alsof je een supergoeie telescoop hebt, de tijd sneller voorbij laten gaan of op pauze zetten, noem maar op. Stellarium is een simpel computerprogramma, waar je niets voor hoeft te betalen. Dat is een meevaller, want sommige professionele sterrenkundige software, bijvoorbeeld Starry Night of the SkyX, kost wel tweehonderd euro of meer!

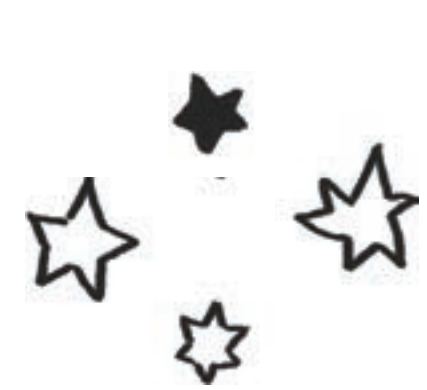
Aan de slag met Stellarium

Als je Stellarium opstart, moet je even je locatie instellen op jouw stad. Zo is het op de goede tijden donker. Als je locatie nog ingesteld staat op Nieuw Zeeland bijvoorbeeld, is het donker op andere tijden en zie je heel andere sterren. Daar heb je weinig aan! Je kunt je locatie instellen in het menubalkje linksonder, bij het locatievenster. Klik op het bovenste icoontje, de windroos, en typ de naam van je stad in het zoekbalkje rechtsboven. Klik het resultaat aan en Stellarium weet wat hij moet laten zien.

Vervolgens wil je van bepaalde tijden weten hoe de hemel er uit ziet. Ga je om elf uur 's avonds kijken, of juist om vier uur 's nachts om andere sterrenbeelden en objecten te zien. Misschien wil je wel zien hoe de zonsverduistering van 1 augustus 2008 er uit zag? Het zelfde menubalkje waar je je locatie kunt instellen heeft een klokje (het datum/tijd venster). Als je daar op klikt kun je het jaar, de maand, de dag en de tijd instellen.

Probeer dit eens!

Probeer eens te zien of in het jaar 14000 de poolster nog steeds bij de pool staat. Stel het jaar in op 14000. Laat de Aarde snel draaien, zodat je kunt zien waar het noorden is. Dat is het midden van de cirkelbaan die de sterren omschrijven.



Tip: Om dit gemakkelijker te zien, zet je de atmosfeer uit. Zo kun je de sterren ook overdag zien. Dit doe je door in het menu linksonder het derde icoon van boven aan te klikken, het sterretje met het praatwolkje (ruimte- en projectieinstellingen). In het venster dat verschijnt staat linksonder een aangevinkte optie over de atmosfeer. Zet de atmosfeer hier uit.

Wega, de tweede heldere ster van het noordelijk halfrond, is je als het goed is opgevallen als nieuwe poolster. Dit betekent dat je met Stellarium hebt ontdekt dat de richting van de draai-as van de Aarde verandert!

Handigheidjes

Er zijn veel praktische hulpjes bij het navigeren in Stellarium:

- Je kunt de banen van de planeten zien. Ga naar het venster voor ruimte- en projectieinstellingen. In het kader rechtsboven kun je satellieten en planeten aanvinken.
- De lichtvervuiling kun je veranderen. In Chili heb je bijna geen last van lichtvervuiling. In venster voor ruimte- en projectieinstellingen kun je linksonder de vervuiling verhogen en verlagen.
- Als je ergens op wilt centreren, klik je er op en druk je op de spatiebalk.
- Als je 's nachts buiten met je laptop wil kijken (niet om sterren op je laptop te kijken, maar ze in het echt te vinden natuurlijk!), kan het scherm erg fel zijn. Stellarium heeft een nachtmodus, dat is het icoontje van een oog met een sterretje als pupil. Alles is dan rood gekleurd, zodat je nachtzicht minder wordt aangetast.

Gefeliciteerd! Je kent nu de basismogelijkheden van Stellarium. Speel zelf een beetje met de andere instellingen van de menu's en met het menubalkje helemaal onderaan je scherm. Veel plezier met waarnemen! 🌌



Boven: Het menu van Stellarium. Als je met de cursor linksonder in het scherm staat en je klikt de pijltjes aan zodat het vierkantjes worden, blijft het menu stilstaan. De windroos is om je locatie in te stellen, de klok voor de datum en tijd, de ster met een praatwolkje om in te stellen van welke soort hemellichamen en welke hulpmiddelen je wil dat Stellarium ze laat zien, het loepje is om objecten op te zoeken, de sleutel om instellingen als taal te veranderen en het vraagteken voor als je het echt niet meer weet.

Daaronder staan de navigatiefuncties. Je kunt er instellen wat je van sterrenbeelden ziet, wat voor lijnen er door de hemel lopen, wat voor omgeving je hebt, welke objecten Stellarium laat zien, hoe je naar de hemel kijkt en hoe de tijd verloopt.

Marijns Puzzeluurtje

Marijn Blikendaal

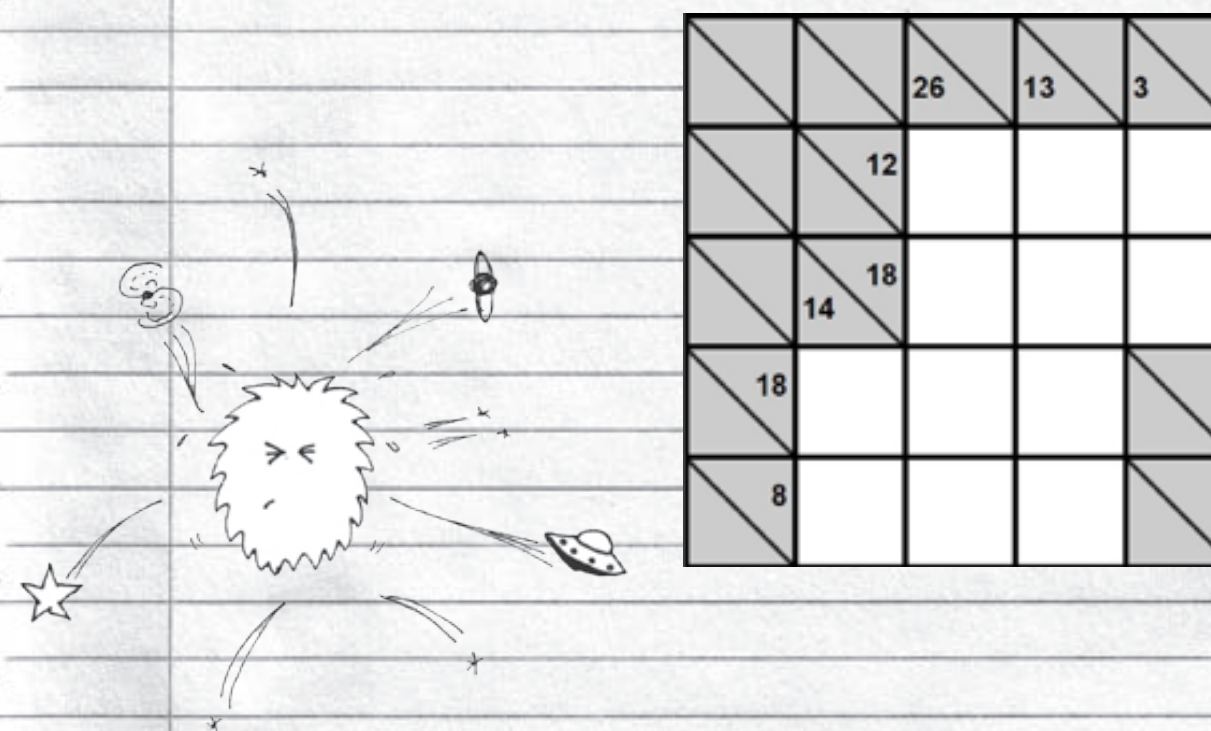
Ja, dat lees je goed: het puzzeluurtje is van schrijver gewisseld. Ik, Marijn Blikendaal, ga vanaf nu opzoek naar puzzels die mij interessant lijken, en hopelijk vind ik daarin wat overeenstemming met de lezer.

De kakuro heeft mij altijd gefascineerd, en met mij talloze andere puzzelaars. Dat blijkt ook uit de populariteit van deze uit Japan afkomstige logische puzzel, die alleen in populariteit wordt overtroffen door de sudoku. Kakuro is een afkorting van 'kasan kurosu,' wat optelkruis betekent, daarmee zijn ook meteen een groot deel van de regels uitgelegd.

De regels zijn als volgt: door de getallen in een rij of kolom hokjes bij elkaar op te tellen, moet je het getal in het aangrenzende driehoekje krijgen. Hierbij mag je alleen de getallen 1 tot en met 9 gebruiken, en elk getal mag maar een keer per rij of kolom voorkomen.

Bij de puzzel hieronder staat bijvoorbeeld linksboven een 16 als uitkomst, met 2 vakjes eronder. De regels hierboven in acht nemend zul je een 7 en een 9 in moeten vullen (twee 8en kan niet omdat je niet 2 keer hetzelfde getal mag hebben in een antwoord). Je weet alleen nog niet in welke volgorde die moeten.

	16	5		23	7		27	17
13			17	4		6	12	
42								
	14	22	12		24	3		3
12			13			11		
6			4	8		8	8	
	3	10		6	10		8	5
42								
3			3			3		



	10	34			30	5
6				13		
9			11	4	8	
32						20
	6	18				
4				8		
7				15		

oorsprong puzzels: www.kakuroconquest.com

Astrochemie

‘Gemaakt van Sterrenstof’

Nashanty Brunken

Het universum is oneindig, en het bevat de grootse objecten bekend bij de mens. De aarde en planeten die eigenlijk kleine nootjes zijn vergeleken met de Zon waar ze om draaien, en de Zon die zelf een onzichtbaar puntje wordt in het Melkwegstelsel waarin het zich bevindt. Het Melkwegstelsel zelf is maar een van de miljarden sterrenstelsels in een uitdijend heelal dat geen grenzen kent. Met deze enorme schalen houden astronomen zich bezig. Maar sterrenstelsels zijn stuk voor stuk opgebouwd uit gas, stof, sterren en planeten. Sterren, gas en stof op hun beurt zijn opgebouwd uit elementen zoals waterstof en helium; moleculen en atomen, oftewel de kleinste objecten bekend bij de mens. Hier houden astrochemici zich mee bezig...

Donkere nevels: Geboren in de duisternis

Het heelal wordt vaak beschouwd als een groot vacuüm dat besproeid is met sterren en planeten, maar toch is het heelal niet helemaal verstoken van materie. De ruimte tussen en rondom sterren wordt het Interstellair Medium (ISM) genoemd, en het bestaat grotendeels uit interstellair gas en stof. Op plekken waar het interstellair gas en stof zich ophopen, ontstaan er nevels. Dit zijn interstellair wolken die in grootte kunnen variëren van enkele tot honderden lichtjaren. Deze pittoreske nevels die sierlijk en vol kleuren in het heelal hangen zijn ongetwijfeld sommige van de meest bekende beelden in de astronomie. Maar sterrenkundigen zijn niet geïnteresseerd in deze inter-

stellair wolken om hun esthetische uitstraling, maar omdat interstellair wolken de geboorteplaats zijn van sterren. Hierdoor staan nevels, specifiek donkere nevels, aan het begin van de levenscyclus van een ster.

Donkere nevels hebben als gevolg van een hoge hoeveelheid aan stof een grote dichtheid en extreem lage temperaturen (tussen de 10 en de 15 Kelvin). Door zijn grote dichtheid laat de nevel geen licht door, waardoor hij onzichtbaar is in het zichtbare deel van het spectrum. Echter, deze grote dichtheid is de optimale omstandigheid voor het vormen van een nieuwe ster. Een donkere nevel valt onder de invloed van gravitatiekracht in elkaar, en uit deze wolk worden een ster en planeten gevormd. Dit houdt in dat de moleculen en stoffen die aanwezig zijn in de interstellair wolk in de atmosfeer en op



Credit: NASA, ESA en het Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

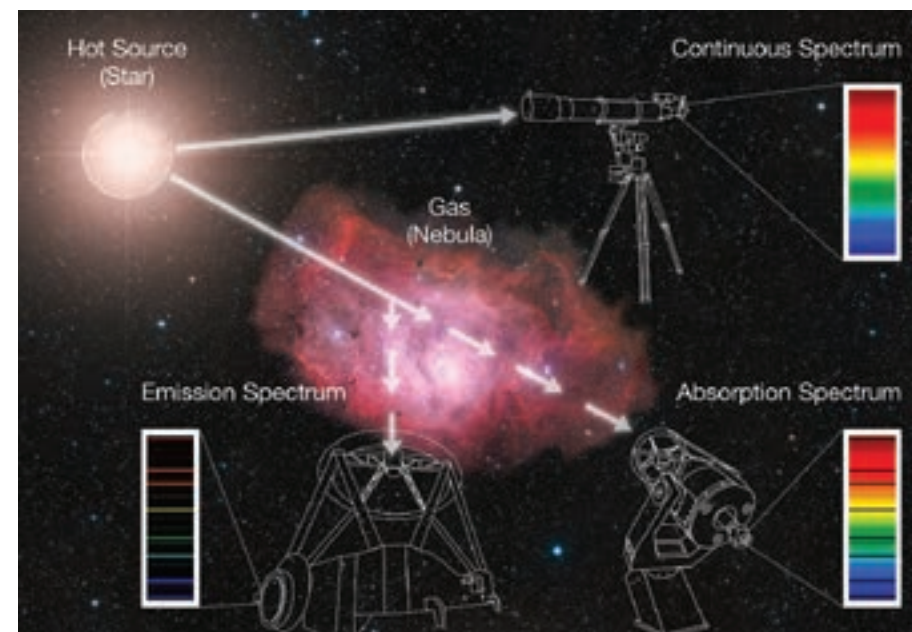
het oppervlak van de planeten terecht kunnen komen. De astrochemici bestuderen onder andere hoe deze moleculen gevormd worden in het ISM, en hoe ze uiteindelijk op planeten terecht komen om de mogelijke bouwstenen te worden van leven zoals wij het kennen. Maar hiervoor moeten de astrochemici deze onzichtbare nevels wel waar kunnen nemen.

Infraroodspectroscopie: Een moleculaire vingerafdruk

Om donkere nevels te kunnen waarnemen wordt onder andere gebruik gemaakt van infrarode telescopen. De observaties vinden dan plaats in het infrarode (IR) deel van het elektromagnetische spectrum. Astrochemici maken dan gebruik van infraroodspectroscopie om de moleculen in deze wolken te detecteren. Dit wordt gedaan aan de hand van een absorptiespectrum.

Wit licht afkomstig van sterren bevat alle kleuren van het spectrum. Sterren die achter donkere nevels verscholen zitten zenden dan licht uit dat gedeeltelijk geabsorbeerd wordt door de moleculen in de nevel. Het licht dat niet geabsorbeerd wordt, wordt in het infrarooddeel waargenomen met behulp van IR-telescopen. Het gedeelte van het licht dat geabsorbeerd is, wordt waargenomen als donkere lijnen of pieken (absorptielijnen of absorptiepieken) in het spectrum.

Absorptie vindt plaats op specifieke golflengtes die karakteristiek zijn voor elk molecuul. Met andere woorden:



Credit: ESO

een molecuul kun je herkennen door naar zijn specifieke absorptiepieken te kijken in het spectrum. Om deze specifieke absorptiepieken te leren kennen en leren herkennen, maken astrochemici gebruik van laboratoriumspectra. Er worden spectra gemaakt van de moleculen waarin ze geïnteresseerd zijn, en de karakteristieke absorptiepieken worden dan bestudeerd. Vervolgens vergelijken ze hun laboratoriumresultaten met astronomische spectra. Deze astronomische spectra zijn dan spectra van interstellair wolken die waargenomen worden door telescopen. Door te vergelijken kunnen astrochemici overeenkomende absorptiepieken zoeken tussen laboratoriumspectra en de astronomische spectra, en zo de moleculen identificeren in het heelal. Deze methode kan vergeleken worden met een ‘vingerafdruk’: er wordt een ‘vingerafdruk’ gemaakt van een molecuul (een laboratoriumspectrum), die vervolgens gebruikt wordt om het molecuul terug te vinden in de ruimte (astronomische spectra).

Fourier Transform Infrarood Spectroscopie: COMs

Een belangrijk onderwerp in astrochemie waar er veel onderzoek aan wordt gedaan is ‘Complex Organische Moleculen’ of COMs. COMs zijn moleculen die meer dan een koolstofatoom bevatten. Door de extreem lage temperaturen in de interstellair wolken ontstaan er ijslaagjes op de stofdeeltjes, en atomen kunnen zich dan vastplakken op deze ijslaagjes en bindingen vormen met elkaar. Hieruit ontstaan er moleculen en uit deze simpele moleculen worden door verdere reacties com-

plexe moleculen gevormd. Deze COMs worden beschouwd als de bouwstenen van leven zoals wij het kennen, waardoor ze van groot belang zijn voor astronomen.

Bij de Leiden Laboratory for Astrophysics worden deze bouwstenen bestudeerd door middel van onder andere Fourier Transform Infrarood Spectroscopie. De experimentele opstelling die hierbij wordt gebruikt is de HV (High Vacuum) Setup samen met een Mixing Line. In de HV-setup worden de omstandigheden in het ISM gesimuleerd. Er wordt een vacuüm gecreëerd door gebruik te maken van pompen, en cryogene temperaturen van 15K worden bereikt met behulp van een cryostaat en vloeibare helium.

Aan de Mixing Line worden de gasmengsels gemaakt van de COM die bestudeerd zullen worden. Dit is omdat COMs niet geïsoleerd in moleculaire wolken voorkomen, maar in ijsvorm vastzitten samen met andere moleculen, zoals bijvoorbeeld water (H₂O)

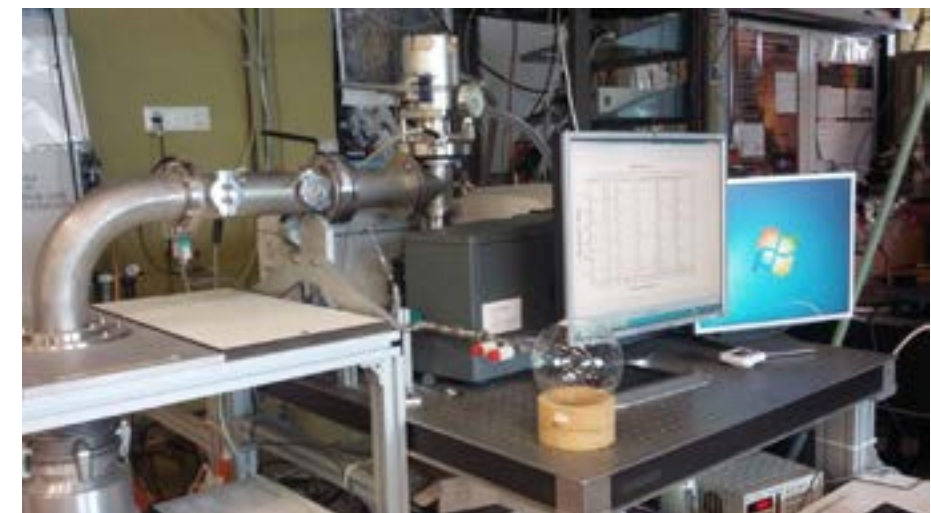
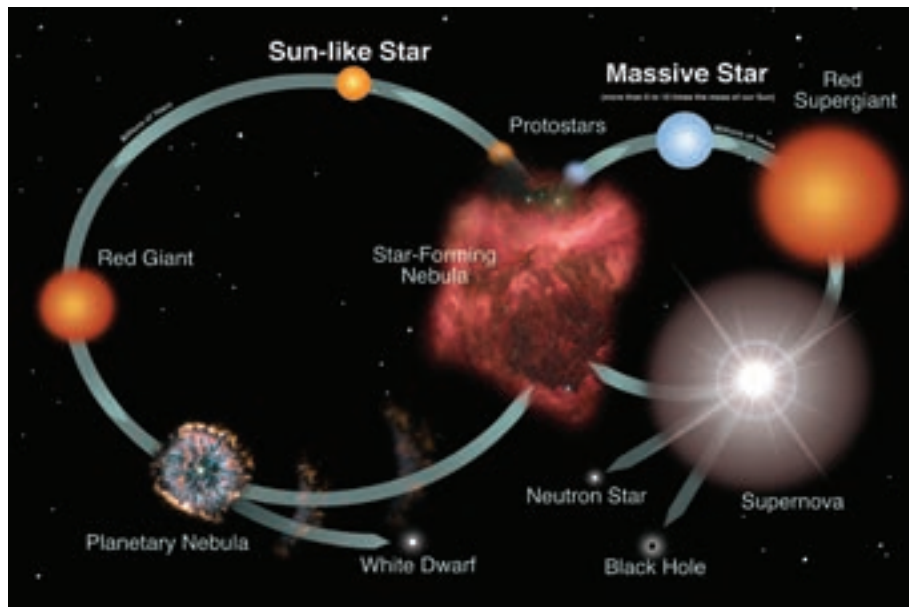
en methaan (CH₄). De gasmengsels worden vervolgens bij de HV-setup gebracht, waar ze van gas naar vaste fase (ijs) overgaan door de lage temperaturen. Met een laser wordt dan licht op het gevormde ijs geschoten en de spectra worden opgenomen met behulp van een Fourier Transform Infrarood Spectrometer (FTIR). De spectra van het laboratorium worden dan vergeleken met astronomische spectra om zo de COMs te detecteren in de ruimte.

Infraroodspectroscopie is maar een van vele manieren om moleculen te detecteren en bestuderen in het heelal. Astrochemici kijken ook naar verschijnselen die plaatsvinden als gevolg van bijvoorbeeld straling of simpelweg reacties tussen de moleculen onderling. Zo werd het simpelste vorm van suiker (glycoaldehyde) gedetecteerd in het heelal door de zwakke radio-emissies te detecteren afkomstig van een suiker molecuul in een interstellair wolk. Een echt toetje voor de astrochemici na heel veel onderzoek!

Gemaakt van Sterrenstof

De levenscyclus van een ster is van groot belang voor de chemische evolutie in de ruimte. Moleculaire wolken staan aan het begin hiervan en vaak ook aan het einde. Hun levensduur is zeer kort; er wordt maar een fractie van het gas en stof gebruikt bij de geboorte van een ster en de rest wordt weggeblazen door de zonnewind van de ster. De weggeblazen materie kan ooit weer hergebruikt worden voor andere sterren, en de materie die nu vast zit in de ster en planeten, kan ooit weer terugkeren naar de oorspronkelijke sterrenstof bij de dood van ster. Uit deze sterrenstof worden weer nieuwe asteroiden, manen, planeten, en alles wat er op deze planeten later ontstaat gevormd. Uiteindelijk is alles gemaakt van sterrenstof!

Credit: auteur



UniCode

Programmeren voor Sterrenkundigen

UniCode

Hens Zimmerman

henszimmerman@gmail.com

Bezint Eer Gij Begint

Dat is, behalve een superouderwetse uitdrukking, het allerbeste advies dat je kunt krijgen als programmeur. Het is soms al te verleidelijk om direct te beginnen met programmeren, maar je kunt jezelf veel ellende besparen door eerst eens rustig met pen en papier (of een iPad) te gaan zitten en op te schrijven wat je programma moet gaan doen. Er zijn hele boeken over vol geschreven, maar we kunnen je hier wel wat vragen geven die je jezelf kunt stellen:

- o Wat moet mijn programma allemaal doen? Denk vanuit de gebruiker. Wat gebeurt er aan het begin van het programma? Wat aan het eind? Moeten er bijvoorbeeld gegevens worden opgehaald en opgeslagen? En wat moet een gebruiker allemaal kunnen doen met het programma als het eenmaal gestart is? Zometeen voorbeelden!

- o Hoe ziet het programma, met wat je door de voorgaande stap weet, er eigenlijk uit? De user interface, oftewel dat wat aan de gebruiker wordt aangeboden. Veel computerprogramma's maken een onderscheid tussen de achterkant en de voorkant van een programma, ook wel het back-end en het front-end. Aan de achterkant gebeuren allemaal dingen waar je een gebruiker niet mee lastig wilt vallen. Aan de voorkant bied je teksten en knopjes aan, of wacht je programma geduldig tot er iets getypt of geklikt wordt. Met andere woorden: kun je je programma opdelen in losse onderdelen?

- o Wat gaat het programma aan invoer en uitvoer nodig hebben? Hoe en waar gaat je programma dat opslaan? Moet je programma daar zelf keuzes in maken of moet je daar de gebruiker mee lastig vallen? Hoe eenvoudiger het programma is, des te kleiner is de kans dat er dingen mis gaan.

- o Hoe kun je het programma zo maken dat je zelf duidelijk weet wat je moet doen, dat je het over een jaar nog begrijpt, dat een andere programmeur het begrijpt en dat je het programma desnoods nog aan kunt passen. Alles in één groot Python bestand propfen lijkt misschien wel overzichtelijk, maar naarmate je programma's in grootte groeien, wordt het handiger om ze in te delen in losse bestanden.

- o Hoe kun je er voor zorgen dat je programma te allen tijde uitvoerbaar is? Deze vraag vereist misschien wat uitleg. Het is enorm belangrijk dat je je programma altijd kunt testen. Als je weken bezig bent met typen voordat je iets kunt uitproberen, is de kans ook groot dat er allemaal fouten in je programma sluipen. Veel fijner is het om steeds een klein stukje toe te voegen en dat eerst grondig te testen voordat je verder gaat. Ook zal het voorkomen dat je eerst een gedeelte van je programma vult met een tijdelijk stuk code, wat je later vervangt door de echte handelingen. Probeer altijd naar een werkend programma te streven, in plaats van een programma dat Python weigert uit te voeren. Vorige keer zagen we al dat je het pass commando kunt gebruiken voor dit soort gevallen. Maar je kunt ook een berichtje geven met het print commando, bijvoorbeeld: `print("Hier komt de code die een website start")`

En één opmerking nog hierover: het klinkt op papier heel degelijk om alles zo uit te zoeken voor je begint met programmeren, maar de praktijk is vaak weer anders. Het zal geregeld voorkomen dat je al doende achter zaken komt die je nog niet had bedacht. Daarom is het fijn om je programma zo op te zetten dat het zich nog laat veranderen. En ook jezelf de mogelijkheid te geven dat je misschien hele delen moet veranderen.

Ons programma

Het computerprogramma dat we in deze aflevering gaan maken, slaat

In de vorige aflevering van UniCode keken we al naar object georiënteerd programmeren. In deze aflevering gaan we een stapje verder en bouwen we samen een praktische toepassing: een database om je waarnemingen in op te slaan. We houden het zo eenvoudig mogelijk, maar dat is nog steeds best wel ingewikkeld, vooral als je nog maar net begint met programmeren. Als dit de eerste keer is dat je meedoet met onze programmeercursus, geen zorgen! Dit artikel en alle voorgaande artikelen kun je vinden via deze link:

<http://bit.ly/JWGUUniCode>

waarnemingen op in een database. Zullen we eens kijken hoe we de bovenstaande vragen kunnen beantwoorden?

- Je bent waarschijnlijk zelf zowel de maker als de gebruiker van het programma, maar dat geeft niks en zal wel vaker voorkomen. Als maker ben je bezig met de programmeertaal Python en als gebruiker sta je in de achtertuin naar het heelal te staren. Als gebruiker wil je wat gegevens over je waarneming opslaan, zodat je die later weer kunt raadplegen. Misschien wil je eerst noteren wat je aan de hemel zag, en later eens in een programma zoals Stellarium kijken waar je eigenlijk naar keek en of alles klopte. Je programma moet voor elke nieuwe waarneming dus een paar dingen onthouden, zoals naam, plaats, datum en tijd en wat vrije tekst, waar je je bevindingen in kunt typen. Maar als we daar wat langer over nadenken, dan wil je misschien wel zowel jouw naam als de naam waar je naar keek onderscheiden. Misschien kijk je vanavond samen met je zus en volgende week in je eentje? En hoe zit het met die datum en tijd? Ik denk dat je zowel het begin als het eind wilt noteren. En het programma moet dus zowel een nieuwe waarneming kunnen maken als oude waarnemingen kunnen weergeven. Het zou helemaal tof zijn als je oude waarnemingen kunt doorzoeken, want als je er al 100 hebt, dan wordt het lastig om alles te moeten lezen. Nou weten we al een heleboel over ons programma! Zie je al hoe dit werkt?

- Heel veel programma's werken met de muis en knopjes en menu's. Dat kan in Python ook prima, maar dan wordt deze aflevering veel te ingewikkeld. Dus we beginnen met een gebruikersinterface met tekst. Als je heel avontuurlijk bent ingesteld, kun je altijd nog zelf een programma maken met knoppen en menu's, dat gebruik maakt van dezelfde waarnemingen als ons programma in deze aflevering. Voor wat betreft de "achterkant" van het programma weten we nu dat er waarnemingsgegevens beheerd moeten worden.

- De invoer van gegevens bestaat uit verschillende dingen. De gebruiker bedient het programma met toetsaanslagen. Onze gegevens bewaren we in een database. We kiezen voor SQLite, wat de meest gebruikte database op dit moment is.

- We zullen ons Python programma opdelen om het overzichtelijk te houden. En dat doen we op zo'n manier dat het programma te allen tijde uitvoerbaar en testbaar blijft.

Als je op deze manier over je programma's nadenkt, zul je merken dat je met het beantwoorden van deze vragen ook nieuwe vragen en oplossingen bedenkt. Het is dus ook verstandig om een kladblok aan te leggen. Als ik zo eens nadenk over dit programma, dan lijkt het mij bijvoorbeeld superhandig als het programma zelf begin- en eindtijd en datum vastlegt. Dan hoeven we de gebruiker daar niet meer mee lastig te vallen. Het begin noemen we dan het moment dat de gebruiker een waarneming start en het eind als je na je verslag op Enter drukt.

SQLite

SQLite is een zogenaamde database. Een database is een bak met gegevens op je computer. Er bestaan veel verschillende database-systemen, waar SQLite er maar eentje van is. Maar wat je met SQLite leert, kun je ook grotendeels toepassen in toekomstige database projecten. SQL staat voor Structured Query Language. Het is eigenlijk een programmeertaal binnen een programmeertaal. Binnen je Python-programma praat je met Engelse commando's met je SQLite database. Het zal je misschien verbazen, maar bijna alle computerprogramma's die iets met gegevensbeheer doen, zoals bijna alle websites, gebruiken deze Engelse SQL commando's. Handig dus om er iets van te leren. Het gaat veel te ver om alles over SQL in deze aflevering van UniCode uit te leggen. Hier kun je er veel over vinden: <http://www.sqlitetutorial.net/>

Een heel klein voorbeeld laat zien hoe we in Python de versie van SQLite, die op ons systeem is geïnstalleerd, kunnen weergeven. Als je dit succesvol kunt uitvoeren, dan weet je gelijk of SQLite correct is geïnstalleerd.

```
Python 3.3.1 (default, Sep 26 2013, 22:04:08) [AMD64] on win32
Type "help", "copyright()", "credits()" or "license()" for more
>>> import sqlite3
>>> con = sqlite3.connect('user.db')
>>> cur = con.cursor()
>>> cur.execute("SELECT SQLITE_VERSION()")
>>> data = cur.fetchone()
>>> print(data[0])
3.8.4
```

Afbeelding 1A: SQLite versie weergeven in de Python command interpreter binnen Windows.

Maar je geen zorgen als het er bij jou net wat anders uitziet! Zowel Python als SQLite worden continu onderhouden door allerlei vrijwilligers. Op deze computer staat ook een geheel andere versie van allebei:

```
Python 3.3.5 (default, Apr 1 2013, 05:46:30)
[AMD64] on linux
Type "help", "copyright()", "credits()" or "license()" for more
>>> import sqlite3
>>> con = sqlite3.connect('user.db')
>>> cur = con.cursor()
>>> cur.execute("SELECT SQLITE_VERSION()")
>>> data = cur.fetchone()
>>> print(data[0])
3.8.4
```

Afbeelding 1B: SQLite versie weergeven in de Python command interpreter binnen Linux.

In deze paar regels Python zie je hoe we met een soort Engels, `SELECT SQLITE_VERSION()`, met onze SQLite database praten. Behalve `SELECT` kun je ook andere dingen zeggen, zoals `INSERT`, `DELETE` en `CREATE`. `SELECT` gebruiken we om gegevens op te halen en `INSERT` om gegevens in te voeren. Hieronder zul je zien hoe dat er in de praktijk uit ziet. Die hoofdletters zijn doorgaans niet per se nodig in SQL, maar het is een goede gewoonte die door veel programmeurs wordt gebruikt.

Aan de slag!

We weten nu genoeg om te starten met ons programma. Laten we het **waarnemingen.py** noemen. We maken een Pythontekstbestand met deze naam aan met de volgende inhoud:

```
print("Welkom bij mijn astronomische waarnemingen!")
# Toegevoegd, het is nog niet zo'n indrukwekkend computerprogramma,
# maar we kunnen het uitvoeren!
```

`python waarnemingen.py`

Op sommige computers moet je Python versie 3 expliciet starten:

`python3 waarnemingen.py`

Centraal in ons programma staat het contact met de eindgebruiker. Die wil een waarneming toevoegen, zoeken of stoppen met het programma. En misschien wil je het programma later nog uitbreiden met andere mogelijkheden, zoals het wissen of wijzigen van waarnemingen. Laten we eerst een mechanisme verzinnen om aan de gebruiker te vragen wat er moet gebeuren. We willen dan eigenlijk een object in het leven roepen, dat vragen stelt en daarop reageert. Zonder in details te treden zou het er ongeveer zo uit moeten zien vanuit ons hoofdprogramma gezien:

```
1 import jwg_menu
2
3 print("Welkom bij mijn astronomische waarnemingen!")
4
5 # Maak een gebruikersmenu aan.
6
7 m = jwg_menu.JWGMenu()
8
9 # Wacht op gebruiker en reageer.
10
11 m.menu()
```

Afbeelding 2: Het hoofdprogramma.

Als je afbeelding 2 bekijkt, dan weet je dat er een tekstbestand **jwg_menu.py** moet bestaan waarbinnen een `JWGMenu` class wordt aangemaakt. In die class zit minstens een functie met de naam `menu()`. In het kader van "het hoeft niet direct helemaal perfect te zijn" zou dat bestand **jwg_menu.py** er zo uit kunnen zien:

```
1 class JWGMenue:
2     def __init__(self):
3         menu = 0
4
5     while menu != '4':
6         menu = input("1: nieuw, 2: zoek, 3: titels, 4: stop > ")
7
8         if menu == '1':
9             print("Nieuwe waarneming")
10        elif menu == '2':
11            print("Zoek waarneming")
12        elif menu == '3':
13            print("Titels")
```

Afbeelding 3: Gebruikersmenu dat nog bijna niks doet.

Probeer het maar eens! **Waarnemingen.py** ziet er zo uit als afbeelding 2 en **jwg_menu.py** zoals afbeelding 3. Je kunt nog steeds je programma testen met de volgende opdracht:

`python waarnemingen.py`

of als dat niet werkt, dus:

`python3 waarnemingen.py`

Nu zijn we aangekomen bij een essentieel onderdeel van object georiënteerd programmeren. Want we willen ons programma overzichtelijk en onderhoudbaar maken. We hadden het eerder al over onze SQLite database, en het ligt voor de hand dat het gebruikersinterface gedeelte dat we net hebben gemaakt, helemaal geen weet heeft van databases enzo. Dus laten we het "back-end" van ons systeem in nog weer een derde bestand onderbrengen.

Het bestand waar het allemaal mee begon, **waarnemingen.py**, is in het geheel niet veranderd. Maar **jwg_menu.py** is nu wat uitgebreider en kan contact leggen met het "back-end":

```
1 import jwg_backend
2
3 class JWGMenue:
4     backend = 0
5
6     def __init__(self):
7         self.backend = jwg_backend.JWGBackend()
8
9     def menu(self):
10        menu = 0
11
12        while menu != '4':
13            menu = input("1: nieuw, 2: zoek, 3: titels, 4: stop > ")
14
15            if menu == '1':
16                self.backend.NieuweWaarneming()
17            elif menu == '2':
18                self.backend.ZoekWaarneming()
19            elif menu == '3':
20                self.backend.Titels()
```

Afbeelding 4: Menu spreekt met het back-end.

En het back-end zelf zit nu in een eigen bestand, **jwg_backend.py**:

```
1 class JWGBackend:
2
3     def __init__(self):
4         pass
5
6     def NieuweWaarneming(self):
7         print('Nieuwe waarneming')
8
9
10    def Titels(self):
11        print('Titels')
12
13
14    def ZoekWaarneming(self):
15        print('Zoek waarneming')
```

Afbeelding 5: Het back-end.

In afbeelding 5 zie je dat ons back-end al vier functies kent. Die eerste, `__init__(self)`, noemen we de constructor. Die roepen we nooit zelf aan, maar wordt automatisch gestart zodra het back-end object in het leven wordt geroepen. Super handig om zaken te regelen die het object klaar maken voor gebruik. Het command `pass` hebben we er voorlopig in gezet zodat we ons programma kunnen testen. `pass` doet letterlijk helemaal niks.

Probeer, voordat je verder leest, te begrijpen hoe deze bestanden met elkaar in verbinding staan. Maak zelf drie Python bestanden aan met de code zoals hierboven en verander misschien ook wat om te kijken wat het effect daarvan is. Dat is de beste manier om te leren programmeren! Eigenlijk hoeven we nu eerst alleen maar `jwg_backend.py` aan te pakken om te zorgen dat alles werkt. Die andere twee bestanden zijn voorlopig dik in orde! Laten we eens beginnen met contact leggen met de SQLite database. De functie `__init__` wordt, zoals gezegd, aangeroepen als een object wordt aangemaakt en de functie `__del__` wordt aangeroepen als het object verdwijnt. Dat gebeurt ook automatisch en die laatste noemen we uiteraard een "destructor". Dat zijn mooie punten voor ons om contact te leggen resp. te verbreken met onze database:


```

1 import sqlite3
2
3 class JWQBackend:
4     db = 0
5
6     def __init__(self):
7         # Constructor
8
9         self.db = sqlite3.connect('user.db')
10        cur = self.db.cursor()
11        cur.execute('SELECT SQLITE_VERSION()')
12        data = cur.fetchone()
13        print('SQLite versie: ' + data[0])
14
15    def __del__(self):
16        # Destructor
17
18        self.db.close()
19        print('SQLite database afgesloten')
20
21    def NieuweWaarneming(self):
22        print('Nieuwe waarneming')
23
24    def Titels(self):
25        print('Titels')
26
27    def ZoekWaarneming(self):
28        print('Zoek waarneming')
29

```

Afbeelding 6: Contact leggen en verbreken met de database.

Maar als je veel zaken moet regelen aan het begin van het leven van je object, dan is het overzichtelijker om één en ander onder eigen functies onder te brengen. Die functies worden alleen maar door het object zelf aangeroepen, dus nooit door jou zelf:

```

1 import sqlite3
2
3 class JWQBackend:
4     db = 0
5
6     def __init__(self):
7         # Constructor
8         self.__BeginDatabase():
9
10    def __del__(self):
11        # Destructor
12        self.__EndDatabase():
13
14    def __BeginDatabase(self):
15        self.db = sqlite3.connect('user.db')
16        cur = self.db.cursor()
17        cur.execute('SELECT SQLITE_VERSION()')
18        data = cur.fetchone()
19        print('SQLite versie: ' + data[0])
20
21    def __EndDatabase(self):
22        self.db.close()
23        print('Database afgesloten')
24
25    def NieuweWaarneming(self):
26        print('Nieuwe waarneming')
27
28    def Titels(self):
29        print('Titels')
30
31    def ZoekWaarneming(self):
32        print('Zoek waarneming')
33

```

Afbeelding 7: Het back-end met interne functies.

We hebben de interne functies laten beginnen met twee streepjes (underscores), maar dat is alleen maar om zelf makkelijk te zien welke functies alleen in de class zelf worden gebruikt.

Al onze waarnemingen gaan we opslaan in een tabel. SQLite heeft een handig commando om een tabel aan te maken als die nog niet bestaat.

```

19 def __BeginDatabase(self):
20     self.db = sqlite3.connect('user.db')
21     cur = self.db.cursor()
22     cur.execute('SELECT SQLITE_VERSION()')
23     data = cur.fetchone()
24     print('SQLite versie: ' + data[0])
25
26     # Maak waarnemingen tabel.
27     cur.execute('CREATE TABLE IF NOT EXISTS waarnemingen(id integer,
28     primary key, naam text, object text, plaats text,
29     begin timestamp, eind timestamp, opmerkingen text)')
30

```

Afbeelding 8: Tabel aanmaken als die nog niet bestaat.

CREATE TABLE IF NOT EXIST betekent letterlijk: maak tabel als die nog niet bestaat. We noemen onze tabel ‘waarnemingen’ en plaatsen daar wat velden in die we denken nodig te hebben voor onze waarnemingen database. Die id kolom in onze tabel is een vanzelf ophogend nummer, waardoor elke waarneming een uniek eigen nummer krijgt.

naam	SQLite type	Waarvoor
id	integer primary key	Automatische teller
naam	text	De naam/namen van de waarnemers
object	text	Het object dat we waarnemen
plaats	text	De plaats waar we waarnemen
begin	timestamp	Het beginmoment van de waarnemingplaats waar we waarnemen
eind	timestamp	Het eindmoment van de waarneming
opmerkingen	text	Een beschrijving van de waarneming

De volgende stap is dat we een waarneming kunnen opslaan. We gaan er van uit dat je één voor één invult waar je naar kijkt, en als je helemaal klaar bent met je verhaal op Enter drukt. Dat is dan het einde van de waarneming. Deze code plaatsen we grotendeels in het **jwg_menu.py** bestand, omdat contact met de gebruiker écht thuishoort in het menu-gedeelte van ons programma.

```

18 if keuze == '1':
19     # Nieuwe waarneming.
20
21     # Gebruik datetime module om de waarneming begin.
22     begin = datetime.datetime.now()
23
24     # Voeg details van waarneming toe.
25     naam = input('Wat voor naam? ')
26     object = input('Wat voor object? ')
27     plaats = input('Wat voor plaats? ')
28     opmerkingen = input('Beschrijving (lees: wat zie ik)? ')
29
30     # Alle velden moeten verplicht ingevuld worden.
31     if len(naam) == 0 and len(object) == 0 and len(plaats) == 0 and len(opmerkingen) == 0:
32         # Mensage stuurgen om waarneming.
33         print('Vul alle velden in!')
34
35     self.db.execute('INSERT INTO waarnemingen(naam, object, plaats, begin, eind, opmerkingen)
36     VALUES(?, ?, ?, ?, ?, ?)')
37     print('Waarneming opgeslagen!')
38

```

Afbeelding 9: Nieuwe waarneming.

Met `datetime.datetime.now()` onthouden we zowel begin als einde van de waarneming. Alleen als alles netjes is ingevuld wordt de nieuwe waarneming opgeslagen. Dat checken we door te kijken of alle invoer een lengte (`len()`) groter dan nul heeft. En vergeet niet om de `datetime` module ook te importeren in **jwg_menu.py**, want die wordt gebruikt als we een nieuwe waarneming toevoegen.

```

1 import datetime
2 import jwg_backend

```

Afbeelding 10: datetime module importeren in **jwg_menu.py**.

Hopelijk zie je hoe duidelijk de rollen verdeeld zijn. Informatie vragen aan de gebruiker zit nu in **jwg_menu.py** en het complete contact met de database zit in **jwg_backend.py**. Je zult zien dat als je zelf code gaat toevoegen, dat het dan superduidelijk is waar wat thuishoort. In afbeelding 9 zie je hoe de menucode een opdracht doorsluist naar **jwg_backend.py**. Met een duur woord noemen we dat ook wel “delegeren”. Daar wordt de waarneming daadwerkelijk in onze database bewaard. We moeten nog het `commit()` commando aan de database doorgeven, zodat we zeker weten dat de waarneming opgeslagen wordt. Maar de complete `NieuweWaarneming()` functie ziet er nog steeds uiterst beknopt uit:

```

18 def NieuweWaarneming(self):
19     naam = input('Wat voor naam? ')
20     object = input('Wat voor object? ')
21     plaats = input('Wat voor plaats? ')
22     opmerkingen = input('Beschrijving (lees: wat zie ik)? ')
23
24     self.db.execute('INSERT INTO waarnemingen(naam, object, plaats, begin, eind, opmerkingen)
25     VALUES(?, ?, ?, ?, ?, ?)')
26     print('Waarneming opgeslagen!')
27

```

Afbeelding 11: De waarneming opslaan in onze database.

Op de plaats van de vraagtekens komen alle velden van onze nieuwe waarneming. Die velden zitten allemaal in een Python tuple, dat is een lijst tussen haakjes.

Als er wat waarnemingen in je database zitten is het misschien wel leuk om een lijstje van titels te kunnen printen. We hadden er in ons menu al rekening mee gehouden. Wederom delegeren we het werk naar het back-end:

```

58 elif keuze == '3':
59     # Print waargenomen objecten.
60
61     self.backend.Titels()
62

```

Afbeelding 12: Titels printen.

En in het back-end grijpen we wat beknopte informatie uit onze database en geven deze weer op het scherm:

```

18 def Titels(self):
19     cur = self.db.cursor()
20     cur.execute('SELECT id, object, naam FROM waarnemingen')
21     print('id, object, naam')
22     print('---')
23

```

Afbeelding 13.

Hier zie je een paar speciale dingen gebeuren. Allereerst halen we voor het eerst informatie op uit onze database. `SELECT id, object, naam FROM waarnemingen` is het SQL commando dat zegt: geef me alle regels uit de waarnemingen tabel, en alleen de kolommen `id`, `object` en `naam`. De rest interesseert ons op dit moment even niet. We kunnen in een `for` loop één voor één de resultaten van deze actie ophalen en weergeven. Naarmate je meer waarnemingen toevoegt zal de `for` loop meer resultaten printen.

Tot slot willen we natuurlijk ook nog kunnen zoeken in onze waarnemingen. We beperken ons voor nu naar het zoeken naar een waargenomen object. Je kunt het programma misschien zelf uitbreiden zodat je ook in je opmerkingen kunt zoeken. Het zou aardig zijn als we ook “Titan, de maan van Saturnus” vinden als we zoeken naar “Saturnus”. Dat gaat heel gemakkelijk in SQLite door onze zoekterm te omsluiten met procent tekens. Maar daar gaan we eindgebruiker helemaal niet mee lastig vallen natuurlijk!

```

18 if keuze == '4':
19     # Zoek waarnemingen op.
20
21     zoekterm = input('Wat zoek ik? ')
22     resultaat = self.backend.ZoekWaarneming(zoekterm)
23
24     if len(resultaat) == 0:
25         print('Geen waarnemingen gevonden!')
26     else:
27         for item in resultaat:
28             naam = item[0]
29             object = item[1]
30             plaats = item[2]
31             begin = item[3]
32             eind = item[4]
33             opmerkingen = item[5]
34             print('Naam: ' + naam + ' Object: ' + object + ' Plaats: ' + plaats)
35             print('Begin: ' + begin + ' Eind: ' + eind + ' Opmerkingen: ' + opmerkingen)
36             print('---')
37         print('Geen waarnemingen gevonden!')
38

```

Afbeelding 14: Het zoeken naar een term en de zoekresultaten weergeven.

Je ziet dat we rekening moeten houden met de mogelijkheid dat de zoekactie helemaal niets oplevert. En ook met de mogelijkheid dat er meerdere waarnemingen gevonden worden die bij de zoekterm horen. Dus, weer een `for` loop die alle resultaten langsloopt. Het zoekwerk zelf wordt weer gedelegeerd naar... je raadt het al! Het back-end.

```

18 def ZoekWaarneming(self, zoekterm):
19     # Zoek het op een eenvoudige wijze.
20     zoekterm = '%' + zoekterm + '%'
21
22     cur = self.db.cursor()
23     cur.execute('SELECT naam, object, plaats, begin, eind, opmerkingen
24     FROM waarnemingen
25     WHERE naam LIKE ' + zoekterm + ')')
26     return cur.fetchall()
27

```

Afbeelding 15: Het daadwerkelijk zoeken in de database.

Eerst zetten we onze zoekterm tussen procent tekens, zodat we ook langere titels kunnen vinden. Zo kun je je zoekterm ook heel lui opgeven: “Sat” gaat ook werken voor “Saturnus”. Nog wat dingen die opvallen. Ons SQL commando is zo groot geworden, dat we het over drie regels verspreiden. Maar omdat het een string (een tekenreeks) is, komen we er niet met het `\` teken, zoals in gewone Python code. Als we de string beginnen en eindigen met drie aanhalingstekens `'''`, dan mag je die straffeeloos over meerdere regels verdelen. Maar Hens, die string eindigt met VIER aanhalingstekens. Ja en nee. Want we moeten onze zoekterm ook tussen aanhalingstekens zetten, maar omdat Python wacht op aanhalingstekens om te weten wanneer die string eindigt, moeten we een letterlijk aanhalingsteken vooraf laten gaan met een zogenaamd escape karakter: de backslash `\`. De regel `return cur.fetchall()` stuurt alle resultaten weer terug naar de aanroepende functie. Eerder gebruikten we al `fetchone()`, waarbij we maar één resultaat van onze database terugkrijgen.

In afbeelding 14 zie je wat we daarmee doen. Precies: op het scherm weergeven. Er is nog iets wat wat uitleg nodig heeft. We vragen begin en eind als “ts(timestamp)”. Dat is een kleine luxe van Python, waardoor we velden als Python datetime objecten terug kunnen krijgen. Om daar gebruik van te kunnen maken moeten we aan het begin, in onze `__BeginDatabase` functie nog een kleine aanpassing maken aan de manier waarop we verbinding maken met de database. Da’s gewoon een kwestie van overtypen:

```

18 def __BeginDatabase(self):
19     self.db = sqlite3.connect('user.db')
20     cur = self.db.cursor()
21     cur.execute('SELECT SQLITE_VERSION()')
22     data = cur.fetchone()
23     print('SQLite versie: ' + data[0])
24

```

Afbeelding 16: De database kan gemakkelijker omgaan met datetime variabelen.

Hopelijk heb je een idee gekregen van objectgeoriënteerd programmeren. Ons waarnemingsprogramma is beslist erg eenvoudig, maar dat moet ook om zo iets ingewikkelds uit te kunnen leggen. Probeer het zelf uit te bouwen met andere mogelijkheden. Kun je bijvoorbeeld een waarneming wissen? Of een bestaande waarneming aanpassen? Of misschien wil je wel de lengte van elke waarneming weergeven, of aan het begin laten zien hoeveel waarnemingen er al in je database zitten. Genoeg ideeën! Succes met programmeren in Python.

```

1 import jwg_menu
2
3 # Maak een eenvoudige menu.
4
5 # Maak een eenvoudige menu.
6
7 # Maak een eenvoudige menu.
8
9 # Maak een eenvoudige menu.
10
11 # Maak een eenvoudige menu.
12

```

Afbeelding 17: waarnemingen.py.

```

1 import datetime
2 import jwg_backend
3
4 # Maak een eenvoudige menu.
5
6 # Maak een eenvoudige menu.
7
8 # Maak een eenvoudige menu.
9
10 # Maak een eenvoudige menu.
11
12 # Maak een eenvoudige menu.
13
14 # Maak een eenvoudige menu.
15
16 # Maak een eenvoudige menu.
17
18 # Maak een eenvoudige menu.
19
20 # Maak een eenvoudige menu.
21
22 # Maak een eenvoudige menu.
23
24 # Maak een eenvoudige menu.
25
26 # Maak een eenvoudige menu.
27
28 # Maak een eenvoudige menu.
29
30 # Maak een eenvoudige menu.
31
32 # Maak een eenvoudige menu.
33
34 # Maak een eenvoudige menu.
35
36 # Maak een eenvoudige menu.
37
38 # Maak een eenvoudige menu.
39
40 # Maak een eenvoudige menu.
41
42 # Maak een eenvoudige menu.
43
44 # Maak een eenvoudige menu.
45
46 # Maak een eenvoudige menu.
47
48 # Maak een eenvoudige menu.
49
50 # Maak een eenvoudige menu.
51
52 # Maak een eenvoudige menu.
53
54 # Maak een eenvoudige menu.
55
56 # Maak een eenvoudige menu.
57
58 # Maak een eenvoudige menu.
59
60 # Maak een eenvoudige menu.
61
62 # Maak een eenvoudige menu.
63
64 # Maak een eenvoudige menu.
65
66 # Maak een eenvoudige menu.
67
68 # Maak een eenvoudige menu.
69
70 # Maak een eenvoudige menu.
71
72 # Maak een eenvoudige menu.
73
74 # Maak een eenvoudige menu.
75
76 # Maak een eenvoudige menu.
77
78 # Maak een eenvoudige menu.
79
80 # Maak een eenvoudige menu.
81
82 # Maak een eenvoudige menu.
83
84 # Maak een eenvoudige menu.
85
86 # Maak een eenvoudige menu.
87
88 # Maak een eenvoudige menu.
89
90 # Maak een eenvoudige menu.
91
92 # Maak een eenvoudige menu.
93
94 # Maak een eenvoudige menu.
95
96 # Maak een eenvoudige menu.
97
98 # Maak een eenvoudige menu.
99
100 # Maak een eenvoudige menu.
101

```

Afbeelding 18: **jwg_menu.py**.

```

1 import datetime
2 import jwg_backend
3
4 # Maak een eenvoudige menu.
5
6 # Maak een eenvoudige menu.
7
8 # Maak een eenvoudige menu.
9
10 # Maak een eenvoudige menu.
11
12 # Maak een eenvoudige menu.
13
14 # Maak een eenvoudige menu.
15
16 # Maak een eenvoudige menu.
17
18 # Maak een eenvoudige menu.
19
20 # Maak een eenvoudige menu.
21
22 # Maak een eenvoudige menu.
23
24 # Maak een eenvoudige menu.
25
26 # Maak een eenvoudige menu.
27
28 # Maak een eenvoudige menu.
29
30 # Maak een eenvoudige menu.
31
32 # Maak een eenvoudige menu.
33
34 # Maak een eenvoudige menu.
35
36 # Maak een eenvoudige menu.
37
38 # Maak een eenvoudige menu.
39
40 # Maak een eenvoudige menu.
41
42 # Maak een eenvoudige menu.
43
44 # Maak een eenvoudige menu.
45
46 # Maak een eenvoudige menu.
47
48 # Maak een eenvoudige menu.
49
50 # Maak een eenvoudige menu.
51
52 # Maak een eenvoudige menu.
53
54 # Maak een eenvoudige menu.
55
56 # Maak een eenvoudige menu.
57
58 # Maak een eenvoudige menu.
59
60 # Maak een eenvoudige menu.
61
62 # Maak een eenvoudige menu.
63
64 # Maak een eenvoudige menu.
65
66 # Maak een eenvoudige menu.
67
68 # Maak een eenvoudige menu.
69
69 # Maak een eenvoudige menu.
70
71 # Maak een eenvoudige menu.
72
73 # Maak een eenvoudige menu.
74
75 # Maak een eenvoudige menu.
76
77 # Maak een eenvoudige menu.
78
79 # Maak een eenvoudige menu.
80
81 # Maak een eenvoudige menu.
82
83 # Maak een eenvoudige menu.
84
85 # Maak een eenvoudige menu.
86
87 # Maak een eenvoudige menu.
88
89 # Maak een eenvoudige menu.
90
91 # Maak een eenvoudige menu.
92
93 # Maak een eenvoudige menu.
94
95 # Maak een eenvoudige menu.
96
97 # Maak een eenvoudige menu.
98
99 # Maak een eenvoudige menu.
100
101 # Maak een eenvoudige menu.
102

```

Afbeelding 19: **jwg_backend.py**.

Er is dicht achter Neptunus geen grote Planeet X

Ruben van Moppes

Vroeger wisten we zeker dat de zon om de aarde draait. Dat bleek niet te kloppen. Zo zijn er wel vaker dingen die we denken te weten, maar die na goed onderzoek toch niet blijken te kloppen. In deze serie gaan we een paar foute ideeën langs. Dit keer of er nog een grote planeet voorbij de baan van Neptunus is.

Van kijken, kijken, kijken...

De ontdekkingen van Uranus (in 1781) en Neptunus (1846) laten prachtig zien hoe de wetenschap zichzelf verbeterde. Eerst Uranus: die is namelijk toevallig ontdekt. De Duits-Britse astronoom William Herschel deed wat astronomen in die tijd deden: met een telescoop naar de hemel kijken, en zoeken naar iets wat je nog niet kent. Zo zag hij in maart 1781 een onbekende 'ster' in het sterrenbeeld Tweelingen. Toen hij nog eens keek met een sterkere vergroting, werd de 'ster' en schijfje. Eerst dacht hij nog aan een komeet: meer dan 7 grote hemellichamen (5 planeten en de maan en de zon) 'konden' er buiten de aarde niet zijn. 7 was immers een goddelijk getal. Maar toen de 'komeet' zich elke dag verplaatste, bleek de baan een planeetachtige baan om de zon te zijn. Wat nou 7 hemellichamen? Het kunnen er prima 8 zijn.

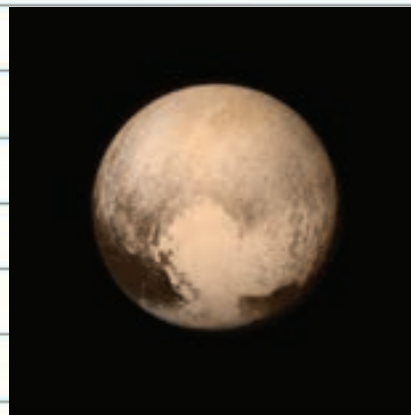
...naar zorgvuldig rekenen

Maar zo heel mooi was de baan van Uranus om de zon niet. Er leek van buiten de baan van Uranus een kracht te zijn die de planeet afremde of versnelde. Zou er dan nog een planeet zijn door wiens zwaartekracht Uranus vertraagde en versnelde? De Fransman Urbain LeVerrier en de Brit John Adams gingen op onderzoek uit. Maar dat ging niet op de ouderwetse manier door op goed geluk met een telescoop te gaan zoeken. Als een moderne sterrenkundige gingen ze aan een bureau zitten, en gingen rekenen met de zwaartekrachtswetten van Newton. Zonder computers uiteraard, al die ingewikkelde sommen werden met pen en papier uitgerekend. Onafhankelijk van elkaar rekenden ze ongeveer tege-

lijk uit waar die nieuwe planeet moest zijn. De Duitser Johann Galle was uiteindelijk de eerste die Neptunus met eigen ogen zag. Heel simpel, door de telescoop te richten op de plek waar LeVerrier had gezegd dat de planeet moest staan. (Later bleek dat Galileo Galilei meer dan 200 jaar eerder ook al Neptunus had gezien, maar hij dacht dat het een ster was.)

Waar is Planeet X?

Maar ook Neptunus bleek niet het voorspelde rondje om de zon te maken. En bovendien leek de aanwezigheid van Neptunus ook niet helemaal de verstoorte baan van Uranus te kunnen verklaren. Zou er dan achter Neptunus nog een 'Planeet X' zijn? Dat leek een logische gedachte. En zoals men Neptunus vond uit de verstoorte baan van Uranus, zo zou men Planeet X ook wel kunnen vinden. Dacht men. Dat dacht men zelfs best wel lang. Vooral de Amerikanen Percival Lowell (ook bekend van de 'kanalen' op Mars) en William Pickering hebben flink gerekend en zijn in het begin van de 20e eeuw



Pluto, gefotografeerd in 2015 door ruimtesonde New Horizons. De diameter van deze dwergplaneet is minder dan 2400 km, de helft van Mercurius. (bron: NASA)



Clyde Tombaugh, de ontdekker van Pluto (bron: Wikipedia)

ook zelf op zoek gegaan ernaar. Ze konden niks vinden. In 1916 overleed Lowell en in 1919 gaf Pickering het ook op. Maar een betere verklaring voor de afwijkende banen van Uranus en Neptunus was er niet, dus het was wachten op een enthousiaste sterrenkundige die het zoeken weer wilde oppakken. Die sterrenkundige kwam. Of eigenlijk was het helemaal geen sterrenkundige. Het was Clyde Tombaugh, de klusjesman van het Lowell Observatorium die in 1929 aanbood om in zijn vrije tijd naar Planeet X te zoeken. Omdat de berekeningen van Lowell en Pickering geen succes hadden opgeleverd, deed Tombaugh het op de ouderwetse manier: met de telescoop de hemel afsporen op zoek naar iets nieuws. In 1929 hoefde hij gelukkig niet meer zelf te kijken. Hij kon 's nachts foto's maken, en als overdag zijn gewone klusjes erop zaten, kon hij de foto's bestuderen. Zo vond hij in januari 1930 een nieuwe planeet: Pluto!

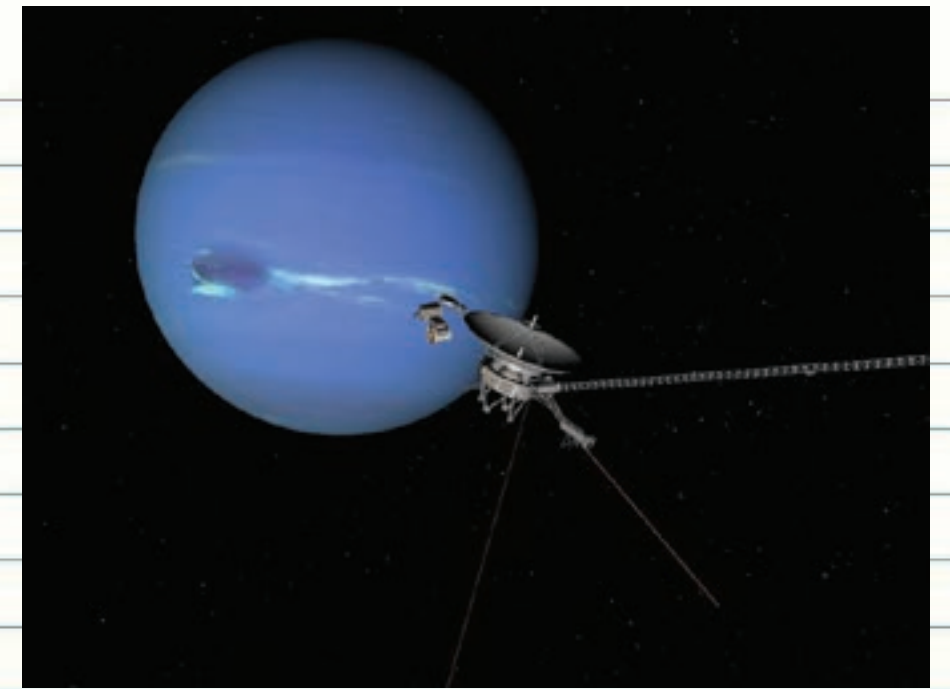
Pluto bleek extreem zwak te zijn, behoorlijk ver weg te staan, en een rare baan om de zon te hebben. (Inmiddels noemen we Pluto mede daarom een dwergplaneet.) Er moest dus nog een andere, grotere planeet zijn, nog verder weg, die Uranus Neptunus uit hun baan trokken. Tombaugh bleef met grotere telescopen tot in de jaren '40 zoeken. Hij vond van alles, maar geen nieuwe planeet. Tot diep in de jaren '80 hebben anderen nog naar Planeet X gezocht, ook met waarnemingen van satellieten. Zo wist de Amerikaanse astronoom Bob Harrington 'zeker' dat de planeet te vinden moest zijn in de data van IRAS, de (deels Nederlandse) InfraRood Astronomische Satelliet. Maar ook hij vond hem niet.

Bezoek van de Voyager 2

In 1989 kreeg Neptunus voor het eerst, en tot dusver enige keer, bezoek van een ruimteschip: de Voyager 2. We kregen prachtige foto's te zien van de verre blauwe planeet, er bleken mooie maantjes en (incomplete) ringen omheen te draaien. Maar het bleef niet bij plaatjes uit 1989. Sterrenkundigen hebben nog vele jaren nodig gehad om alle data van de Voyager 2 te analyseren. In 1992 berekende men met die data opnieuw hoe zwaar Neptunus nou eigenlijk is. Neptunus bleek iets lichter te zijn dan men altijd dacht! Het

Zelf Uranus en Neptunus zien?

Uranus (magnitude 5) is in het najaar met een kleine telescoop goed te zien net 'links' van het sterrenbeeld Vissen, onder de Ram. Neptunus (magnitude 8) kun je op een donkere plek ook in de herfst met een kleine telescoop zien, maar het is handig als je een grotere telescoop hebt, bijvoorbeeld met een spiegel van 15 centimeter. Neptunus staat in het sterrenbeeld Waterman. Omdat beide planeten lang doen om een rondje om de zon, zullen ze de komende jaren nog wel in die buurt blijven staan.



De Voyager 2 bezoekt Neptunus in 1989 (bron: NASA)

scheelt maar 0,5% (als je 50 kilo weegt, dan is 0,5% maar 250 gram verschil, ofwel een flink glas water), maar die 0,5% was genoeg om de afwijkingen te verklaren.

Is er toch een Planeet X?

Vanaf de jaren '80 zijn er door de steeds groter en beter wordende telescopen talloze nieuwe objecten gevonden buiten de baan van Neptunus. De grootste is Eris, die ongeveer even groot is als Pluto. Sommige sterrenkundigen denken dat er ook nu nog dat er een Planeet X moet zijn. In 2016 schreven Mike Brown en Konstatin

Hier kun je in de herfst de planeten Uranus en Neptunus ongeveer vinden (Bron: Stellarium).



Batygin dat er waarschijnlijk nog een planeet moest zijn, ongeveer 10 keer zo zwaar als de aarde. Dat was eigenlijk niet meer dan een verstandige gok: er zijn zoveel objecten buiten de baan van Neptunus, de kans dat er een grote (dwarf)planeet bijzit, is gewoon best groot. Gaan we het nog meemaken dat er een grote planeet wordt gevonden? Wie weet. In elk geval wordt het waarschijnlijk een mooie wetenschappelijke ontdekking! Eerst logisch denken en rekenen, dan goede waarnemingen doen, controleren of die waarnemingen met de theorie overeenkomen, en de theorie zo nodig weer verder verbeteren, en wellicht vind je dan een nieuwe planeet.



De sterren voorbij

Martijn Wilhelm

Met zijn rug tegen de stam geleund kijkt Charlie hoe de jongens weg-fietsen. Het pad wat ze nemen loopt door de velden, langs een paar grote vrijstaande bomen zoals die waar hij nu in zit, tot het in de verte over een heuvel verdwijnt. Zodra de jongens ook over de heuvel verdwijnen laat Charlie zich met een zucht onderuit zakken.

Hij kijkt naar beneden, naar waar zijn fiets aan de voet van de boom ligt. Het voorwiel is verbogen en de spaken steken alle kanten op. De arme tweewieler heeft het moeten ontgelden toen hij zelf buiten bereik bleek.

Zijn moeder zal wel boos zijn, dit is al het derde kapotte wiel dit jaar. Maar hij kon die jongen toch niet in de steek laten? Na één duw van Charlie waren de hogere klassers de gepeste jongen al vergeten. Een vlucht over de heuvels buiten het stadje volgde, die uiteindelijk hier, in deze boom, eindigde. Charlie hoopt vurig dat de jongen – hoe heette hij ook alweer? Shaun? Sam? – weer veilig thuis zit.

Hij wordt uit zijn mijmeringen opgeschrikt door een luid geraas. Door de lucht boven het veld vliegt iets met hoge snelheid op de grond af. De inslag werpt een grote stofwolk de lucht in.

Snel klimt Charlie de boom uit. De laatste meter springt hij naar beneden. Wat zou dat geweest kunnen zijn? Het was geen vliegtuig, of dan moet het een hele kleine zijn geweest. Een meteoriet misschien? Charlie rent naar de heuvel waarachter de inslag was. De stofwolk komt hem tegemoet, een muur van zand en aarde. Een mondvul zand laat hem hoesten dus slaat hij zijn arm voor zijn gezicht.

Door de stofwolk kan hij nog maar net zien waar hij zijn voeten neerzet, maar deze heuvels kent hij als zijn binnenzak. Hij is dus verbaasd als aan de andere kant de heuvel halverwege niet verder daalt, maar weer omhoog gaat. *Een krater*. Hij klautert over de rand heen en slipt en glijdt over het losse zand naar beneden.

Voorzichtig loopt Charlie over de bodem van de krater naar het midden toe. Uit de stofwolk doemt een vorm op, een grote bol, twee keer zo groot als hij. Het ziet er heel uit, en er liggen geen brokstukken in de krater die Charlie kan zien. Wat zou

het kunnen zijn?

De stofwolk trekt op en het object wordt onthuld. Het lijkt het meest op een ei, maar dan eentje van een groen, leerachtig materiaal. De onderkant gloeit een beetje rood en er komt rook vanaf.

Charlie kijkt met opengevallen mond naar het object. Zoiets heeft hij nog nooit gezien. Heeft iemand op aarde überhaupt zoiets gezien?

Krk... Het object kraakt, en Charlie zet behoedzaam een stap naar achter. Onderin het ding gaan een paar spleten open waar een dikke vloeistof uit stroomt. Het ruikt naar rotte vis en geschifte melk. Als de stroom afneemt tot een klein straaltje klinkt er weer gekraak, en verschijnen er barsten in het object die van boven naar beneden lopen.

Charlie zet nog een stap naar achter en maakt zich klaar om zich om te draaien en weg te rennen. Dit kan niet van de aarde komen. Hij moet aan de films denken, waar aliens soms de Aarde willen veroveren...

Krrraaaaakk... Het object splijt open langs de barsten en opent als een bloem. De wanden vallen naar buiten en onthullen een kleinere vorm binnenin...

Het heeft de vorm van een soort sigaar, meer dan twee meter lang. Even blijft het rechtop staan, maar dan valt het om, recht voor Charlies voeten.

Open vrijheid droog. Liggen hard? Vreemde ideeën bloeien op in Charlies gedachten. Hij ziet zichzelf, van onderaf, alsof hijzelf aan zijn voeten ligt. Dit duurt maar een fractie van een seconde, en voordat de vreemde vorm stil ligt is hij al halverwege de kraterwand opgeklauterd. *Vliegen vlieger alleen...* De vreemde gedachten worden zwakker hoe verder hij rent; als hij bij de boom aankomt zijn ze weggestorven. Zijn fiets laat Charlie achter. Hij rent zo snel mogelijk naar huis.

Het is donker op Charlies kamer; hij heeft de gordijnen dichtgedaan, de deur op slot. Hij zit ineengedoken aan de voet van het bed, zo weinig mogelijk bewegend of denkend.

Maar zijn gedachten springen steeds naar het wezen dat uit het ei kwam. Het was een levend iets, daar is geen twijfel aan. Het langgerekte lichaam zette uit en kromp weer,

net alsof het ademde. Aan een kant – dat zal wel de kop geweest zijn – zaten vier bolvormige knobbels met een ronde opening, die snel heen en weer bewogen. Ogen?

En het zorgde voor die rare gedachten. Zou het telepathisch zijn geweest? Daarom moet hij ook niet denken. Hij zet zijn verstand weer op nul...

Charlie kan de klok op zijn bureau zien. De minuten gaan langzaam voorbij. Zijn moeder komt pas over een uur thuis, zo lang zit hij hier nog...

Kwijt vliegen verwarring. De vreemde gedachten komen weer zachtjes op aan de rand van zijn bewustzijn. Tegelijkertijd hoort hij buiten een *woesj*, alsof er een grote vogel langs vliegt. Langzaam sterven beide weg, maar worden dan weer sterker.

Charlie probeert nog harder aan niks te denken maar hij komt maar niet van de beelden af. De oprijzende stofwolk, het lekkende ei, het wezen aan zijn voeten...

Vinden triomf! De gedachten zijn nu bijna net zo sterk als toen in de krater. En het klinkt alsof het wezen rondjes draait boven het huis. Het heeft hem gevonden! *Vlieger locatie verwarring...* De gedachten zijn een constante stroom in Charlies hoofd. Hij krimpt ineen en zet zich schrap. *Bezorgdheid persoon ongemak?* Hij houdt het niet meer uit. Uit alle macht denk hij terug *ik wil het niet ga weg laat me met rust*.

De stroom gedachten stopt. Buiten klinkt nog een kleine *woesj*, maar dan is het ook daar stil. Charlie gaat iets meer ontspannen zitten. Is het weg?

Dan klinkt een tik tegen het raam. En nog een. Angstig kijkt Charlie naar het gesloten gordijn. Weer een tik. Hij loopt naar de deur, probeert de sleutel in het slot te doen, maar zijn handen trillen te erg. Hij maant zichzelf tot kalmte en het trillen stopt, de sleutel vindt het sleutelgat.

Achter hem klinkt nog een tik. Met zijn hand op de klink twijfelt Charlie toch. Daarbuiten zweeft een twee meter lange vliegende alien, die kan best door een raam heen breken. En de gedachten die hij doorgestuurd kreeg, waren die nu echt zo eng?

Hij laat de klink los en loopt naar

het raam. Voorzichtig opent hij de gordijnen. Daar buiten hangt inderdaad het wezen, twee meter lang en in de vorm van een sigaar, maar dan met een soort paarse leerachtige huid. Op de voorkant zitten de vier ogen, de pupillen nu strak op hem gericht. Aan de achterkant heeft het wat eruit ziet als twee vinnen, als bij een walvis. Om het wezen heen hangt een zachte blauwige gloed.

Weer tikt het tegen het raam, en Charlie voelt iets in zijn gedachten, meer een vragend tikje op zijn schouder dan de stroom aan gedachten die het hiervoor was. Hij probeert iets terug te denken als *het is goed*, en de waterval komt weer op gang. *Spijt excuses aangenaam*.

Charlie probeert er iets tegenin te brengen. *Wat ben je? Waarom ben je hier, en waarom zoek je mij op?*

Vliegen ruimte niet weten vlieger. Door de verbinding komt nu ook iets anders: een aandrang om zo dicht mogelijk bij Charlie te zijn. Het raam gaat open, en Charlie kijkt verbaasd naar zijn handen. Ze hebben als vanzelf het raam geopend!

Het wezen zweeft naar voren, het past maar net door het raam. Zachtjes raakt het Charlies voorhoofd aan, en door de verbinding komt een gevoel van... voldoening.

Even blijven ze zo staan, jongen en pasgeboren aliën. Dan richt het wezen zich op, opent zich een doorzichtige vlies op zijn onderkant, en slokt het Charlie in een keer op.

Terwijl hij tussen het vlies en het lichaam van het wezen geperst ligt en hij wild door elkaar geschud wordt stromen zijn gedachten vol met gevoelens met blijdschap en behoren. Maar dat maakt hem alleen maar nog banger. Hij balt zijn vuisten, knijpt zijn ogen dicht en probeert zich af te sluiten, trekt zich terug in zijn eigen gedachten.

Dan wordt het schudden minder, ze lijken nog steeds te versnellen maar het gaat geleidelijk. De gevoelens die hij van het wezen krijgt veranderen naar bezorgdheid. *Vlieger bang? Excuses excuses excuses...* De gedachten van het wezen wikkelen zich troostend om de zijne. *Ik kan me niet bewegen, ik kan niks zien, waar neem je me naartoe?*

Als in reactie daarop zet het vlies weer wat uit. Charlie voelt de druk afnemen, maar blijft tegen het lichaam aangedrukt. Dat is vreemd, was dat niet boven? Hij draait zich om, en onder hem, achter het doorzichtige vlies...

Strekt de Aarde zich uit, een gigantische bol blauw en groen waar

ze net aan zijn ontsnapt. Witte wolkenbanden liggen erover uitgespreid als slagroom op een taart, en aan de horizon verdwijnt alles in het zwart van de nacht. Hoger en hoger stijgen ze.

Je kan naar de ruimte?!?

Vreugde samen vlieger.

Ademloos kijkt Charlie naar hoe de Aarde onder hem steeds kleiner wordt. Van achter de donkere kant komt de Maan op, een halve cirkel net als de Aarde. En al die tijd stromen zijn gedachten vol met gevoelens van vreugde en vrijheid.

Het wezen begint zachtjes te trillen en verandert langzaam van richting. Plotseling veranderen de Aarde en Maan in streepjes licht die in de oneindigheid wegschieten. Charlie kijkt om zich heen en ziet meer strepen licht om hem heen schieten.

De strepen trekken samen tot sterren. Hij kijkt om zich heen, en voor zich ziet hij een gigantische gele schijf, omgeven door een nog gigantischer stel ringen. Saturnus! Charlie kan zijn ogen haast niet geloven. De foto's van de ruimtesondes die hier langs kwamen heeft hij wel gezien. Maar om het zo voor hem uitgestrekt te zien liggen, de kolkende wolkenbanden en de reusachtige ringen...

Ze storten zich op de ringen. Het oppervlak dat van een afstand zo vlak leek blijkt van dichtbij uit losse stukken te bestaan, van rotsblokken zo groot als een flatgebouw tot keien kleiner dan een auto. Ze manoeuvreren moeiteloos langs alle grote blokken, maar het vlies dat Charlie van de leegte buiten scheidt beslaat met kleine stofdeeltjes zo fijn als zand.

Dan zijn ze er doorheen. Ze draaien weer bij, richten zich op een klein geel schijfje – de Zon! – en weer strekken de sterren om hen heen zich uit.

Charlies gedachten springen heen en weer. Hoe is hij hier nu weer in terecht gekomen, ontvoerd – bij gebrek aan een beter woord – door een aliën en door het zonnestelsel suizend? Hij knijpt in zijn arm. Nee, hij droomt niet!

Weer trekken de sterren zich samen tot puntjes. Charlie wordt bijna verblind door het licht dat door het vlies valt, maar in een fractie van een tel wordt het vlies donkerder en dimt het licht.

Ze suizen nu over het oppervlak van de zon dat zich uitstrekt als een meer van vloeibaar vuur, slechts onderbroken door kleine donkere eilandjes. Voor hen verheft zich een grote vurige boog die hoog boven het oppervlak uitsteekt. Ze versnel-

len en schieten onder de boog door.

Na nog een sprong zijn ze weer terug bij de Aarde. Nu pas merkt Charlie hoe hard zijn hart heeft lopen kloppen. Hij draait zich weer met zijn gezicht naar de onderbuik van het wezen en vleit zich neer in het vlies.

Dat was geweldig! ...Maar waarom nam je mee? Je lijkt geen slechte aliën die me wil ontvoeren.

Jij vlieger. Mij laten vliegen. Horen samen.

Maar waarom?

Gewoon. Zo voelen.

Charlie sluit zijn ogen en ontspant zich. Hoe had hij dat 's ochtends kunnen bedenken, dat hij 's avonds in de buik van een buitenaards wezen om de Aarde heen zou zweven? Zijn moeder zou hem niet geloofd hebben...

Charlie schrikt op. Hoe lang zijn ze al weg? Toch zeker wel een uur! Zijn moeder zal vast al thuis zijn! Die zal wel bezorgd zijn.

Uhm sorry, meneer aliën, kan je me weer naar beneden brengen? Naar waar je me hebt opgepikt?

Natuurlijk! Vlieger zegt ik vlieg.

Het wezen daalt af richting de Aarde. Als ze de bovenkant van de atmosfeer bereiken gaat het trillen en draait het snel op zijn rug. Maar goed ook, want aan de randen van het vlies flikkeren nu vlammen. Ze vertragen snel en het trillen en de vlammen worden minder, tot ze met een zachte *plof* op het gras landen. Het doorzichtige vlies vouwt open en Charlie klautert naar buiten.

Dan hoort hij een geluid, snel gebabbel in een taal die hij niet kent in een stem die niet menselijk kan zijn. Hij draait zich om en ziet een klein zwevend robotje zijn kant op komen. Bovenop flikkert een projectie van een figuurtje, een wezen dat Charlie nog nooit heeft gezien. Het gebabbel gaat door, even onverstaaanbaar als eerst, maar plots begrijpt hij het wel.

‘... en dan vind ik hen eindelijk en is hen gebonden aan een Aardling. Zeg, versta je me wel? Pff, mensen!’

Wordt vervolgd!

VERVOLG VAN PAGINA 19!! | DE DERPKIP-

KONINGIN HEEFT ALLES
UITGELEGD, EN PETRÄ EN
POTLOOD MAKEN ZICH KLAAR
OM TE VERTREKKEN.

voel je je
wat veiliger
met je
ruimtelebril
op?

ja

heb wel
honger

wow wel
beetje
wiebelig deze
ladder

nee gaat goed

peträ
niet vallen,
straks breek
je iets

BINNEN IN DE DERPRAKET...

veel
knoppen hè

we moeten
op de groene
knop drukken
om te vertrekken

doe jij
het, peträ?

woei

piep

WEEEEH

woosh

derpderp
derpderpderp

HET BEGIN VAN EEN LANGE REIS...

... en nu?

ik heb
nog steeds
honger

Swaan
Lewestro *

WORDT VERVOLGD...