

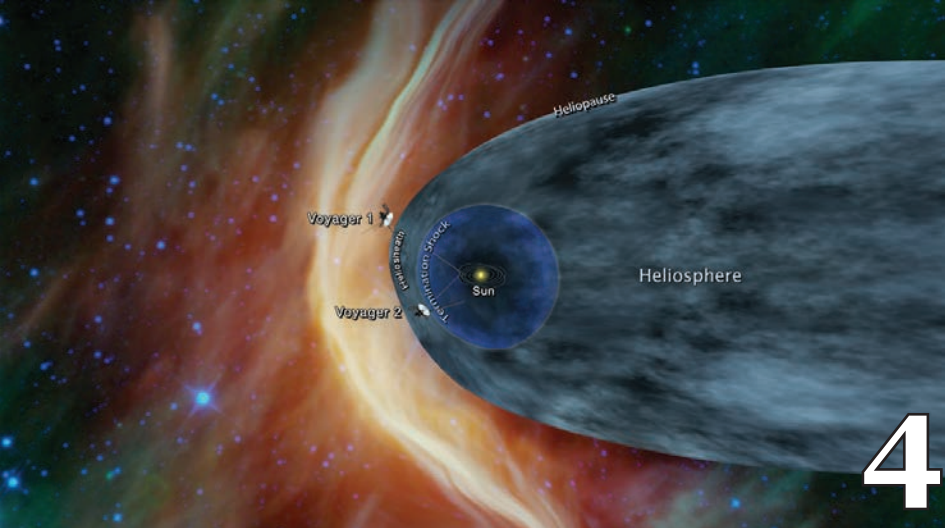


## Radiotelescopen in Drenthe 8

De James Webb Space  
Telescope 23

De Piramides en Orion 28





4



8



34



23



28

## Colofon

### Redactieleden:

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

### Layout:

Lisa Drijver, Els de Korte, Tünde Meijer,

Fedor van den Meiracker, Elise Sänger, Martijn Wilhelm, Matthijs van Zanten

### Met bijdragen van:

Twan Bekkers, Fred Lahuis, Ruben van der Moppes, Lisa Pothoven

### E-mail Universum:

[universum@sterrenkunde.nl](mailto:universum@sterrenkunde.nl)

**Bron cover:** Wikipedia, gebruiker Onderwijsgek

### Afbeeldingverantwoording:

Wij hebben ons best gedaan om van elke afbeelding 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 bovenstaande adres.

ISSN 0925-5303



# In deze ...

|    |                                       |                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4  | Nieuws uit de Ruimte                  |                                                                                        |
| 8  | Radioastronomie in een Weiland        |       |
| 14 | Beginnerscursus<br>De Maan            |       |
| 16 | JWG Hoekje                            |       |
| 19 | Strip                                 |                                                                                        |
| 20 | Poster                                |                                                                                        |
| 23 | Waarneemkatern                        |     |
| 26 | Puzzeluurtje                          |                                                                                      |
| 28 | De James Webb<br>Ruimtetelescoop      |   |
| 30 | UniCode                               |                                                                                      |
| 34 | FOUT! De Pyramides en Orion           |   |
| 36 | Verhaal<br>Verlaten in de Melkweg     |                                                                                      |
| 38 | Boekrecensie<br>Een Jaar in de Ruimte |                                                                                      |
| 39 | Contactpagina                         |                                                                                      |
| 40 | Stripverhaal                          |                                                                                      |

## Beste lezers,

Het is weer een nieuw jaar en dat kan maar een ding betekenen: meer Universums! Voor je ligt de eerste van 2019. Het heet de wintereditie, maar op het moment dat we dit schrijven lijkt het al wel op lente. Dus ga lekker buiten zitten, met de Universum natuurlijk! Er is weer genoeg te lezen.

Zo hebben we een vet fotoverslag van de radiotelescopie in Drenthe. Wist je trouwens dat we stiekem in een grote radiotelescoop wonen? LOFAR bestrijkt heel West-Europa!

Wij van de redactie lichten ook een tipje van de sluier op en vertellen je hoe het in zijn werk gaat om de Universum elk kwartaal bij jou op de deurmat te krijgen. Als het je leuk lijkt om daarmee te helpen kan je altijd mailen naar [universum@sterrenkunde.nl](mailto:universum@sterrenkunde.nl)!

We hebben ook nog een artikel gekregen van onze Leidse vrienden bij het tijdschrift Eureka! Lees alles over de James Webb Ruimtetelescoop. Daarna hebben we ook nog een nieuwe rubriek over grote fouten in de sterrenkunde. Dat kan zelfs de beste overkomen!

Veel leesplezier,  
De redactie

*Handwritten signatures:*  
Martijn, Elise, Emrys, Hens, Thomas, Kinde, fedor

## Leeswijzer

|                                                                                                 |                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  8-12 jaar  |  Interview   |
|  12-16 jaar |  Ruimtevaart |
|  16+        |  Verhaal     |
|  Waarnemen  |  Nieuws      |
|  Uitleg     |  Kampverslag |
|  Puzzel     |  JWJG        |

# NIEUWS uit de ruimte

Hens Zimmerman

## Nieuwe soort geestmelkwegstelsels

Dr. Pieter van Dokkum van de Yale Universiteit ontdekte per ongeluk een nieuwe soort melkwegstelsels. Met een team van astronomen onderzoekt Van Dokkum groeperingen van melkwegstelsels, ook wel clusters genoemd. Maar op de foto's die zij maakten troffen ze ook vage vlekken aan. Met dezelfde telescoop als in de vorige paragraaf over de fossiele gaswolk, het Keck Observatorium in Hawaï, keken Van Dokkum en zijn collega's nog eens goed naar de vage vlekken. Het bleken melkwegstelsels te zijn, maar met 100 tot 1000 keer zo weinig ster-

ren als in onze Melkweg en de meeste andere melkwegstelsels die we kennen. Dat verklaart ook dat deze bijna doorzichtige melkwegstelsels niet eerder werden aangetroffen. De officiële naam voor dit verschijnsel is UDG: Ultra Diffuse Galaxy. Dat betekent "extreem vaag melkwegstelsel". Om het nog vreemder te maken blijken deze UDG's ook nog eens extreem af te wijken voor wat betreft de hoeveelheid donkere materie die erin wordt aangetroffen. Want in sommige UDG's bevindt zich te veel donkere materie, in sommige te weinig of zelfs helemaal geen donkere materie. Alsof donkere materie nog niet raadselachtig genoeg is, nietwaar? Even een korte opfriscursus: donkere materie is een

veronderstelde materie, die nog niet direct is waargenomen. Om bepaalde zwaartekrachteffecten in ons heelal te kunnen verklaren, komen astronomen zo'n 85% van de materie in het heelal te kort. Dat betekent dat deze ongezien materie heel veel voorkomt in het heelal en een belangrijke invloed is op de evolutie van het heelal. Maar deze materie wordt niet beïnvloed door licht of andere elektromagnetische straling, en dat is ook de reden dat we het donkere materie noemen. Wetenschappers gaan er momenteel van uit dat Donkere Materie fundamenteel anders is dan de gewone baryonische materie waar jij en ik en alles om ons heen uit is opgebouwd. Mogelijk leiden de UDG's van Pieter van Dokkum tot nieuwe inzichten in deze raadselachtige Donkere Materie.

Het Keck observatorium kun je op Instagram volgen:

<https://www.instagram.com/keckobservatory/>

Pieter van Dokkum heeft hier een website:

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

## Voyager 2 heeft de heliosfeer verlaten

Zes jaar na Voyager 1 heeft ruimteschip Voyager 2 nu ook de invloedssfeer van onze zon verlaten. Dat concluderen wetenschappers aan de hand van data, die nog steeds teruggezonden wordt door Voyager 2. Rond de zon vinden we een grote bal, ook wel de heliosfeer genoemd, waarbinnen door de zon geladen deeltjes voorkomen. Daarbuiten noemen we het de interstellair ruimte. Interstellair betekent "tussen de sterren". Daarmee bevindt Voyager 2 zich nu op een afstand van zo'n 17 miljard kilometer van de aarde. Het meest ongelooflijke is dat sommige instrumenten aan

boord van dit nu 41 jaar oude ruimteschip nog steeds functioneren en gebruikt kunnen worden om wetenschap mee te bedrijven. Het zijn ook precies deze meetinstrumenten die wetenschappers met grote zekerheid vertellen dat Voyager 2 de invloed van de zon achter zich heeft gelaten. In de interstellair ruimte treffen we namelijk veel meer kosmische straling aan, en op 5 november 2018 werd dit daadwerkelijk aangetroffen door Voyager 2. Ook de hoeveelheid door de zon geladen deeltjes nam sterk af. En tot slot nam Voyager 2 ook waar dat er minder magnetische invloed van de zon aanwezig was. Toch zeggen we nog niet dat Voyager 1 en 2 ons zonnestelsel echt hebben verlaten, want buiten de heliosfeer bevindt zich nog de Oortwolk. Op die plek vinden we

ijskoude hemellichamen, waaronder kometen. En die Oortwolk rekenen we toch echt nog tot ons zonnestelsel. Suzanne Dodd, directeur van NASA JPL's divisie voor interplanetair onderzoek, denkt dat we misschien nog wel 10 jaar lang gegevens ontvangen van Voyager 2.

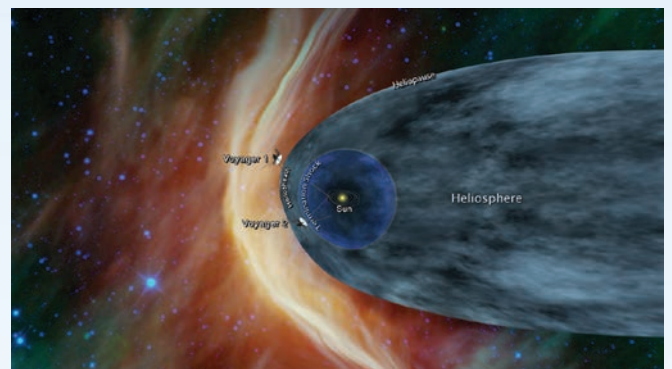
Voor meer informatie (en een prachtige website!) over de Voyager missies kun je hier terecht:

<https://voyager.jpl.nasa.gov/>

NASA JPL heeft ook een interessant YouTube kanaal:

<https://www.youtube.com/user/JPLnews>

Voyager 2. Bron: NASA JPL







Krabnevel. Bron: NASA/ESA



Meteoor. Bron: C.M. Handler

## Massasterfte door supernova?

We maken ons terecht zorgen om het uitsterven van dieren door toedoen van de mens. Dieren sterven op dit moment 10 tot 100 keer zo snel uit als normaal als gevolg van menselijke activiteit. Dit noemen we de zesde massasterfte, ook wel de Holocene periode. Maar de natuur kan er ook wat van! Even een overzichtje:

|   |                                                            |                           |
|---|------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Ordovician – Silurian massasterfte (met name oceaandleven) | 439 miljoen jaar geleden  |
| 2 | Late Devonian massasterfte (zee- en landleven)             | 364 miljoen jaar geleden  |
| 3 | Permian – Triassic massasterfte (96% van al het leven)     | 251 miljoen jaar geleden  |
| 4 | Triassic – Jurassic massasterfte (met name zoogdieren)     | ~200 miljoen jaar geleden |
| 5 | Cretaceous – Paleogene massasterfte (dinosauriërs)         | 65 miljoen jaar geleden   |
| 6 | Holocene massasterfte (mensen en dieren)                   | Nu, volgens sommigen      |

Dit zijn de zes grote gebeurtenissen van massasterfte onder de dieren. Maar er zijn ook gevallen waarbij de aarde door onduidelijke gebeurtenissen ook veel dieren verloor, zoals 2,6 miljoen jaar geleden. Toen stierf bijvoorbeeld de Megalodon (Carcharocles megalodon) haai uit. Deze haai vrat veel walvisachtigen op, dus na het uitsterven van de Megalodon konden walvisachtigen uitgroeien tot de gigantische beesten die we nu kennen. De een haar dood is de ander haar brood, zeg maar. Omdat er niemand bij was om foto's te maken, zijn alle massasterfte gebeurtenissen nogal raadselachtig, behalve die waar we nu in leven misschien. Al is het wel weer een raadsel waarom veel mensen zich zo misdragen, zelfs als we weten dat het slecht voor de aarde is. Het is aan de wetenschap om uit te zoeken wat de oorzaak was van zo'n massasterfte. Zo bestaan er aanwijzingen dat de

vijfde massasterfte, waarbij de dinosauriërs het loodje legden, het gevolg was van een meteorietinslag. En nu is er over die massasterfte van 2,6 miljoen jaar geleden een nieuwe aanwijzing gevonden waardoor astronomen denken dat deze misschien wel het gevolg was van een supernova. Een supernova is het einde van een zware ster. Een supernova onderscheiden we van een gewone nova, omdat een supernova veel meer energie uitstraalt dan een nova. En dat "nova" betekent

gewoon "nieuw", want als een nova of supernova ontstaat, dan nemen we dat soms waar als een "nieuwe" ster die uit het niets aan de hemel oplicht. Natuurlijk is die ster niet echt nieuw, maar doordat die aan het eind van zijn leven zo helder opgloeit zien we de ster voor het eerst. Zo'n supernova straalt ongelooflijk veel straling uit; niet alleen licht, maar ook kosmische straling. In ons melkwegstelsel zijn maar drie supernovae waargenomen in de laatste duizend jaar. Buiten ons melkwegstelsel zijn heel veel supernovae aangetroffen. De resten ervan zijn ook beslist indrukwekkend te noemen, zoals de bekende Krabnevel M1 in het sterrenbeeld Stier.

Maar er zijn nu aanwijzingen dat 2,6 miljoen jaar geleden een supernova ontstond op maar 150 lichtjaar van de aarde. Wetenschappers aan de Universiteit van Kansas denken nu

dat de massasterfte van 2,6 miljoen jaar geleden wellicht het gevolg was van de straling afkomstig van deze supernova. Daarbij stierf zo'n 36% van het zeeleven, met name de dieren in ondieper water. Ook dat laatste valt goed te verklaren met behulp van kosmische straling, omdat deze dieper in de oceanen minder invloed heeft. Kosmische straling arriveert op aarde in de vorm van muonen. Deze deeltjes zijn zwaarder dan elektronen. Het grootste gedeelte van de muonen reist dwars door ons heen. Maar een deel kan ons DNA beschadigen, en ook dat van dieren. Er is nog een extra aanwijzing dat kosmische straling de aarde rond die tijd grootschalig heeft gebombardeerd. En die aanwijzing bestaat uit de aanwezigheid van radioactieve ijzer-60 isotopen die we op aarde aantreffen. De halfwaardetijd van deze isotoop is bekend, en ijzer-60 uit de begindagen van onze aarde moet allang niet meer radioactief zijn. Dus dit zou een gevalletje van  $1 + 1 = 2$  kunnen zijn. Maar moet kosmische straling afkomstig zijn van een supernova? Dat is een heel goede vraag! Kosmische straling wordt uitgezonden door allerlei verschillende gebeurtenissen. Behalve bij supernovae komen we ook kosmische straling tegen bij actieve melkwegcentra, quasars en GRB's (gamma-ray bursts, oftewel uitbarstingen van gammastraling).



## Jonge Melkweg slokte ander sterrenstelsel op

Onlangs publiceerde een internationaal onderzoeksteam een artikel in Nature, wat beschrijft dat ons eigen melkwegstelsel een ander groot sterrenstelsel heeft opgeslokt. Dat we hier nu pas achter zijn gekomen heeft te maken met de steeds gevoeliger wordende instrumenten die in de astronomie gebruikt worden. Voor dit onderzoek maakten de astronomen gebruik van de extreem gevoelige Gaia-satelliet van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. Deze satelliet meet de positie, beweging en helderheid van een groot aantal sterren van onze Melkweg. Om hun conclusie te trekken keken de astronomen naar de gegevens van 7 miljoen sterren gedurende een periode van 22 maanden. En zo ontdekten ze dat 33 duizend van deze sterren op een aparte manier door de Melkweg bewegen. Het gekke is namelijk dat deze sterren met langgerekte banen in de tegengestelde richting bewegen vergeleken met de miljarden andere sterren in onze Melkweg. De eerste auteur van het

artikel is de astronoom Amina Helmi van de Rijks Universiteit Groningen. Zei zegt: "De verzameling sterren die we met Gaia hebben gevonden heeft alle kenmerken die horen bij de overblijfselen van een galactische versmelting." Eén van die kenmerken is dat de sterren binnen een melkwegstelsel een unieke chemische samenstelling hebben. De 33 duizend sterren die de andere kant op draaien moeten dus ook een afwijkende chemische samenstelling hebben. En dit laatste is met behulp van de Sloan Digital Sky Survey bevestigd. Specifiek gebruikten Helmi en haar collega's gegevens van de APO Galactic Evolution

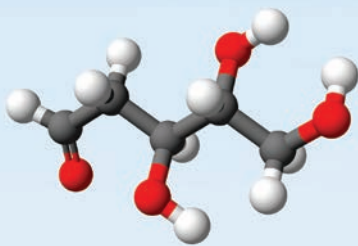
Experiment (APOGEE) voor dit doel. APOGEE biedt een schat aan gegevens over de chemische samenstelling van de sterren van ons melkwegstelsel.

Meer over dit onderzoek vind je hier:

[http://www.astronomie.nl/#!/actueel/nieuws/\\_detail/gli/jonge-melkweg-slokt-gigant-op/](http://www.astronomie.nl/#!/actueel/nieuws/_detail/gli/jonge-melkweg-slokt-gigant-op/)

De SDSS-homepage vind je hier. Zeer gaaf is dat ook jij daar gebruik kan maken van de gigantische hoeveelheid gegevens die beschikbaar zijn gesteld:

<http://www.sdss3.org/index.php>



2-deoxyribose. Bron: DFLieryz

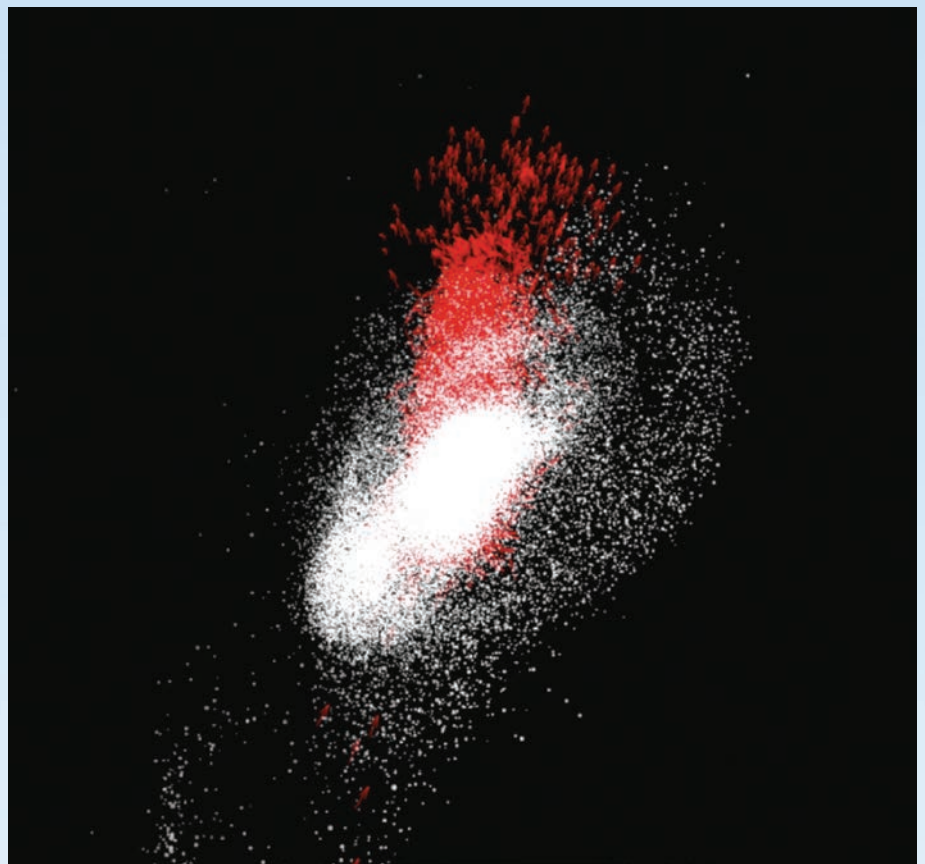
## Suiker uit de ruimte

Al zolang de mens op aarde rondloopt vraagt men zich af hoe dat leven ontstaan is. Heel veel astronomisch onderzoek is dan ook opgezet om leven te vinden buiten onze aarde. De Marsrovers waar we regelmatig over vertellen in dit tijdschrift zijn ook continu op zoek naar tekenen van buitenaards leven. Maar soms kan ook op aarde gezocht worden naar die oorsprong van het leven. In een recent artikel in het tijdschrift Nature beschrijven de auteurs een experiment, waarbij de omstandigheden van tussen de sterren werden gesimuleerd in een laboratorium. De onderzoekers bestraalden verschillende soorten ijs

met intensieve ultraviolette straling, en zagen dat daarbij 2-deoxyribose ontstond. Twee-de-oxy-wat...? Het is inderdaad een hele mond vol, maar 2-deoxyribose is de "D" in DNA. Het is een suikergereleerd molecuul, ook wel monosaccharide genoemd. En dat is interessant nieuws, want het bevestigt de gedachte dat het aardse leven mogelijk uit de ruimte afkomstig is. Niet in de zin dat aliens hier geland zijn en wat beesten en planten hebben uitgezet, maar dat de bouwstenen van het leven door meteorietinslagen gebracht zijn. En kort gezegd laat dit experiment zien dat biologisch materiaal kan ontstaan in een niet-

biologisch milieu, als de omstandigheden maar goed zijn. Interessant is ook dat dezelfde wetenschappers sterk op 2-deoxyribose lijkende moleculen aantreffen op koolstofrijke meteorieten. Exact 2-deoxyribose werd nog niet gevonden, maar het is wel weer een stap in de goede richting. Want we weten met grote zekerheid dat hemellichamen continu getroffen worden door brokken steen uit de ruimte. En als er biologische bouwstoffen ontstaan in het vacuüm van de ruimte, dan bestaat dus de kans dat leven ontstaat op hemellichamen die door de juiste meteorieten getroffen worden.

Als je meer over DNA wilt weten kun



Melkweg slokt gigant op. Bron: Amina Helmi





# Fossiele wolk van de oerknal gevonden

Heb je wel eens een fossiel gevonden? Opeens sta je oog in oog met iets uit de natuur, wat miljoenen jaren eerder dan jij heeft geleefd. Kun je nagaan hoe het voelt als astronomen een fossiel van de oerknal vinden. Maar wat moeten we ons daarbij voorstellen? Een 13,8 miljard jaar oude trilobiet? Nee nee, iets heel anders. Het is niet een fossiel in de traditionele zin van het woord, maar een gaswolk uit het begin van het heelal, die niet aangetast is door ontploffingen van sterren. Bijna overal in het heelal ontploffen namelijk sterren. En alhoewel dat misschien niet klinkt als iets positiefs, hebben we toch veel te danken aan die ontploffende sterren. Want heel veel van jou en je omgeving is ontstaan in die ontploffende sterren. Bij de oerknal ontstonden alleen de lichtste elementen: waterstof, helium, lithium en beryllium. Deze elementen noemen we de lichtste elementen omdat ze respectievelijk 1, 2, 3 en 4 protonen in hun kern hebben. Op de afbeelding van het periodiek systeem der elementen zie je deze 4 elementen aan het begin staan (H, He, Li en Be). Maar op dit moment kennen we 118 verschillende elementen! En al die zwaardere elementen zijn niet in de oerknal ontstaan maar later, juist in processen als ontploffende sterren. Dat tijdschrift dat je nu leest? Ontplofte ster! Hoe cool is dat? En nu gaan we weer even terug naar die fossiele gaswolk.

| Group→  | 1        | 2        | 3        | 4        | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12        | 13        | 14        | 15        | 16        | 17        | 18        |           |
|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ↓Period |          |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| 1       | 1<br>H   |          |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | 2<br>He   |           |
| 2       | 3<br>Li  | 4<br>Be  |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           | 5<br>B    | 6<br>C    | 7<br>N    | 8<br>O    | 9<br>F    | 10<br>Ne  |           |
| 3       | 11<br>Na | 12<br>Mg |          |          |           |           |           |           |           |           |           |           | 13<br>Al  | 14<br>Si  | 15<br>P   | 16<br>S   | 17<br>Cl  | 18<br>Ar  |           |
| 4       | 19<br>K  | 20<br>Ca | 21<br>Sc | 22<br>Ti | 23<br>V   | 24<br>Cr  | 25<br>Mn  | 26<br>Fe  | 27<br>Co  | 28<br>Ni  | 29<br>Cu  | 30<br>Zn  | 31<br>Ga  | 32<br>Ge  | 33<br>As  | 34<br>Se  | 35<br>Br  | 36<br>Kr  |           |
| 5       | 37<br>Rb | 38<br>Sr | 39<br>Y  | 40<br>Zr | 41<br>Nb  | 42<br>Mo  | 43<br>Tc  | 44<br>Ru  | 45<br>Rh  | 46<br>Pd  | 47<br>Ag  | 48<br>Cd  | 49<br>In  | 50<br>Sn  | 51<br>Sb  | 52<br>Te  | 53<br>I   | 54<br>Xe  |           |
| 6       | 55<br>Cs | 56<br>Ba | 57<br>La | *        | 72<br>Hf  | 73<br>Ta  | 74<br>W   | 75<br>Re  | 76<br>Os  | 77<br>Ir  | 78<br>Pt  | 79<br>Au  | 80<br>Hg  | 81<br>Tl  | 82<br>Pb  | 83<br>Bi  | 84<br>Po  | 85<br>At  | 86<br>Rn  |
| 7       | 87<br>Fr | 88<br>Ra | 89<br>Ac | *        | 104<br>Rf | 105<br>Db | 106<br>Sg | 107<br>Bh | 108<br>Hs | 109<br>Mt | 110<br>Ds | 111<br>Rg | 112<br>Cn | 113<br>Nh | 114<br>Fl | 115<br>Mc | 116<br>Lv | 117<br>Ts | 118<br>Og |
|         |          |          |          | *        | 58<br>Ce  | 59<br>Pr  | 60<br>Nd  | 61<br>Pm  | 62<br>Sm  | 63<br>Eu  | 64<br>Gd  | 65<br>Tb  | 66<br>Dy  | 67<br>Ho  | 68<br>Er  | 69<br>Tm  | 70<br>Yb  | 71<br>Lu  |           |
|         |          |          |          | *        | 90<br>Th  | 91<br>Pa  | 92<br>U   | 93<br>Np  | 94<br>Pu  | 95<br>Am  | 96<br>Cm  | 97<br>Bk  | 98<br>Cf  | 99<br>Es  | 100<br>Fm | 101<br>Md | 102<br>No | 103<br>Lr |           |

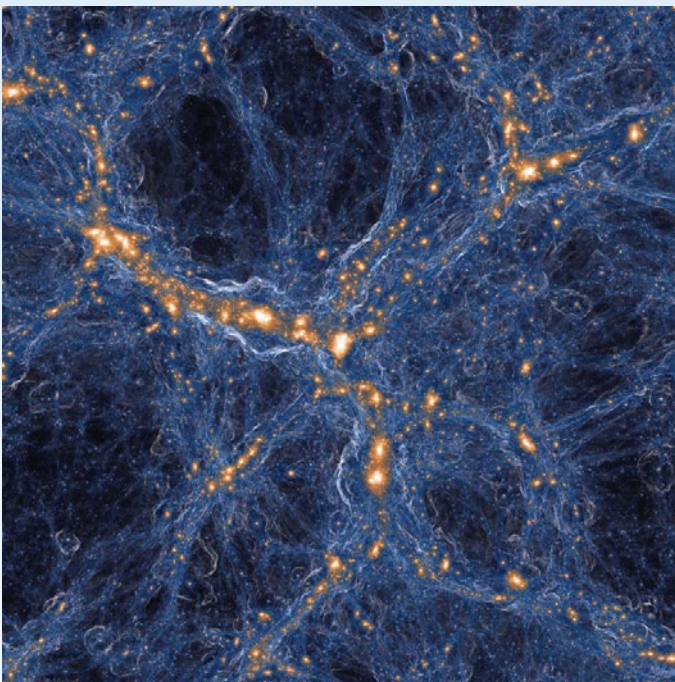
Periodiek systeem der elementen. Bron: Wikimedia Commons

Want wetenschappers van het Keck Observatorium in Hawaï en van de Swinburne Universiteit in Australië ontdekten een gaswolk die geheel vrij blijkt te zijn van die zwaardere elementen. Volgens PhD student Fred Robert van de Swinburne Universiteit is de hoeveelheid zwaardere elementen minder dan 1/10000ste van wat we in onze zon aantreffen, wat het eenvoudigst verklaard kan worden door aan te nemen dat dit een onaangestaste gaswolk van kort na de oerknal is. De methode waarmee de astronomen deze waarneming hebben gedaan is ook heel bijzonder. Vanuit ons gezien ligt er achter die gaswolk namelijk een quasar. Dat is een oplichtend centrum van een melkwegstelsel dat door een zwart gat opgeslokt wordt. Bij dat natuurgeweld komt immens veel straling vrij, die wij op aarde weer kunnen waarnemen. De astronomen keken naar het spec-

trum van deze quasar en zagen dus ook de invloed van de deeltjes in de fossiele gaswolk. En tot hun verbazing was het spectrum veel schoner dan ze hadden voorspeld. In plaats van allemaal spectraallijnen, die ontstaan bij zwaardere elementen, zagen de astronomen met name de spectraallijn van waterstof. Deze fossiele gaswolk is overigens niet de allereerste in zijn soort. Al in 2011 werden twee van deze gaswolken ontdekt. Wel is duidelijk dat het zeldzame objecten zijn, die ons nog de nodige informatie kunnen verschaffen over het ontstaan van ons heelal.

Meer over het periodiek systeem der elementen vind je hier:

[https://nl.wikipedia.org/wiki/Periodiek\\_systeem](https://nl.wikipedia.org/wiki/Periodiek_systeem)



Fossiele wolk. Bron: TNG Collaboration



JWG Fossiel...



# Radioastronomie in een weiland

Lisa Pothoven

Stel, je woont in Nederland en je wilt de sterrenhemel bekijken. Je hebt geen zin meer om nachtenlang te wachten tot de bewolking wegtrekt. Wat doe je dan? Dan bouw je een radiotelescoop!



In een bos in het noordoosten van Nederland ligt het Drentse Dwingeloo. Tussen de bomen en kleine dorpjes bevindt zich hier het Nederlandse instituut voor de radio-astronomie, ASTRON. Sinds de oprichting in 1949 werken bij ASTRON ingenieurs en wetenschappers samen aan nieuwe technologieën en sterrenkundig onderzoek. De eerste Nederlandse radiotelescoop voor de sterrenkunde werd geopend in 1956. Dit is de 25 meter grote Dwingeloo telescoop. In 1970 voegde ASTRON daar de Westerbork telescoop aan toe. In 2010 werd LOFAR geopend, tot nu toe het meest geavanceerde radioastronomieproject van Nederland. De Dwingeloo telescoop wordt inmiddels niet meer gebruikt voor de professionele wetenschap.



# LOFAR

Een eindje verderop, in de buurt van Exloo, staat een groot grasveld vol met kleine paaltjes. Dit is het hart van LOFAR, een netwerk van duizenden kleine dipoolantennes verspreid over meerdere landen in Europa. Ondersteund door krachtige computers, vormt dit systeem een gevoelige radiotelescoop waarmee snel grote gedeeltes van het heelal bekeken kunnen worden. De telescoop kan in meerdere richtingen tegelijk meten en is gevoelig voor extreem lage radiofrequenties.

In het LOFAR weiland zijn twee verschillende typen antennes te vinden. De ene is de Low Band Antenne (LBA), met een frequentiebereik van 10 tot 90 Megahertz. De andere is de High Band Antenne (HBA), met een bereik van 110 tot 250 Megahertz.

Het grootste aantal van deze antennes staat in Nederland. Vanuit Exloo gaan er vertakkingen naar kleinere antenneveldjes in Friesland, Groningen en Overijssel. De andere antennes staan verspreid over Duitsland, Engeland, Frankrijk en Zweden. Samen vormen de antennes een telescoop verspreid over een gebied met een doorsnede van meer dan duizend kilometer. Hoe groter de afstand tussen de antennes, hoe kleiner het kleinste detail zal zijn wat LOFAR kan onderscheiden. Andere landen in Europa kunnen hun eigen LOFAR station bouwen en aansluiten op het netwerk.

LOFAR richt zich op verschillende sterrenkundige onderwerpen. Eén daarvan is het tijdperk van re-ionisatie. LOFAR kan heel ver het heelal in kijken en daarmee kijk je ook ver terug in de tijd. De eerste sterren en sterrenstelsels werden zichtbaar toen het heelal ongeveer één miljard jaar oud was. De straling die op dat moment door waterstof werd uitgezonden is nu met LOFAR te meten als (heel zwakke)



De LOFAR Low Band Antenne. De vier geleidende draden zitten met tentharingen vast in de grond. Het zwarte kopstuk van de antenne bevat de elektronica.

radiostraling. Verder meet LOFAR bijvoorbeeld aan magneetvelden, neutronensterren en zwarte gaten.

Hoewel LOFAR vooral bedoeld is om naar het heelal te kijken, kunnen de antennes ook gebruikt worden om metingen te doen in de Drentse bodem. De antennes hebben ondergrondse sensoren die meten wat er gebeurt in de bodem. Dit is handig om meer te leren over het grondwater of de structuur en daling van de bodem.

De High Band Antennes staan onder zwarte overkappingen in groepjes van zestien verspreid over het LOFAR gebied. Low Band Antennes staan op paaltjes, in onregelmatigere groepen. De antennes staan niet allemaal op dezelfde plek, waardoor er kleine verschillen zitten in het tijdstip waarop de antennes hetzelfde signaal ontvangen. De posities van de antennes worden precies vastgelegd zodat gecorrigeerd kan worden voor deze onderlinge verschillen.



De High Band Antenne zit verborgen onder zwarte overkappingen, die bepaalde storenders uifilteren. Deze antennes werken met metalen plaatjes in plaats van draden. Kraaien uit de omgeving zagen deze zwarte dozen eerst aan voor hooibalen (die ook vaak zwart verpakt worden), gelukkig leerden ze snel af om er met volle kracht op af te vliegen.



## De antennes

De Westerbork telescoop bestaat uit schotelantennes, LOFAR gebruikt dipoolantennes.

De schotelantenne is te vergelijken met een spiegeltelescoop voor zichtbaar licht. Een radiogolf wordt door de schotel gereflecteerd naar het brandpunt, waar de ontvanger gemonteerd is. De schotel zelf bestaat uit geleidend gaas. De gaatjes in het gaas zitten een paar keer dichterbij elkaar dan de golflengte waarop gemeten wordt. De ontvanger wordt gekoeld tot  $-269$  graden Celsius met vloeibaar helium.

De dipoolantennes van LOFAR zitten simpel in elkaar. Een aantal metalen draden (LBA) of platen (HBA) zijn verbonden aan een elektronische ontvanger. Dipoolantennes meten in alle richtingen tegelijkertijd. Door meerdere antennes naast elkaar te zetten, kan met software bepaald worden uit welke richting een signaal komt. De antennes van LOFAR zijn eigenlijk een in stukjes gehakte schotelantenne, verspreid over een veel groter gebied.

LOFAR is gebouwd op een stuk grond waar de akkers van een aantal boeren lagen. ASTRON heeft jarenlang onderhandeld met boeren uit de omgeving. Ze kochten grond in de buurt en ruilden dat met de boeren, om zo ruimte vrij te maken voor de antennes. Dit deden ze in samenwerking met natuurbeheer. Om het gebied rustig en radiostil te houden, leek het de wetenschappers een goed idee om er een natuurgebied van te maken. De LOFAR antennes delen hun grasveldjes nu met de Nederlandse wildernis. Een



De LOFAR data wordt verzameld in grijze kasten vol draden en een tijdelijk opslaggeheugen.

probleem is wel dat de natuurorganisaties graag een gebied met moerasgrond willen. Er stromen daarom verschillende riviertjes door het landschap. Dat is helaas geen geschikte ondergrond voor een gevoelige radioantenne. Daarom staan de LOFAR antennes op kleine verhogingen in het gras. Deze eilandjes zorgen ervoor dat de antennes droge sensors houden. De LOFAR antennes zijn goedkoop, goed te vervangen, en kunnen tegen het Nederlandse weer.

## Westerborktelescoop

WSRT staat voor Westerbork Synthese Radio Telescoop en is de naam voor de veertien antennes die opgesteld staan in Westerbork. Iedere antenne heeft een 25 meter brede schotel. De schotels staan op een equatoriale montering, wat betekent dat ze heel makkelijk een object aan de hemel kunnen volgen. De Westerbork telescoop is gebouwd in 1970 en behoort tot een van de meest gevoelige radiotelescopen in



De Westerborktelescoop bestaat uit een lange rij schotelantennes. De laatste paar schotelantennes staan op een rails, zodat ze verschoven kunnen worden. Dit verbetert de precisie van de Westerbork telescoop.





De oude controlekamer naast de Westerbork telescoop wordt niet meer gebruikt om de telescoop aan te sturen, dat gebeurt nu in Dwingeloo. Het ziet er nog wel steeds cool uit.

de wereld. Dit komt doordat de onderzoekers van ASTRON een tijdje geleden een nieuwe ontvanger hebben ontwikkeld. Deze Apertif-ontvanger is eigenlijk een soort 'radiocamera', met daarin een tweedimensionale sensor. Dit maakt het blikveld van iedere antenne veertig keer zo groot. Je kunt dat vergelijken met een verbetering van een 1 megapixel camera naar 40 megapixels. Dit instrument kan ook erg nuttig zijn voor andere radiotelescopieën.



Naast de Westerbork telescoop ligt deze bunker, waarin heel precies zwaartekrachtsexperimenten gedaan kunnen worden.



De rails waarop de laatste paar schotelantennes staan.

## Computerkracht

Tijdens een alledaagse LOFAR waarneming, stromen er per seconde honderden gigabytes aan data binnen. De antennes sturen een analoog signaal naar een tijdelijke opslag. Midden tussen de antennes in het weiland staan grijze kasten waar de draden vanaf de antennes binnenkomen. Daar wordt de data omgezet in een digitaal signaal, wat sneller en makkelijker verstuurd kan worden naar het hoofdkantoor in Dwingeloo. Wanneer de data het hoofdkantoor bereikt, stroomt het de computersystemen in om ver-

werkt en opgeslagen te worden. ASTRON onderzoekers zoeken steeds betere manieren om de enorme datastroom van de radiotelescopieën te verwerken. Ze zijn continu bezig met het ontwerpen en bouwen van programma's en systemen die zo efficiënt mogelijk werken. Het is de bedoeling dat er zo min mogelijk computerkracht gebruikt wordt om een bepaalde taak uit te voeren. In het begin maakte ASTRON gebruik van een dure supercomputer. Op een dag kregen ze daar genoeg van en besloten ze om hun eigen systeem te ontwerpen. In dit nieuwe systeem gebruiken ze videokaarten (deze zitten



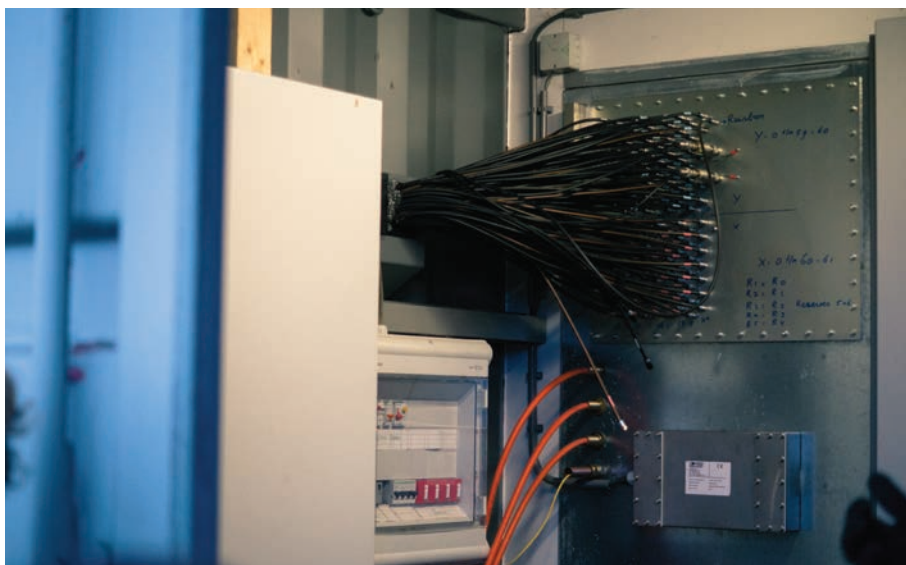


De antennes staan op een equatoriale montering, om te zorgen dat ze niet uit balans raken is aan de andere kant een contragewicht bevestigd.



De schotels zelf bestaan uit een fijn gaas dat gespannen is in een metalen frame.

ook in game-computers) die ze zelf op een slimme manier geprogrammeerd hebben om zo snel mogelijk te werken. In het hoofdkantoor in Dwingelo draaien inmiddels honderden videokaarten ingewikkelde software. Deze supersnelle videokaartcomputer kan op topsnelheid data verwerken en opslaan. Een probleem is wel, dat hierbij veel hitte vrijkomt. Videokaarten worden al snel heet, vooral als ze voor langere tijd aan staan. Meestal werkt je videokaart eventjes heel hard en kan hij daarna weer een tijdje afkoelen, maar dit is niet het geval bij ASTRON. Om al die vrijgekomen hitte af te voeren



Onder iedere WSRT antenne staat een hokje waarin de kabels (COAX kabels, dezelfde kabels die ook gebruikt worden voor analoge televisie) worden samengevoegd. Een digitaal signaal gaat het hokje weer uit op weg naar het hoofdkantoor.

## Weetjes!

Buizerds vinden het leuk om te landen op de LOFAR antennes, die vervolgens heen en weer zwiepen. Dit is terug te zien in de metingen.

Eén boer wilde zijn land niet verkopen aan ASTRON en heeft nu nog een paar akkers tussen de radioantennes in. Gelukkig heeft LOFAR geen last van de telefoon van de boer.

LOFAR produceert enorme hoeveelheden data. Al deze data loopt via een glasvezelnetwerk naar een datacentrum. Scholen in de buurt van LOFAR profiteren van dit enorm snelle netwerk doordat ze daar gebruik van mogen maken om te internetten.

In de computerruimte van de WSRT hangt een oude poster van de film De ontdekking van de hemel, gebaseerd op het gelijknamige boek van Harry Mulisch. In deze film dient de WSRT als filmset.



## Radioastronomie

Radiostraling is onderdeel van het elektromagnetische spectrum. Daar hoort ook zichtbaar licht bij. In tegenstelling tot alle kleuren van de regenboog, kunnen we radiogolven niet met onze ogen waarnemen. Radiostraling is wel heel handig voor het draadloos overbrengen van signalen. De golflengte van radiogolven gaat van enkele millimeters tot kilometers. Deze golven worden gebruikt voor bijvoorbeeld telefoon, bluetooth en wifi verbindingen. Je telefoon, of een ouderwetse radio (als je die nog hebt), heeft een antenne om radiogolven op te vangen. Radiostraling uit het heelal kun je ook opvangen met een antenne. Helaas kun je met jouw telefoon niet genoeg details waarnemen. Het is beter om je antenne zo groot mogelijk te maken. Hoe nauwkeuriger we kunnen waarnemen, hoe verder we in het heelal (en terug in de tijd) kunnen kijken.

Een van de belangrijkste bestandsdelen van het heelal, waterstof, zendt radiostraling uit. Deze golflengte is erg belangrijk in de radioastronomie en vertelt ons veel over de oorsprong van sterren en sterrenstelsels.

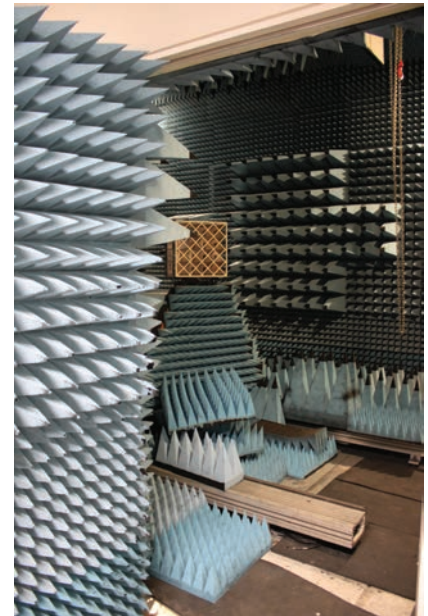
knutselden de ingenieurs een handig systeem in elkaar van karton en plakband, waarmee de koele lucht van de ventilatoren netjes langs de videokaarten geleid kon worden. Dit ontwerp is later omgezet naar een professioneel model en wordt tegenwoordig op iedere ASTRON computer geïnstalleerd.

## Nieuwe technologieën

Bij ASTRON werken tegenwoordig bijna 200 mensen. Voor het ontwikkelen van nieuwe technologie werkt ASTRON

samen met bedrijven. Veel van de ontwikkelde apparatuur of software kan goed gebruikt worden in bijvoorbeeld geneeskunde, radiocommunicatie door politie of brandweer, verkeer, milieu en draadloze netwerken (Wifi!).

In het hoofdkantoor in Dwingeloo bevindt zich de controlekamer, waar de Westerbork telescoop en LOFAR bediend worden. Op een drukke dag zit daar voor iedere telescoop een 'operator', maar is er bijvoorbeeld ook een 'software engineer' aanwezig om snel problemen op te kunnen lossen.



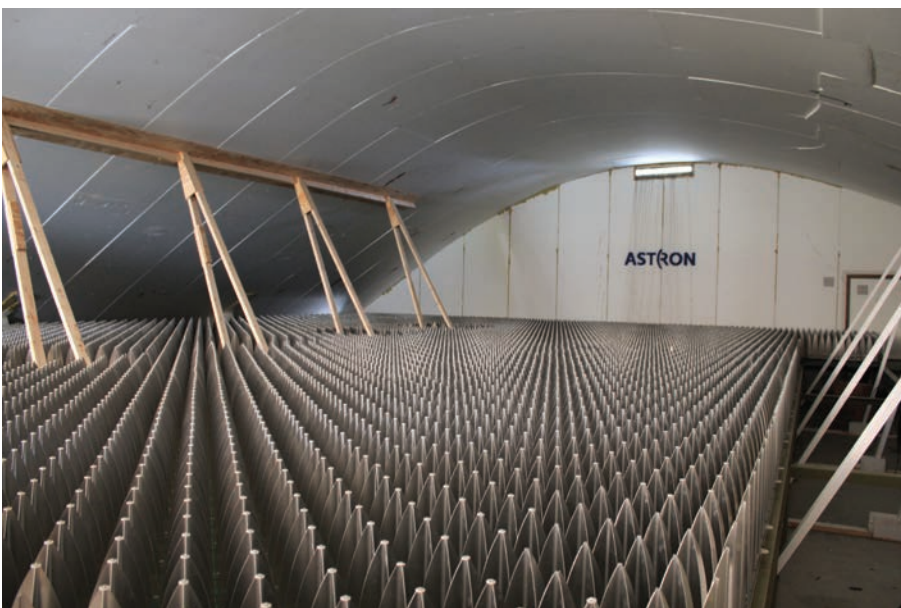
Deze 'isolatiekamer' in het ASTRON hoofdkantoor is afgesloten voor (radio) golven van buitenaf, wat hem geschikt maakt voor experimenten.

Daarnaast zijn er altijd wetenschappers in de buurt.

Onderdeel van ASTRON zijn ook JIVE en NOVA. JIVE staat voor Joint Institute for VLBI in Europe. Hier worden signalen van verschillende radio telescopen in Europa, Azië en Zuid Afrika verzameld en gecombineerd. De verschillende telescopen kijken allemaal naar hetzelfde object in het heelal. Nadat deze data is samengevoegd blijft een zeer gedetailleerde kaart van dat stukje sterrenhemel over.

## De toekomst van de radioastronomie

Om nog dieper het heelal in te kunnen kijken is een telescoop nodig die gevoeliger is dan LOFAR. Dit gaat de SKA worden, een afkorting voor Square Kilometre Array. Door antennes ver uit elkaar te zetten kunnen deze samenwerken en steeds kleinere details in het heelal onderscheiden. Deze telescoop komt niet in een Drentse wei te staan, maar in Australië en Zuid-Afrika. ASTRON werkt mee met het ontwerpen van antennes voor de SKA. In een overkapping bij de Westerbork telescoop staan een paar duizend kleine antennes opgesteld om te testen. 📡



Onder een radiostraling-doorlatende overkapping worden nieuwe antennes getest voor de SKA telescoop.



# Beginnerscursus

## Die Malle Maan

Martijn Wilhelm

Iedereen kent de Maan wel. Die grote zilvere bol die soms overdag, maar vooral 's nachts aan de hemel hangt. Die elke maand groeit en weer krimpt en soms voor de zon komt hangen. Maar waarom verandert de maan steeds van vorm? En waarom is de maan zoveel minder fel dan de zon, die ongeveer even groot lijkt? Daar gaan we het in deze beginnerscursus over hebben.

### Rondjes Draaien

Veel van de sterrenkunde kan je eigenlijk heel simpel samenvatten: alles draait om iets heen. Zo draait de Maan rondjes om de Aarde. En de Aarde draait rondjes om de Zon terwijl de Maan eromheen draait. En de Zon draait rondjes om het midden van de Melkweg terwijl de Aarde eromheen draait terwijl de Maan daaromheen draait... Maar daar hebben we het later nog een keer over. De Maan draait in best een klein rondje om de Aarde; de Zon staat heel veel verder, en de andere planeten die om de Zon draaien ook. Maar dat betekent niet dat de Maan dichtbij staat. De Maan staat even ver van de Aarde als tien keer de Aarde rond! De rest staat gewoon heel veel verder. De afstand van de Aarde tot de Zon is weer vierhonderd keer de afstand van de Aarde tot de Maan!

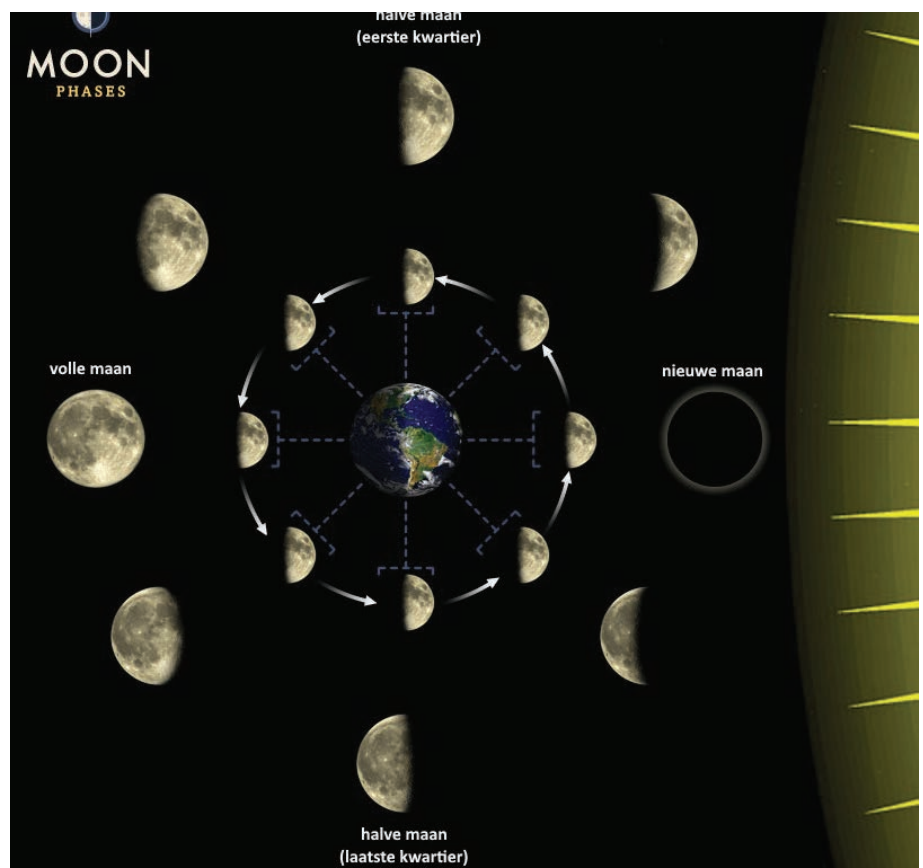
De Maan lijkt steeds van vorm te veranderen doordat hij om de Aarde heen draait. De Maan geeft namelijk zelf geen licht, maar weerkaatst alleen licht van de Zon. En dan zien we natuurlijk alleen dat deel van de Maan dat beschenen wordt! Kijk maar eens naar het plaatje hiernaast. Als de Maan tussen de Aarde en de Zon staat, is vanaf de Aarde het belichte deel van de Maan niet de zien. Dat noemen we Nieuwe Maan. Als de Aarde tussen de Zon en de Maan staat zien we juist alleen maar het belichte deel van de Maan. Volle Maan! En Als de Aarde en de Maan naast elkaar staan, dan zien we maar de helft van het belichte deel.

Ik hoor de oplettende lezers nu al roepen, maar als de Maan tussen de Aarde en de Zon in staat is de Zon toch weg? En als de Aarde tussen de Maan en de Zon in staat valt er toch helemaal geen licht op de Maan? Dat klopt. Dit gebeurt soms ook, en dat noemen we een Zonsverduistering of Maansverduistering. Maar het gebeurt niet zo vaak. De vlakken waarin de Aarde om de Zon en de Maan om de Aarde

draaien zijn namelijk net een beetje anders. Als de Aarde in het vlak van deze Universum rond de Zon draait, dan draait de Maan in een vlak dat net een beetje schuin staat. Daardoor is het meestal zo dat de Maan vanaf de Aarde gezien net boven of onder de Zon langs gaat. En dat verschil is zo klein dat we niet zien dat de Maan anders belicht is.

### Hele Grote Stenen

Dat is allemaal leuk en aardig, maar wat is die Maan nou eigenlijk? Je zou het het beste kunnen zien als een klein zusje (of broertje) van de Aarde. De Aarde heeft een laagje lucht om zich heen (De atmosfeer) en een hele hoop interessant gedoe op z'n oppervlak (Wij! En leeuwen en orang oetans en bomen en...) maar hij bestaat vooral uit heel veel steen. De Maan is ook heel veel



Als de Maan om de Aarde draait verandert het deel van de Maan dat wordt verlicht, en wat we kunnen zien. Zo wordt de maan groter en kleiner en verdwijnt hij soms helemaal.

Bron: moonphases.co.uk, bewerkt door Jan van de Velde



steen, maar dan zonder laagje lucht of gedoe op het oppervlak. Nou ja, wel een beetje, want er zijn mensen geweest en die hebben wat spullen achtergelaten. Hiernaast zie je een foto die ze hebben gemaakt. Het oppervlak van de Maan is net een grijze woestijn, en de lucht erboven is zwart aangezien er geen lucht is. Daarom moet je op de Maan een heel dik pak aan en een grote helm op.

De Maan is wel een stuk kleiner dan de Aarde. De Maan en de Aarde zijn allebei ongeveer bolvormig, en de Maan heeft een doorsnede van iets meer dan een kwart van die van de Aarde. Het oppervlak van de Maan is iets meer dan twee keer dat van Rusland! De Maan is ook veel kleiner dan bijvoorbeeld de Zon en planeten als Jupiter of Uranus, maar doordat het zo dicht bij staat lijkt het toch groot. Het komt zelfs toevallig zo uit dat de Maan en de Zon ongeveer even groot lijken aan de hemel! Daardoor hebben we hele mooie Zonsverduisteringen en Maansverduisteringen.

### De Andere Kant

Er is nog iets heel gek aan de hand met de Maan. De Maan draait rondjes om de Aarde, maar toch zien we altijd hetzelfde deel van het Maanoppervlak. Het is alsof iemand rondjes om je heen loopt en zich telkens zo draait dat diegene je altijd aan blijft kijken. Maar waarom draait de Maan precies zo om zijn eigen as? Hij zou ook stil kunnen staan of heel snel rondjes kunnen draaien. Dit gebeurt wel vaker als twee zware dingen dicht om elkaar heen draaien. In het begin draaide de Maan nog snel rond, maar hij ging steeds langzamer draaien tot dat hij nu precies in een omlooptijd een rondje om zijn eigen as draait.

Maar een kant van de Maan kunnen we dus nooit zien. Daar zou dus van alles kunnen zitten! Aan dit grote mysterie kwam uiteindelijk een einde in 1959, toen de Russische ruimtesonde Loena 3 om de Maan heen vloog en de andere kant fotografeerde. Nu gaat er zelfs voor het eerst een lander naar de andere kant. Tot nu toe ging alles naar de zichtbare kant, zoals de bemande Apollo missies, maar de Chinese Chang'e 4 missie heeft een maankarretje aan de andere kant neergezet. Het maankarretje is geland in een diepe krater en kan zo



Het oppervlak van de Maan, gefotografeerd door Eugene Cernan tijdens de Apollo 17 missie. In de foto zijn collega-astronaut Harrison Schmitt en het maankarretje te zien. De lucht is zwart omdat er geen lucht is dat licht van de zon verstrooit. Daardoor zijn de schaduwen op de maan ook donkerder dan op Aarde.  
Bron: NASA/Eugene Cernan

het binnenste van de Maan bestuderen. Daarnaast kan het ook heel goed radiostraling vanuit de ruimte bestuderen aangezien de Maan zelf altijd tussen de Aarde en het karretje in staat!

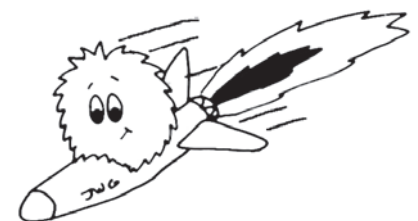
### Maanmensjes

Eerder hintte ik al dat er al wel meer karretjes op de Maan geweest zijn, en zelfs mensen. Het verhaal van de Apollo 11, met Neil Armstrong en Buzz Aldrin ken je waarschijnlijk wel, maar daarvoor, en daarna, is er nog veel meer gebeurd. Zo bereikte Loena 2 (de voorganger van Loena 3, die van de foto's van de achterkant) als eerste het oppervlak van de Maan. En dan bedoel ik niet 'landde': Loena 2 stortte hard neer. Zachtjes landen is moeilijk, en voor zo'n eerste keer hoeft het niet per se perfect te gaan. Latere Loena missies, 16, 20 en 24, brachten stukjes maanrots mee terug naar de Aarde (alleen niet meer dan driehonderd gram).

De Amerikanen waren uiteindelijk de eerste die een mens op de Maan zetten: Neil Armstrong, in 1969, met de Apollo 11 missie. In de drie jaar daarna werden er nog zes bemande missies naar de Maan gestuurd (eentje moest helaas al snel na het lanceren afgebroken worden). Al die missies samen, brachten nog eens driehonderd kilogram aan maanrots mee terug naar de Aarde. De astronauten van de laatste missie, Eugene Cernan en Harrison Schmitt, gingen zelfs een

stukje rijden in een maankarretje, tot ongeveer een kilometer of acht weg van hun lander. Dat is best een eindje als je op een hemellichaam bent en de lander je enige manier is om weg te komen!

De vier jaar van het Apollo programma is tot nu toe de enige periode dat er mensen op de Maan hebben gelopen. Die eerste landing is dit jaar alweer vijftig jaar geleden. Maar hopelijk gaan we ooit nog eens terug. Met nieuwe landen als China en India die ruimtevaartprogramma's opzetten en bedrijven als SpaceX die ook de ruimte in gaan kan het alleen maar een kwestie van tijd zijn. 🚀





# JWG-hoekje

## Waarneemweekend 2018

Thomas Jurriaans

In 2018 had de JWG een nieuw soort activiteit, een waarneemweekend! Het plan was om op de kaderweekend boerderij een weekend lang te gaan waarnemen als het helder was, gezellig bij het kampvuur te zitten als het bewolkt was, en overdag meer te leren over waarnemen met cursusjes en praatjes. De meeste mensen kwamen aan op vrijdagavond, en na het avondeten begon de eerste cursus al. Cyrano liet zien hoe je je telescoop klaar maakt om te gaan waarnemen. Ondanks dat het niet helder was hebben we alsnog gebruik kunnen maken van de telescopen, de maan was namelijk even zichtbaar, een goed moment om te laten zien dat je hele mooie foto's kan maken met je telefoon en een telescoop! Daarna was het tijd voor bordspelletjes, kampvuur en tosti's. De volgende ochtend gingen we na wat goede nachtrust verder met het programma. Er waren cursusjes over astrofotografie, het waarnemen voorbereiden met stellarium en sterrenkaarten, en nog meer telescoop basics. Na de lunch was er een



praatje over het waarnemen van meteoren, een cursusje over het collimeren van een telescoop, en werd er verteld welke Messierobjecten goed zijn om waar te nemen. Ook waren er al een aantal liefthallige deelnemers die begonnen waren met koken. Een lekker avondmaal later was het nog niet donker, dus was het tijd voor wat bordspelletjes. Een paar rondes van Codenames later gingen we naar buiten en met blijdschap zagen we dat

het helder was! De telescopen werden snel klaar gezet en even later kon het waarnemen en de astrofotografie beginnen! Helaas was de lucht een beetje heilig, maar alsnog zijn er mooie foto's gemaakt en interessante objecten waargenomen! Daarna hebben we nog gezellig met z'n allen rond het kampvuur gezeten om het weekend af te sluiten. De volgende ochtend was het alweer tijd om op te ruimen en de boerderij te verlaten, helaas is het weekend maar 2 dagen lang...

Dit jaar is er weer een waarneemweekend, van 1 tot 3 maart! Lijkt het jou leuk om ook mee te gaan? Kijk dan even op de site ([www.sterrenkunde.nl/jwg/waarneemweekend](http://www.sterrenkunde.nl/jwg/waarneemweekend)) voor meer informatie!





## Waarneemweekend 2018





# JWG-hoekje

## Een kijkje bij de universumredactie

Martijn Wilhelm

Hallo lieve lezers,

Normaal spreken we met de redactie jullie alleen aan in het redactiefje, maar nu hebben we een keertje meer ruimte! We gaan jullie laten zien hoe de Universum tot stand komt, van de eerste pagina-indeling tot het bij jou op de deurmat ligt. Bereid je maar voor op een wilde rit!

Elke Universum is natuurlijk anders, maar ze volgen vaak ongeveer dezelfde indeling. Er staan artikelen in, een puzzel, het waarneemkatern... En het eerste wat we doen is vaststellen hoe die er allemaal uit gaan zien. Welke sterrenkundige kunnen we nu weer strikken voor een vet artikel? En waar laten we onze vaste schrijvers over schrijven? We spreken onze contacten aan en laten iedereen weten wat ze moeten schrijven, en voor wanneer. De Universum moet wel (een beetje) op tijd verschijnen!

We hebben eigenlijk drie soorten mensen die dingen schrijven. Sommige leden van de redactie schrijven, zoals Hens,

Martijn en Elise (of tekenen, zoals Swaen). Andere artikelen worden geschreven door vaste schrijvers die niet in de redactie zitten, zoals de rubrieken van Ruben. Voor de grote en kleine sterrenkundige artikelen proberen we telkens nieuwe mensen te vinden. Als het lukt laten we graag sterrenkundige onderzoekers iets schrijven, maar de wat oudere van onze leden kunnen ook hele goede artikelen schrijven.

Zodra de artikelen binnen zijn moeten ze worden geredigeerd. Zijn alle spelfouten er wel uitgehaald en klopt alles wel helemaal? Hier zijn best wel veel van onze redactie mee bezig: Emrys, Hens, Els, Elise, Matthijs, Tünde, Martijn...

Na het redigeren zijn de artikelen af. Printen en opsturen, zou je zeggen. Maar de Universum is nog lang niet af. Zoals je kan zien is de Universum niet een stapel geprinte word-documentjes met een nietje erdoorheen. Voordat de Universum kan worden opgestuurd wordt hij eerst gelayout. Alles wordt

netjes in kolommen gezet, met plaatjes erbij en soms een mooie achtergrond. Hier hebben we ook weer een groot team voor: Fedor, Lisa, Elise, Els, Matthijs en Vladimir. Samen zorgen ze ervoor dat de Universum er mooi uit komt te zien.

Als alle layout is samengevoegd kan de Universum naar de drukker. En daarna is het tijd voor onze favoriete activiteit: invouwen! We ontvangen de Universum in grote dozen van de drukker en moeten ze zelf nog opsturen. Dus vier keer per jaar proberen we met zoveel mogelijk JWG'ers alle Universums (iets minder dan 500!) te voorzien van invouwbladen, in enveloppen te vouwen en het juiste adressticker erop te plakken. Dan is de Universum eindelijk klaar om verstuurd te worden! Een paar dagen later ligt hij bij jouw op de deurmat. Maar wie regelt dit allemaal? Wie zorgt ervoor dat iedereen alles op tijd af heeft en dat de Universum wordt opgestuurd? Dat is de hoofdredacteur, Martijn. Die doet dit nu al twee-en-een-half jaar, en geeft binnenkort het stokje over. Maar niet gevreesd, zijn opvolger staat al te springen in de coulissen: Tünde gaat het overnemen!

We zetten elk kwartaal met veel plezier de Universum in elkaar, en we hopen dat jij er net zoveel van geniet door het te lezen. Mocht je nu heel veel zin hebben om ons te komen helpen, dan hebben we altijd wel plek voor je! Of je wilt schrijven, of redigeren, of layouten... Stuur vooral een mail naar [universum@sterrenkunde.nl](mailto:universum@sterrenkunde.nl)

Liefs,  
De redactie





TERWIJL PETRĂ DE MINI-ALIËN BETER LEERT KENNEN...

MAAKT POTLOOD ZICH ZORGEN OM DE KWAADAARDIGE ALIËN DIE OPWEG IS NAAR HUN PLANEET...

Wat is jouw lievelingsboek?

ik kan niet lezen

oh

Petră! Wat nou als er straks een grote aliën komt die wél boos is?

hm?

volgens mij bestaan grote aliëns helemaal niet

jawel

EN PRECIES OP DAT MOMENT...

muhahaha

oh

ik kom jullie planeet verwoesten

muhahaaa

omg oma niet doen, ik heb net vrienden gemaakt

wow

"OMA"?!?

LEES VERDER OP DE ACHTERZIJDE!











# Poster: M33

Twan Bekkers

## Specificaties foto M33

Datum: 28 september 2013

Camera: Canon 5D Mark II

ISO: 400

Telescoop: T-1Galaxy (Newton 207mm F5.6)

Montering: Heq 5 pro

Guiding: Off Axis Guiding

Guiding camera: ALCDD5 II

Filter: IDAS LPS P2

Belichting: 17x20 min = 5uur40min

## M33 Driehoeknevel

M33 of Driehoeknevel is de aanduiding van een spiraalvormig sterrenstelsel dat op een afstand van 3 miljoen lichtjaar staat. Het sterrenstelsel nadert met een snelheid van 182 km/s onze melkweg en is door middel van zwaartekracht losjes aan de Andromedanevel gebonden. Het is een zusterstelsel van onze Melkweg en maakt deel uit van de Lokale Groep. Een helder H-II-gebied in het stelsel (op de foto linksboven) heeft een eigen aanduiding gekregen, NGC 604. Andere heldere stukken en gaswolken hebben in sommige catalogi ook eigen aanduidingen gekregen.

M33 staat in het sterrenbeeld Driehoek (Triangulum) en kan alleen onder uitzonderlijk goede omstandigheden met het blote oog gezien worden. Hiermee is het een van de verst verwijderde

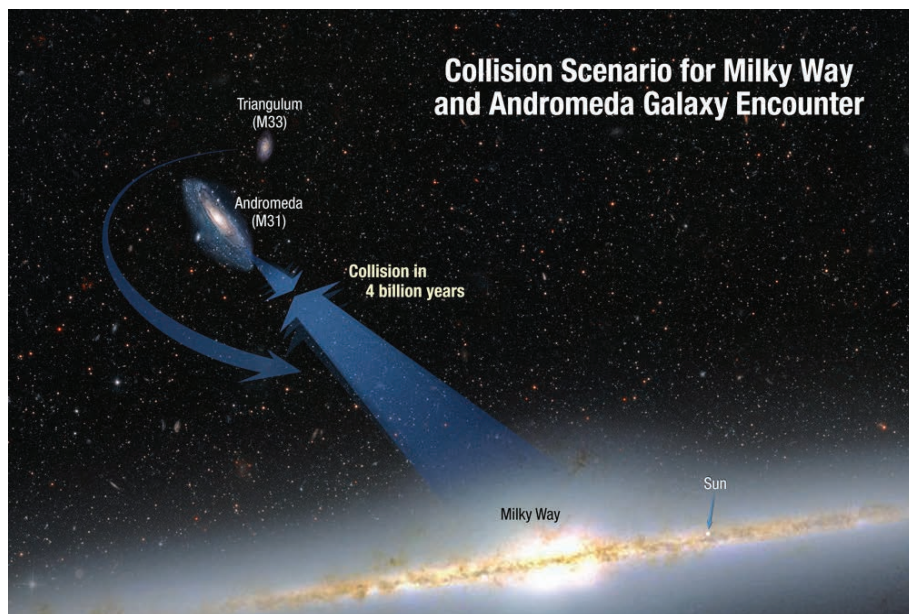
objecten dat met het blote oog te zien is. Door de grote uitgestrektheid en de lage oppervlaktehelderheid is een gewone verrekijker of een telescoop met een zo laag mogelijke vergroting het meest geschikt om M33 waar te nemen.

Wetenschappers van de NASA hebben uitgerekend dat over zo'n 4 miljard jaar de Melkweg met de Andromedanevel zal gaan "botsen" (in elkaar schuiven). Twee miljard jaar later zullen de 2 sterrenstelsels één worden. De zon raakt wellicht uit haar koers, maar dat zal verder geen gevolgen hebben voor ons zonnestelsel.

Misschien komt er ook een tweede botsing, met de Driehoeknevel. Dat gebeurt waarschijnlijk na de botsing met de Andromedanevel

Wie M33 als eerste heeft waargenomen weten ze niet precies. Wel weten

## Collision Scenario for Milky Way and Andromeda Galaxy Encounter



Boven: de manier waarop ons melkwegstelsel, het Andromedastelsel en M33 waarschijnlijk zullen "botsen". (Let op: 4 miljard is in het engels "4 billion")

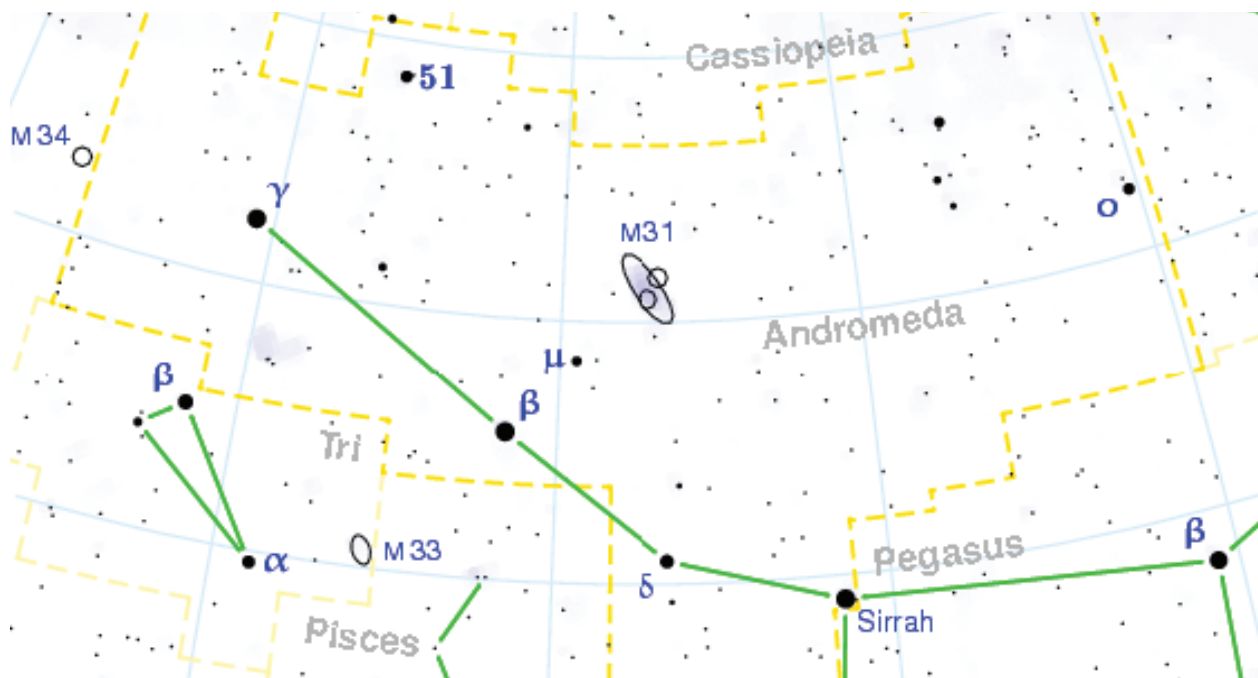
Bron: NASA

ze dat Charles Messier wie de Messier lijst heeft opgesteld van 110 objecten, heeft M33 genoteerd op 25 augustus 1764. ESO (European Southern Observatory) vertelt dat de Italiaan Giovanni Battista Hodierna M33 al voor 1654 heeft waargenomen. William Herschel heeft het stelsel eind 1700 waargenomen. Hij zag een groot gebied met gas, dit is nu genoteerd als NGC 604. En in 1920 observeerde Edwin Hubble de M33 en zag meerdere variabele sterren in het stelsel.

Onder:

De locatie van M33 in de sterrenhemel.

Bron: Torsten Bronger







# Waarnemen in het voorjaar

Alke van der Kloet

bewerkt door Matthijs van Zanten

In deze katern gaan we het hebben over wat je kan waarnemen in het voorjaar en hoe je het beste kan voorbereiden op de koude temperaturen buiten.

De winternachten zijn lang en vaak is het al lekker vroeg goed donker. Als het weer meezit, is het de perfecte waarneemtijd! Dus voor iedereen die dit voorjaar op een heldere nacht naar buiten wil helpt deze katern je voor te bereiden en geeft het je een paar leuke objecten om naar te kijken.

## Voorbereiding

### Waarneemlocatie

Omdat Nederland zo dicht bevolkt is, zien we dat er bijna overal in Nederland een hoop storende lichtvervuiling aanwezig is. Om minder heldere objecten, zoals sterrenstelsels en nevels, waar te nemen is een donkere locatie de belangrijkste voorwaarde. Zo'n plek is meestal het makkelijkst te vinden buiten de Randstad en op het platteland.

Vaak is dit niet mogelijk. Maar probeer dan een plek te vinden met een lichtvervuilingsvrij zicht op het zuiden. Je zal immers meestal in de zuidelijke richting waarnemen, omdat de objecten dan aan het hoogste punt aan de hemel staan. Op je waarneemlocatie wil je natuurlijk ook geen lantaarnpaal of flat in de zuidelijke richting hebben staan.

Mocht je enkel vanuit je tuin of een park in de buurt kunnen waarnemen, dan is er nog steeds genoeg te zien.

### Het weer

Het heeft natuurlijk weinig zin om 's avonds te gaan waarnemen als er slecht weer voorspeld wordt. Tegenwoordig zijn er vele sites, zoals buienradar.nl, waar je terecht kunt voor actuele informatie en weersvoorspellingen.

Een ander belangrijk element is de transparantie en luchtvochtigheid. Bij veel vocht is de hemel wat grijzer van kleur, zodat er minder contrast is tussen de sterren en de hemelachtergrond. Wanneer op een zonnige dag de lucht lichtblauw is, dan is de transparantie waarschijnlijk niet super. Is de lucht echter donkerblauw, dan is er een grote kans op een kraakheldere nacht!

### Kleding

Ook bepaalt het weer hoe je je 's avonds moet kleden. In de zomer is het 's avonds vaak nog lekker warm en is enkel een trui voldoende. In de winter daarentegen kan het ijskoud zijn en is de waarneempret vrij snel over als je een tijdje stil achter je telescoop zit. Kleed je in verschillende laagjes. Start bijvoorbeeld met thermo-ondergoed, daarover een coltrui, een warme trui en eventueel nog een extra fleece vest. Hier overeen komt pas je winterjas. Vergeet ook zeker je muts en handschoenen niet!

Neem ook extra warme kleding mee, mocht je het toch koud krijgen dan kan je extra kleding aantrekken. Thuis lijkt het allemaal veel te warm, maar na een uur in de vrieskou buiten staan, kan je deze extra laagjes echt waarderen!

## De maan

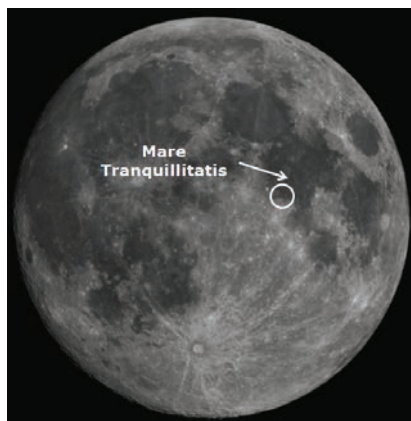
Iedereen heeft 's avonds wel eens naar de Maan gekeken en zich verwonderd over dit bijzondere hemellichaam. Wat zijn al die donkere vlekken? En waar staat nou die Amerikaanse vlag precies?

### Herkenningspunten op de Maan

De Maan heeft heel veel verschillende herkenningspunten, zoals maanzeeën en een aantal grote kraters. Deze opvallende, grote structuren op de Maan kun je gebruiken als herkenningspunt om kleinere punten te vinden. Bijvoorbeeld de landingsplaatsen van de Apollo missies. Twee zijn er te vinden oost en west van Mare Serenitatis.

De maanzeeën kun je het makkelijkste vinden, dit zijn de donkere vlekken op de Maan. Deze heten zeeën, omdat men vroeger dacht dat er water was op de Maan! We weten nu dat er helemaal geen vloeibaar water aanwezig is, laat staan zeeën en oceanen. De bekendste maanzeeën zijn: Mare Imbrium, Mare Tranquillitatis, Mare Crisium en Mare Nubium. Je raad het misschien al, Mare betekent zee in het Latijn. De twee kraters die je het makkelijkste kunt vinden zijn de Tycho en Copernicus kraters. Wist je dat deze vernoemd zijn naar bekende wetenschappers?

Onder: De maan





# De leeuw, koning van de Dierenriem

Ten zuiden van de Grote Beer ligt het sterrenbeeld Leeuw liggen. Het sterrenbeeld bevindt zich ver van het centrum van de Melkweg vandaan, zodat stof en sterrenhopen het zicht op afgelegen objecten niet belemmeren. Op deze manier kunnen we andere sterrenstelsels dan de Melkweg bekijken, zoals M65, M66, M95, M96 en NGC 3628. Verder bevat de Leeuw ook nog een leuke pulserende ster en een aantal dubbelsterren, waarvan sommige zelfs verschillende kleuren hebben.

## Regulus

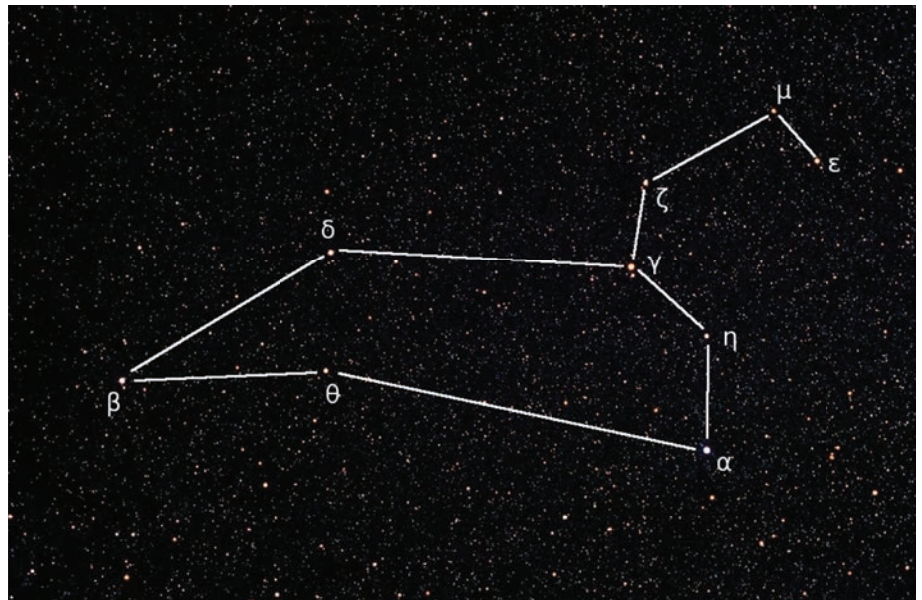
Wanneer je naar het sterrenbeeld Leeuw kijkt, valt de helderste ster Regulus,  $\alpha$  Leo, je meteen op. Regulus betekent kleine koning en is een van de vier Koninklijke sterren in het oude Persië. Doordat Regulus dicht bij de ecliptica staat, is er regelmatig een samenstand van Regulus met de Maan of een van de planeten. Als je met de verrekijker naar Regulus kijkt, zie je dat het een dubbelster is. Kijk je met een telescoop, dan zie je dat er zelfs nog twee sterren bij horen!

## Denebola

Links van Regulus staat de ster Denebola,  $\beta$  Leo. Denebola is Arabisch voor de staart van de leeuw. Gedetailleerde waarnemingen met de Herschel satelliet hebben laten zien dat er rond de ster een stofwolk zit. Uit zo'n stofwolk zouden wel eens exoplaneten kunnen ontstaan!

## De manen van de Leeuw

Tussen Regulus en Denebola in bevindt zich Chort,  $\theta$  Leo. Boven Chort vinden we Zosma,  $\delta$  Leo, terug. Rechts van Zosma vinden we de manen van de Leeuw: Algieba,  $\gamma$  Leo. Algieba is ook een dubbelster, die bestaat uit twee gigantische rode reuzen. Met het blote oog zijn beide sterren niet afzonderlijk te zien. Maar met een verrekijker of een kleine telescoop kun je zien dat de ene ster oranje-rood is en de andere ster juist gelig. Algieba is een van de mooiere dubbelsterren aan de hemel en zeker de moeite waard om eens te bekijken. Vlakbij Zosma staat ook de ster 40 Leo, die echter geen onderdeel is van de dubbelster.



Boven: de leeuw

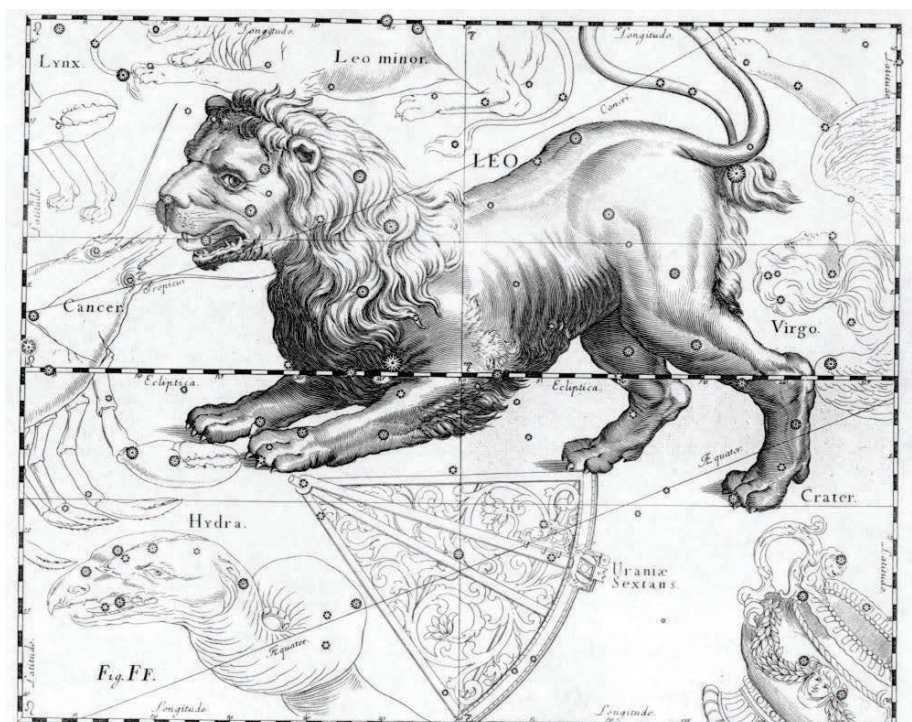
## Klasse F sterren

Boven Algieba staat de dubbelster Adhafera,  $\zeta$  Leo. Adhafera is een klasse F ster. Klasse F sterren zijn vrij zeldzaam, slechts een klein gedeelte van de zichtbare sterren is van dit type. Boven Algieba staat  $\mu$  Leo ofwel Ras Elased Borealis, wat de noordelijke ster in de leeuwenkop betekent. Eronder staat de zuidelijke ster van de leeuwenkop Ras Elased Australis,  $\epsilon$  Leo.

## Meteorenszwerm Leoniden

Wanneer je aan het sterrenbeeld Leeuw denkt, herinner je misschien ook de meteorenszwerm de Leoniden, die ieder jaar in november te zien is. De Leoniden lijken vanuit de buurt van de ster  $\gamma$  Leo te komen, maar eigenlijk zijn het stukjes van de komeet Temple-Tuttle. De Leoniden zijn de bekendste, maar niet de enige meteorenszwerm. Gedurende het jaar zijn er ook nog de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\rho$  en  $\sigma$  Leoniden. Deze zijn waarschijnlijk niet zo bekend, omdat er bij deze zwermen minder meteorieten te zien zijn. Er zijn bij de  $\gamma$  Leoniden maximaal een paar meteorieten waar te nemen.

Een artistieke tekening van het sterrenbeeld de leeuw.







## De grote en de kleine beer

De Grote Beer ken je waarschijnlijk als de steelpan. Deze zeven sterren zijn de helderste uit het sterrenbeeld en vormen de romp en staart van de beer. Zwakkere sterren vormen de kop en de poten. De Kleine Beer ken je misschien als het kleine steelpannetje. De vorm lijkt veel op de Grote Beer.

### Hoe vind je de Grote Beer en Kleine Beer aan de sterrenhemel?

De Grote Beer zie je in de lente in het noordoosten aan de hemel. Je kunt hem niet missen, de sterren zijn zo helder dat je ze ook midden in de stad kunt zien. De Kleine Beer is iets lastiger te vinden. Neem de twee buitenste sterren van het pannetje van de Grote Beer. Als je die gevonden hebt neem je de afstand van deze twee sterren en ga je die vanaf de bovenste ster vijf keer omhoog. Als je dit gedaan hebt kom je bij een ster uit die altijd op dezelfde plek staat ongeacht hoe laat het is of in welk seizoen je kijkt. Dit is de poolster of Polaris en die staat recht boven de noordelijke hemelpool van de Aarde. De poolster is de laatste ster van het pannetje van de Kleine Beer. De sterren van de Kleine Beer zijn erg zwak, in de stad zie je het sterrenbeeld daarom nauwelijks.

## Orion

Wanneer je met het blote oog naar het zuiden kijkt, zie je net boven de horizon het sterrenbeeld Orion staan. Het lijkt op een zandloper. Bovenin de zandloper zitten twee heldere sterren. Links staat de oranjeachtige ster Betelgeuze ( $\alpha$  Orion), een rode reus. Betelgeuze is een gigantisch grote oude ster, die bijna aan het einde van zijn leven is gekomen. Binnen enkele duizenden jaren zal Betelgeuze exploderen en als een supernova aan de hemel te zien zijn. Linksboven Betelgeuze is nog een viertal zwakkere sterren op een lijn te vinden. De Grieken zagen hierin Orions arm, die een zwaard vasthield.

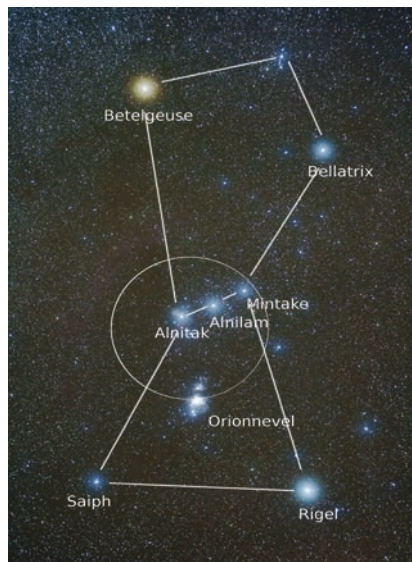
Rechts van Betelgeuze staat Bellatrix ( $\gamma$  Orionis), een van Orions vele blauwe sterren. Blauwe sterren zijn meestal jonge sterren die heel hard hun brandstof opbranden. Wanneer je goed kijkt, zie je rechts van Bellatrix nog een boog van zwakke sterren staan. Met in Orions ene arm een zwaard, is dit natuurlijk Orions schild.

In het midden van Orion vinden we drie heldere blauwe sterren op een



Boven: een sterrenhemel zoals hij er begin februari uit ziet.

rijtje: Alnitak ( $\zeta$  Orionis), Alnilam ( $\epsilon$  Orionis) en Mintaka ( $\delta$  Orionis). Deze drie sterren worden de gordel of riem genoemd. De bodem van de zandloper bestaat aan de rechterkant uit de zeer heldere witte ster Rigel ( $\beta$  Orionis) en links Saiph ( $\kappa$  Orionis).



Sterrenbeeld: Orion

## Orionnevel

Waar is nu de Orionnevel, zal je je afvragen. De Orionnevel bevindt zich een stukje onder Alnitak. Wanneer je met het blote oog naar de Orionnevel kijkt zie je op de plek van de nevel een ster staan,  $\theta$  Orion. Mocht het een goed donkere locatie zijn, dan kan je zelfs met het blote oog de Orionnevel zien als een vaag vlekje. Wanneer je de beschikking hebt over een verrekijker, kan je M42 al beter zien. M42 is een andere naam voor de Orionnevel en staat voor de 42e nevel in de catalogus van de Franse sterrenkundige Charles Messier. Met een verrekijker zal als eerste opvallen dat de ster  $\theta$  Orionis eigenlijk een dubbelster is. Verder is de nevel ook een stuk beter te zien. Als je de Orionnevel zo ziet, is hij best groot: wel 1 graad. Ter vergelijking, de maan is slechts 0.5 graad groot. 🌑



# Martijns Puzzeluurtje - Nonogram

Martijn Wilhelm

Het is weer tijd voor nonogrammen – ook wel bekend als Japanse puzzels! Je krijgt een rooster van vierkantjes met een paar getallen erboven en ernaast geschreven, en daar moet je een tekening uit ontcijferen.

Een nonogram werkt zo: boven iedere kolom en naast elke rij staat een rijtje getallen. Dat geeft aan hoeveel vierkantjes in die rij/kolom ingekleurd moeten worden. Bovendien moeten ze in groepjes van zoveel vierkantjes staan. Voorbeeld: als er (3 2) boven een kolom staat, moeten er, van boven af, eerst een groepje van drie aaneengesloten vierkantjes ingekleurd worden, en daarna, met minstens één (mag ook meer!) vierkantje ertussen, een groepje van twee vierkantjes ingekleurd worden.

Tip! Je hoeft nog niet een hele rij of kolom te weten om hem in te kunnen vullen. Als je goed nadenkt kan je bedenken welke vierkantjes sowieso ingekleurd moeten worden. Daarnaast is het net zo nuttig om te weten welke vierkantjes leeg moeten blijven. Markeer die ook, bijvoorbeeld met een kruis!

|     |        |             |        |   |   |
|-----|--------|-------------|--------|---|---|
|     | 1<br>2 | 1<br>1<br>1 | 3<br>1 | 9 | 1 |
| 1 1 |        |             |        |   |   |
| 1 2 |        |             |        |   |   |
| 2   |        |             |        |   |   |
| 2   |        |             |        |   |   |
| 1 1 |        |             |        |   |   |
| 1 1 |        |             |        |   |   |
| 5   |        |             |        |   |   |
| 1   |        |             |        |   |   |
| 1   |        |             |        |   |   |

|     |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
|-----|-------------|------------------|--------|--------|--------|--------|-------------|-------------|----|----|
|     | 3<br>2<br>1 | 1<br>1<br>1<br>2 | 3<br>6 | 2<br>4 | 2<br>5 | 2<br>6 | 2<br>6<br>1 | 2<br>6<br>1 | 11 | 10 |
| 9   |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 1 8 |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 3 2 |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 5   |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 6   |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 10  |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 1 8 |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 8   |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 8   |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 2 2 |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |
| 3 4 |             |                  |        |        |        |        |             |             |    |    |





|       | 2<br>4 | 2<br>5 | 1<br>2<br>6 | 5<br>6 | 3<br>3 | 4<br>3 | 2<br>2<br>3 | 2<br>1<br>3 | 1<br>1<br>3 | 13 | 2<br>1<br>3 | 2<br>2<br>2 | 4<br>2 | 1 | 1 |
|-------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|--------|---|---|
| 2     |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 2     |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 1 2 1 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 5 4   |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 3 2 3 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 2 1 2 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 1 1 1 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 1 1 1 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 2 1 2 |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 4 6   |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 4 1   |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 4 1   |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 15    |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 12    |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |
| 9     |        |        |             |        |        |        |             |             |             |    |             |             |        |   |   |



BREINBREKER !!





# Voorbij Hubble - de James Webb Space Telescope

Fred Lahuis

De Hubble-ruimtetelescoop betekende een grote stap voorwaarts voor de sterrenkunde. De James Webb-ruimtetelescoop (James Webb Space Telescope – JWST), zijn rechtmatige opvolger, zal naar verwachting ook gezichtsbepalend worden voor ontwikkelingen in de sterrenkunde in de komende jaren. Niet alleen de satelliet zelf is groot, zodat hij als een vlinder in zijn cocon opgevouwen en ingeklapt zit in de neuskegel van de Ariane 5-raket, ook de wetenschappelijke ambities voor de JWST zijn groots. Met James Webb, die in het infrarood zal waarnemen, wordt vrijwel elk stadium van de evolutie van het heelal bestudeerd. Zo zal er bijvoorbeeld gezocht worden naar het eerste licht na de Big Bang en naar planeten rond nabije sterren. Ook het bestuderen van de atmosfeer van bekende en nieuw ontdekte exoplaneten komt met JWST binnen handbereik, waarbij vooral gespeurd wordt naar de basiselementen die nodig zijn voor leven.

De Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA bouwt de satelliet en draagt zorg voor de uitvoering van de missie. De Europese en Canadese tegenhangers, ESA en CSA, leveren elk een instrument voor de JWST en ondersteunen NASA gedurende het gehele project. De universiteit van Arizona en een Europees/Amerikaans consortium van wetenschappelijke instituten leveren ook elk een instrument. De lancering met een Europese Ariane 5-raket vanaf de lanceerbasis in Kourou (Frans-Guyana) staat gepland voor 2021. JWST wordt, net als de Europese ruimtetelescopen Herschel, Planck en Gaia, geplaatst in een baan om het tweede Lagrange-punt (L2), een min of meer stabiel punt in het zwaartekrachtsveld rond de zon en de aarde. Dit punt, gelegen aan de nachtzijde van de aarde op een afstand van 1,5 miljoen kilometer, heeft het grote voordeel dat

het betrekkelijk weinig brandstof kost om een satelliet in die baan te houden, terwijl alle heldere bronnen (zon, aarde en maan) altijd in de 'rug' van de telescoop dicht bij elkaar staan zodat een groot deel van de hemel continu kan worden waargenomen.

De JWST, genoemd naar James E. Webb, de tweede directeur van NASA en vooral bekend door zijn bezielende leiding ten tijde van het Apollo-project, heeft een hoofdspiegel met een diameter van 6,5 meter, opgebouwd uit achttien hexagonale (zeshoekige) segmenten. De diameter is ongeveer 2,7 keer groter dan de Hubble-spiegel en meer dan zeven keer zo groot als de spiegel van de Amerikaanse infrarood-ruimtetelescoop Spitzer, wat qua oppervlakte een winst van respectievelijk zeven en zestig keer oplevert. Om met grote gevoeligheid in het infrarood te kunnen

functioneren, moeten de telescoop en de instrumenten zeer koud zijn, anders verdrinken de zwakke astronomische signalen in de infrarode warmtestraling afkomstig van de telescoop en de instrumenten zelf. De spiegel en de instrumenten moeten kouder zijn dan 50 Kelvin (-223 °C). Hoewel L2 een zeer koud punt is, moeten de spiegel en de instrumenten toch worden beschermd tegen opwarming door het licht van de zon, aarde en maan. Dat gebeurt door middel van een zonnescherm zo groot als een tennisbaan. Het hele instrument vereist voor het middeninfrarood extra koeling tot een temperatuur van ongeveer 6 K (-267 °C) met een speciaal voor JWST ontwikkelde koeler.

***JWST zal een wetenschappelijke reuzenstap maken dankzij zijn veel hogere gevoeligheid en spectraal oplossend vermogen.***

## Wetenschap met JWST

Zoals aangegeven in de inleiding zullen sterrenkundigen met JWST zeer gevarieerde wetenschappelijke onderwerpen bestuderen; ze omvatten nagenoeg alle denkbare vakgebieden binnen de sterrenkunde. Het is dan ook niet vreemd dat JWST door verschillende onderzoeksgroepen een beetje gezien wordt als hun telescoop. In die kringen heet de telescoop ook wel de 'First Light Machine' en de 'Planet Quest Mission'.

Voor JWST zijn vier wetenschappelijke hoofddoelstellingen geformuleerd:

- Het detecteren van de eerste gene-



Succesvolle test voor het ontvouwen en aanspannen van het uit vijf lagen bestaande JWST-zonnescherm.  
Bron: Chris Gunn/NASA



## James Webb Space Telescope

|                         |                                                                   |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Lanceerdatum:           | 30 maart 2021 (gepland)                                           |
| Lanceerlocatie:         | Guiana Space Centre, Kourou, Frans Guyana                         |
| Raket:                  | Ariane 5                                                          |
| Missieduur:             | Minstens vijf jaar en naar verwachting tien jaar                  |
| Gewicht:                | 6.200 kg                                                          |
| Locatie:                | Baan rond L2 op 1,5 miljoen km van de aarde                       |
| Golflengte:             | 0,6 $\mu\text{m}$ (oranje) tot 28,5 $\mu\text{m}$ (mid-infrarood) |
| Spiegeldiameter:        | 6,5 m (2,7x Hubble)                                               |
| Spiegeloppervlakte:     | 25 m <sup>2</sup> (7x Hubble)                                     |
| Afmeting zonnescerm:    | 14,2 x 21,2 meter                                                 |
| Temperatuur zonnescerm: | 85 oC zonzijde en -233 oC schaduwzijde                            |

raties sterren en sterrenstelsels in het heelal.

- Het bestuderen hoe melkwegstelsels worden gevormd.
- Het ontrafelen van de processen die zich afspelen rond de vorming van sterren en planeten.
- Het in beeld brengen van gasrijke exoplaneten en hun atmosferen, als een van de eerste stappen in de zoektocht naar de omstandigheden waaronder leven kan ontstaan in het heelal.

JWST zal wetenschap mogelijk maken vergelijkbaar met zowel Hubble als Spitzer. Door de forse roodverschuiving van ver verwijderde objecten verplaatsen normaal optische spectrale lijnen zich naar het infrarood. Daarom is een heel gevoelige infraroodspectrometer essentieel om onderscheid te kunnen maken tussen bijvoorbeeld de



Zes van de achttien spiegelementen worden voorbereid voor een laatste cryogene test op NASA's Marshall Space Flight Center.

Bron: Chris Gunn/NASA

eerste generatie objecten na de oerknal en latere quasars of oudere sterrenstelsels. Het infrarood is ook uitermate geschikt om onderzoek te doen aan door stof gedomineerde gebieden in zowel het melkwegstelsel als de ons omringende sterrenstelsels, zoals Spitzer dat eerder gedaan heeft. JWST zal echter een wetenschappelijke reuzenstap maken dankzij zijn veel hogere gevoeligheid en spectraal oplossend vermogen. Nederlandse sterrenkundigen zullen bij het vinden van antwoorden op tal van onderzoeksvragen belangrijke bijdragen gaan leveren. De jarenlange ervaring van de Nederlandse sterrenkunde met infraroodonderzoek via bijvoorbeeld IRAS, ISO, NASA's Spitzer Space Telescope, de Herschel-telescoop en met diverse infrarood- en submillimeterinstrumenten op verscheidene observatoria op aarde (o.a. ALMA) draagt daar zeker toe bij.

Het Europese MIRI zal een cruciale rol spelen in het behalen van deze wetenschappelijke doelen en bijdragen aan het succes van James Webb. MIRI zal met zijn zeer hoge gevoeligheid spectaculaire beelden en spectra gaan leveren van het infrarode heelal. "Wat we in het midden-infrarood hebben gezien met ISO en Spitzer was prachtig. Echter, waarmee JWST-MIRI ons zal verrassen... Zelfs ik kan dat niet met zekerheid voorspellen. Maar ik weet zeker dat er spectaculaire verrassingen zullen zijn", zegt Ewine van Dishoeck.

In de volgende Universum meer over de instrumenten van JWST. 

*Dit artikel is mogelijk gemaakt door bijdragen van Bernhard Brandl, Rieks Jager, Gabby Kroes, Ramon Navarro, Ad Oudenhuisen, Ewine van Dishoeck en Lars Venema.*

Dit artikel verscheen eerder in Eureka!, het tijdschrift van de Leidsche Flesch, de studentenvereniging voor natuur-, sterren- en wiskundigen en informatici van de Universiteit Leiden, in nummer 50, uitgekomen in september 2015.



JWST is zo groot dat deze alleen opgevouwen in de neuskegel van de Ariane 5-raket past. Een half uur na de lancering wordt het zonnepaneel uitgekapt om JWST van energie te voorzien. Het ontplooiën van het zonnescerm en openklappen van de spiegel vindt plaats in de daaropvolgende vier dagen. James Webb komt na dertig dagen in de buurt van L2 en zal na negentig dagen in zijn definitieve baan komen.

Bron: Northrop Grumman

# UniCODE

## Programmeren voor Sterrenkundigen

In deze reeks artikelen leer je programmeren met de programmeertaal Python. Python is een gratis open source programmeertaal, die je kunt gebruiken op bijna alle soorten computers. Als je nog maar net begint met programmeren, en geen idee hebt waar je moet beginnen, begin dan met Anaconda Python 3.7 of hoger. De download vind je hier: <https://www.anaconda.com/>. Natuurlijk gaat onze voorkeur uit naar astronomische berekeningen, maar soms maken we een uitstapje naar iets anders. In deze aflevering gaan we kijken naar Object-Oriented Programming (OOP), oftewel objectgeoriënteerd programmeren. Omdat dat nogal een uitgebreid onderwerp is, is dit deel 1 van een serie artikelen over objectgeoriënteerd programmeren.

## UniCode

Hens Zimmerman  
[henszimmerman@gmail.com](mailto:henszimmerman@gmail.com)

Alle nog volgende afleveringen van onze serie UniCode kun je vanaf nu ook als Jupyter notebook terugvinden op het internet. Dat betekent dat je niet alles hoeft over te typen én dat je kunt experimenteren met de Python code. Superhandig dus. Als je meer over Jupyter wil weten, kun je hier kijken: <https://www.datacamp.com/community/tutorials/tutorial-jupyter-notebook> Voer de code in Jupyter notebooks wel in volgorde van boven naar beneden uit, anders bestaat er een kans dat je foutmeldingen krijgt. De link naar de UniCode Jupyter notebooks is gemakkelijk te onthouden: <http://bit.ly/JWGUniCode> Nog een kleinigheid: als je zelf met Jupyter notebooks bezig wilt, dan is het handig om wat markdown te leren. Dat is een handig taaltje, dat je overal op het internet tegenkomt om documenten mee op te maken. Het is eenvoudiger te leren dan HTML, simpelweg omdat het veel minder commando's kent. <https://www.markdownguide.org/>

## Objectgeoriënteerd programmeren

Objectgeoriënteerd programmeren is een manier van programmeren waarbij je eigenschappen en gedragingen van bepaalde dingen bundelt in objecten. En vervolgens bouw je een computerprogramma dat de communicatie tussen die verschillende objecten regelt.

### Wat is de reden om dat te doen?

De hoofdreden om objectgeoriënteerd te programmeren is om jezelf, de mensen met wie je samenwerkt en uiteindelijk ook de gebruikers van je programma te beschermen. Want als programma's groter en dus meestal ook ingewikkelder worden, wordt het ook steeds lastiger om het overzicht te houden. Een eenvoudig voorbeeld om dit te illustreren.

Stel dat jij en je twee zussen een Python programma gaan maken om een berichtje te sturen als jullie kat voor de deur staat. Boven de deur hangt een camera. Jullie gaan de rollen verdelen. Jij wil graag het grote overzicht houden en het programma vormgeven. Je ene zus stort zich op het probleem van de kat, je andere zus wil wel uitzoeken hoe je die camera kunt bedienen.

Jullie gaan met z'n drietjes achter jouw computer zitten en typen samen aan één Python document waarin de volgende functie staat:

```
def PakPlaatjeVanCameraIsHetOnzeKatStuurDanEmailAanMama():
    # Hier typt je ene zus een enorm verhaal
    # waarmee de laatste foto van de camera
    # binnen wordt gehaald.

    # 100 regels later...

    foto # Hierin zit de laatste foto

    # Hier gaat je andere zus tekeer en
    # 1000 regels later...

    JaHetIsOnzeKat = True

    # Nou ga je een mail sturen aan jullie moeder.
    # Dat is jouw klus, en kost je ook weer 50
    # regels programmacode.

    if JaHetIsOnzeKat:
        # Stuur nu mail aan mama.
        pass
```

Alhoewel dat uiteindelijk misschien best gaat lukken, is het niet handig om samen aan één document te werken. Jullie ene functie wordt honderden regels groot, wat niet echt overzichtelijk is. Stel dat

je zus een betrouwbaardere methode verzint om te ontdekken of het wel of niet jullie kat is, dan moet ze middenin die functie dingen gaan veranderen.

Maar wat nou als die zus na veel uitproberen en nadenken besluit dat ze niet met 100% zekerheid zegt of het wel of niet jullie kat is, maar dat haar code eindigt met:

```
# WaarschijnlijkheidDatHetOnzeKatIs heeft een waarde tussen de 0 en 100 %.
WaarschijnlijkheidDatHetOnzeKatIs = 90
```

Opeens "breekt" jouw code, want je rekende erop dat je zus zou eindigen met JaHetIsOnzeKat, wel of niet, True of False. Hoeveel fijner zou het niet zijn als jullie alledrie aan je eigen stuk Python code kunnen werken en goede afspraken maken? Zus 1 geeft je een Camera object terug, waar je de laatste foto aan kunt vragen.

```
import GeheimeCamera

camera = GeheimeCamera.Camera()

laatste_foto = camera.LaatsteFoto()
```

Je zus geeft je een KatHerkenner object terug, maar wil dan wel graag die laatste foto kunnen gebruiken om vast te stellen of het wel of niet jullie kat is:

```
import KatHerkenner

kat_herkenner = KatHerkenner.Detector(laatste_foto)
```

Nu maak je jouw code op basis van wat het Detector object van je zus als interface gebruikt:

```
onze_kat_staat_voor_de_deur = kat_herkenner.KatHerkend()
```

De code wordt een stuk overzichtelijker voor iedereen. Ook kunnen jullie alledrie aan je eigen programmacode werken. Het enige wat belangrijk is, is dat jullie goede afspraken maken over de interface van de code van je 2 zussen. Jij zegt tegen zus 1: "Het kan me niet schelen wat je doet, als ik maar de functie LaatsteFoto() kan aanroepen om het resultaat daarvan aan zus 2 te kunnen geven. En het kan je ook niet schelen wat zus 2 allemaal doet, als je in haar code maar een functie KatHerkend() kan aanroepen van een Detector object.

Zonder direct in details te treden kun je hieronder zien hoe dat dan uitpakt. We versimpelen het een beetje, maar kat\_herkenner is een object in jouw programma dat op één of andere manier allerlei bezig-



heden achter de schermen uitvoert. Als je zus niet met zekerheid kan zeggen of het wel of niet jullie kat is, die voor de deur staat, dan moet ze nog steeds een functie maken die True of False teruggeeft op de vraag `KatHerkend()`

```
class Detector:
    # ...
    WaarschijnlijkheidDatHetOnzeKatIs = 90
    # ...

    def KatHerkend(self):
        # Gok dat kat voor de deur staat als de
        # waarschijnlijkheid groter dan of gelijk aan 50 is.
        return self.WaarschijnlijkheidDatHetOnzeKatIs >= 50;

kat_herkenner = Detector()

if kat_herkenner.KatHerkend():
    print('Mimi staat voor de deur!')
```

Mimi staat voor de deur!

## Objecten en klassen

Nu je even hebt kunnen snuffelen aan objectgeoriënteerd programmeren, gaan we eerst wat dieper in op wat dat betekent. En daarna kijken we naar hoe dat in Python toegepast kan worden. Tot slot kijken we nog naar een praktische sterrenkundige toepassing.

Wanneer noem je iets een class (klasse) en wanneer is het een object? Nou, een class is een beschrijving van een object. Zo simpel is het. Een class neemt geen geheugen in beslag; het is alleen maar de omschrijving van wat een object dat tot die class behoort kan doen. “Planeet” is een class. Als we het in onze taal over een planeet hebben, is dat niet direct een ding dat in heelal aanwezig is. Pas als je Venus of Mars zegt hebben we het over een ding dat ook echt bestaat en ruimte inneemt. Zo is het in de computer ook ongeveer.

```
# Planeet is de omschrijving van een planeet. Elke planeet.

class Planeet:
    def __init__(self, naam):
        self.naam = naam # Naam van de planeet.

    def omschrijving(self):
        print('Dit is de planeet {}'.format(self.naam))

# Nu kunnen we net zoveel Planeet objecten in het leven roepen
# als we maar willen.

aarde = Planeet('Aarde')
mars = Planeet('Mars')

aarde.omschrijving()
mars.omschrijving()
```

Dit is de planeet Aarde  
Dit is de planeet Mars

Computerprogrammeurs zeggen dat `aarde` een instantie is van de class `Planeet`. Ook `mars` is een instantie van de class `Planeet`. In het stukje code hierboven zijn `aarde` en `mars` objecten, instanties van de class `Planeet`. Zowel `aarde` als `mars` nemen geheugen in beslag en hebben dus ook een adres:

```
# Door alleen het object aan te roepen krijg je het adres
# in het computergeheugen, iets als
# <__main__.Planeet at 0x1505c4fd30>

aarde
```

<\_\_main\_\_.Planeet at 0x1505c4fd30>

## Wat heb je ook alweer aan al die objecten?

We hebben het in het voorbeeld van de `katherkenner` hierboven al min of meer besproken, maar het is prettig om te weten wat de formele voordelen zijn van dat objectgeoriënteerd programmeren. Het is een beetje een droog verhaal, maar zo meteen komen er wat voorbeelden. Tanden op elkaar dus.

## Informatie verstoppert

Eén van de belangrijkste voordelen van objectgeoriënteerd programmeren is dat je bepaalde delen van je code onzichtbaar of zelfs onbereikbaar maakt voor de buitenwereld. Dat betekent niet dat je je programma daarmee sterker beveiligd tegen hackers! Het betekent dat je afsprekt hoe andere delen van je programma met jouw object kunnen praten (de interface, noemt men dat) en de binnenste werking van je object afgesloten houdt. Dat heeft als voordeel dat jij die werking (ook wel implementatie genoemd) kan veranderen, zolang je de inter-

face maar hetzelfde houdt.

De interface van je fiets is bijvoorbeeld dat als je naar voren trapt, dat de fiets dan gaat rijden en als je naar achteren trapt dat ‘ie dan afremt. Het zal jou verder worst wezen hoeveel tanden de tandwielen in je fiets hebben (de implementatie), als die interface maar niet verandert.

## Overerving

Als je programma’s groeien, zul je soms merken dat bepaalde onderdelen erg op elkaar gaan lijken. Als we bijvoorbeeld even teruggaan naar onze `Planeet` class, dan kun je ook bedenken dat er eigenlijk nog een overkoepelende class `Hemellichaam` kan bestaan. Als je een `Hemellichaam` class maakt, dan kun je daar weer nieuwe classes `Planeet`, `Maan`, `Ster`, `Komeet`, enzovoorts van afleiden. Computerprogrammeurs noemen dat overerven. Een beetje zoals jij de kleur van je ogen misschien van je moeder of vader hebt geërfd.

## Polymorfie

Letterlijk betekent polymorfie: verschillende vormen. Binnen het objectgeoriënteerd programmeren betekent het dat je programma vanzelf het verschil kan herkennen tussen `print(1234)` en `print('Universum')`. Want in het eerste geval stuur je een nummer naar de `print()`-functie, en in het tweede geval een string, een tekstregel. Heel knap dat Python daar zonder klagen mee uit de voeten kan! Die `print()`-functie is dus polymorf. Dat wil zeggen dat er achter de schermen verschillende `print()`-functies bestaan, die allemaal dezelfde interface delen, maar automatisch schakelen tussen de versies die nodig zijn om jouw opdrachten uit te voeren.

## Objectgeoriënteerd programmeren volgens Python

Hierboven heb je al gezien dat je met de term `class` een class definieert. Die class heeft zelf functies en variabelen. Die horen dus specifiek bij die class. Je maakt een bundel van functies en variabelen en geeft die hele bundel een naam, bijvoorbeeld `Planeet`. Op die manier heb je dan een class gedefinieerd waar je vervolgens objecten van kan gaan maken.

Voor we een voorbeeld bekijken we even twee dingen:

1) Om te kunnen praten met functies en variabelen binnen jouw object, moet je in Python specifiek zijn door er zelf met een punt voor te zetten. Op die manier weet Python wat je bedoelt. In functies die bij een class horen is `self` altijd het eerste argument. Dat wil zeggen: het eerste ding wat tussen haakjes staat. Zelfs als je het nooit zelf gebruikt!

2) Een class kan een `init`-functie hebben, die automatisch aangeroepen wordt als het object in het leven wordt geroepen. Als je in andere programmeertalen bezig bent geweest ken je dat misschien onder de naam constructor. Zo’n `init`-functie is superhandig om huishoudelijke zaken te regelen die bij de start van een object goed moeten staan.

```
# Onze class Planeet definieert hoe een Planeet object werkt.
# Zie je hoe zowel __init__() als omschrijving() als eerste
# functie-argument self hebben?
```

```
class Planeet:
    # Deze functie wordt vanzelf aangeroepen.
    def __init__(self, naam):
        print('{} wordt aangemaakt!'.format(naam))
        self.naam = naam # Naam van de planeet.

    # Deze functie kunnen we zelf aanroepen.
    def omschrijving(self):
        print('Dit is planeet {}'.format(self.naam))

    # We kunnen natuurlijk altijd kijken wat self is.
    def wat_ben_ik(self):
        print(self)
```

```
far_out = Planeet('Far out')
far_out.omschrijving()
far_out.wat_ben_ik()
```

Far out wordt aangemaakt!

Dit is planeet Far out

<\_\_main\_\_.Planeet object at 0x0000224A47843C8>

De variabelen van je objecten bestaan daadwerkelijk binnen die objecten. Op die manier kun je variabelen met dezelfde naam binnen een object gebruiken en daarbuiten. Als het echt moet kun je in Python wel bij die objecten variabelen maken.

```
class Kat:
    def __init__(self, naam):
        self.naam = naam # Naam van kat.
        self.soort = 'huiskat'

    def Informatie(self):
        print('Ik ben {0}, een {1}'.format(self.naam, self.soort))

# We roepen een kat in het Leven.
mimi = Kat('Mimi')
mimi.Informatie()

# We kunnen rustig zelf ook een variabele soort
# gebruiken, Mimi blijft een huiskat.
soort = 'vliegende vis'
mimi.Informatie()

# Maar desgewenst kunnen we er wel een
# ratelslang van maken! Kijk uit!
mimi.soort = 'ratelslang'
mimi.Informatie()
```

Ik ben Mimi, een huiskat  
Ik ben Mimi, een huiskat  
Ik ben Mimi, een ratelslang

# Overerving (inheritance) is een ingewikkeld begrip! Maar hier is toch  
# een voorbeeld. Je kunt er altijd Later opnieuw naar kijken.

# Zoals we al zeiden kun je boven Planeet nog een "super klasse"  
# Hemellichaam bedenken. Want elke Planeet is ook een Hemellichaam  
# en deelt daar verschillende eigenschappen mee.

```
class Hemellichaam:
    def __init__(self, naam):
        self.naam = naam
        self.warmtebron = 'Geen idee'

    def GeefIkWarmte(self):
        print('Of ik, {0}, warmte afgeef?'.\
              format(self.naam))
        print(self.warmtebron)

# Nu kunnen we zeggen dat een Planeet een Hemellichaam is.

class Planeet(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Nee'

# Maar ook een Ster is een Hemellichaam.

class Ster(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Ja, ik gloei!'

# En nu gebeurt er iets heel bijzonders. Want zowel de
# Planeet als de Ster kunnen vertellen of ze warmte
# afgeven.

aarde = Planeet('Aarde')
aarde.GeefIkWarmte()

wega = Ster('Wega')
wega.GeefIkWarmte()
```

Of ik, Aarde, warmte afgeef? Nee  
Of ik, Wega, warmte afgeef? Ja, ik gloei!

Het wordt nog interessanter als je je realiseert hoe een Planeet ver-  
schilt van een Ster (of een Maan). Dan kun je nog steeds gebruik ma-  
ken van overerving, maar breid je je class uit met zaken die specifiek  
zijn voor dat object.

```
# We breiden ons Hemellichaam nog een beetje uit.
# Het weet nu ook van welke soort het is en kent
# een Informatie() functie die wat over zichzelf vertelt.

class Hemellichaam:
    def __init__(self, naam):
        self.naam = naam
        self.warmtebron = 'Geen idee'
        self.soort = 'hemellichaam'

    def GeefIkWarmte(self):
        print('Of ik, {0}, warmte afgeef?'.\
              format(self.naam))
        print(self.warmtebron)

    def Informatie(self):
        print('Ik ben een {0} en ik heet {1}'.\
              format(self.soort, self.naam))

# Nu kunnen we zeggen dat een Planeet een Hemellichaam is.
```

```
class Planeet(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Nee'
        self.soort = 'planeet'

# Maar ook een Ster is een Hemellichaam.

class Ster(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Ja, ik gloei!'
        self.soort = 'ster'

# Nu maken we een heel zonnestelsel aan.

zonnestelsel = []

zonnestelsel.append(Ster('Zon'))
zonnestelsel.append(Planeet('Mercurius'))
zonnestelsel.append(Planeet('Venus'))
zonnestelsel.append(Planeet('Aarde'))
zonnestelsel.append(Planeet('Mars'))

# Let op! Met slechts twee regels printen we
# hele zonnestelsel, en de Informatie() functie
# van Hemellichaam werkt ook nog voor objecten
# die overerven van Hemellichaam.

for ding in zonnestelsel:
    ding.Informatie()
```

Ik ben een ster en ik heet Zon  
Ik ben een planeet en ik heet Mercurius  
Ik ben een planeet en ik heet Venus  
Ik ben een planeet en ik heet Aarde  
Ik ben een planeet en ik heet Mars

Maar we kunnen nog een stapje verder gaan. Want stel nu dat we van  
planeten ook willen weten hoeveel manen ze hebben. Dan blijkt dat  
onze class Planeet een eigen Informatie() functie kan definiëren. En  
nog steeds snapt Python wat we bedoelen.

```
# We breiden ons Hemellichaam nog een beetje uit.
# Het weet nu ook van welke soort het is en kent
# een Informatie() functie die wat over zichzelf vertelt.

class Hemellichaam:
    def __init__(self, naam):
        self.naam = naam
        self.warmtebron = 'Geen idee'
        self.soort = 'hemellichaam'

    def GeefIkWarmte(self):
        print('Of ik, {0}, warmte afgeef?'.format(self.naam))
        print(self.warmtebron)

    def Informatie(self):
        print('Ik ben een {0} en ik heet {1}'.\
              format(self.soort, self.naam))

# Nu kunnen we zeggen dat een Planeet een Hemellichaam is.

class Planeet(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam, manen):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Nee'
        self.soort = 'planeet'
        self.manen = manen

# Planeet definieert een eigen Informatie() functie.

    def Informatie(self):
        print('Ik ben planeet {0} en ik heb {1} manen'.\
              format(self.naam, self.manen))

# Maar ook een Ster is een Hemellichaam.

class Ster(Hemellichaam):
    def __init__(self, naam):
        Hemellichaam.__init__(self, naam)
        self.warmtebron = 'Ja, ik gloei!'
        self.soort = 'ster'

# Nu maken we een heel zonnestelsel aan.

zonnestelsel = []

zonnestelsel.append(Ster('Zon'))
zonnestelsel.append(Planeet('Mercurius', 0))
zonnestelsel.append(Planeet('Venus', 0))
zonnestelsel.append(Planeet('Aarde', 1))
zonnestelsel.append(Planeet('Mars', 2))

# Let op! Met nog steeds slechts twee regels printen we
# hele zonnestelsel, en de juiste Informatie() functie
# wordt automatisch aangeroepen. Pure magie!
```



```
for ding in zonnestelsel:
    ding.informatie()
```

Ik ben een ster en ik heet Zon  
 Ik ben planeet Mercurius en ik heb 0 manen  
 Ik ben planeet Venus en ik heb 0 manen  
 Ik ben planeet Aarde en ik heb 1 manen  
 Ik ben planeet Mars en ik heb 2 manen

Als je het voorgaande nog helemaal kunt volgen: gefeliciteerd! Dat is één van de belangrijkste dingen van object georiënteerd programmeren. Als je al afgehaakt bent, geen nood! Waarschijnlijk begrijp je een heleboel van dit artikel al wel. Met geduld en veel uitproberen groei je als programmeur.

We kijken nog even naar die veelvormigheid, polymorfie genoemd. Functies die je al gebruikt in Python reageren flexibel op de input die je eraan geeft:

```
# Len() is een polymorfe functie.

# Hier krijgt len() een string, een tekstregel.
l1 = len('Hallo Universum!')
print(l1)

# Maar hier een tuple.
l2 = len((1, 2, 3))
print(l2)

# En hier een list.
l3 = len([1, 2, 3])
print(l3)

# En elke keer roep je toch gewoon dezelfde
# functie len() aan.
```

16  
3  
3

Tot slot nog een voorbeeld van een class Planeet, waarbij je allerlei interessante gegevens over planeten kunt opvragen. En niet alleen dat, we gaan ook het zonnestelsel sorteren!

```
# Wederom maken we een class Planeet. Dat is zeg maar de blauwdruk
# waaruit we een heleboel planeten gaan stampen.

class Planeet:
    # De __init__ functie kun je met 4 of 5 argumenten aanroepen.
    # Want als een planeet 0 manen heeft kun je dat weglaten.

    def __init__(self, naam, afstand, jaar, massa, manen = 0):
        self.naam = naam # Naam van de planeet.
        self.afstand = afstand # Afstand tot de zon (km).
        self.jaar = jaar # Rotatieperiode om zon (dagen).
        self.massa = massa # Massa (kg).
        self.manen = manen # Aantal bekende manen.

    # Elke planeet kan zichzelf omschrijven. Om correct Nederlands
    # te gebruiken zeg je '1 maan', maar ook '0 manen' of
    # '22 manen'. Dat doen we hier met een trucje.
    # self.manen == 1 is namelijk False (0) of True (1).
    # En die uitkomst kunnen we gebruiken als index voor de
    # tuple ('manen', 'maan').

    def omschrijving(self):
        print('Dit is planeet {0} met {1} {2}'.format(self.naam, \
            self.manen, ('manen', 'maan')[self.manen == 1]))

    # Omdat heel veel planeetbanen in aardse jaren worden gegeven,
    # maken we het onszelf makkelijk en definiëren een aards jaar.

    jaar = 365.26

    # Start een lege lijst die we aanvullen met planeten.

    zonnestelsel = []
```

```
# Eén voor één voegen we de planeten toe. Zie je hoe we het aantal
# manen weg kunnen laten voor planeten zonder manen?
```

```
zonnestelsel.append(Planeet('Mercurius', \
    57.9e6, 87.96, 3.3e23))
zonnestelsel.append(Planeet('Venus', \
    108.2e6, 224.68, 4.87e24))
zonnestelsel.append(Planeet('Aarde', \
    149.6e6, jaar, 5.98e24, 1))
zonnestelsel.append(Planeet('Mars', \
    227.9e6, 686.98, 6.42e23, 2))
zonnestelsel.append(Planeet('Jupiter', \
    778.3e6, 11.862 * jaar, 1.9e27, 79))
zonnestelsel.append(Planeet('Saturnus', \
    1.427e9, 29.4571 * jaar, 5.69e26, 62))
zonnestelsel.append(Planeet('Uranus', \
    2.871e9, 84.07 * jaar, 8.68e25, 27))
zonnestelsel.append(Planeet('Neptunus', \
    4.4971e9, 164.81 * jaar, 1.02e26, 13))
```

```
# Zonnestelsel is nu een lijst met alle bekende
# planeten en wat gegevens daarover. We hebben ze
# in volgorde van afstand tot de zon ingevoerd.
# Maar wat nou als we ze in aantal manen willen
# sorteren? Je kunt de hele list zelf sorteren
# met de sort() functie. Je moet dan aangeven
# volgens welke key(sleutel) je wilt sorteren.
```

```
print('Zonnestelsel gesorteerd op aantal manen')
```

```
zonnestelsel.sort(key=lambda x: x.manen)
```

```
for planeet in zonnestelsel:
    planeet.omschrijving()

print('Zonnestelsel gesorteerd op aantal massa')
print('maar... van groot naar klein!')
zonnestelsel.sort(key=lambda x: x.massa, reverse=True)
```

```
for planeet in zonnestelsel:
    print('{0} - {1} kg'.format(planeet.naam, planeet.massa))
```

```
# Kun jij het zonnestelsel sorteren op
# rotatieperiode om de zon? Succes!
```

Zonnestelsel gesorteerd op aantal manen  
 Dit is planeet Mercurius met 0 manen  
 Dit is planeet Venus met 0 manen  
 Dit is planeet Aarde met 1 maan  
 Dit is planeet Mars met 2 manen  
 Dit is planeet Neptunus met 13 manen  
 Dit is planeet Uranus met 27 manen  
 Dit is planeet Saturnus met 62 manen  
 Dit is planeet Jupiter met 79 manen

Zonnestelsel gesorteerd op massa  
 maar... van groot naar klein!  
 Jupiter - 1.9e+27 kg  
 Saturnus - 5.69e+26 kg  
 Neptunus - 1.02e+26 kg  
 Uranus - 8.68e+25 kg  
 Aarde - 5.98e+24 kg  
 Venus - 4.87e+24 kg  
 Mars - 6.42e+23 kg  
 Mercurius - 3.3e+23 kg 

# De piramides zijn GEEN kaart van Orion

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 nieuwe serie gaan we een paar foute ideeën langs. Dit keer over de piramides in Egypte.

Kijk eens goed naar Orion. Het is een mooi sterrenbeeld met in het midden drie sterren op een rijtje, en daaronder het zwaard met de Orionnevel. De linkerschouder (Betelgeuze) is helder en roodachtig. De rechterschouder (Rigel) is één van de helderste sterren aan de hemel. Orion is in de hele wereld goed te zien en komt voor in allerlei oude verhalen. Ook in Egypte hebben ze oude verhalen over de sterrenbeelden.

Bij de Egyptische stad Gizeh staan drie beroemde piramides op een rij. Zo'n 40 jaar geleden keek Robert Bauval, een Belgisch-Egyptische ingenieur en amateur-Egyptoloog, er eens goed naar. De piramides bleken niet precies netjes op een rijtje te staan! Er zit namelijk een beetje een knik in de rij. Dat is vreemd. Waarom zouden de Egyptenaren die piramides niet netjes op een rijtje hebben gebouwd? Ze konden immers heel goed meten en heel precies bouwen. Het viel ook op dat ze niet allemaal even groot zijn: de meest westelijke, Mykerinos, is wat kleiner dan de andere twee.

## Een hemelse kaart?

Op een avond in november 1983 was Bauval met zijn gezin aan het barbecueën in de woestijn van Saoedi-Arabië. Een vriend van hem wees op het sterrenbeeld Orion en vertelde hoe je, door de lijn door de drie sterren in de 'gordel' door te trekken, bij Sirius uitkwam. "Nou ja," sprak hij, "de drie gordelsterren staan niet precies op één lijn. Als je goed kijkt, zie je dat de kleinste, de bovenste, een beetje naar het noorden afwijkt."

Robert Bauval keek omhoog en hij zag dezelfde knik als hij kende van de piramides! En dat sterretje aan de rand was net iets minder helder dan de andere twee. In afbeelding 1 kun je het zelf ook zien. Dat kon toch geen toeval zijn!? Bauval wist als amateur-Egyptoloog dat de sterrenhemel voor de Egyptenaren best belangrijk was en hij ging verder onderzoek doen.

Het eerste resultaat van Bauval zie je in Afbeelding 2: Bauval vond nog twee andere piramides die best eens

# FOUT

de rechterschouder en linkervoet van Orion konden zijn. Ook vond hij nog twee piramides die matchen met de plek waar je aan de hemel de Hyaden – de open sterrenhoop in de Stier – kunt zien. Om het nog mooier te maken zou de rivier de Nijl dan wel eens de Melkweg kunnen zijn. Bauval wist het zeker: de piramides zijn niet zomaar neergezet, het is een soort sterrenkaart! Veel mensen geloofden hem. Ook in Universum is er eind vorige eeuw een heel artikel over geschreven.

## Of nog eens goed kijken?

Twee dingen vallen meteen op als je goed kijkt: juist op de plek van de twee helderste sterren van Orion zijn geen piramides gebouwd. Verder zie je dat je Orion op z'n kop moet zetten om het kaartje te laten 'passen' (let op de richting van het noorden in de foto in Afbeelding 1!). Normaal wijzen de voeten van Orion immers naar het zuiden toe en zijn schouders naar het noorden.

Laten we nog eens nauwkeuriger kijken naar de drie gordelsterren en die vergelijken met de drie piramides. In Afbeelding 3 zijn de sterren ingetekend op de luchtfoto van de piramides. Er is zo ingezoomd dat de top van de linker- en de middelste piramide precies overeenkomen met twee van de drie sterren. De sterren aan de hemel verschuiven gedurende vele jaren heel langzaam van plaats. Daarom staat in Afbeelding 3 niet alleen de huidige plek van de sterren (rode punten), maar ook waar ze stonden toen de piramides gebouwd werden (blauwe punten). Je ziet dat de meest rechter piramide dan niet precies op de goede plek staat.



Boven: de bekende piramides van Gizeh in Egypte. De grote drie heten van links naar rechts: Mankoure (Mykerios), Khafre (Khephren) en Cheops (Kheops).

Bron: Wikipedia



Zoals gezegd konden de Egyptenaren heel precies meten en bouwen, dus als ze echt precies waren, hadden ze hem heus wel op de goede plek gezet. Ook opvallend in Afbeelding 3: je moet het noorden en zuiden niet precies verwisselen: het noorden aan de hemel ("North in Sky") is immers niet precies, maar ongeveer tegenovergesteld aan het noorden op aarde ("North on Earth").

Als je goed kijkt naar Afbeelding 2 zie je trouwens ook dat de twee andere piramides die een ster van Orion moeten voorstellen niet bepaald op de juiste plek staan. Al met al is het wel duidelijk: de piramides van Egypte zijn géén kaart van de sterrenhemel.

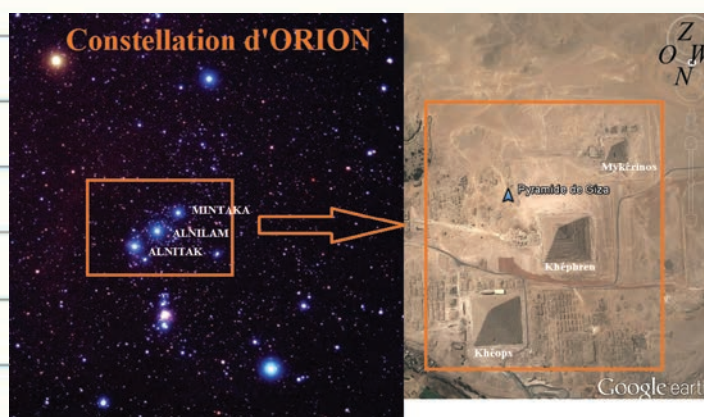
## Je vindt altijd wel wat...

Robert Bauval is er dus lekker ingetrapt: je ziet een knik in een lijntje van drie sterren en ziet diezelfde knik ook op een landkaart, dus je bedenkt een theorie dat de piramides een sterrenkaart zijn. In de donkere, vroegere, Egyptische woestijn waren echter zo'n 4000 sterren met het blote oog zichtbaar. Met zoveel sterren vind je altijd wel iets als je een overeenkomst zoekt.



Boven, Afbeelding 2: Boven een kaart van de winterhemel met enkele sterren en onder een stukje van de kaart van Egypte met de diverse piramides.  
Bron: Universum, 1998.

Rechts, Afbeelding 1: Het sterrenbeeld Orion met de drie sterren van de gordel. Recht de drie piramides van Gizeh van bovenaf gezien.  
Bron: karakais.blogspot.com



Het enige wat je moet doen is vaak in- of uitzoomen en de kaart maar alle kanten op draaien. Het kan vast ook wel met andere sterren aan de hemel, als je maar lang genoeg zoekt.

Dat de Egyptenaren "sterren nou eenmaal belangrijk vonden" is ook niet zo'n goed argument. Belangrijk is dat we dan ook moeten weten waarom ze een sterrenkaart zouden bouwen van piramides. En waarom Orion? Bauval wist immers best dat Sirius de belang-

rijkste ster voor de Egyptenaren was. Als de Egyptenaren al een sterrenkaart zouden bouwen, dan zouden ze eerder een piramide bouwen met Sirius als middelpunt. Maar Sirius was niet het middelpunt. Als ze dan al Orion zouden uitkiezen, hadden we daar een hele goede reden voor moeten weten. Als Bauval kritischer was geweest, dan had hij zijn onderzoek dus heel anders aangepakt en had hij al snel gezien dat zijn ideeën niet klopten!

Rechts, Afbeelding 3: De piramides en de gordelsterren van Orion op elkaar gelegd. Ze passen niet precies over elkaar! En het noorden voor de sterren is ongeveer het zuiden voor het land.  
Bron: sjrdesign.net



## Wetenschap wordt steeds beter

Soms lijkt het alsof wetenschappers het altijd met elkaar eens zijn. Dat is zeker niet zo! Er is juist altijd discussie over van alles. Maar het mooie is dat er dan meer onderzoek komt. Door het nieuwe onderzoek komen we er dan achter wie er gelijk heeft. Soms duurt dat een paar weken, maar soms duurt dat wel honderd jaar. Zo maakt de wetenschap zichzelf steeds beter.

Helaas zijn er tegenwoordig veel mensen die van alles roepen op internet zonder goed onderzoek gedaan te hebben. Gelukkig hebben we wetenschappers die na goed onderzoek, veel discussie en nog meer onderzoek wél weten hoe het zit. Of ze zeggen eerlijk dat het nog niet bekend is, maar er wel ideeën over zijn die men goed en op de juiste manier onderzoekt. Wie zou jij vertrouwen?

# Vergeten in de Melkweg

Martijn Wilhelm

Katy woont in een vergeten kolonie op een vergeten planeet. Ze droomt ervan ooit de wildernis in te trekken en de wereld te zien, maar niemand wil het vertrouwde dorp verlaten. Als ze op een dag het bos in gaat, wordt ze gevangengenomen door vreemden, die maar net verstaanbaar spreken...

Verstijfd van angst kijk ik naar Yanna, die even bang terugkijkt. Hoe kan dit gebeuren? Er is op deze planeet toch niemand buiten ons dorp, niemand die we niet kennen? Maar waarom word ik nu vastgehouden door een vrouw die ik nauwelijks kan verstaan?

Vanachter een boom komt een man vandaan. Hij heeft een korte grijze baard en draagt een groene broek en jas; dezelfde kleur als de mouw die ik vanuit mijn ooghoek kan zien. De man kijkt me met een strenge blik aan terwijl hij naar me toe loopt. Hij buigt voorover om me recht aan te kijken, en zegt, 'Sorry ben'k, julle moet roepnie. Grijpje? Julle roepnie en wie laatlos.'

Ik knik en voel dat de armen me loslaten. De man kijkt naar Yanna, die ook knikt. Zodra ze los is rent ze naar me toe en slaat haar armen om me heen.

'Wie zijn dit?' fluistert ze, 'Wat willen ze van ons?'

'Geen idee,' fluister ik terug, en wend me tot de man met de grijze baard. 'Wie zijn jullie? Waar komen jullie vandaan? Wat komen jullie hier doen?'

De man trekt zijn wenkbrauwen op en lacht kort. 'Tuurlijk onser taal zelfbennie. Skuus. Maar grijpjulle me?'

Ik knik voorzichtig; hij praat vreemd, maar ik versta hem wel.

'Goed,' gaat hij verder, 'wie ons introtuksieren. Frerik ben'k. Da Dennil benne,' hij wijst naar de man die Yanna had vastgehouden, een man met een klein brillettje en kort stekeltjeshaar, 'en Lela,' en hij wijst naar de vrouw die mij vasthield, die ik nu eindelijk ook kan zien. Ze heeft een mager gezicht en haar haar zit in een klein knotje in haar nek.

'Wie vekkenners vande Niewklonie zinne. Wie zoekke

Oetklonie.'

Ik kijk hem fronsend aan. 'Wat zijn Niewklonie en Oetklonie?'

'Skuus jongmeid. Oetklonie froeker onser woonplek ware, julle woonplek dus, voor wie vetrokken en Niewklonie onser woonplek werde.', antwoordt de oude man die Frerik heet.

Mijn mond valt open van verbazing. 'Maar dan zijn jullie de mensen die met Erik Delarue de wildernis in waren getrokken! We dachten dat jullie het daarbuiten niet hadden overleefd, we hebben al die vierhonderd jaar niets van jullie gehoord...' Ik kan het niet laten om te lachen. 'Maar dan kan het dus toch! Je kan daarbuiten overleven!'

'Wie indeddaad nakkomlings vande Delaroe zinne. En wie hatten indeddaad overgeleefd in wild.', zegt Frerik en zijn stem zwelt van trots. 'Wie met nieks startte, maar wie hatten alse opweerbouwd. Wie hatten zellefs weer ellektronieks'. Hij steekt een hand in zijn jasje en haalt er een klein doosje uit. Ik kijk er nieuwsgierig naar; er zitten een paar knoppen op, een soort roostertje en een antenne.

'Da onser commucator benne. Maar da nieks zo best als Oetklonie-commucator benne. Wensje vastgehouden?' Frerik reikt hem me aan. Ik knik gretig en neem hem aan, bekijk hem van onder tot boven. Het apparaat is hoekig en de schroeven zijn groot. Het ziet er simpel uit vergeleken met de apparaten die we in ons dorp hebben. Maar deze is in elkaar gezet door mensen hier, op deze planeet, waar niks zou moeten zijn. 'Je mag da best houden als je wens.'

'Kapten, sorry ben'k voor minne onbleefdheid, maar wie hier zinne om Oetklonie

te zoeken, nie om onser uirrusting aan de plaatseke jeugd geef.' De stem van Lela, de vrouw die mij had vastgehouden, is kil en afgemeten.

'Geduld, lutnant, daar komme ik just toe. Jongmeid,' en hij richt zich weer tot mij, 'zou je ons messien naar Oetklonie brengen kunne? Nu wie hier zinne wens wie het graag zien.'

Is het een goed idee om ze te laten zien waar het dorp is? Misschien willen ze wel spioneren of iets stelen. Maar we kunnen schreeuwen als er iets is, er zijn toch altijd mensen in de buurt. En als we vrienden met ze blijven kunnen we samenwerken. Wie weet wat ze nog meer hebben naast hun communicatoren! Misschien komen we samen zelfs van de planeet af. Ik kijk naar Yanna. Die knikt voorzichtig, en ik zie het begin van een glimlach op haar lippen. 'Goed,' zeg ik tegen Frerik. 'We laten jullie het dorp zien.'

'Kapten, ik moet prosetseren. Wie weet hellemaal nieks vande dorrep. Dees kinder lijk nie bang of vieandig, maar van der volwasnen weten wie nieks. Wie moeten voorzicht zinne.' Lela is bij ons komen staan en praat druk tegen Frerik.

'Je gelijk hatte lutnant, wie bester stiljes Oetklonie ingaan kunne. Kinder, julle ons naar binnen krijgen kunne zonder zien te werde?'

Ik denk even na. In de velden zijn mensen aan het werk, dus op de gewone wegen zouden we gezien worden. Maar misschien...

'We kunnen via de bosjes langs de rivier. Daar kan je je heel goed verstoppen. Maar we mogen er nooit spelen omdat we vies worden.'

'Hoor julle dat, minne lutnants? Wie door modder krupen gaan! Gaat u voor, jong-





meids. Zeg, ik julle namen nog niet gehoord hatte...'

Als we eenmaal weer in het dorp zijn zitten mijn handen en knieën onder de modder. Mijn moeder gaat niet blij zijn vanavond. We rennen vanuit de laatste bosjes naar het eerste huisje van het dorp en verschuilen ons achter de muur naar de rivier toe. Het dorp is tegen de rivier aangebouwd, en op de andere oever staan alleen boomgaarden. Oogsttijd is pas over een maand en dus komt er bijna niemand.

De derde van de vreemdelingen, de jonge man die Dennil heet, bestudeert de muur van het huisje. 'Dit mettal hatte ik nooit nog gezien! De Ruimtevaarders echt geweldig ware.'

'Katy, zou je ons den Commandocentrale laten zien kunne?' vraagt Frerik. Ik knik, maar voel een kleine steek van wantrouwen.

'Waarom wil je die zo graag zien? Dat is waar onze zonnepanelen zijn. En de communicatietoren. En de bibliotheek.'

'Skuus, tuurlijk da vedacht benne. Maar de Commandocentrale een blangriekke plek voor ons benne. Het benne waar wie met de Ruimtevaarders praten kunne. Ik bloof je dat wie nieks van plan zinne.' Frerik glimlacht weer. Hij doet me aan mijn opa denken, als hij met honingsnoepjes langs kwam.

'Okay, we brengen jullie er naartoe, maar we gaan niet naar binnen. Er zijn toch altijd mensen.'

Frerik knikt en wenkt de anderen. Ik kijk om het hoekje van het huis en zie niemand. We rennen langs de rivier naar het volgende huis en duiken daar weer achter. Het is net een spannend spelletje verstopptje.

We zijn bijna bij de Commandocentrale als ik om de hoek van een huis kijk en Nina zie. Ze komt een zijstraatje uitlopen richting de rivier. Ik duik snel weer achter de muur maar ben te laat. Op haar gezicht kon ik zien dat ze me gezien heeft en ze komt op me af. Ik draai me om naar de anderen en leg een vinger op mijn lippen. Dan stap ik weer om

de hoek.

'Nina! Wat doe jij hier?'

'Hey Katy! Oh, ik ben wat boodschappen aan het doen. En jij? Verstopptje aan het spelen?'

Ik zet nog een paar stappen naar haar toe en lach ongemakkelijk. 'Dat kan je wel zeggen ja. Maar ik moet me weer verstoppen voor ik gezien word. Tot morgen op school!'

Nina kijkt me fronsend aan. 'Maar waarom stapte je dan tevoorschijn? Wat als iemand anders je zag? En met wie ben je eigenlijk aan het spelen?'

Ze probeert om me heen te lopen om achter het huis te kijken. Ik ga snel voor haar staan om haar zicht te blokkeren.

'Dat is geheim! Straks ondervragen ze jou en dan weten ze wie hier zit!'

Ik kijk wanhopig rond en zie achter haar Cody, een jongen uit onze klas, langslopen. 'Oh nee daar is hij! Snel, doe alsof ik er niet ben!'

Ze draait zich om en ik duik snel weg. Ik hoor haar voetstappen langzaam weggaan, en hoor dan zachtjes, 'lukt het al met ze vinden Cody? Ik heb geen idee waar ze zitten!'

Ik zucht diep. Dat ging net goed!

Na een halve minuut kijk ik weer voorzichtig om het hoekje. De straat is weer leeg. Ik wenk naar de anderen, en snel schieten we achter het huis vandaan, naar de volgende.

De Commandocentrale ligt ook aan de rivier, naast de enige brug erover. De straten worden hier breder en er zijn meer mensen. Er zijn nog twee huizen tussen ons en het plein voor de Commandocentrale, maar ik durf niet dichtbij te komen.

De Commandocentrale is een groot gebouw, de enige in het dorp van drie verdiepingen. Erbovenop staat ook nog een grote spitse toren: de communicatietoren, waarmee we contact kunnen maken met ruimteschepen die om de planeet vliegen. Hij is al achthonderd jaar niet meer gebruikt. Maar de school zit er ook in, en we vieren er feestdagen, zoals Landingsdag. Ze zeggen dat dit het eerste gebouw was

dat hier werd neergezet.

De drie buitenstaanders kijken hun ogen uit. Dennil wijst naar de top van de communicatietoren, waar een schotel omhooggericht staat. Ze praten druk met elkaar, fluisterend en te snel voor mij om te volgen.

Ik kijk ongemakkelijk om me heen. Sinds we hier zitten zijn er al een aantal mensen langsgelkomen, maar die kwamen niet bij ons in de buurt. Nu komt er een groepje mensen de Commandocentrale uit gelopen. Ik herken meester Jeff van school, en mevrouw Shu, de burgemeester. De derde persoon herken ik ook. Het is mijn vader!

Ze lopen pratend de weg langs de rivier af, en gaan dus vlak langs ons komen. Ik tik Frerik op zijn schouder en wijs. Hij knikt en tikt ook Lela en Dennil aan. Allemaal trekken we ons terug achter het huisje en drukken ons tegen de muur.

Ik kijk nu recht voor me uit, naar de zon die ondergaat achter de fruitbomen. Als ik dat zie bedenk ik me iets. Avondeten! Mijn vader is natuurlijk op weg naar huis. Ik kijk Yanna aan, die terugkijkt en een grimas trekt.

'Uhm, Frerik,' begin ik zachtjes, 'Het is bijna tijd voor avondeten, en mijn ouders gaan zich zorgen maken als ik er niet ben.'

Hij kijkt me aan, een beetje teleurgesteld, maar hij knikt. 'Ik begriep hellemaal. Wie ons inde bosjes terugtrek, do waar wie het dorrep inkwam. Kun-julle morregevroeg weer kom? Ik enkeler vragen stelwens.'

'Natuurlijk! Ik kom zodra ik kan. Ik moet waarschijnlijk wel klusjes doen. Maar tot morgen! Kom, Yanna!'

Ik trek Yanna mee de hoek om en loop naar de straat. In de deuropening staat een oude vrouw een kleedje uit te kloppen. 'Dag mevrouw Innovich! Eet smakelijk!'

'Dag Katy! Dag Yanna! Zo, jullie hebben lekker lopen spelen zo te zien!'

Ze moest eens weten. Grijnzend loop ik verder. 🌌

# Boekrecensie:

## Scott Kelly - Een jaar in de ruimte

Elise Sänger

- 340 dagen zonder gewicht
- 400 experimenten in het ISS
- 10.880 zonsopkomsten
- 231.498.542 afgelegde kilometers

NASA-astronaut Scott Kelly vertelt in zijn boek "Een jaar lang in de ruimte: een leven lang astronaut" over zijn jaar lang durende missie naar het ISS (International Space Station). De hoofdstukken waarin hij vertelt over zijn leven aan boord van het ISS worden afgewisseld met hoofdstukken over alles wat voorafging aan deze missie. Van zijn moeilijke jeugd, via zijn opleiding tot gevechtspiloot, tot aan het moment dat hij aan boord stapt van de Sojoezraket.

Scott Kelly is opgegroeid in New Jersey met zijn ouders en tweelingbroer Mark. Hij was een slecht te motiveren leerling tot hij op de universiteit een boek las wat hem inspireerde om straaljagerpiloot en uiteindelijk astronaut te worden. Vanaf dat moment deed hij er alles eraan om zijn droom om piloot te worden van de Space Shuttle te verwezenlijken. Hierbij vertelt hij over zijn opleiding tot militair piloot en vervolgens zijn opleiding tot astronaut. Ook vertelt hij over zijn eerste missie met de Space Shuttle. Hij vertelt hierbij niet alleen over de leuke momenten en alles wat goed gaat, maar ook over momenten waarop er van alles misgaat. Hij vindt de slechte momenten net zo belangrijk als de goede momenten, omdat je veel leert van fouten maken en onder stress presteren. Voor zijn leven als astronaut is zijn deze ervaringen heel belangrijk geweest.

Als Scott Kelly in het ISS aankomt moet hij weer erg wennen aan de veranderingen die zijn lichaam ondergaat, ondanks dat hij er al eerder op missie is geweest. Hij vertelt over hoe het dagelijks leven in het ISS er aan toe gaat en wat allerlei apparaten in het ISS doen. Ook vertelt hij over de experimenten die hij moet uitvoeren, inclusief de extra medische experimenten waarin hij het proefkonijn is. Het doel van zijn missie is namelijk om te kijken wat de effecten op het menselijk lichaam zijn bij een langere tijd in de ruimte zijn. Ook vertelt hij over zijn ruimtewandelingen, waarvan er eentje bijna fataal afliep



voor zijn mede ruimtewandelaar omdat die een verkeerde hendel overhaalde op zijn ruimtepak. Scott Kelly vertelt ook over leuke momenten zoals verjaardagen, en hoe mooi de aarde is vanaf het ISS gezien. Hij schuwt niet om over emotioneel moeilijke momenten te schrijven, zoals wanneer zijn schoonzus neergeschoten werd en hij er niet kon zijn voor zijn familie omdat hij vast zat in het ISS. Door dit soort verhalen wordt duidelijk dat astronaut zijn niet alleen maar rooskleurig is.

"Een jaar in de ruimte" is veel meer dan alleen een boek over het leven van een astronaut. Scott Kelly laat zien dat het belangrijk is om hard te werken om je dromen waar te laten worden en dat je elke kans hiertoe moet aangrijpen. Dit doet hij door in detail te schrijven over zijn ervaringen en gevoelens. Hierdoor is zijn verhaal informatief en spannend, maar vooral een stuk menselijker geworden. De pagina's met kleurenfoto's zijn een erg leuke toevoeging aan zijn verhaal.

Al met al is "Een jaar in de ruimte: een leven lang astronaut" een aanrader voor iedereen die meer wil weten over hoe het is om een astronaut te worden en te zijn. 🌌





# Contactpagina

| Algemeen                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kampen                                                                                                                                                                                                          | Afdelingen                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>JWG:</b><br>Zonnenburg 2<br>3512 NL Utrecht<br>(06) 426 942 37<br>jwg@sterrenkunde.nl<br><br><b>Afdelingen:</b><br>afdelingen@sterrenkunde.nl<br><br><b>Vrijwilligers:</b><br>jwg-vrijwilligers@sterrenkunde.nl<br><br><b>Universum:</b><br>universum@sterrenkunde.nl | <b>Jongerenkamp:</b><br>jwg-joka@sterrenkunde.nl<br><br><b>Ouderenkamp:</b><br>jwg-ok@sterrenkunde.nl<br><br><b>Paaskamp:</b><br>paaskamp@sterrenkunde.nl<br><br><b>Winterkamp:</b><br>jwg-wika@sterrenkunde.nl | <b>Amsterdam:</b><br>jwg-amsterdam@sterrenkunde.nl<br><br><b>Groningen:</b><br>secretaris.jwg.groningen@gmail.com<br><br><b>Leiden:</b> jwgleiden@gmail.com<br><br><b>Utrecht:</b><br>jwg-utrecht@sterrenkunde.nl |

## Facebook

Blijf op de hoogte van al onze activiteiten via

<https://www.facebook.com/jongerenwerkgroepvoorsterrenkunde/?fref=ts>

## Lid worden?

Lid worden van de JWG kan eenvoudig door het lidmaatschapsformulier op onze website in te vullen: [www.sterrenkunde.nl/jwg/lidmaatschap](http://www.sterrenkunde.nl/jwg/lidmaatschap). Je krijgt dan binnen enkele dagen per e-mail een bevestiging van je JWG-lidmaatschap.

Leden van de JWG krijgen vier keer per jaar dit tijdschrift thuisgestuurd. Verder kunnen onze leden gratis of met korting deelnemen aan alle activiteiten van de JWG, zoals bijeenkomsten, excursies en kampen.

Lid worden van de JWG kost slechts € 29 per jaar. Extra leden uit hetzelfde gezin (geen extra Universum) betalen € 14, en wie na de zomer lid wordt betaalt voor het lidmaatschap tot en met december € 19.

## Ledenadministratie

Heb je een vraag over je lidmaatschap, contributie of een bestelling? Je kunt hiervoor contact opnemen met onze ledenadministratie. Dit kan via e-mail ([jwg-bureau@sterrenkunde.nl](mailto:jwg-bureau@sterrenkunde.nl)), maar ook kun je telefonisch op nummer (06) 174 437 25 contact hierover opnemen.

## Adverteren

Geïnteresseerd in adverteren in ons verenigingstijdschrift? Of heb je een goed idee voor samenwerking? Voor meer informatie over adverteren kun je contact opnemen met onze tijdschriftredactie via [universum@sterrenkunde.nl](mailto:universum@sterrenkunde.nl). Ook op onze website kun je alle informatie vinden: [www.sterrenkunde.nl/jwg/adverteren](http://www.sterrenkunde.nl/jwg/adverteren)

## Verhuizing

Wil je je verhuizing doorgeven? Stuur het nieuwe adres naar de ledenadministratie (vermeld even om wie het gaat) of vul het adreswijzigingsformulier op de website in.

# Activiteiten

## Bijeenkomsten

**Utrecht:** 23 maart, 13 april, 25 mei

**Leiden:** 8 maart, 12 april, 10 mei

**Groningen:** 30 maart

**Amsterdam:** 13 april, 15 juni

Voor alle informatie, zie de afdelingspagina's op de JWG-website.

## Paaskamp

**Data:** do 18 april t/m ma 22 april

**Leeftijd:** 8 t/m 13 jaar.

**Locatie:** De Roerdomp, Westelbeers, Noord Brabant

Aanmelden op de JWG-website:

[www.sterrenkunde.nl/jwg/paka](http://www.sterrenkunde.nl/jwg/paka)



VERVOLG VAN PAGINA 19!

