

# 39

Juli 2002

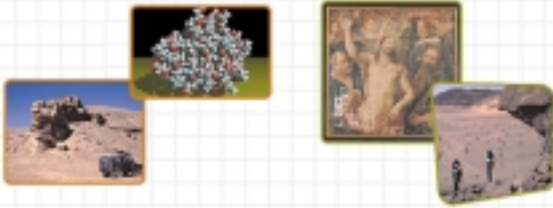
# SPACE CONNECTION



**DOSSIER** Op zoek naar  
buitenaards leven

# Wetenschap vind je overal

behalve in een donker hoekje



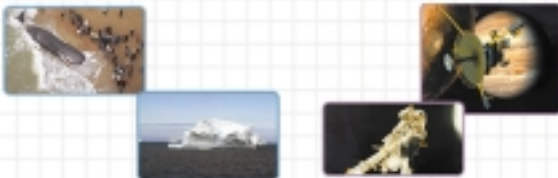
De Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (DWTC) bouwden speciaal voor de jeugd een nieuwe interactieve website.

De DWTC worden aldus de eerste overheidsadministratie van het land die zijn activiteiten aan een jong publiek voorstelt.

## De 'jongerensite' van de DWTC is er !

"Wetenschap vind je overal" biedt een staalkaart van de activiteiten die onderzoeksteams verrichten in verband met ruimtevaart, nieuwe technologieën, de Noordzee, het restaureren van kunstwerken, milieubeheer, aardobservatiesatellieten enz.

Men vindt er allerlei tests, een beeldenbank, links, een tweetalig glossarium, enz. De bezoeker kan tevens zijn mening kwijt of zelf een bijdrage leveren.



<http://www.belspo.be/young>

## Inhoud



**Dossier** : Op zoek naar buitenaards leven

- 03 Inleiding
- 05 Een oud idee
- 10 Leven, de kosmische connectie
- 15 Op zoek in het zonnestelsel
- 20 Exoplaneten
- 23 Intelligent buitenaards leven?
- 26 Actualiteit



**Federale diensten voor  
wetenschappelijke, technische  
en culturele aangelegenheden  
(D.W.T.C.)**

Space Connection is een nieuwsbrief uitgegeven door de Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden (D.W.T.C.). Deze nieuwsbrief informeert over recente verwezenlijkingen in de ruimtevaart en richt zich in het bijzonder tot de jeugd.

Space Connection gratis ontvangen?

Stuur uw naam en adres naar:

**Cel e-info  
Secretariaat-generaal  
D.W.T.C.**

Wetenschapsstraat 8  
1000 Brussel  
of stuur een e-mail naar  
dhae@belspo.be

<http://www.belspo.be>

**Verantwoordelijke uitgever:**

Ir. Eric Beka  
Secretaris-generaal van de D.W.T.C.

**Redactie:**

Cel e-info  
Secretariaat-generaal  
D.W.T.C.  
Wetenschapsstraat 8  
1000 Brussel

**Externe medewerking:**

Benny Audenaert, Paul Devuyst,  
Christian Du Brulle, Théo Pirard,  
Steven Stroeykens (dossier).

**Coördinatie:**

Patrick Ribouville

**Abonnementenbeheer:**

Ria D'Haemers  
e-mail: dhae@belspo.be

**Foto voorpagina:**

De Orionnevel, gefotografeerd door de ruimtetelescoop Hubble. Uit gas- en stofwolken zoals deze worden sterren en planeten geboren. (NASA)

**Nummer 39 - Juli 2002**

## Inleiding

# Op zoek naar *buitenaards* leven

Zijn wij alleen in het heelal? Weinig vragen spreken zo tot de verbeelding als de vraag of er ook buiten de aarde leven voorkomt in ons heelal. Is onze aarde de enige planeet waarop leven tot ontwikkeling is gekomen? Of is er elders, misschien vele lichtjaren ver weg, onder het licht van een vreemde zon, nog een



↑ Ooit werd gedacht dat er op de maan leven voorkwam. (NASA)

plaats waar levende wezens geboren worden, ster-  
ven, zich voeden en zich voortplanten? En kijken  
zij misschien ook met verwondering naar het  
heelal, zich afvragend of ze alleen zijn?

Het is een vraag die in diverse vormen al sinds  
eeuwen gesteld wordt. Ze heeft aanleiding gegeven  
tot veel speculatie en fantasie. De jongste tijd  
wordt er echter steeds meer wetenschappelijk

onderzoek naar verricht. Er groeit een heel vakgebied, de *astrobiologie* of *exo-  
biologie*, waarin wetenschappers met diverse achtergronden, van biologen over  
geologen tot sterrenkundigen, zich buigen over de mogelijkheid en de opsporing  
van buitenaards leven, en waarin het aardse leven in een wijder, kosmisch  
perspectief bekeken wordt. Een definitief antwoord is uit dat onderzoek nog niet  
voortgekomen, maar de toekomst ziet er veelbelovend uit.

In dit dossier bekijken we eerst kort de geschiedenis van deze prangende, ja zelfs  
existentiële vraag. Vervolgens vragen we ons af hoe waarschijnlijk het is dat er  
buitenaards leven bestaat, dit in het licht van recente wetenschappelijke inzich-  
ten. En we gaan na of er binnen en buiten ons zonnestelsel plaatsen zijn waar  
we dergelijk leven zouden kunnen aantreffen. We bekijken tevens de pogingen  
die gedaan worden om (al dan niet intelligent) buitenaards leven op te sporen.

**Dossier** Op zoek naar buitenaards leven

# Een oud *idee*

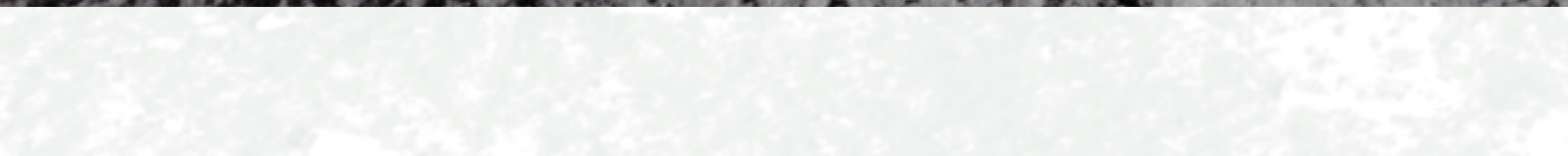
*Al in de klassieke oudheid dook hier en daar het idee op dat andere hemellichamen zoals de maan, net als de aarde bewoond konden zijn. Onder meer de Romeinse dichter Lucretius had het al over andere bewoonde werelden.*

**D**e opvatting dat er elders in het heelal plaatsen waren die leken op de aarde, paste in de "atomistische" filosofie, waarin het heelal vaak als oneindig groot en 'homogeen' beschouwd werd – overal kwam dezelfde soort materie voor, opgebouwd uit dezelfde bouwstenen.

Maar dit soort ideeën speelde geen dominante rol in het denken. In het veel invloedrijkere wereldbeeld van Aristoteles nam de aarde een unieke centrale positie in,

en was het ondenkbaar dat er tussen de hemelsferen nog plaatsen zouden zijn die op de aarde leken, met leven zoals wij dat kennen.

Pas veel later, toen door het werk van onder anderen Copernicus, Tycho, Kepler en Galileï het heliocentrische beeld van het zonnestelsel stevig had postgevat, en toen astronomen zich gingen realiseren dat de sterren in feite even zovele zonnen waren, op buitengewoon grote afstanden, ontstond er weer





↖ De enige levende wezens op de maan. (NASA)

een vruchtbare bodem voor speculaties over buitenaards leven. Als elke ster een zon was, mogelijk net zoals onze zon omgeven door planeten, nam het aantal denkbare woonplaatsen voor leven sterk toe.

De 16-de eeuwse Italiaanse dominicaner monnik en denker Giordano Bruno, die in 1600 op de brandstapel terechtgesteld werd (niet omwille van zijn nogal warrige ideeën over het heelal maar omwille van zijn theologische opvattingen), stelde zich voor dat het heelal oneindig uitgestrekt was, met een oneindig aantal bewoonde planeten.

Sir William Herschel, de ontdekker van de planeet Uranus en een van de grootste astronomen van de achttiende eeuw, was van mening dat leven op andere planeten zeker tot de mogelijkheden behoorde.

Van de gevierde wiskundige Carl Friedrich Gauss (1777-1855) wordt gezegd dat hij voorgesteld heeft om ons kenbaar te maken aan eventuele intelligente maan- of marsbewoners door in Siberië wouden aan te planten in de vorm van reusachtige vierkanten en een driehoek. Op deze manier wilde hij de stelling van Pythagoras uitbeelden wat door buitenaardse wezens als een onmiskenbaar teken van intelligentie opgevat moest worden. In 1822 stelde Gauss voor om met spiegels lichtsignalen naar de maan te sturen.

In de negentiende eeuw was de mogelijkheid van buitenaards leven al volop tot het collectieve bewustzijn doorgedrongen. In 1835 publiceerde de Amerikaanse krant *The New York Sun* een verzonnen artikel dat sensatie veroorzaakte. Het stelde dat leven op de maan was ontdekt. De in Zuid-Afrika werkende astronoom John Herschel (die de zoon was van William Herschel) zou door zijn telescoop onder meer mensen met vleermuisvleugels en een merkwaardig rollend dier geobserveerd hebben op de maan.

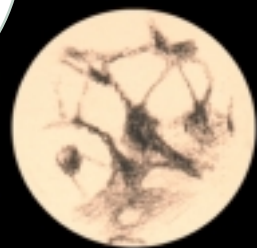
Maar het was toch vooral de planeet Mars die tot de verbeelding sprak. Astronomen hadden ontdekt dat Mars in bepaalde opzichten een merkwaardige gelijkenis met de aarde vertoonde. Zo draaide de planeet in ongeveer 24 uur rond haar as en vertoonde ze in de telescoop duidelijk zichtbare witte poolkappen en soms zelfs seizoensgebonden kleurveranderingen.

In 1877 zag de Italiaanse astronoom Giovanni Schiaparelli door zijn telescoop merkwaardige rechte lijnen op het oppervlak van Mars. Hij omschreef de donkere lijnen als "canali", een term die bij vele mensen de fantasie op hol deed slaan. Werd het oppervlak van de planeet Mars doorsneden door reusachtige artificiële waterlopen? Dat Mars bewoond was, werd in de populaire pers bijna als een vaststaand feit beschouwd. Zo riep de rijke Franse weduwe Clara Goguet Guzman de "Guzman-prijs" in het leven. Ze loofde een beloning uit van 100.000 Franse frank voor de eerste die erin zou slagen contact te leggen met bewoners van een andere planeet of ster. Ze sloot de planeet Mars uit, "want dat zou te gemakkelijk zijn". Ook andere astronomen begonnen te rapporteren dat ze "kanalen" zagen op Mars.



↑ Giovanni Schiaparelli. (University of Chicago)

↓ Tekening van Mars door Schiaparelli. (University of Chicago)



Vooral de Amerikaanse astronoom Percival Lowell zou veel bijdragen aan de mythevorming rond de rode planeet Mars. Hij bouwde in Flagstaff in Arizona een speciale sterrenwacht om Mars te observeren en schreef verscheidene invloedrijke populaire boeken over Mars, waarin hij zijn speculaties over intelligente Marsbewoners de vrije loop liet. Lowell meende dat Mars een uitdrogende woestijnplaneet was en dat de hoogontwikkelde beschaving op Mars reusachtige kanalen had aangelegd om het schaarse water zo efficiënt mogelijk over de planeet te verspreiden. Beroepsastronomen waren sceptisch maar bij het grote publiek en in de pers genoot Lowell veel bijval.

Later bleek dat de zogezegde kanalen in feite het resultaat waren van een soort optische illusie. Met de beste telescopen en onder de beste waarnemingsomstandigheden waren de kanalen niet te zien. Het beeld van Mars vertoonde daarentegen een veelheid van onregelmatige vlekjes. Maar het idee dat Mars leven kon herbergen bleef leven, ook in

wetenschappelijke middens. Een wetenschappelijke adviescommissie van de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA kwam nog in 1961 tot het besluit dat *"the evidence taken as a whole is suggestive of life on Mars"*. Maar de onbemande ruimtesondes die Mars in de jaren zestig van de twintigste eeuw en later van nabij bestudeerden, sloegen de hoop de grond in. Mars had geen kanalen, geen vegetatie, geen oppervlaktewater en nauwelijks een atmosfeer. Het was een barre en koude woestijnplaneet.

Alleen in de sciencefiction is Mars lange tijd een bewoonde planeet gebleven. H.G. Wells beschreef in zijn *The war of the worlds* uit 1898 hoe hoogontwikkelde Marsbewoners een veroveringsoorlog beginnen tegen de aarde. De aardbewoners kunnen nauwelijks weerstand bieden maar de aardse bacteriën stoppen de invasie. Het verhaal van Wells maakte in 1938 opnieuw furore, toen het door Orson Welles bewerkt werd tot een radioluisterspel. Ray Bradbury beschrijft in

zijn *Martian Chronicles* (1950) hoe op Mars arriverende aardse astronauten geconfronteerd worden met de mysterieuze en melancholische Marsbewoners. Ook in recente films als *Mars Attacks*, *Mission to Mars* en *Red Planet* is de rode planeet bewoond.

De beschrijvingen van buitenaardse wezens in de sciencefiction zijn niet beperkt tot Mars. De "aliens" in de sf-literatuur zijn te talrijk om op te sommen. Merkwaardig is dat in vele boeken, en vooral in films en in tv-series, vaak buitenaardse wezens getoond worden die een opvallende en ongeloofwaardige gelijkenis met mensen of aardse dieren vertonen. Dat is bijvoorbeeld het geval in *Star Wars* en *Star Trek*. Dat het ook anders kan bewijzen onder meer *Alien* waarin een afzichtelijk buitenaards monster parasiteert in de lichamen van astronauten, en *2001: A Space Odyssey* van Stanley Kubrick (naar Arthur C. Clarke), waarin een onvoorstelbaar geavanceerde buitenaardse intelligentie zich enkel kenbaar maakt in de vorm van een mysterieus geometrisch zwart artefact.

## Jongeren aan het woord over leven in het heelal

Het Europese laboratorium voor deeltjesfysica CERN in Genève liet vorig najaar de jongeren aan het woord over buitenaards leven. Jongeren tussen 14 en 19 uit heel Europa konden deelnemen aan de wedstrijd "Life in Universe". De kandidaten konden rond dat thema de meest uiteenlopende projecten uitwerken: websites ontwerpen, essays schrijven, kunstwerken maken, wetenschappelijke experimenten voorstellen, toneel of muziek spelen,...

In de eerste ronde van de wedstrijd werden per land de beste inzendingen geselecteerd. De uitverkorenen mochten naar de "finale" in CERN, tussen 7 en 10 november. De Belgische jury had drie projecten uitgekozen om ons land te vertegenwoordigen in Genève:

- "A New Blue", een essay-dossier, van drie leerlingen van het Sint-Gabriël-college in Boechout, Kin Wai Cheung, Christophe Van Berckelaer en Stijn Verswyvelt, begeleid door hun fysicleraar Wim Peeters.

- "Life in Universe", een website opgezet door Christophe Leblanc, leerling van het Saint-Anne-instituut in Florenville.
- Zes gedichten, geschreven door Amélie Elie, Chantal Mukeshimana, Félicie Gatinet en Gloria Vonèche van het Centre Arthur Régniers in Bienne-Lez-Happart.

De Belgische delegatie kreeg op het laatste moment te maken met een onverwacht probleem, het faillissement van Sabena, maar slaagde er toch in Genève te bereiken. Tussen meer dan tweehonderd andere finalisten konden de jonge Belgen hun projecten voorstellen. Gewonnen hebben ze niet, maar het deelnemen aan het inspirerende evenement was op zich al een bijzondere ervaring. De winnaars van de internationale competitie waren een Oostenrijks team met een ontwerp voor een toekomstige ruimtestation en een Hongaars team, dat het spel "Entropy" had bedacht, een spel waarbij uit atomen leven in het heelal wordt gecreëerd.

(Met dank aan Martine Jaminon)

## Dossier Op zoek naar buitenaards leven



# Leven, de kosmische **connectie**

➤ Komeet Hale-Bopp. Hebben kometen de bouwstenen voor het leven naar de aarde gebracht? (NASA)

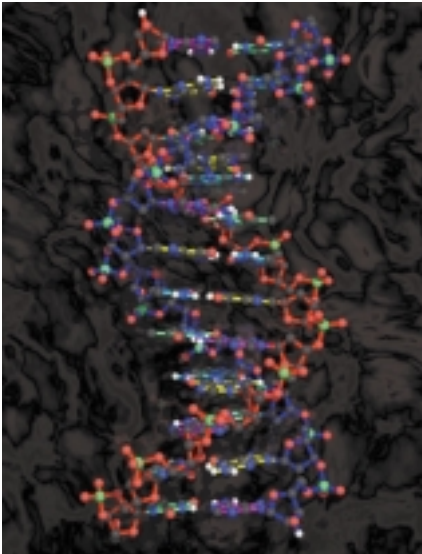
*Wat leven precies is, in de meest algemene zin, is niet zo gemakkelijk te omschrijven. Biologen hebben niet eens een echt sluitende definitie voor 'leven' op aarde – denk maar aan twijfelgevallen zoals virussen, die zich niet voeden en die de machinerie van een levende cel nodig hebben om zich voort te planten. Een algemene definitie die met zekerheid alle eventuele buitenaardse vormen van leven omvat, hoe exotisch ook, is er al helemaal niet. In plaats van naar zo'n algemene definitie te zoeken, zullen we wat meer in detail het enige goed bekende voorbeeld van leven, het aardse leven, bestuderen. Vervolgens zullen we onderzoeken of zich elders in het heelal een gelijkaardig fenomeen kan voordoen.*

Het is nog niet met zekerheid bekend hoe het leven ontstaan is. Eén mogelijk scenario ziet er als volgt uit. In de oceanen van de jonge aarde dreven grote aantallen van diverse soorten organische moleculen, ofwel ter plaatse ontstaan, ofwel daar gebracht door de inslagen van meteorieten. De klassieke laboratoriumproeven van Stanley Miller in 1953 toonden dat het mogelijk is om vertrekkend van eenvoudige chemische bestanddelen die op de primitieve

aarde aanwezig waren, en onder nagebootste omstandigheden van de jonge aarde, aminozuren te vormen. Astronomen hebben in planetoïden en kometen door spectroscopisch onderzoek al diverse organische moleculen ontdekt.

In de zeeën van de aarde vonden die moleculen een soort reusachtige reageerbuis. Daarin konden ze in ontelbare chemische reacties in steeds nieuwe combinaties verbindingen vormen. Zo konden er steeds ingewikkelder moleculen ontstaan. Vroeg of laat moet het gebeurd zijn dat er zich toevallig een molecule vormde die het vermogen had om kopieën van zichzelf te assembleren uit de in de oceaan ronddrijvende chemische bestanddelen.

Dat kopiëren werkte niet perfect. Af en toe werd er een fout gemaakt; meestal met als gevolg dat de resulterende molecule kreupel was of zichzelf niet meer kon kopiëren. Maar soms ook met een positief gevolg: een molecule die beter was dan de oorspronkelijke in het zichzelf kopiëren. De moleculen die het best waren in het spel van het kopiëren hadden gemiddeld meer "nakomelingen" dan de andere. De evolutie door natuurlijke selectie was op gang gekomen. Van generatie tot generatie werden de "replicators" beter. Ze konden efficiënter de



↑ Model van een DNA-molecule. (Paul Thiessen <http://www.ChemicalGraphics.com>)

bouwstenen voor het maken van kopieën verzamelen, en ze gingen “hulpmoleculen” aanwenden, bijvoorbeeld om een beschermende wand rond zichzelf te vormen.

Ook het chemische basismechanisme van het kopiëren werd beter. Wat de oorspronkelijke replicators waren, weten we niet. Waarschijnlijk ging het om zeer eenvoudige en primitieve zelfreplicerende moleculen. Maar na verloop van tijd had zich, zo vermoeden veel deskundigen, een meer geavanceerd replicatiesysteem ontwikkeld dat gebaseerd was op de RNA-molecule (ribonucleïnezuur). Dit is de theorie van de “RNA-wereld”, die niet bewezen is, maar die zeer plausibel wordt geacht. Nog later ontwikkelde zich het op de DNA-molecule (desoxyribonucleïnezuur) gebaseerde “high tech” replicatiesysteem dat we terugvinden in bijna alle vandaag bekende levensvormen.

Aanvankelijk waren de levende organismen zeer eenvoudig, hooguit te vergelijken met de eenvoudigste hedendaagse bacteriën. Pas later ontstonden de “eukaryoten”, organismen met een ingewikkelde celstructuur met onder meer een celkern, waarschijnlijk uit een combinatie van meerdere eenvoudigere

levensvormen. Nog veel later (mogelijk rond 700 miljoen jaar geleden) verschenen er meercellige wezens en pas laat in de evolutie, zowat 570 miljoen jaar geleden, bij het begin van het cambrium, begon de spectaculaire opmars van de ingewikkelde macroscopische dieren zoals we die nu kennen.

Wat opvalt in deze geschiedenis-in-een-notendop van het leven op aarde, is dat alle beschreven processen volkomen universeel zijn. Het proces van evolutie moet zich overal voordoen waar er leven is (al kan het vanzelfsprekend tot totaal andere resultaten leiden dan op aarde). De chemische processen waarop de replicatie is gebaseerd kunnen zich even goed op een andere planeet voordoen dan de aarde (op voorwaarde dat de omstandigheden er vergelijkbaar zijn). En de chemische bouwstenen die voor het ontstaan van leven nodig waren, komen overal in het heelal voor.

Het heelal had na zijn ontstaan, zowat dertien miljard jaar geleden in de *Oerknal* of *Big Bang*, een zeer eenvoudige samenstelling: een gas, bestaande uit ongeveer drie kwart waterstof en een kwart helium. Maar de eerste sterren die uit de gaswolken gevormd werden, brachten daar snel verandering in. Kernreacties in het binnenste van de sterren begonnen zwaardere elementen (aatomsoorten) te vormen, zoals koolstof, stikstof, zuurstof, silicium en ijzer. Bij het einde van hun levensloop stootten de sterren een deel van die gevormde zware elementen uit (ofwel door een zogeheten “supernova-explosie” in het geval van zeer zware sterren, ofwel door geleidelijk hun buitenste lagen af te stoten in het geval van gewone sterren). Het interstellair gas werd daardoor “verrijkt” met deze zware elementen. De volgende generaties van sterren die zich vormden bevatten daardoor reeds van bij het begin zwaardere atomen. En daardoor werd het ook mogelijk dat er zich planeten zoals de aarde vormden die grotendeels uit die zware aatomsoorten zijn opgebouwd. De aarde

bestaat voornamelijk uit ijzer, silicium en zuurstof (die laatste twee zijn de belangrijkste bestanddelen van de meeste gesteenten). Eveneens uit de in sterren gevormde zware aatomsoorten kon het leven ontstaan. De belangrijkste elementen voor het leven zijn koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof.

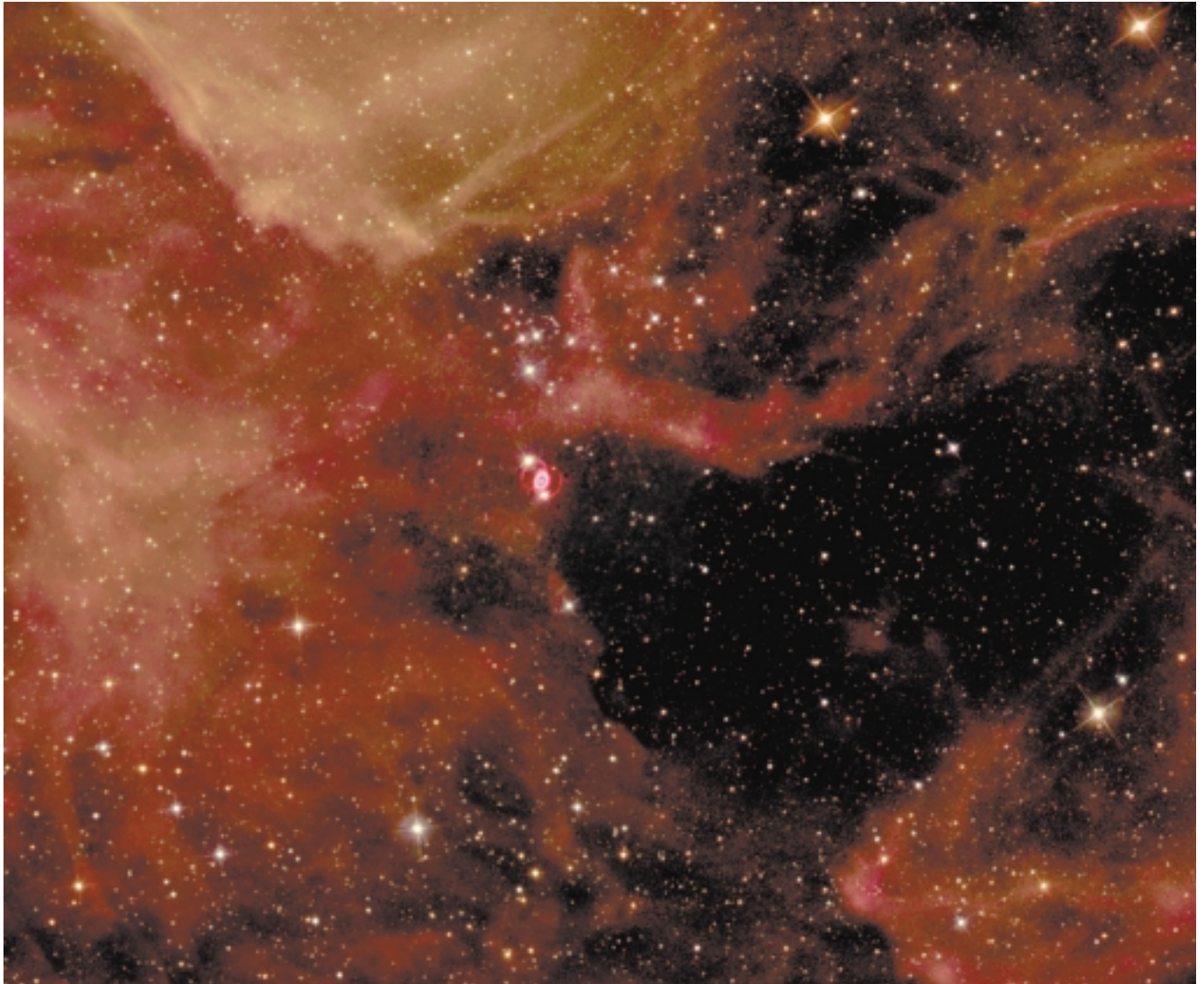
Reeds voor ze op planeten terechtkwamen konden die atomen chemische reacties ondergaan waarbij ze vrij ingewikkelde organische moleculen vormden. Astronomen hebben in het interstellair gas de aanwezigheid vastgesteld van tot de verbeelding sprekende organische moleculen als alcohol. Vermoed wordt dat de microscopische stof- en ijsdeeltjes die in het gas tussen de sterren rondzweven, dienst kunnen doen als ware “reageerbuisjes”, waarin eenvoudige bestanddelen verzameld worden, en met elkaar in reactie gebracht. Over een periode van miljoenen jaren hoopt er zich een grote verscheidenheid aan organische moleculen op.

Bij de vorming van een nieuw planetenstelsel worden de stofkorrels met organische moleculen opgenomen in de zich vormende planeten, en daarnaast ook in kometen en andere kleine objecten. In de jonge planeten worden ze waarschijnlijk door verhitting en geologische processen vernietigd, maar in kometen kunnen ze bewaard blijven. Wanneer later kometen of meteorieten op de jonge planeten terechtkomen, kunnen ze die bezaaien met de noodzakelijke chemische bestanddelen voor leven. Als de omstandigheden, zoals de temperatuur, er gunstig zijn, kan er misschien ook leven ontstaan.

Een opmerkelijke vaststelling is dat het leven op aarde zeer snel ontstaan is, in feite bijna onmiddellijk zodra het de kans kreeg. De oudste fossielen dateren van ongeveer 3,5 miljard jaar geleden. Het gaat dan om resten van bacteriën. Dat zijn al redelijk ontwikkelde levensvormen die reeds het resultaat moeten zijn van een langdu-



↓ Supernova 1987A in de Grote Magellaanse Wolk. Bij supernova-explosies worden de elementen die nodig zijn voor de vorming van leven in de ruimte verspreid. (NASA)



rige evolutie. Er zijn nog vroegere sporen van leven gevonden, uit de periode van 3,8 tot 3,5 miljard jaar geleden. Het betreft dan meer controversiële onrechtstreekse aanwijzingen, vooral afwijkingen in de verhouding waarin de verschillende isotopen van koolstof voorkomen in het gesteente. Afwijkende hoeveelheden koolstof-13 kunnen het resultaat zijn van biologische activiteit.

Dat er zo lang geleden al leven voorkwam op aarde is merkwaardig. Onze planeet kreeg immers in het begin van haar bestaan nog geregeld te maken met verwoestende inslagen van planetoïden. De aarde is ongeveer 4,55 miljard jaar geleden ontstaan uit de schijf-

vormige wolk van gas en stof die rond de zich vormende zon draaide. De eerste honderden miljoenen jaren waren de aarde en de andere jonge planeten blootgesteld aan een intens bombardement van kleine en grote inslagen. Bij een buitengewoon zware inslag, een botsing tussen de jonge aarde en een proto-planeet met de omvang van de planeet Mars, is waarschijnlijk de maan ontstaan. De talloze kraters op de maan zijn getuigen van het intense bombardement met projectielen van een wat kleiner kaliber in de daaropvolgende periode. Op de aarde zijn die oude kraters reeds lang verdwenen door erosie en continentverschuiving. Het bombardement hield naar schatting op rond 4 tot 3,8 miljard

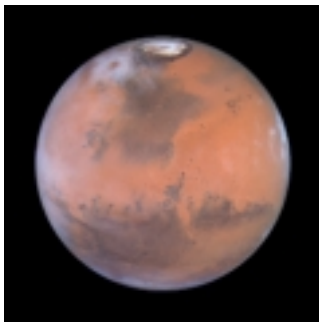
jaar geleden. Aangezien er een relatief korte tijd later al ontwikkeld leven was, moet het leven zeer snel ontstaan zijn na de laatste zware inslag. Het is zelfs niet uitgesloten dat er meerdere keren leven ontstaan is op aarde, telkens uitgeroeid werd door een superzware inslag, en telkens vanaf nul opnieuw begon.

Dat het leven op aarde zich zeer snel vormde toen het de kans kreeg, suggereert dat het ontstaan van leven een relatief "gemakkelijk" proces is, dat zich met een grote waarschijnlijkheid overal zal voordoen waar de omstandigheden er geschikt voor zijn. In ieder geval zijn de ingrediënten voor het leven alomtegenwoordig in het heelal.

## Dossier Op zoek naar buitenaards leven

*Waar in ons zonnestelsel, behalve de aarde, zou nog leven kunnen voorkomen? Over de maan, Mercurius en Venus kunnen we kort zijn: leven zoals wij het kennen is er uitgesloten. Mercurius en de maan hebben geen atmosfeer of oppervlaktewater. Mercurius en Venus zijn extreem heet door de nabijheid van de zon en op Venus heerst een zeer sterk broeikaseffect.*

# Op zoek in het *zonnestelsel*



↑ Mars, gefotografeerd door de ruimtetelescoop Hubble. (NASA)

### Mars

Mars heeft meer te bieden. De Marsbewoners die reusachtige kanalen bouwden bleken dan wel tot het rijk van de fantasie te behoren maar de planeet is toch niet helemaal steriel. Er zijn geen zichtbare tekenen van leven op het oppervlak maar dat sluit niet noodzakelijk uit dat er micro-organismen zouden kunnen zijn.

In 1975 stuurde de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA twee ruimtesondes naar Mars om er na te gaan of op het oppervlak micro-organismen leefden. Deze Viking 1 en Viking 2 waren automatische biochemische laboratoria die in 1976 een zachte landing op het Marsoppervlak maakten. Ze waren uitgerust met een schep op een robotarm, om een bodemmonster te nemen en dat te analyseren.

Een gaschromatograaf-massaspectrometer werd gebruikt om

te zoeken naar de aanwezigheid van organische stoffen in het bodemmonster. Het *Gas Exchange Experiment* moest zoeken naar gassen die zouden vrijkomen bij de stofwisseling van veronderstelde Martiaanse micro-organismen. Er werd daarvoor aan het bodemmonster een mengsel van organische stoffen toegediend als "voedsel". Het *Labeled Release Experiment* ging na of radioactief gemerkte voedingsstoffen die toegediend werden, verwerkt werden door eventuele levensvormen. En het *Pyrolytic Release Experiment* spoorde in het bodemmonster organismen op die uit koolstof in de lucht organische stoffen konden synthetiseren (zoals planten op aarde dat doen).

De resultaten van deze verschillende biochemische experimenten aan boord van de Vikingsondes leken eerst nogal onduidelijk en dubbelzinnig, maar gaandeweg werden de

meeste wetenschappers het erover eens dat ze geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van leven opgeleverd hebben. Al de resultaten van de experimenten kunnen verklaard worden door niet-biologische chemische effecten. Al is er tot vandaag een kleine minderheid van wetenschappers die van mening blijven dat de Vikings wel leven hebben gevonden.

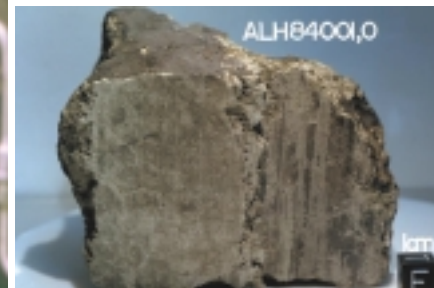
Maar de onbemande Marsverkenner hebben ook ontdekkingen gedaan die hoop geven dat Mars toch niet zo'n dode wereld is, of het althans niet altijd geweest is. Orbiters die Mars vanuit de ruimte fotografeerden en in kaart brachten (het meest recent nog de Mars Global Surveyor en de 2001 Mars Odyssey) hebben talrijke sporen gevonden van de aanwezigheid van water.

Er zijn bijvoorbeeld geologische structuren gefotografeerd die sterk lijken op heel oude uitge-



← Het landschap op Mars gefotografeerd door de Viking 2 ruimtesonde (NASA)

↓ De fameuze meteoriet ALH84001 waarin zich volgens enkele wetenschappers fossiele sporen van leven op Mars zouden bevinden. (NASA)



droogde rivierbeddingen. Hoewel er daarover geen absolute zekerheid bestaat, gaan de meeste wetenschappers er toch van uit dat ze inderdaad door vloeibaar water zijn uitgesleten. Blijkbaar heeft de nu zeer droge en koude planeet waarop geen vloeibaar oppervlaktewater voorkomt, in het verre verleden een veel aangename klimaat gekend. Sommige wetenschappers vermoeden zelfs dat Mars drie tot vier miljard jaar geleden heuse zeeën had. Nadien is het klimaat veranderd, en is de planeet de dorre woestijnwereld geworden die we vandaag kennen. Al hebben er zich waarschijnlijk af en toe tijdelijk toch weer warmere en vochtigere perioden voorgedaan. Er zijn aanwijzingen dat er nog enkele miljoenen jaren geleden warme episoden zijn geweest, waarin er tenminste op kleine schaal oppervlaktewater voorkwam. Een meer controversiële interpretatie van sommige geologische structuren stelt zelfs

dat er ook nu nog ijs op geringe diepte verborgen zit, waaruit af en toe smeltwater de oppervlakte bereikt.

Het lijkt er sterk op dat het klimaat op Mars in het verleden geschikt is geweest voor leven. Als er in die tijd ook effectief leven ontstaan is, dan is het mogelijk dat daarvan nog fossiele resten te vinden zijn in de Marsbodem, in het bijzonder in eventuele sedimentgesteenten die gevormd zijn op de bodem van zeeën, meren of waterlopen. Het opsporen van dergelijke mogelijke fossielen is een van de belangrijkste doelen op lange termijn van het Marsonderzoek.

Er wordt vermoed dat tenminste een deel van het water dat eens op Mars stroomde, nog op de planeet aanwezig is, in de vorm van ondergronds ijs. Volgens sommige wetenschappers is het zelfs niet uitgesloten dat er zich in dergelijke ondergrondse voch-

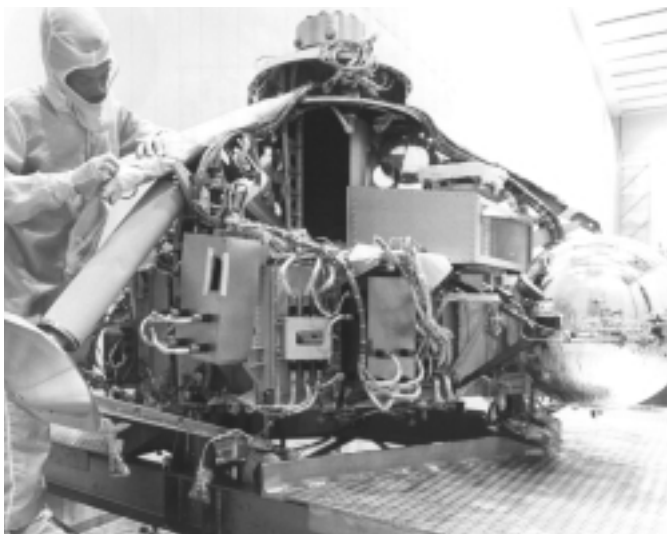
tige "oases" microscopische levensvormen in stand hebben weten te houden.

Een van de merkwaardigste episodes in het onderzoek naar mogelijk leven op Mars is het verhaal van de meteoriet ALH84001, die in 1984 gevonden werd op Antarctica. In 1996 publiceerde een groep onderzoekers van de NASA onder leiding van David McKay een ophefmakend artikel in het gezaghebbende wetenschappelijke vakblad *Science*, waarin gesteld werd dat ALH84001 mogelijk fossiele resten van leven op Mars bevatte.

ALH84001 is zestien miljoen jaar geleden door de explosie volgend op een meteorietinslag van Mars weggeslingerd, en na een miljoenen jaren durende zwerftocht door de ruimte uiteindelijk zo'n dertienduizend jaar geleden op aarde terechtgekomen. Dat is niet zo uitzonderlijk als het misschien klinkt; er

zijn meer dan een dozijn meteorieten gekend die bijna zeker van Mars afkomstig zijn (onder meer omdat hun samenstelling overeenstemt met de analyses die de Viking-sondes ter plaatse op Mars gemaakt hebben).

Het team van McKay stelde in 1996 dat er verscheidene aanwijzingen waren dat bepaalde microscopische structuren in ALH84001 gevormd waren door levende micro-organismen. De steen bevatte klaarblijkelijk door water afgezette carbonaat-globules. In de donkere randen van die globules kwamen heel kleine zuivere kristalletjes magnetiet en ijzersulfide voor. Volgens McKay en zijn team was het onwaarschijnlijk dat een niet-biologisch proces deze twee soorten kristallen vlakbij elkaar zou voortbrengen, terwijl leven daar gemakkelijk toe in staat zou zijn. Er zijn op aarde bacteriën bekend die gelijkaardige materialen produceren. In



↑ Viking 1 wordt voorbereid op zijn lancering. (NASA)

en om de carbonaatglobules werden PAK's of polycyclische aromatische koolwaterstoffen aangetroffen. Dit zijn organische moleculen die geïnterpreteerd kunnen worden als de afbraakproducten van levende materie (al is het ook zeer goed mogelijk dat ze op een niet-biologische manier ontstaan). Het meest tot de verbeelding spraken de kleine "worstvormige" structuren die te zien waren op opnamen van de steen met een elektronenmicroscop. Het leek alsof de microscopische "wormpjes" heuse fossielen van Martiaanse levensvormen waren.

Geen van deze argumenten pro fossiel leven was op zichzelf overtuigend, maar McKay en zijn medewerkers stelden dat ze *in globo* wel voldoende duidelijk waren. De meeste andere wetenschappers waren sceptisch over het rapport van McKay. De ontwikkelingen sindsdien lijken de critici gelijk te geven. Eén na één bleek dat de aanwijzingen die McKay meende te zien ook ver-

klaard konden worden door niet-biologische chemische processen. De microscopische "wormpjes" die McKay zag, zijn waarschijnlijk slechts merkwaardig gevormde kristallen. Enkele wetenschappers blijven volhouden dat ALH84001 fossielen van microscopische Marsorganismen bevat, maar zij vormen een kleine en nog slinkende minderheid.

De ALH84001-episode heeft de vraag opgeworpen of het mogelijk is dat niet alleen fossiele maar ook levende micro-organismen op een natuurlijke manier de reis van één planeet naar een andere zouden kunnen maken. Een meteoriet die bij een inslag van de ene planeet opgeworpen wordt en vervolgens op een andere planeet neerkomt, zou de tweede planeet kunnen "besmetten" met levensvormen van de eerste. Het is een onwaarschijnlijk scenario, en het vereist dat het inwendige van de meteoriet op geen enkel moment te heet wordt (noch bij zijn vertrek noch bij zijn aankomst), maar het lijkt toch niet absoluut uitgesloten. Als dat het geval is, dan zou eventueel leven op Mars verwant kunnen zijn aan het leven op onze planeet. Omdat Mars een relatief geringe zwaartekracht heeft en de aarde met haar grotere massa een sterkere zwaartekracht, is de kans groter dat meteorieten van Mars op de aarde terechtkomen dan omgekeerd. Het is dan ook denkbaar dat het leven op Mars ontstaan is en later door een meteoriet ook op de aarde is terechtgekomen. In dat geval

zouden wij allen dus in zekere zin "Martianen" zijn, of althans de nakomelingen van micro-organismen van Mars.

Er staan voor de komende jaren verscheidene onbemande verkenningsmissies naar Mars op het programma van zowel NASA als ESA, die als een van hun belangrijkste doelstellingen hebben naar sporen van leven op de planeet te speuren.

**Mars Express** is de eerste Europese missie naar de planeet Mars. Het is ook een van de eerste ESA-missies die het NASA-adagium "sneller-beter-goedkoper" volgen. Mars Express bestaat uit een orbiter die de planeet vanuit een omloopbaan moet bestuderen en een kleine landingssonde die een zachte landing moet maken. De lancering met een Russische Sojoez-raket is voorzien voor 1 juni 2003, de aankomst voor 25 december 2003. Het project is begroot op 150 miljoen euro.

De Mars Express Orbiter moet onder meer de scherpste satellietbeelden ooit gemaakt van het Marsoppervlak leveren. Een van de instrumenten aan boord is de *Mars Advanced Radar for subsurface and ionospheric sounding (MARSIS)* die met radiogolven die in de bodem doordringen de eventuele aanwezigheid van water en ijs in de ondergrond kan vaststellen.

De zestig kilogram zware mini-landingssonde voor Mars Express werd *Beagle 2* gedoopt (naar het

↓ Mars Global Surveyor voor zijn lancering. (NASA)



schip de Beagle waarmee Charles Darwin rond de wereld voer). De lander heeft een gaschromatograaf en massaspectrometer aan boord om de samenstelling van de bodem te analyseren, een robotarm om bodemonsters te nemen, camera's, een microscoop, Mössbauer- en röntgenspectrometers en sensoren om de omstandigheden op de landingsplaats te registreren.

Het *Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA)* in Ukkel (zie het dossier in Space Connection nr. 36) is betrokken bij het Mars Express-project. Het BIRA werkt, samen met wetenschappers uit andere landen, aan twee instrumenten voor Mars Express. Het instrument *DYMIX* moet door middel van massaspectroscopie de interactie tussen de zonnewind en de atmosfeer van Mars onderzoeken. Het experiment *SPICAM-Light* zal met een UV/IR-spectrometer de samenstelling en de evolutie van de Marsatmosfeer bestuderen.

NASA voorziet voor 2003 de lancering van twee **Mars Exploration Rovers**. Deze robotwagentjes zullen aanzienlijk geavanceerder zijn dan de Mars Pathfinder Sojourner, het kleine robotwagentje dat in 1997 een korte afstand op de rode planeet aflegde. De Exploration Rovers moeten begin 2004 minstens drie maanden op het Marsoppervlak functioneren en er onder meer de bodem onderzoeken.

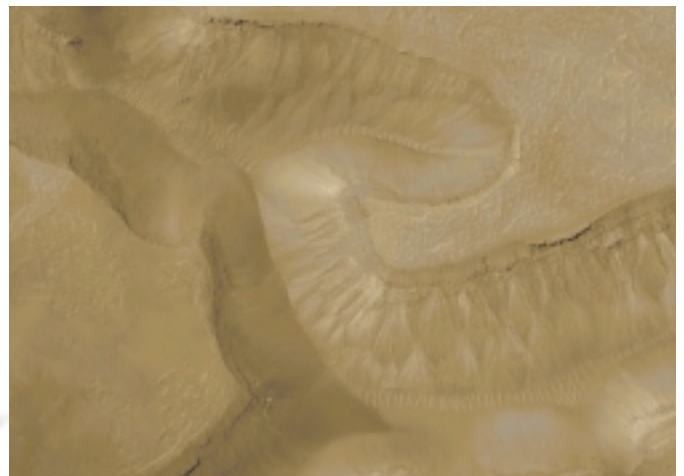
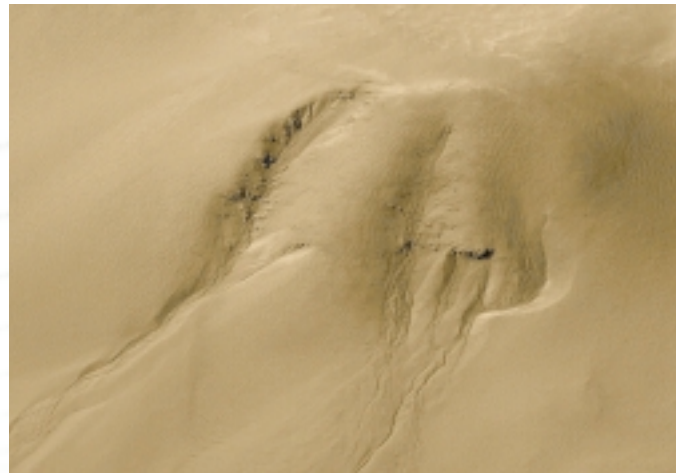
Ook in 2004 moet de Japanse ruimtesonde **Nozomi** in een

baan rond Mars aankomen. Nozomi zal vanuit een omloopbaan de hoogste atmosferelagen van Mars en hun interactie met de zonnewind bestuderen.

In het "seizoen" 2005-2006 staat de Amerikaanse **Mars Reconnaissance Orbiter (MRO)** op het programma. Tot de mogelijke instrumenten voor die satelliet behoren een camera met extreem hoge resolutie, een nabij-infrarood-spectrometer, instrumenten om de atmosfeer te bestuderen en een meer geavanceerde versie van het radar-instrument van Mars Express om eventueel ondergronds water op te sporen. De waarnemingen met hoge resolutie van MRO zullen van groot belang zijn bij het plannen van toekomstige missies naar Mars, omdat ze zullen toelaten veilige en geologisch interessante landingsplaatsen te identificeren.

Voor de wat verdere toekomst zijn de verkenningsplannen voorlopig nog minder concreet. Mogelijk komt er een nieuwe reeks grotere en meer autonome robotwagentjes, die lange afstanden over Mars kunnen afleggen. In de eerste helft van het volgende decennium wil NASA een "sample return" missie uitvoeren, waarbij onbemande ruimtetuigen een bodemonster van Mars naar de aarde brengen. Analyse van goed uitgekozen bodemonsters (bijvoorbeeld opgeraapt op een plaats waar sporen zijn van de vroegere aanwezigheid van water) in laboratoria op aarde, kan misschien

↓ Sporen van water op Mars. (NASA)



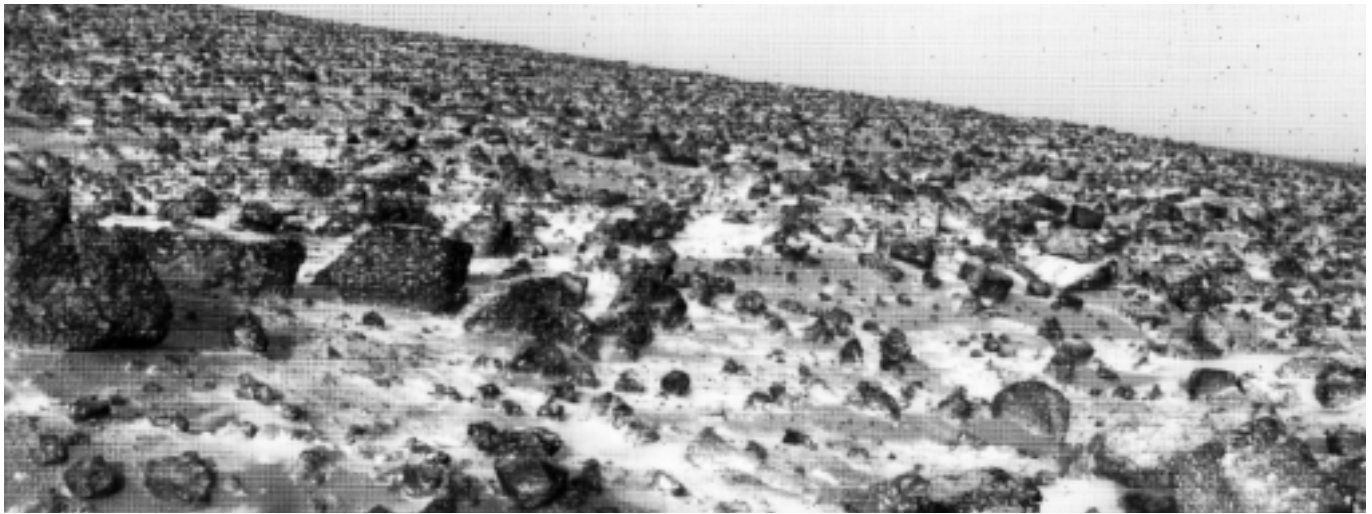
↑ Een uitgedroogde rivierbedding op Mars? (NASA)

eindelijk een antwoord geven op de vraag of er op Mars fossielen van levensvormen aanwezig zijn. In labs op aarde kan het volledige arsenaal van moderne onderzoekstechnieken ingezet worden, ook met grote en zware instrumenten, wat in een onbemande sonde niet haalbaar is.

Het doel op lange termijn van de planners van missies naar Mars is een bemande expeditie. Astronauten die meerdere maanden op de rode planeet verblijven, zouden de bodem aan een veel grondiger onderzoek kunnen onderwerpen dan robots.

Een belangrijke overweging bij het plannen van onbemande sample return-missies naar de planeet Mars is het verzekeren van de veiligheid. Er moet voorkomen worden dat potentieel schadelijke micro-organismen van Mars de aarde zouden besmetten. Weliswaar achten de meeste experts de kans dat zoiets zou gebeuren zeer gering, maar de ruimtevaartorganisaties zijn toch al bezig aan voorbereidend studiewerk. Ten dele gebeurt dat ook om voorbereid te zijn op mogelijk protest tegen een "riskante" sample return-missie.

↓ IJs op de Marsbodem, gefotografeerd door de Viking-sonde. (NASA)



Terugkerende bodemonsters van Mars zouden in een hermetisch gesloten container naar de aarde gebracht worden. Pas in een laboratorium met de hoogste beveiligingsgraad (volgens nog strengere normen dan de labs waarin vandaag gevaarlijke microben en biologische wapens onderzocht worden) zou de container geopend mogen worden. In dat hermetisch van de buitenwereld afgesloten laboratorium zouden de Marsbodemmonsters vervolgens jarenlang bestudeerd worden. Alleen als komt vast te staan dat ze geen leven bevatten, mogen de monsters ook in gewone laboratoria bestudeerd worden.

Tot dusver had men alleen nog maar te maken met het omgekeerde probleem: voorkomen dat Mars besmet raakt met aardse micro-organismen die meegevoerd worden door onbemande Marsverkenner. Men wil niet alleen voorkomen dat eventueel inheems leven op Mars schade ondervindt van een aardse invasie; men wil ook vermijden dat

wetenschappers op een dag aankondigen dat ze leven ontdekt hebben op Mars en vervolgens verveeld moeten toegeven dat het in feite leven was dat door een eerdere ruimteverkenner van de aarde naar Mars was gebracht. Om die reden worden ruimtesondes die naar Mars vertrekken voor de lancering zo goed mogelijk gesteriliseerd (al lukt dat nooit voor honderd procent).

### De buitendelen van het zonnestelsel

De planetoiden en kometen zien er niet veelbelovend uit voor het vinden van leven. Weliswaar bevatten vele ervan water (in de vorm van ijs) en organische moleculen, maar de lage temperatuur en het ontbreken van vloeibaar water en een atmosfeer maken de kans op leven toch gering.

Ook op de ijsskoude reuzenplaneet Jupiter lijkt de kans op leven zeer klein, al hebben sfauteurs wel gespeculeerd over levensvormen die zweven in de

wolken van de planeet. De chemische samenstelling van de Jupiteratmosfeer is voor zover we weten echter niet geschikt voor het ontstaan van leven.

Maar Jupiter heeft ook manen, en die zijn wellicht veelbelovender dan de planeet zelf. Europa, de kleinste van de vier reusachtige "Galileïsche" manen van Jupiter, is een bevroren wereld. Het oppervlak is helemaal bedekt met ijs dat doorklieft wordt door barsten. Er is een sterk vermoeden dat onder het ijsoppervlak een oceaan van vloeibaar water ligt. Door sommige wetenschappers wordt Europa daarom beschouwd als een goede kanshebber voor het ontdekken van leven buiten de aarde. Berekeningen over de onder het ijs beschikbare chemische en thermische energiebronnen tonen aan dat leven er niet uitgesloten is, al zullen levensvormen het er niet gemakkelijk hebben als ze bestaan.

De NASA wil de komende jaren deze theorie verifiëren. De ruimtesonde Europa Orbiter moet

vanuit een omloopbaan rond Europa nagaan of er zich inderdaad een oceaan bevindt en zo ja, hoe diep hij verborgen zit. Het project is nog niet definitief goedgekeurd door het Amerikaanse Congres maar het heeft wel de volledige steun van de leiding van de NASA. De lancering zou in de tweede helft van dit decennium kunnen plaatsvinden. Europa Orbiter moet de dikte van het ijs meten met een soort radarinstrument. Dat zal radiogolven met zeer lange golflengte uitzenden die kilometers doorheen het ijs dringen. Analyse van de ontvangen echo's moet tonen op welke diepte zich de grens tussen water en ijs bevindt, als die er is.

Als de Europa Orbiter zoals verwacht plaatsvindt waar het ijs niet al te dik is, dan kan een reeks vervolgmisssies overwogen worden met als einddoel: doorheen het ijs dringen, om in de oceaan eronder naar leven te speuren. Dat zou waarschijnlijk niet gebeuren door te boren (te complex voor een onbemande sonde) maar door een sonde te bouwen die doorheen het ijs smelt. Ze zou verwarmd worden door een (mogelijk nucleaire) inwendige warmtebron en door haar gewicht steeds dieper wegzinken.

De zeer stevig gebouwde zinkende sonde zou boven zich ofwel een kabel afrollen, voor de communicatie met het oppervlak en de aarde, ofwel op regelmatige afstanden kleine radiozender-ontvangertjes

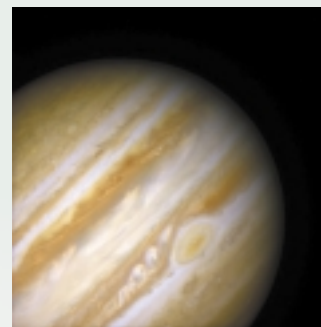
achterlaten. Het water zou boven de sonde, rond de communicatiekabel of de radiozender-tjes, opnieuw vastvriezen. Eenmaal doorheen het ijs gezakt, zou uit de sonde een kleine robotonderzeeër vrijkomen, die op verkenning zou gaan in Europa's oceaan.

De sonde om door het ijs te smelten en de duikboot moeten, voor ze arriveren, volkomen steriel gemaakt worden, om te voorkomen dat de oceaan van Europa besmet zou worden met micro-organismen van de aarde. Wetenschappers hopen met deze soort technologie al enige ervaring op te doen bij de studie van het Vostok-meer op Antarctica. Dat is een meer van vloeibaar water dat zich onder drie kilometer dik ijs bevindt. De NASA overweegt er een kleine robot in te laten afdalen, vergelijkbaar met het toestel dat later naar Europa zou worden gestuurd.

De overige reuzenplaneten, Saturnus, Uranus en Neptunus herbergen vrijwel zeker geen leven, om dezelfde redenen als Jupiter. Maar Saturnus heeft een maan, Titan, die een zeer dichte atmosfeer heeft. De atmosfeer van Titan heeft een samenstelling die doet denken aan de vermoede samenstelling van de vroegste atmosfeer van de aarde. De atmosfeer van Titan bestaat voornamelijk uit stikstof en bevat daarnaast onder meer methaan, ethaan en andere koolwaterstoffen. Vermoed wordt dat er op Titan ook oceanen van vloeibaar ethaan

kunnen voorkomen. Om er echt leven te laten ontstaan is het er hoogstwaarschijnlijk veel te koud, maar toch zijn astrobiologen sterk geïnteresseerd in Titan. De studie van Titan kan misschien interessante informatie opleveren over de vroegste geschiedenis van de aarde.

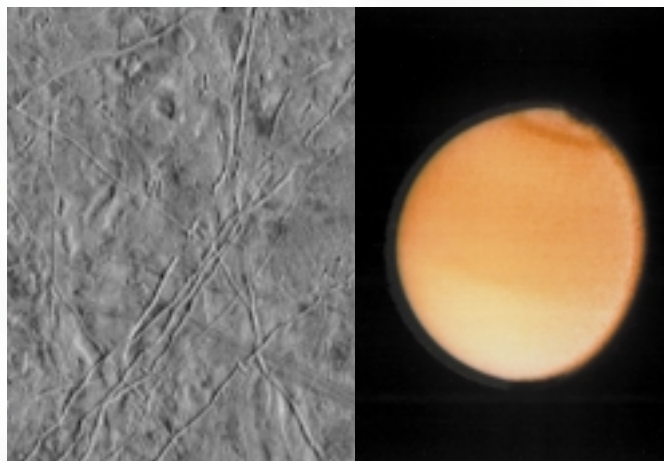
Al bij al lijkt ons zonnestelsel niet buitengewoon veelbelovend voor de speurtocht naar buitenaards leven. Mars biedt een kleine kans op microscopische levensvormen en een wat grotere kans op uitgestorven micro-organismen. Jupitermaan Europa biedt een zeer moeilijk in te schatten kans op leven dat, verborgen onder een dikke ijslaag, zeer moeilijk te ontdekken en te bestuderen zal zijn. Als we een grotere kans willen om leven aan te treffen, en zeker als we complexe, mogelijk intelligente levensvormen willen opsporen, zullen we buiten ons zonnestelsel moeten zoeken.



↑ Jupiter, gefotografeerd door de ruimtetelescoop Hubble. (NASA)

↓ De Jupitermaan Europa, met een detail van haar oppervlak. (NASA)

↓ Titan (NASA)



## Dossier Op zoek naar buitenaards leven

*Astronomen hebben lang vermoed dat zeer veel sterren net als onze zon begeleid werden door planeten. Maar die planeten bij andere sterren dan de zon (zogenoemd "extrasolaire planeten" of "exoplaneten") zijn buitengewoon moeilijk om te detecteren.*

# Exoplaneten



↑ De ster Upsilon Andromedae, waarbij astronomen de aanwezigheid van drie planeten vermoeden. (University of California-Berkeley)

Zelfs nu bestaan er alleen nog maar (weliswaar zeer overtuigende) onrechtstreekse aanwijzingen voor het bestaan van exoplaneten; een rechtstreekse detectie is er nog niet. Er bestaat nog geen foto van een planeet buiten ons zonnestelsel.

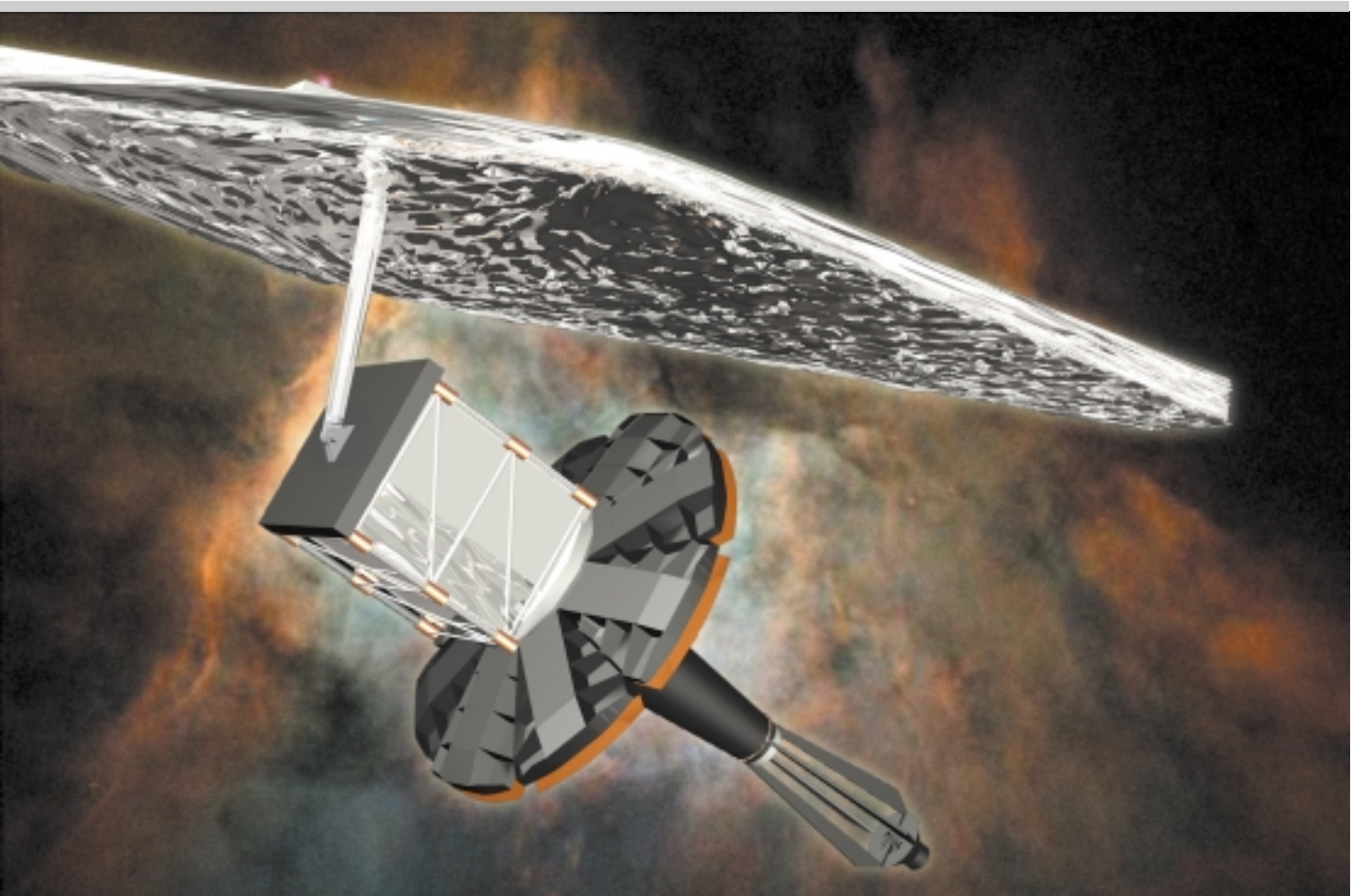
De moeilijkheid is dat planeten bij andere sterren zeer ver van ons staan. Zelfs de meest nabije ster, Proxima Centauri (waarbij voorlopig geen planeten vermoed worden) staat bijna honderdduizend keer verder weg dan de verste planeten in ons zonnestelsel. Planeten zenden in tegenstelling tot sterren weinig of geen eigen licht uit, ze zijn slechts zichtbaar omdat ze verlicht worden door hun ster. Daardoor, en door hun grote afstand, zijn exoplaneten slechts zeer zwakke lichtpuntjes aan de hemel. Dat probleem op zich zou niet onoverkomelijk zijn, maar daar komt nog bij dat het zwakke lichtpuntje van een exoplaneet vlakbij een veel helderder lichtpunt staat: de ster. Het zwakke schijnsel van de planeet wordt hopeloos overstraald door het veel krachtigere licht van de ster. Het is alsof je vanop grote afstand het licht van een vuurvliegje probeert te onderscheiden dat vlak naast een schijnwerper vliegt.

Dat astronomen toch al exoplaneten hebben kunnen ontdekken is te danken aan het feit

dat die zich verraden door hun zwaartekracht. Wanneer een planeet rond een ster draait, dan trekt ze die ster door haar zwaartekracht afwisselend een beetje in de ene richting en in de andere. En die beweging van de ster is te detecteren dankzij het dopplereffect. Dit verschijnsel, genoemd naar Christian Doppler, zorgt ervoor dat de waargenomen golflengte van een golf korter wordt wanneer de bron en de waarnemer naar elkaar toe bewegen, en langer wanneer ze van elkaar weg bewegen. Omdat rood licht een langere golflengte heeft dan blauw licht spreekt men vaak van roodverschuiving (verlenging van de golflengte door verwijdering) en blauwverschuiving (verkorting door nadering). Met een gevoelige spectrometer (een instrument dat het licht ontbindt in zijn samenstellende kleuren of golflengten) kunnen astronomen in het licht van de ster de kleine verandering van golflengte vaststellen die het gevolg is van de heen en weer gaande beweging van de ster. Uit het waargenomen patroon van bewegingen van de ster kunnen astronomen afleiden op welke afstand en in welke tijdsspanne de planeet rond de ster draait, en kunnen ze zelfs een minimumwaarde voor de massa van de planeet berekenen.

Op deze manier tekenen zien van de aanwezigheid van een exoplaneet, lukte voor het





eerst in 1995 toen de Zwitserse astronomen Michel Mayor en Didier Queloz een planeet ontdekten bij de ster 51 Pegasi. Sindsdien zijn er zo al tientallen exoplaneten ontdekt, vooral door het team van de Amerikaanse astronomen Geoffrey Marcy en Paul Butler. Bij sommige sterren zijn zelfs al meerdere planeten ontdekt.

Bij de tot dusver ontdekte planeten en planetenstelsels zijn er vele die sterk verschillen van wat we gewend zijn in ons eigen zonnestelsel. Dat heeft vier kleine aarde-achtige of 'aardse' planeten, opgebouwd uit metaal en gesteente, dicht bij de zon (Mercurius, Venus, de aarde en Mars). De vier reuzenplaneten of gasreuzen (Jupiter, Saturnus, Uranus en Neptunus) zijn voornamelijk opgebouwd uit waterstof en helium en staan op grote afstand van de zon. Astronomen hadden verwacht dat andere planetenstelsels ongeveer hetzelfde patroon zouden volgen: kleine rotsachtige planeten dicht bij de ster en gasreuzen op grote afstand.

De eerste exoplaneet die ontdekt werd, de planeet van 51 Pegasi, bleek echter totaal niet in dat patroon te passen. Het was een reuzenplaneet met een zeer grote massa die vlakbij de ster stond en zelfs nog veel dichterbij dan Mercurius bij onze zon staat. Bij de andere exoplaneten die vervolgens ontdekt werden bleken er vele van deze 'hot Jupiters' te zijn. Bij de tot nu toe ontdekte planetenstelsels zijn degene die op ons zonnestelsel lijken de uitzondering.

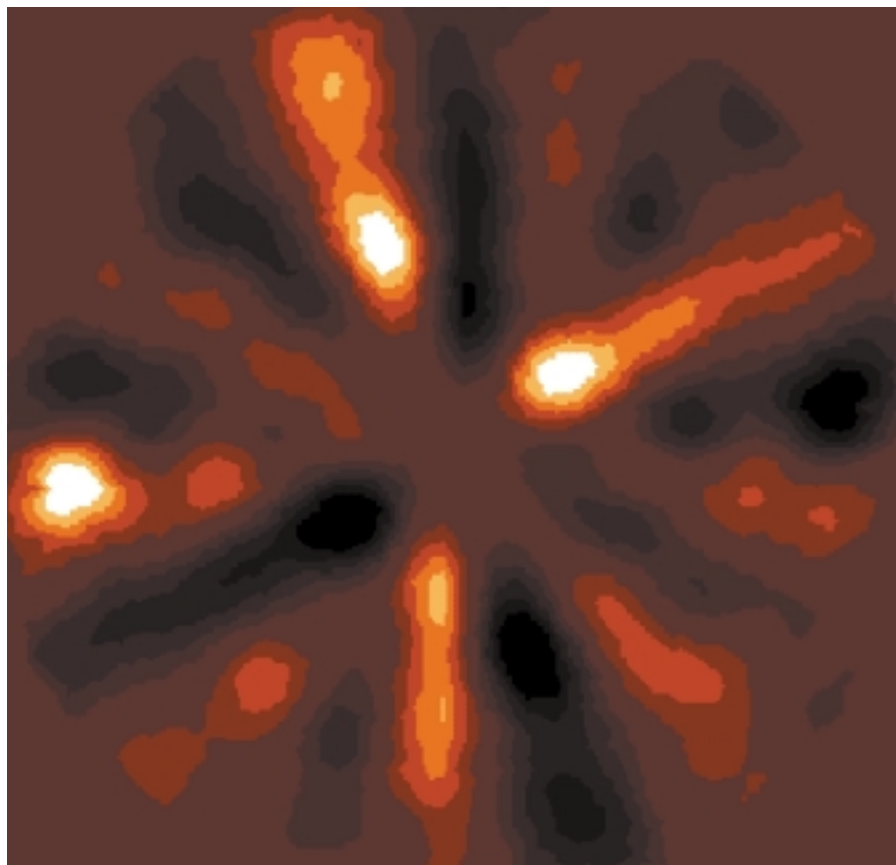
De vreemde opbouw van de ontdekte planetenstelsels, kan verontrustend zijn voor wie hoopt aarde-achtige planeten, geschikt voor leven, te vinden bij andere sterren. Vermoed wordt dat 'hot Jupiters' niet ontstaan zijn op de plaatsen waar wij ze nu waarnemen. Wellicht gaat het om reuzenplaneten die ontstaan zijn op grotere afstand van hun ster en vervolgens gemigreerd zijn naar een baan dichterbij de ster. Een dergelijke migratie zou catastrofaal zijn voor eventuele aarde-achtige planeten in het planetenstelsel. De

↑ Een van de voorgestelde ontwerpen voor de NGST. (NASA)

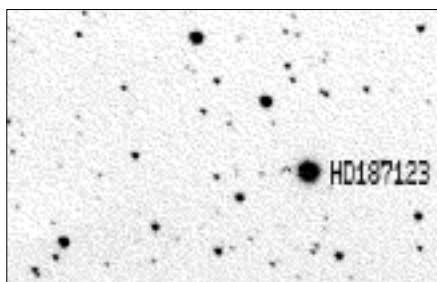


↑ Ligging van het punt L2 in de ruimte. (ESA)

→ Zo zou Darwin ons eigen zonnestelsel zien vanop dertig lichtjaar afstand. (ESA)



↓ De ster HD187123 waarbij astronomen de aanwezigheid van een planeet vermoeden. (University of California-Berkeley)

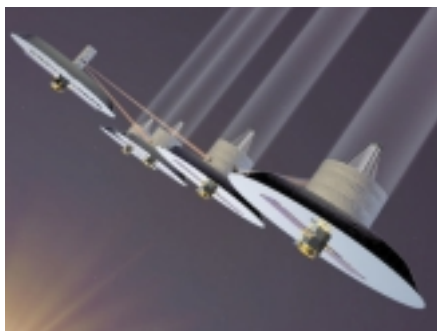


kans wordt daarom klein geacht dat een planetenstelsel met een "hot Jupiter" vlakbij de ster ook nog beschikt over aarde-achtige planeten op iets grotere afstand, op de afstand van de ster waar de temperatuur geschikt is voor het bestaan van vloeibaar water en het ontstaan van leven.

We moeten er ons evenwel van bewust zijn dat het overwicht aan stelsels met "hot Jupiters" dat tot dusver waargenomen is, een gevolg kan zijn van de gebruikte waarnemingstechniek. De huidige techniek waarbij spectroscopisch de snelheid van de ster gemeten wordt als gevolg van de zwaartekracht van een draaiende planeet, is vooral gevoelig voor zware planeten die dicht bij hun ster staan. Alleen die wekken immers een voldoende snelheid op, met een cyclus die voldoende kort is om hem in enkele maanden of jaren te kunnen meten. Het valt te verwachten dat er ook vele andersoortige planetenstelsels ontdekt zullen worden,

wanneer de waarnemingstechnieken eenmaal verder ontwikkeld zijn.

Toch zijn er ook bij de nu bekende exoplaneten al enkele die misschien in aanmerking komen voor leven. Planeten met een massa zo klein als die van de aarde werden nog niet ontdekt. De kleinste op dit moment is een planeet bij de ster HD83433, met een massa die mogelijk niet groter is dan één zesde van de massa van Jupiter (ongeveer half zo zwaar als Saturnus) – al is de kans reëel dat er tegen de tijd dat u dit leest alweer een kleinere ontdekt is. Van planeten met een grote massa wordt meestal verondersteld dat het om gasreuzen gaat, zoals de reuzenplaneten in ons zonnestelsel. Doorgaans gaat men ervan uit dat die niet in aanmerking komen voor leven. Maar reuzenplaneten kunnen manen hebben, zoals de reuzenplaneten in ons zonnestelsel, die elk door een hele reeks natuurlijke satellieten omgeven worden. Als een reuzenplaneet



↑ Tekening van de Terrestrial Planet Finder. (NASA)

zich op een afstand van haar ster bevindt waar de temperatuur geschikt is, dan zouden manen van die planeet geschikt kunnen zijn voor het ontstaan van leven.

Astronomen plannen verscheidene projecten die het speuren naar aarde-achtige planeten bij andere sterren tot doel hebben. Ze hopen dat het daarmee mogelijk wordt de exoplaneten niet alleen onrechtstreeks waar te nemen, maar ze voor het eerst ook rechtstreeks te fotograferen, en ze op termijn zelfs spectroscopisch te bestuderen, zodat het mogelijk wordt hun fysische karakteristieken en zelfs de samenstelling van hun eventuele atmosfeer te leren kennen.

Naast onderzoeksprojecten met de nieuwe generatie van reuzentelescopen zoals de Europese Very Large Telescope (VLT) in Chili, de Amerikaanse Keck-interferometer in Hawaï en de toekomstige Large Binocular Telescope in Arizona (zie *Space Connection* nr. 28), zijn het vooral de plannen voor nieuwe ruimtetelescopen en ruimte-interferometers die veelbelovend zijn (een interferometer is een instrument waarin meerdere telescopen zodanig met elkaar verbonden worden dat ze als één grote telescoop kunnen functioneren).

De **Next Generation Space Telescope (NGST)** moet de opvolger worden van de succesrijke ruimtetelescoop Hubble. Het wordt een telescoop met een spiegel met een diameter van waarschijnlijk ongeveer 6

meter. Hij zou gelanceerd moeten worden tegen het einde van dit decennium en geplaatst worden bij het zogeheten "libratiepunt" of Lagrange-punt L2 op ongeveer anderhalf miljoen kilometer van de aarde in de richting weg van de zon. Met de NGST, die vooral bedoeld is voor onderzoek in het nabij-infrarode deel van het spectrum, wordt het waarschijnlijk mogelijk om de opvallendste exoplaneten te fotograferen.

Zowel in Europa als in de VS wordt gewerkt aan voorstudies voor een bijzonder krachtige infrarood-interferometer in de ruimte, die speciaal ontworpen zou zijn om naar aarde-achtige exoplaneten te zoeken. Het NASA-project heet de **Terrestrial Planet Finder (TPF)**, de Europese tegenhanger heet **Darwin**. Het Amerikaanse project is al het verst gevorderd, maar ook daarvan zijn nog geen definitieve plannen getekend en is de financiering nog hoogst onzeker. De lancering zal ten vroegste rond 2012 plaatsvinden.

Volgens een voorlopig ontwerp zal TPF bestaan uit vier afzonderlijke satellieten, elk

met een telescoop met een diameter van 3,5 meter. In een vijfde satelliet wordt het licht (in feite infrarode straling) van de vier telescopen samengebracht en onderzocht. Aanvankelijk zullen de vier telescopen dicht bij elkaar opereren, maar na verloop van tijd kan hun onderlinge afstand groter worden gemaakt, om zo het scheidend vermogen van het observatorium te vergroten. TPF moet in staat zijn kleine aarde-achtige planeten bij andere sterren dan de zon rechtstreeks waar te nemen en er zelfs spectra van te nemen. Daardoor moet het mogelijk worden de samenstelling van de eventuele atmosfeer van zo'n planeet te bestuderen. In het bijzonder wordt gehoopt dat het instrument de aanwezigheid van zuurstof of waterdamp zal vaststellen. Dat zou een aanwijzing zijn dat de planeet geschikt is voor leven.

In een volgende stap in het onderzoek, maar zeker niet vóór 2020, kan een nog grotere interferometer in de ruimte, de **Planet Imager**, gebouwd worden, die in staat moet zijn om details op aarde-achtige exoplaneten in beeld te brengen.

## Astronomen vinden exoplaneten die aan Jupiter doen denken

Een Amerikaans en een Europees team van astronomen ontdekten elk een exoplaneet die vergelijkbaar is met Jupiter. De meeste exoplaneten die tot nu toe ontdekt zijn, verschillen sterk van de planeten in ons eigen zonnestelsel. Het zijn doorgaans reuzenplaneten die vlakbij hun ster staan, terwijl in ons zonnestelsel de reuzenplaneten juist ver van de zon staan.

Het Amerikaanse team onder leiding van Paul Butler en Geoffrey Marcy van het Carnegie Instituut in Washington vond bij de ster 55 Cancri een planeet op ruwweg dezelfde afstand waar in ons zonnestelsel Jupiter staat. Een verschil met ons zonnestelsel is wel dat de planeet van 55 Cancri in een langgerekte ellipsbaan draait en niet in een cirkelvormige baan zoals Jupiter.

Een team van het observatorium van Genève ontdekte een planeet die wel op een cirkelvormige baan draait, maar iets dichter staat bij de ster: 3,7 astronomische eenheden, tegen 5,2 astronomische eenheden voor Jupiter (een astronomische eenheid is 150 miljoen kilometer). Eind juni waren al 96 exoplaneten bekend.

Dossier Op zoek naar buitenaards leven

# Intelligent *buitenaards* leven?

De Amerikaanse astronoom Frank Drake stelde in 1961 een formule voor om die kans te schatten en het aantal intelligente beschavingen in de melkweg te ramen. Het is een erg controversiële formule die de "vergelijking van Drake" genoemd wordt.

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

$N$  = het aantal beschavingen in de melkweg waarvan wij radio-uitzendingen kunnen ontvangen  
 $R^*$  = de vormingsnelheid van geschikte sterren, dat wil zeggen het aantal sterren dat per tijdseenheid gevormd wordt, met een voldoende grote "bewoonbare zone" waarin de temperatuur geschikt is voor leven, en met een voldoende lange levensduur voor de ontwikkeling van intelligent leven

$f_p$  = de fractie van die sterren die planeten hebben  
 $n_e$  = het aantal "aardes" of voor leven geschikte planeten (gelegen in de "bewoonbare zone") per planetenstelsel

$f_l$  = de fractie van die planeten waarop ook effectief leven ontstaat

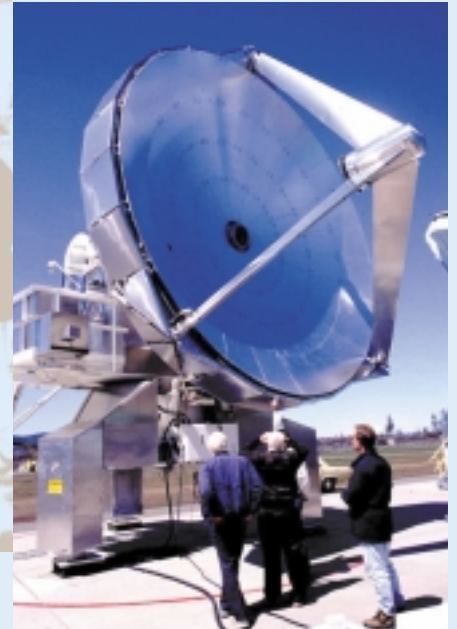
$f_i$  = de fractie van de planeten met leven waarop zich ook intelligent leven ontwikkelt

$f_c$  = de fractie van die planeten met intelligent

← Ontwerp voor een grote radiotelescoop op de maan waarmee naar buitenaards leven kan worden gezocht. (NASA)

*We hebben ons tot nu toe vooral gebogen over de vraag naar de mogelijkheid van leven buiten de aarde. Maar hoe groot is de kans om niet alleen leven aan te treffen, maar ook hoogontwikkeld, intelligent leven?*

↓ Prototype van een radiotelescoop voor de ATA.  
(SETI Institute)



leven waarop zich technologie ontwikkelt die detecteerbare signalen de ruimte in stuurt  
 $L$  = de gemiddelde levensduur van beschavingen die detecteerbare signalen de ruimte insturen.

Toen Drake zijn formule voorstelde waren bijna alle factoren nog bijzonder onzeker. In de volgende decennia hebben astronomische observaties vooral de eerste factoren al wat duidelijker gemaakt. Zo beginnen astronomen nu al een wat duidelijker beeld te krijgen van het voorkomen van planeten bij andere sterren, van de chemische evolutie van de melkweg (van belang voor de vorming van de elementen die nodig zijn voor het ontstaan van planeten en van leven), en van de vormingsgeschiedenis van sterren in de melkweg. De astronoom Charles Lineweaver heeft onlangs uitgerekend dat de meeste aarde-achtige planeten waarschijnlijk zowat acht miljard jaar geleden gevormd werden. Van alle "aardes" die vandaag bestaan, zijn er volgens de schatting van Lineweaver drie vierden die ouder zijn dan onze aarde. De gemiddelde leeftijd van de aarde-achtige

planeten zou 6,4 miljard jaar bedragen. Als Lineweavers conclusies kloppen, dan zijn er in het heelal grote aantallen planeten waar leven ruimschoots de tijd heeft gehad om tot ontwikkeling te komen. Er kunnen planeten zijn waarop het leven al veel ouder is dan op aarde.

Er blijft echter zeer veel onzekerheid over de laatste van de factoren uit de vergelijking van Drake. Gegeven een planeet met geschikte omstandigheden, lijkt het ontstaan van leven een proces met een vrij hoge waarschijnlijkheid. Dat wordt althans gesuggereerd door het feit dat het leven op aarde vrijwel onmiddellijk ontstaan is toen het de kans kreeg. Maar als er eenmaal primitief leven is, hoe groot is dan de kans dat er ook complexe levensvormen en intelligentie ontstaan? Het antwoord op die vraag is nog zeer onduidelijk. De meningen van de experts lopen uiteen van "vrijwel zeker" tot "vrijwel uitgesloten".

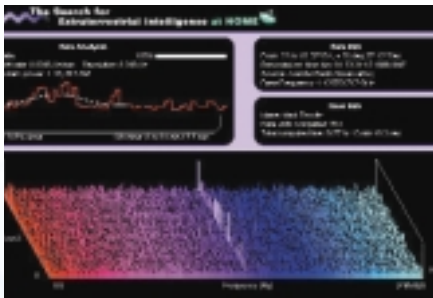
De geschiedenis van het leven op aarde leert ons niet veel en geeft in elk geval niet

veel hoop dat het ontstaan van intelligentie een gemakkelijk proces is. In tegenstelling tot wat soms gedacht wordt vertoont de geschiedenis van het leven geen continue "opwaartse trend", geen onvermijdelijke voortgang in de richting van toenemende intelligentie, om te culmineren bij de mens. Integendeel, het verschijnen van de mens op aarde lijkt eerder het gevolg van een opeenstapeling van toevalligheden.

Tot 65 miljoen jaar geleden kende de aarde een buitengewoon rijk en bloeiend ecosysteem, met planten- en diersoorten die de meest uiteenlopende ecologische niches bezetten, en die verspreid waren over het gehele aardoppervlak, over de zeeën en over de lucht. Toch is er in heel deze langdurige periode, de bloeitijd van de dinosaurussen, geen enkel dier tot ontwikkeling gekomen met een intelligentie die zelfs maar in de buurt van de onze komt.

Pas de volkomen toevallige ramp die (onder andere) de dinosaurussen heeft uitgeroeid,

→ Proefmodel van een radiotelescoop voor SETI-onderzoek. (SETI Institute)



↑ De computer toont de resultaten van de analyse van waarnemingen van het Serendip-project. (SETI@home)

maakte plaats voor het succesverhaal van de zoogdieren. En ook bij die zoogdieren lijkt de mens maar een toevallige late gast, afstammend uit een niet bijzonder succesvolle tak van de zoogdieren, die van de primaten. Zelfs de eerste mensen, die ongetwijfeld veruit de intelligentste aardbewoners van hun tijd genoemd konden worden, waren niet buitengewoon succesvol; de mens bleef lange tijd een vrij zeldzame en niet bijzonder opvallende diersoort.

Intelligentie is op aarde slechts zeer laat ontstaan, honderden miljoenen jaren nadat er al complexe dieren bestonden. Dat lijkt te suggereren dat het ontstaan van intelligentie allesbehalve een onafwendbaar of waarschijnlijk proces is. Het ontstaan van complexe dieren zelf is overigens evenzeer een laat verschijnsel in de evolutie van het leven, een evolutie die zich het grootste deel van de tijd uitsluitend afspeelde op het niveau van eencelligen.

Anderzijds is het natuurlijk zo dat intelligentie een duidelijk voordeel oplevert voor organismen die erover beschikken. Er zal dus zeker evolutionaire druk optreden in de

richting van betere hersenen en grotere intelligentie. Maar blijkbaar wegen de voordelen van een grotere intelligentie in de evolutie niet zo vaak op tegen de nadelen, en is het voor een organisme wellicht nuttiger om te "investeren" in meer lichaamskracht, snelheid, betere zintuigen, een overvloediger voortplanting met grotere aantallen nakomelingen, camouflage, een efficiënter metabolisme, een goed immuunsysteem of andere talenten. Het lijkt dus zeer goed mogelijk dat het ontstaan van intelligentie véél minder waarschijnlijk is dan het ontstaan van leven. Misschien zijn er zeer veel planeten in het heelal met eenvoudig, eencellig leven, maar zeer weinige met complexe levensvormen.

Maar dat houdt een aantal wetenschappers niet tegen om te zoeken naar mogelijke tekenen van buitenaardse intelligentie, een onderneming die bekend staat als SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence). De meest veelbelovende manier om buitenaardse beschavingen op het spoor te komen is volgens de meeste wetenschappers met de hulp van radiogolven. Ze zijn gemakkelijk op te wekken en te ontvangen en ze bewe-

gen zich door de interstellaire ruimte relatief ongehinderd voort met de snelheid van het licht (300 000 kilometer per seconde). Het is gemakkelijk om er interstellaire afstanden mee te overbruggen. Dat kan zelfs reeds met gemak met de technologie waarover wij op aarde vandaag beschikken. Een moderne grote radiotelescoop op aarde en een op een planeet bij Alfa Centauri (onze buurster in de melkweg) zouden zonder grote problemen met elkaar kunnen communiceren (weliswaar met een vertraging van meer dan vier jaar tussen zenden en ontvangen, wegens de lange tijd die de radiogolven onderweg zijn).

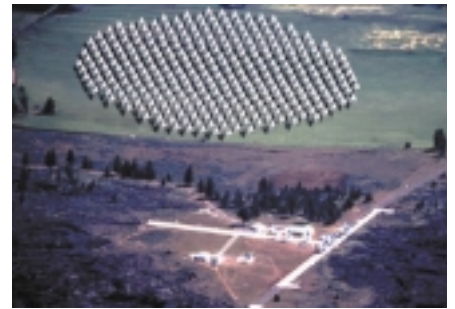
Het meeste onderzoek bestaat uit het "luisteren" met grote radiotelescopen naar mogelijke radiosignalen van buitenaardse oorsprong. Er wordt ook af en toe een bericht uitgezonden, maar dat is eerder symbolisch. De astronomen die luisteren naar eventuele buitenaardse radio-uitzendingen hopen niet bepaald op een boodschap die door buitenaardsen opzettelijk in onze richting wordt uitgezonden. Ze verwachten eerder "lekkage" te detecteren van de communicatie van de buitenaardsen onderling. Onze eigen aarde staat daarbij model: er worden door ons buitengewoon veel radiogolven onbedoeld de ruimte in gestraald, bijvoorbeeld TV-signalen. Al de radiogolven die op deze manier door de aarde worden uitgezonden, moeten met gevoelige antennes gemakkelijk te detecteren zijn van bij een van de naburige sterren.

Een belangrijk probleem is de keuze van de frequentie waarop geluisterd wordt (naast andere onbekenden als de bandbreedte en de modulatietechniek). Sommige onderzoekers hebben voorgesteld te luisteren op "symbolische" frequenties zoals de 1420 MHz die van nature uitgezonden wordt door atomaire waterstof (de befaamde 21-cm lijn), de meest voorkomende atoomsoort in het heelal. In dezelfde omgeving in het spectrum

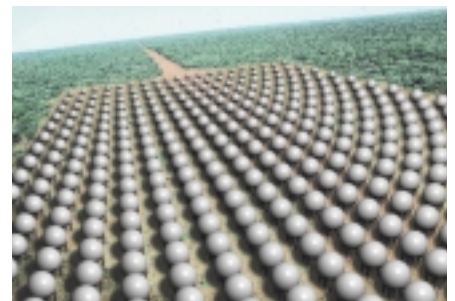
ligt ook nog de lijn van het hydroxide-ion (OH-). Omdat H en OH kunnen beschouwd worden als de bestanddelen van water (H<sub>2</sub>O) noemt men deze zone in het radiospectrum, waarin het interstellaire medium ook nog zeer goed "doorzichtig" is voor radiogolven, soms wel eens het "watergat". Maar bij het recente SETI-onderzoek is de trend eerder om met de hulp van zeer geavanceerde radio-ontvangers naar zo veel mogelijk frequenties tegelijk te luisteren. Behalve naar radiogolven wordt er de jongste tijd ook wel gezocht naar optische signalen van mogelijke buitenaardse wezens. Enkele projecten zoeken naar artificiële lasersignalen van andere sterren.

Het zoeken naar intelligent buitenaards leven begon op 8 april 1960 met het project Ozma (genoemd naar de prinses van Oz in de verhalen van L. Frank Baum) onder leiding van de 29-jarige radioastronoom Frank Drake. Een radiotelescoop, de 26 meter grote schotelantenne van het National Radio Astronomy Observatory in Green Bank, Virginia, werd gericht op twee nabije sterren, Tau Ceti en Epsilon Eridani, die beide min of meer op de zon lijken. Er werd geluisterd naar mogelijke radiosignalen van planeten bij deze sterren maar er werd geen enkel signaal opgevangen dat op een intelligente oorsprong wees. Het enige krachtige signaal dat die eerste dag opgevangen werd bleek afkomstig van een toevallig passerend vliegtuig.

Epsilon Eridani, de tweede ster waarop Drake de radiotelescoop richtte, staat merkwaardig genoeg nog steeds in de belangstelling. Het is op twee na de meest nabije ster die met het blote oog te zien is, op slechts 10,5 lichtjaar van ons. Ze is wat kleiner, koeler en lichtzwakker dan onze zon, en met een leeftijd van minder dan een miljard jaar een vrij jonge ster. In de jaren zestig van de twintigste eeuw dacht astronoom Peter van de Kamp al dat hij een langzame slingerbeweging van de ster had waargenomen, veroorzaakt door de aanwezig-



↑ Zo moet de Alan Telescope Array er gaan uitzien. (SETI Institute)



↑ Tekening van de reusachtige toekomstige Square Kilometer Array. (CSIRO)

heid van planeten. Die waarnemingen bleken verkeerd, maar later werd wel een ring van stof gevonden rond de ster. En in 2000 claimden astronomen William Cochran en Artie Hatzes van het McDonaldobservatorium in Texas dat ze aanwijzingen gevonden hadden voor een planeet bij Epsilon Eridani. Het zou dan gaan om de voorlopig meest nabije bekende exoplanet.

De hedendaagse SETI-projecten zijn veel ambitieuzer en veel systematischer van opzet dan Ozma. Een kort overzicht van de belangrijkste lopende projecten:

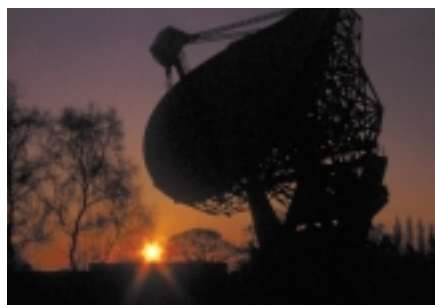
meest diverse onderzoeksprojecten bezig zijn. De astronomen van het Serendip-team bepalen dus niet zelf naar welk punt de telescoop gericht wordt, maar na verloop van tijd krijgen ze toch de kans om een groot deel van de hemel te observeren. De Serendip-ontvanger luistert naar 168 miljoen frequenties in de buurt van de waterstof-frequentie.

Het bekendste Seti-project is Seti@home, in feite een vernieuwende manier om de Serendip-data te analyseren. Serendip levert zoveel ruwe data dat het onmogelijk is om ze goed te analyseren met enkel de Serendipcomputers. Daarom is de hulp ingeschakeld van miljoenen vrijwilligers, die elk langs Internet hun computer ter beschikking stellen. Wie meewerkt aan Seti@home krijgt een stukje software, een zogeheten "screen-saver", om op zijn computer te installeren. Telkens wanneer de computer weinig werk heeft, komt de Seti@home-software in actie. De computers van de vrijwilligers zoeken elk in kleine brokjes data naar signalen met een heel geringe bandbreedte, wat beschouwd wordt als een aanwijzing voor een mogelijke artificiële oorsprong. Gelijkaardige instrumenten als de Serendip-ontvanger in Arecibo zijn aan het werk op de Parkes-radiotelescoop in Australië en op de Medicina-radiotelescoop in Italië.

Project **Beta** maakt gebruik van een 26 meter grote radiotelescoop in Harvard, Massachusetts. De gevoeligheid is geringer dan bij de projecten in Arecibo, maar Beta scant wel op een systematische manier de hemel, bij frequenties tussen 1400 en 1720 MHz. In 1999 werd de antenne bij een storm zwaar beschadigd, maar in de loop van 2002 zou ze opnieuw in gebruik moeten worden genomen.

De **Allen Telescope Array (ATA)** is een toekomstige, volledig aan Seti gewijde radiotelescoop, die zal bestaan uit een groot aantal goedkope commerciële schotelantennes,

↓ Registratie van een "buitenaards" signaal door de Phoenix-ontvanger. In werkelijkheid ging het om een door de maan weerkaatst aards signaal. (SETI Institute)



↑ Met radiotelescopen zoeken astronomen naar signalen van intelligente buitenaardse wezens. (PPARC)

Project **Phoenix** maakt gebruik van de 305 meter grote radio-schotelantenne in Arecibo om te "luisteren" naar de duizend meest veelbelovende sterren op minder dan tweehonderd lichtjaar afstand van de aarde. Phoenix krijgt de radiotelescoop veertig halve dagen per jaar ter beschikking. Elke ster wordt geobserveerd op miljoenen frequenties tegelijk tussen 1200 en 3000 MHz. Het zwakke punt van Phoenix is het geringe aantal sterren dat bestudeerd wordt, het sterke punt is de grote gevoeligheid.

Ook project **Serendip IV** maakt gebruik van de Arecibo-radiotelescoop, maar wel op een andere manier. De Serendip-ontvanger "luistert mee" terwijl andere astronomen met de



die samen een nuttige oppervlakte van een hectare zullen hebben. De ATA zou in 2005 klaar moeten zijn.

Op de wat langere termijn staat de **Square Kilometer Array (SKA)** op het programma, een radiotelescoop met een oppervlakte van een vierkante kilometer. De SKA zal worden gebruikt voor divers sterrenkundig onderzoek, maar net zoals vandaag het geval is met de Arecibo-telescoop, zal hij mede voor Seti gebruikt kunnen worden.

Naast deze grote zoekprogramma's op radiofrequenties is er ook een reeks zoekprojecten in het golflengtegebied van het zichtbare licht. Een voorbeeld is het Harvard Targeted Optical SETI Project, dat zoekt naar uiterst snelle "nanoseconde-pulsen" in het licht van elfduizend zonachtige sterren. Het project maakt gebruik van een 1,55 meter-telescoop van de universiteit van Harvard. Het programma werkt op de manier van Serendip IV: het "kijkt mee" terwijl astronomen met onderzoeksprogramma's bezig zijn die niets met Seti te maken hebben. Ook aan de universiteiten van Princeton en Berkeley, aan het Lick-observatorium en aan het observatorium van Mount Wilson lopen optische Seti-projecten.

Wat al de projecten gemeen hebben, is dat ze tot nu toe nog geen enkel teken van buitenaardse intelligentie gevonden hebben. Weliswaar is nog maar een klein deeltje van de "zoekruimte" (bepaald door de mogelijke golflengtes, bandbreedtes, intensiteiten en richtingen aan de hemel) doorzocht. Toch valt uit dit voorlopig negatieve resultaat al een besluit te trekken: als er buitenaards intelligent leven bestaat, dan is het in elk geval niet alomtegenwoordig in de melkweg.

Op zich is dat al enigszins merkwaardig. Het is gemakkelijk, met plausibele keuzes voor de factoren in de formule van Drake, te komen tot een vrij hoge schatting van het

aantal beschavingen in de melkweg, pakweg enkele tienduizenden. Als er dan bij die beschavingen een klein aantal zijn die expansief van aard zijn, wat niet zou verbazen, gezien het gedrag van het leven op aarde, dan valt het te verwachten dat enkele van die beschavingen in een zeer korte tijd de hele melkweg zouden koloniseren. De melkweg is maar zowat 100.000 lichtjaar groot, wat betekent dat het geen probleem kan zijn geweest voor een expanderende beschaving om zich doorheen de hele melkweg te verspreiden met een snelheid veel kleiner dan de snelheid van het licht, aangezien de melkweg al meer dan tien miljard jaren oud is, en er waarschijnlijk al sinds meerdere miljarden jaren aardeachtige planeten gevormd kunnen worden. De kolonisatie van de hele melkweg is zelfs logistiek en organisatorisch niet zo'n reusachtig probleem als het op het eerste gezicht lijkt. Het hoeft helemaal niet te gaan om een grote centraal geleide en georganiseerde campagne. Het volstaat dat vanuit een planeet van oorsprong enkele naburige werelden gekoloniseerd worden. Als deze eenmaal gegroeid zijn en zelf tot bloei zijn gekomen, kunnen weer nieuwe kolonisten vertrekken naar weer nieuwe werelden. Op die manier kan een golf van kolonisten langzaam doorheen de melkweg trekken, op dezelfde manier waarop dier- en plantensoorten nieuwe territoria koloniseren.

Als er ook maar één dergelijke expansiegerichte beschaving bestaat, dan zou de melkweg dus moeten krioelen van de intelligente buitenaardse wezens, of tenminste van de overblijfselen van hun beschavingen, of hun radiobakens. Maar toch hebben we er nog geen enkel teken van gezien. Dat is de zogeheten "**paradox van Fermi**", genoemd naar de Italiaanse fysicus Enrico Fermi. Waar is iedereen?

Over mogelijke oplossingen voor deze "paradox" kunnen we alleen maar speculeren. Eens

te meer verlaten we hier het domein van de gefundeerde wetenschap en wagen we ons op het glibberige pad van de sciencefiction. De eenvoudigste uitleg is dat er helemaal geen intelligente buitenaardse wezens bestaan, of dat ze zo zeldzaam zijn dat ze niet eens in elk melkwegstelsel voorkomen. Maar het zou ook kunnen dat de praktische moeilijkheden bij interstellaire reizen (nog) groter zijn dan we vermoeden, in die mate dat vrijwel geen enkele beschaving het klaarspeelt. Of misschien zijn geavanceerde beschavingen wel zeer instabiel waardoor geen enkele het erg lang volhoudt (tenslotte zijn ook wij nog maar enkele decennia de radiotechniek machtig). Of misschien zijn de intelligente buitenaardse wezens toch wijd verspreid in de melkweg, maar merken we hun aanwezigheid niet op, misschien omdat ze zo radicaal anders zijn dan wij, of omdat hun technologie onvoorstelbaar veel verder gevorderd is dan de onze. Het is zelfs denkbaar, maar dan zijn we helemaal bij de sciencefiction beland, dat zij zich opzettelijk voor ons verborgen houden...

## Actualiteit



De DWTC nodigen u uit om EOedu te ontdekken, een drietalige educatieve website gewijd aan teledetectie. Deze website bevat:

- de essentie van de theoretische informatie van de cd-rom "Belgian Earth Observation": kleine teledetectiegids, glossarium, kenmerken van satellieten en sensoren, toepassingen
- een thematisch opgebouwde linkpagina : beeldcatalogi, toepassingen, global change, ruimtevaart...
- een "lerarenhoekje" met een resem interessante informatie: actualiteit, educatieve bronnen, de rubriek Eduproba...

De website EOedu is het educatief gedeelte van de Telsat Guide, een website met informatie over verschillende satellieten en sensoren, hun producten en toepassingen:

- de aardobservatiesatellieten, hun technische kenmerken, de toepassingsdomeinen...
- de organisaties actief in het domein van de aardobservatie (beeldverdelers , onderzoeksteams...)
- de projecten uitgevoerd in het kader van de DWTC-activiteiten en de gearchiveerde satellietbeelden.

Voor meer inlichtingen: Martine Stélandre,  
Earth Observation HelpDesk, DWTC, Wetenschapsstraat 8,  
1000 Brussel, tel: 02 238 35 59 fax: 02 230 59 12

Op 6 juni werd de missie waaraan Frank De Winne zal deelnemen alsook het logo voorgesteld door Charles Picqué, Minister van Wetenschappelijk Onderzoek, Yvan Ylief, Regeringscommissaris belast met het Wetenschapsbeleid en Ernst Messerschmid, Hoofd van het Europese centrum voor astronauten bij de Directie van bemande vluchten en microzwaartekracht van ESA.



## Vernieuw uw gratis abonnement op Space Connection en mis uw afspraak met Frank De Winne niet !



Zoals voor de vlucht van de eerste Belgische astronaut Dirk Frimout, zal begin oktober ook een speciale uitgave van Space Connection verschijnen die gewijd is aan de vlucht van Frank De Winne. De hele *Odissea*-missie zal er in worden beschreven met een bijzondere aandacht voor de Belgische bijdrage. Mis deze uitgave dus zeker niet, maar... opgelet ! Om een goede werking te verzekeren actualiseren we ons

adresbestand. Indien u Space Connection verder regelmatig gratis wil blijven ontvangen dient u wel onderstaande antwoordcoupon in te vullen en terug te sturen naar de DWTC, Mevr. Ria D'Haemers, Wetenschapsstraat 8, 1000 Brussel. U kunt hem ook faxen naar nummer 02/230.59.12 of een e-mail sturen naar [dhae@belspo.be](mailto:dhae@belspo.be)

### ANTWOORDSTROOK VOOR GRATIS HERABONNERING OP SPACE CONNECTION (duidelijk invullen)

Naam, voornaam: .....

Organisatie: .....

Adres: .....

Land: .....

Deze herabonnering gebeurt overeenkomstig de bepalingen van de wet van 8 december 1992 en gewijzigd door de wet van 11 december 1998.

U heeft het recht uw gegevens te raadplegen, te wijzigen of te laten schrappen.

## Belgische technologie voor **digitale cinema**

Cast4All - een Belgische onderneming gespecialiseerd in business to business-oplossingen voor het beheer en de distributie van "rich content"-bestanden - hield in april met succes een demonstratie van geautomatiseerde distributie van digitale films via satelliet. Nicolas, een digitale film van Pete Shaner, en twee reclamespots werden van een EVS CineStore-server in Noordwijk (Nederland) naar drie EVS-ontvangsttoestellen (in Kortrijk, Brussel en Luik) gestuurd. Deze transmissie van een fictiefilm van meer dan 60 gigabyte, maakte gebruik van het generisch Multicast Communication Management-platform en het Forward Error Correcting-systeem (FEC) die ontwikkeld werden door Cast4All met de steun van ESA in het kader van het ARTES 4-programma. Tijdens de voorstelling in de lokalen van Barco, werden ook de producten van Barco Digital Cinema en EVS Broadcast Systems toegelicht en werd de toekomst van digitale cinema besproken.

[www.barco.com/projection\\_systems/digital\\_cinema/](http://www.barco.com/projection_systems/digital_cinema/)  
[www.cast4all.com/](http://www.cast4all.com/)  
[www.evs-broadcast.com/](http://www.evs-broadcast.com/)

(ESA-communiqué, 7 mei 2002)

## Nieuwe affiche van het federale wetenschaps- beleid

De Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden publiceerden zopas een nieuwe affiche die op de laatste pagina van deze Space Connection is afgedrukt. Op de keerzijde van de affiche staat heel wat nuttige informatie omtrent onze activiteiten en deze van de Federale wetenschappelijke instellingen. U kunt de affiche gratis ontvangen door een e-mail te sturen naar [affiche@belspo.be](mailto:affiche@belspo.be)

## Lancering van de **Microgravity Science Glovebox** voor ESA-onderzoek in microzwaartekracht

Opgesteld in het midden van de kleine logistieke drukmodule Leonardo en ontwikkeld door ESA werd deze Microgravity Science Glovebox (MSG) of handschoenkastje voor onderzoek in microzwaartekracht op 6 juni met een Amerikaanse ruimtewagen naar het internationale ruimtestation gelanceerd.

Bij deze gelegenheid verklaarde de heer Feustel-Büechl, ESA-Directeur bemande vluchten en microzwaartekracht: "De MSG is de eerste Europese onderzoeksinstallatie die naar het ISS wordt gelanceerd. Het is ook een mooi voorbeeld van coördinatie en samenwerking tussen ESA, NASA en de Europese industrie."

Met dit handschoenkastje kunnen de astronauten zeer gevarieerd experimenteren in domeinen als materiaalkunde, verbranding, vloeistoffen fysica en biotechnologie en studiewerk verrichten in een microzwaartekrachtomgeving. Er kunnen ook herstellings- en onderhoudswerkzaamheden mee uitgevoerd worden in een beheerste atmosfeer. De gebruiksmogelijkheden van de MSG zijn talrijk en vernieuwend, gaande van manuele bediening door de astronauten met portable PC's tot de volledig geautomatiseerde en

afstandsbediening vanop aarde (telescience). Via een permanente verbinding kunnen gegevens met de grondstations uitgewisseld worden.

De MSG wordt opgesteld in het Amerikaanse laboratoriummedeelte Destiny en zal tien jaar lang operationeel blijven.

ESA zal de installatie gebruiken ten behoeve van de wetenschappelijke gemeenschap in Europa. Tijdens de missie van de Belgische astronaut Frank De Winne die met een taxivlucht van een Sojoez in oktober 2002 naar het ISS zal reizen, zal de MSG voor het eerst gebruikt worden bij het uitvoeren van Europese experimenten. De astronaut zal vier experimenten uitvoeren die betrekking hebben op eiwitkristallisatie, kristallisatie van zeolieten, verbranding en vloeistoffen fysica.

MSG werd gebouwd door Bradford Engineering (Groot-Brittannië), Verhaert Design and Development (België), ATOS-ORIGIN (Nederland) en Laben (Italië) onder leiding van Astrium GmbH (Duitsland).

(ESA-communiqué van 6 juni 2002)



Microgravity Science Glovebox (MSG)

