

MENS:
een indringende
en educatieve
visie op het
leefmilieu

Dossiers en rubrieken
didactisch gewikt
en gewogen door
eminente specialisten

73

Okt-Nov-Dec 09

Driemaandelijk populairwetenschappelijk tijdschrift

Op weg naar Mars

Tussen droom en daad, met veel praktische bezwaren

Milieu-
Educatie,
Natuur &
Samenleving

 Universiteit
Antwerpen

Nationale Loterij
creëert kansen



© 2009 Biomens - voor duiding van ons copyright-concept, zie www.biomens.eu

MENS is een uitgave van Bio-Mens vzw. In het licht van het huidige maatschappijmodel ziet zij objectieve wetenschappelijke voorlichting als één van de basisdoelstellingen.

www.biomens.eu

Academische begeleiding:

Prof. Dr. Roland Caubergs, Universiteit Antwerpen
roland.caubergs@ua.ac.be

Hoofredactie:

Dr. Geert Potters, Universiteit Antwerpen
mens@ua.ac.be

Eindredactie:

Jan T'Sas, Klasse

Kernredactie:

Lic. Karel Bruggemans, VRT
Prof. Dr. Roland Caubergs, Universiteit Antwerpen
Dr. Guido François, Universiteit Antwerpen
Lic. Liesbeth Hens, Ministerie van Onderwijs en Vorming
Dr. Lieve Maesele, Hogeschool Gent
Lic. Els Grieten, Universiteit Antwerpen
Lic. Chris Thoen, middelbaar onderwijs
Dr. Sonja De Nollin, Universiteit Antwerpen
Dr. ing. György Horvath, Universiteit Antwerpen

Abonnementen en info:

Corry De Buysscher
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tel.: +32 (0)486 93 57 97 - Fax: +32 (0)3 309 95 59
corry.mens@telenet.be

Abonnement:

22 € op nr. 777-5921345-56

Educatief abonnement: 14 €

of losse nummers: 4 €
(mits vermelding instellingsnummer)

Communicatie coördinator Bio-Mens:

Kaat Vervoort
Herrystraat 8b, 2140 Antwerpen
Tel.: +32 (0)3 609 52 30 - Fax +32 (0)3 609 52 37
contact@biomens.eu

Algemene coördinatie:

Dr. Sonja De Nollin
Tel.: +32 (0)495 23 99 45
e-mail: sonja.denollin@ua.ac.be

Illustraties:

Mens, Geert Potters, Wikipedia,
VITO, NASA

Verantwoordelijke uitgever:

Prof. Dr. Roland Valcke, Universiteit Hasselt
Reimenhof 30, 3530 Houthalen
roland.valcke@uhasselt.be

ISSN 0778-1547



Inhoud

Op weg naar Mars	3
Wanneer landen we?	3
Mars: de Rode Planeet	4
Een kleine stap voor een mens	9
...een grote stap voor de menselijke fysiologie!	11
Aankomst in het Martiaans paradijs	13

Voorwoord

Ik was elf jaar toen Eddy Merckx de Ronde van Frankrijk won en Neil Armstrong voet zette op de maan. Veertig jaar later is de Ronde van Frankrijk ondanks alle dopingperikelen nog altijd ontzettend populair. Maar als ik 'Armstrong' intik bij Google, kom ik eerst bij Lance. De maan is van zijn voetstuk gevallen.

Nochtans zijn er maar weinig mensen die de ruimtevaart nog in vraag stellen. Veertig jaar geleden waren de maanlandingen een hoogtepunt in de Koude Oorlog tussen de Verenigde Staten en de USSR. Velen vonden het weggegooid geld dat beter kon worden gebruikt om de hongersnood in Biafra te beëindigen. Maar anno 2009 zijn we vertrouwd geraakt met communicatiesatellieten, met onze GPS, de satellietbeelden van het gat in de ozonlaag en met betere weerprognoses... The sky is the limit.

Hoe komt het dan toch dat de ruimtevaart (en trouwens ook de wetenschap in het algemeen) het publiek niet meer kan bekoren? Dat heeft mijns inziens veel te maken met de manier waarop wetenschappers in de media worden voorgesteld. Net zoals alle nieuwsitems tegenwoordig graag met een sensationeel sausje worden overgoten, kiezen sommige media er die wetenschapsmensen uit die een hoog 'professor Zonnebloem'-gehalte hebben.

Begrijp me niet verkeerd: Kuifje en Hergé waren prima wetenschapsvoorlichters. Maar de media zijn dikwijls op zoek naar extremen om hun verhaal te kunnen verkopen. Zij gaan daarbij voorbij aan de vaststelling dat wetenschappers in feite heel normale mensen zijn. Enfin, we zijn gedreven en gepassioneerd, maar we eten, drinken, leven en slapen zoals iedereen. Dat aspect wordt dikwijls over het hoofd gezien. Wetenschappers worden maar al te graag voorgesteld als weirdo's die in hun ivoren toren zitten en niet goed communiceren met het gewone volk.

Voor de Europese ruimtevaart wordt stiefmoederlijk behandeld. Een lancering van een Ariane 5-raket haalt nog nauwelijks het nieuws. Amerikaanse projecten staan veel meer in de belangstelling. Zelfs India, Japan en China krijgen ruim de aandacht. Er is één uitzondering: als er iets fout gaat, zijn de journalisten er als de kippen bij om te vertellen hoeveel Europees geld het heeft gekost.

Wetenschapspopularisatie... het blijft moeilijk, maar het is absoluut noodzakelijk. Als ons land de 21-ste eeuw wil overleven, zullen we zwaar moeten inzetten op wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie. MENS heeft met zijn kritische en multidisciplinaire aanpak alvast de wind in de zeilen. En dat is geen voorspelling. Het is een zekerheid.



Frank Deboosere

www.frankdeboosere.be

Op weg naar Mars

Tussen droom en daad, met veel praktische bezwaren

Marjolein Vanoppen en Geert Potters (Universiteit Antwerpen)
Met medewerking van Arthur Schoeters (Euro Space Society), Frank Deboosere (KMI),
Guy Mariën (Volkssterrenwacht Urania), Nancy Vermeulen (Mars Society België)

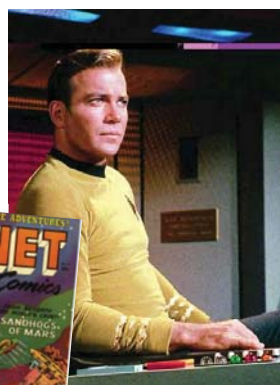
Wanneer landen we?

Op 30 oktober 1938 zorgde een hoorspel op de radio voor heel wat opschudding in de Verenigde Staten. Alsof ze luisterden naar een live reportage, kregen de mensen een verslag te horen over de landing van marsmannetjes en hun campagne om de aarde over te nemen. Al ging het maar over het bekende *War of the Worlds* van H.G. Wells uit 1898, toch geloofden vele mensen dat de berichten echt waren. Sommigen beweerden achteraf zelfs dat ze lichtflitsen gezien hadden en rook konden ruiken. Binnen een maand had het nieuws van de paniek zich over de hele wereld verspreid... De mededeling na de uitzending dat het maar een een hoorspel was om Halloween te vieren, kon de paniekreacties niet stoppen. Maar hoe zouden we echt reageren als er leven bestond op Mars en het ons kwam bezoeken?

Het heelal houdt de mens al eeuwen bezig, waarschijnlijk al sinds we rechtop zijn gaan lopen. Een van de vragen die ons het meest fascineert, luidt: Is er leven op andere planeten? Dankzij die vraag zijn er nu duizenden UFO-fanaten (UFO: *unidentified flying object*) en er doen ook heel wat verhalen over ontvoeringen de

ronde. Maar ze heeft ook geleid tot het ontstaan van SETI, *Search for ExtraTerrestrial Intelligence*. Dat is een programma waarbinnen een aantal gevoelige radiotelescopieën de ruimte afzoeken naar signalen die zouden kunnen wijzen op buitenaardse beschavingen. Vooral onze buurplaneet Mars wekt onze nieuwsgierigheid. Aanvankelijk hoopten we marsmannetjes te ontmoeten, maar intussen hebben we onze verwachtingen moeten bijstellen en hopen we nu enkel nog op marsbacteriën. Vandaag de dag willen we ook meer leren over de oorsprong van onze eigen planeet. Dat is niet zo toevallig: de Rode Planeet heeft heel wat gemeen met onze eigen aarde.

Zo hebben we, na de 'nabije' ruimte en de maan, onze zinnen gezet op een missie naar Mars. En nu we al enkele onbemande missies op en rond Mars uitgevoerd hebben, vinden we de tijd rijp voor een bemande missie. Maar hebben we voor een dergelijk opzet al voldoende technologie en knowhow in huis of is er nog extra onderzoek nodig? Tegen wanneer willen we op Mars staan? President Bush voorspelde in 2004 dat de Amerikanen tegen 2020 opnieuw op de maan zouden staan, en die ervaring zouden gebruiken voor een reis naar Mars rond 2030. Hebben we dan nog tijd genoeg om alle problemen op te lossen en ervoor te



"To boldly go where no man has gone before"

(James T. Kirk)



"The desire to explore and understand is part of our character."

(George W. Bush)

zorgen dat astronauten heelhuids een retourtje Mars kunnen maken? Dat valt nog te bezien.

Onze dappere Marsreizigers zullen lange tijd samen, in een beperkte ruimte moeten kunnen overleven. Vervolgens zullen ze op een planeet landen die zeker nog niet al zijn geheimen heeft prijsgegeven. Onderweg zullen ze onderhevig zijn aan straling, gewichtloosheid en nog vele andere verschijnselen die niet voorkomen op aarde. Eenmaal op Mars moeten ze het hoofd bieden aan een zuurstofloze atmosfeer, een lagere zwaartekracht dan op aarde, het totale gemis van eetbare substantie op de rode planeet... Hoe zullen ze hiermee kunnen omgaan? En wie zal als eerste die

nieuwe 'grote stap voor de mensheid' wagen: Amerikanen, Russen of Europeanen? Misschien worden het wel astronauten uit China, Japan of India, die zelf ook een plaatsje willen bemachtigen in de wereld van de ruimtevaart. Of maken we er een United World missie van en werken we samen?

In dit dossier van MENS nemen we je mee op de allereerste vlucht naar Mars. Stap in onze ruimtesonde, riem jezelf stevig vast en denk eraan... dit is een niet-rokersvlucht!

Mars: de Rode Planeet

Hier spreekt uw gezagvoerder...

"Welkom op Interstellaire Vlucht USS1701 richting Mars. Estimated Time of Arrival: over één jaar. Tijd genoeg om de reisbrochure te lezen..."

Als je geluk hebt, kun je vanop aarde en op een heldere nacht onze buur Mars zien. De planeet ziet eruit als een oranje-rood stipje aan de hemel. Nu we de planeet echter naderen, krijgt ze een duidelijke driedimensionale vorm en kun je zelfs verschillende landschappen onderscheiden: lager gelegen vulkanische vlaktes op het noordelijk halfrond en met kraters bedekte hooglanden op het zuidelijk halfrond. Hoe die juist ontstaan zijn, is nog onbekend. Wel weten we dat de zuidelijke hooglanden het langst geleden gevormd zijn. Dat gebeurde 4,5 à 3,9 miljard jaar geleden tijdens de

zogenaamde Noachiaanse periode. De bergketens en 'rivierbeddingen' dateren van de Hesperiaanse periode (3,9 à 1,9 miljard jaar geleden).

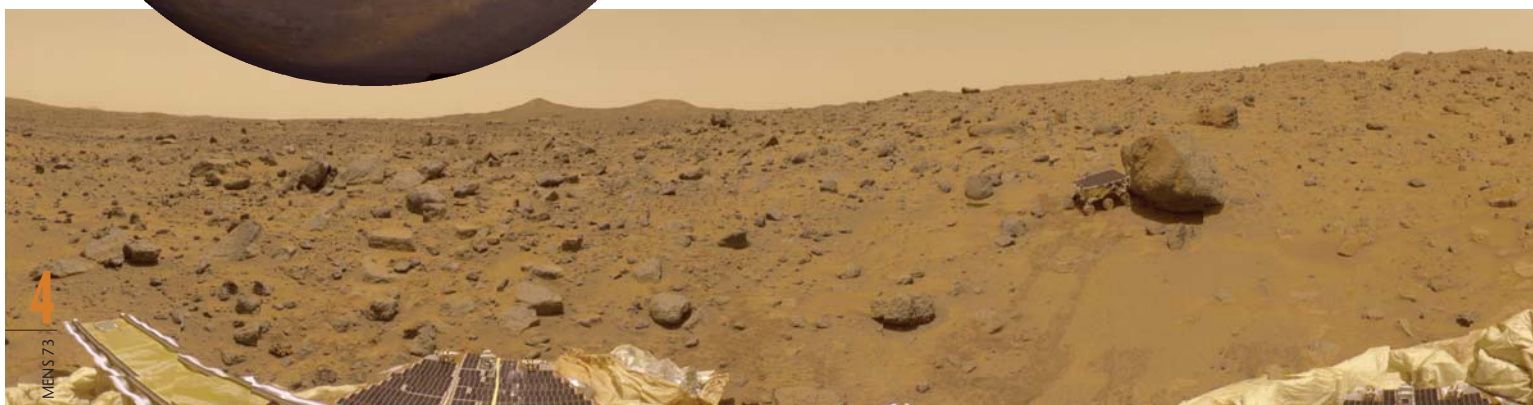
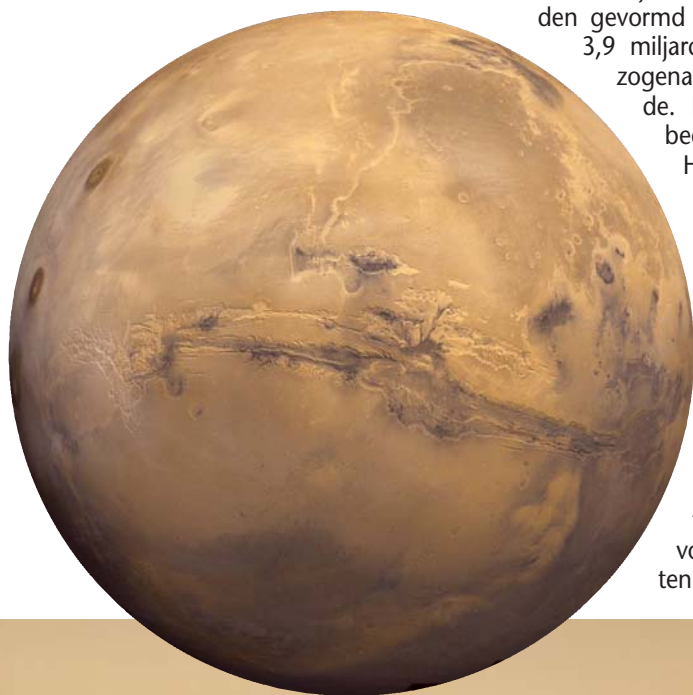
De laatste grote areologische gebeurtenissen (areologie is de geologie van Mars, naar de Griekse god Ares, het evenbeeld van de Romeinse god Mars) vonden plaats in de Amazoniaanse periode (1,8 miljard jaar geleden tot nu): grote lavastromen vormden de immense vlakten die je duidelijk kunt

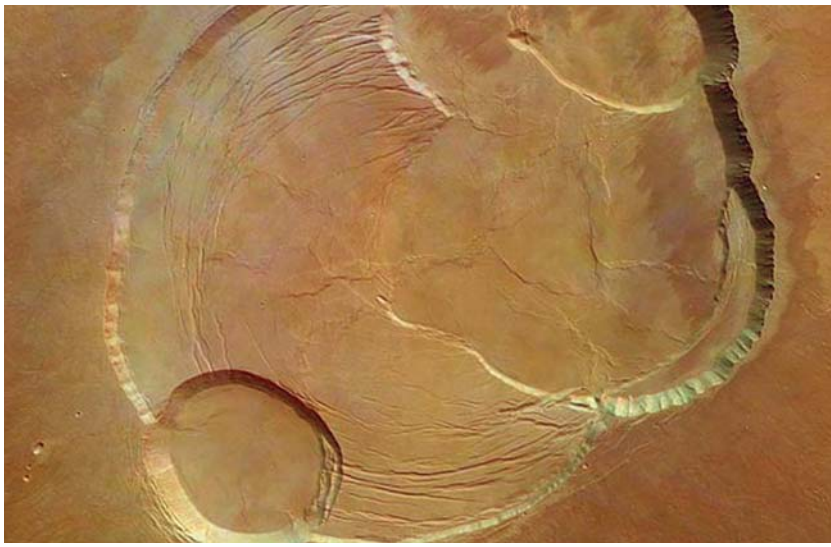
onderscheiden. Ze zijn nog relatief jong en vertonen weinig inslagkraters.

Je kunt duidelijk de twee poolkappen onderscheiden die gevormd worden door bevroren water en koolstofdioxide (CO₂). Ze groeien en smelten met de seizoenen. Inderdaad, ook Mars heeft seizoenen – net zoals bij de aarde staat de rotatieas van de planeet niet loodrecht op de invallende zonnestraling. Hierdoor is elk van de polen om de beurt een half jaar in duisternis gehuld. Omdat de hoek van de rotatieas op Mars vergelijkbaar is met die van de aarde, lopen de Martiaanse jaargetijden ongeveer gelijk met de onze. Toch duren de seizoenen daar ongeveer dubbel zo lang. Dat komt doordat Mars een veel langere omlooptijd heeft om de zon.

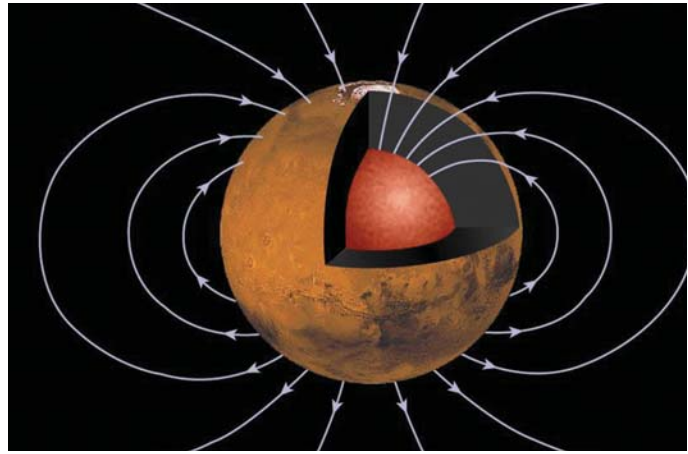
De baan van Mars om de zon heeft ook een grotere excentriciteit dan die van de aarde: haar baan is veel elliptischer. Daarom is het verschil tussen de seizoenen op het noordelijke en het zuidelijke halfrond veel groter dan bij ons. Als het zomert op het zuidelijke halfrond, dan bevindt de planeet zich bij het perihelium van zijn baan, het dichtst bij de zon dus. Tegelijk wintert het op het noordelijke halfrond. Als de planeet zich bij het aphelium bevindt, ver weg van de zon, is het zomer op het noordelijke halfrond, maar door de grotere afstand tot de zon zal het er toch zo'n 30 graden Celsius minder warm zijn dan tijdens de zomer op het zuidelijke halfrond.

Een opvallend seizoensgebonden verschijnsel op Mars zijn grote stofstormen, die de hele planeet kunnen omhullen. Ze komen voor wanneer Mars het dichtst bij de zon staat en het zomer is op het zuidelijk halfrond. Op de polen liggen dikke lagen koolstofdioxide die gecondenseerd zijn tot droog ijs. Als in de lente dit droog ijs begint te smelten, komen grote hoeveelheden CO₂ weer vrij. Dit veroorzaakt felle winden vanaf de polen. Deze winden doen een heleboel stof opwaaien. Je kunt je voorstellen dat ze een groot probleem zullen vormen voor onze apparatuur. Ze kunnen ventilatiesystemen blokkeren, kortsluiting veroorzaken in levensnoodzakelijke elektrische machines en zonnepanelen bedekken. De Mars

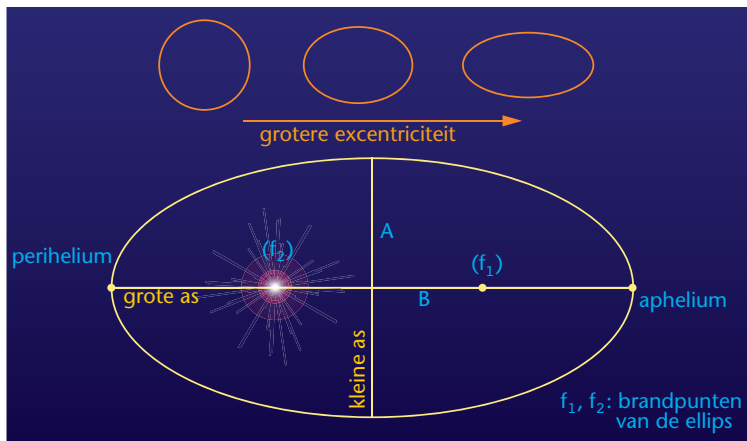




Olympus Mons: bijna drie keer hoger dan onze Mount Everest!



Hoewel Mars geen planeetwijd magnetisch veld kent (de aarde heeft dat wel), vinden we er een onregelmatige lappendeken van kleine gebiedjes die alle samen wel een zwakke noordpool en zuidpool definiëren. Bovendien vinden we in de buurt van deze polen duidelijke ijskappen

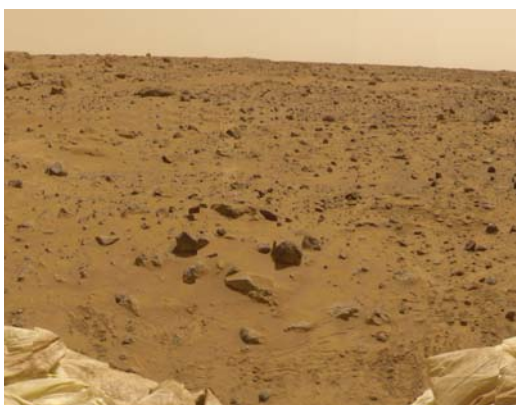


Banen van planeten zijn altijd elliptisch. Dit duiden we aan met het begrip excentriciteit – de mate waarin de baan afwijkt van de vorm van een cirkel. Dat is meteen ook een belangrijke parameter bij het beschrijven van de baan van een planeet. Je zou zelfs kunnen stellen dat een cirkel een bijzondere vorm is van een ellips, waarbij de afstand tussen de brandpunten gereduceerd is tot nul. De omlooptijd is de tijd die een planeet nodig heeft om een volledige baan om de zon te beschrijven. Volgens de derde wet van Kepler (een Duits astronoom en voorvechter van het heliocentrische wereldbeeld) hangt de omlooptijd overigens enkel af van de halve grote as (gemiddelde van aphelium en perihelium). Alle banen met dezelfde grote as hebben dus dezelfde omlooptijd.

rovers *Spirit* en *Opportunity* hebben daar nu al last van (zie kader op www.biomens.eu).

Als je nog wat dichter komt, zul je wellicht gigantische vulkanen zien opdemen. Rond de evenaar ligt namelijk het zogenaamde Tharsis-gebied. Het is bezaaid met enorme schildvulkanen, met als grootste de Olympus Mons. Een schildvulkaan is een vulkaan gevormd uit siliciumarme lava, met vlakke hellingen. Met zijn vierentwintig kilometer boven de omliggende vlakte zou hij onze nog geen negen kilometer hoge Mount Everest danig in de schaduw stellen. Toch vormen deze gigantische vulkanen waarschijnlijk geen probleem voor een toekomstige Marsreiziger, want men vermoedt dat ze al lang uitgedoofd zijn.

Je merkt ook een aantal geulen op. Het lijkt alsof ze door stromende vloeistof zijn veroorzaakt. Dat moet dan lang geleden zijn, want vandaag de dag is Mars een koude planeet met een atmosfeer die te



Een beetje Marsrijkskunde

De grootste krater op de planeet is het Hellasbekken, een immense structuur met een diameter van 1800 kilometer. Hij dateert uit de Noachiaanse periode. Ook uit die periode, maar iets meer ten noorden van de evenaar, ligt de fel door kraters getekende regio Arabia Terra. Ten westen ervan zijn de Viking 1 en de *Pathfinder* geland. Ten zuiden van Arabia Terra ligt Terra Meridiani Planum. Hier ontdekte de *Mars Global Surveyor* voor het eerst hematiet.

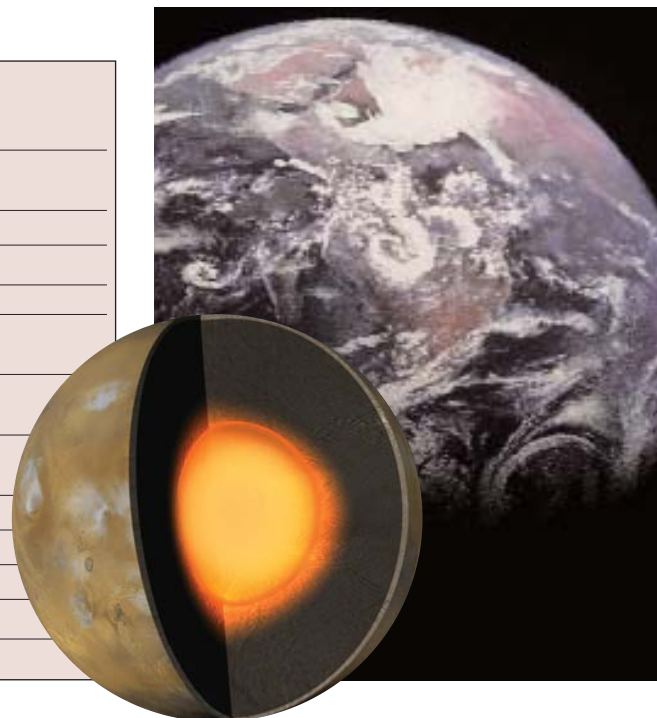
Verder naar het noordoosten liggen de vlakten ('planitia') Utopia (de landingsplaats van de *Viking 2*) en Elysia. Tussen Utopia Planitia en de Amazonis Planitia (verder oostwaarts) zien we enkele van de gigantische bergen van de Rode Planeet, onder andere de Mons Elysium. Nog verder door, aan de andere kant van de Amazonis Planitia, ligt de tot nu toe hoogste berg van ons zonnestelsel: de Olympus Mons. Ten westen van Arabia Terra ligt het grootste geulencomplex van de planeet: de Ares Vallis, de landingsplaats van de *Pathfinder*. De bergen en geulen dateren van de Hesperiaanse periode

Kaart van Mars met aanduiding van de landingsplaatsen van verschillende tuigen



Aarde en Mars in cijfers: wie is de grootste?

	AARDE	MARS
Gemiddelde diameter	12.756,274 km (evenaar) 12.713,51 km (polair)	6796 km (evenaar) 6752 km (polair)
Gemiddelde omtrek	40.074 km (evenaar)	21.339 km (evenaar)
Massa	$5,9742 \times 10^{24}$ kg	$6,419 \times 10^{23}$ kg
Duur 1 dag/sol	23,9 uur	24,6 uur (=1 sol)
Duur 1 jaar	365,25636 dagen (365 dagen 6u 9min 9,54sec)	686,98 dagen
Atmosfeer	78% stikstof 21% zuurstof	Zeer dun, vooral CO ₂
Temperatuur	Minimum -89°C Maximum 58°C	Minimum -140°C Maximum 20°C
Kern	Ijzer en nikkel	Ijzer en nikkel
Aantal manen	1	2 (Phobos en Deimos)
Valversnelling	9,78–9,83 m/s ²	3,72–3,74 m/s ²
Afstand tot de zon	$149,6 \times 10^6$ km	$227,94 \times 10^6$ km
Hoek rotatieas	23,4°	25,19°



dun is om vloeibaar water op het oppervlak te kunnen laten bestaan. Dat neemt natuurlijk niet weg dat er vroeger vloeibaar water aanwezig kan geweest zijn. Zowel de *Mariner 9* als de *Viking Orbiters* hebben bevestigd dat het klimaat op Mars in het verleden spectaculaire veranderingen heeft doorgemaakt. Vier miljard jaar geleden was er waarschijnlijk veel meer vulkanische activiteit op de Rode Planeet. Er waren ook meren en rivieren die erosie veroorzaakten. Op dat moment zou de planeet een warmer en vochtiger klimaat gehad hebben en stroomde er water zoals dat nu bij ons het geval is. *Opportunity* en *Spirit*, de twee huidige Mars rovers, hebben wel dergelijke rotsen gevonden die tekenen vertonen van erosie door water. Maar omdat Mars een kleinere planeet is, koelde hij na zijn ontstaan sneller af dan de aarde, waardoor de geologische activiteit afnam. Langzaam werd de planeet droger en stoffiger, verdwenen de rivieren en werd Mars de planeet die we nu kennen.

Hopelijk heb je dus genoeg te drinken meegenomen op je reis. Veel vloeibaar water ga je namelijk niet aantreffen. Maar als al het bevroren water op de zuidpool van Mars zou smelten, zou de hele planeet bedekt worden met een laag water van gemiddeld elf meter dik. Naast het in de poolkappen opgeslagen water bevindt er zich ook veel water in de Marsbodem, en dat in de vorm van permafrost. Daarmee bedoelt men ondergrondse lagen die minstens twee aaneengesloten jaren lang bevroren zijn, een fenomeen dat ook op aarde voorkomt.

Het zal je als jonge Marsreiziger dus wel al duidelijk zijn: een uitstap naar de Rode Planeet is geen luxecruise...

Riemen vast - we landen!

Om veilig te landen hebben we een vaste ondergrond nodig. Dat is geen probleem, want Mars is een *terrestrische* planeet. Dit wil zeggen dat de ondergrond van de planeet uit vaste materialen bestaat. Op gasreuzen zoals Jupiter en Saturnus, die vooral uit - het woord zegt het zelf - samengedrukte gassen bestaan, zouden we veel minder makkelijk voet aan de grond krijgen.

Voor het mineraal hematiet, dat bestaat uit ijzer(III)oxide, komt veelvuldig voor op Mars. Het geeft de planeet zijn typische rode kleur. Over de interne opbouw van de planeet (zie figuur boven) is nog niet veel bekend. Wetenschappers vermoeden dat de planeet een kern heeft. Wetenschappelijke modellen tonen een kern die een straal heeft van ongeveer 1480 km en die bestaat uit ijzer, verrijkt met veertien tot zeventien procent zwavel en kleinere hoeveelheden andere elementen. Ze veronderstellen dat ten

minste een deel van deze kern nog vloeibaar is, net als onze aardse kern. Rond de kern ligt een vaste mantel die bestaat uit ijzer- en magnesiumsilicaten. Vroeger was deze mantel waarschijnlijk de bron voor vele geologische verschijnselen, zoals vulkanisme en platentektoniek (zie kader op www.biomens.eu) maar tegenwoordig is hij inactief.

De buitenste laag of korst is gemiddeld ongeveer vijftig kilometer dik en bestaat vooral uit ijzer- en magnesiumsilicaten. Er is een duidelijk dikteverschil tussen de korst van het noordelijke en het zuidelijke halfrond, waardoor er een hoogteverschil van gemiddeld enkele kilometers bestaat. Als we een groot gat zouden graven door de korst, helemaal tot aan de kern, zouden we, net als in de aarde, verschillende opeengestapelde lagen van verschillende gesteenten en materialen terugvinden.

Op de Rode Planeet zul je het een pak kouder hebben dan op aarde. Door de grote afstand tot de zon en de lage





De dunne atmosfeer maakt Mars ijskoud en snikheet.

warmtecapaciteit van het oppervlak mag je je verwachten aan een gemiddelde temperatuur van -63°C . De warmtecapaciteit van een voorwerp of een stof is zijn vermogen om warmte op te slaan. Hoe groter de warmtecapaciteit, hoe trager de stof opwarmt, maar ook hoe trager hij zijn warmte weer afgeeft. Water heeft bijvoorbeeld een hoge warmtecapaciteit. Denk maar aan de zee, die tijdens de zomer traag opwarmt, maar tijdens de winter ook traag weer afkoelt. Een woestijngebied heeft eerder een lage warmtecapaciteit. Zand warmt wel snel op, maar koelt 's nachts ook bijzonder snel weer af. Mars is uiteraard het best te vergelijken met een woestijn...

De oppervlaktetemperatuur van Mars schommelt ook sterk: tussen een minimum van min honderd veertig graden Celsius in de poolwinter tot een aangenaam maximum van twintig graden in de zomer. Deze enorme verschillen zijn een gevolg van de dunne atmosfeer die

Mars omringt. Omdat de atmosfeer op aarde veel dikker is, is onze planeet beter geïsoleerd. Daardoor hebben we ook een sterker *broeikas*effect. Het broeikas-effect wordt veroorzaakt door broeikasgassen, zoals waterdamp en CO_2 . Zonder dit effect zou de gemiddelde aardse temperatuur waarschijnlijk ongeveer min achttien graden Celsius bedragen. Veel kouder dan de gemiddeld vijftien graden waarvan we nu genieten. Meer uitleg hierover vind je in MENS 40 en 64.

Nochans bestaat zo'n vijftennegentig procent van de Martiaanse atmosfeer uit CO_2 . Je zou dus een veel sterker broeikas-effect verwachten. Waarom die er niet is? Wellicht is de atmosfeer zelf te ijl om een broeikas-effect van betekenis tot stand te brengen. Daarnaast ontbreekt op Mars een *magnetosfeer* (het gebied rondom een planeet waar magneetvelden een meetbaar effect hebben op allerlei geladen deeltjes waar de planeet aan blootstaat, zoals die bestaat op aarde). Deze magnetosfeer verdween ongeveer vier miljard jaar geleden en wetenschappers weten nog altijd niet waarom. Het ontbreken van die magnetosfeer zorgt ervoor dat de planeet, in tegenstelling tot de aarde, niet beschermd is tegen de zonnewind, een constante stroom van geladen deeltjes die ontsnappen aan het oppervlak van de zon.

Voor de rest stemt de samenstelling van de atmosfeer (figuur links) ongeveer overeen met die van de aarde circa vier miljard jaar geleden. Met slechts 0,13 procent zuurstof en 0,03 procent waterstof is het voor een mens onmogelijk op Mars te overleven zonder een luchtdicht ruimtepak met zuurstoffles. Volgens sommige wetenschappers zou het in de toekomst mogelijk zijn de planeet zo aan te passen dat we er zonder aangepaste

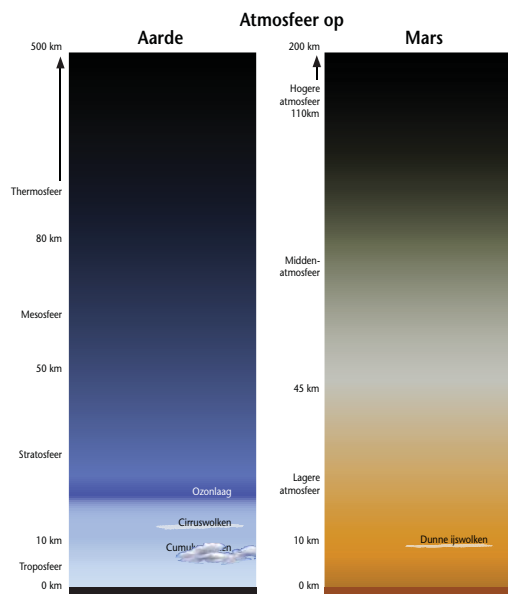
apparatuur toch zouden kunnen overleven (zie verder).

De druk op Mars ligt ongeveer honderd keer lager dan die op aarde en zijn zwaartekracht is maar een derde zo sterk als bij ons. Een mens met een massa van zeventig kilogram zou op de weegschaal ongeveer zevenentwintig kilogram aflezen. Een belangrijk gevolg hiervan is dat de planeet minder gassen rond zich weet te vang. De lichtere gassen ontsnappen namelijk aan de zwaartekracht van de planeet. Door de lagere zwaartekracht zal ook het lichaam van ons, Marsreizigers, heel wat problemen ondervinden, vergelijkbaar met de effecten van gewichtloosheid in een ruimtecapsule (zie verder).

Raadselachtig gas

Een eigenaardigheid in de Martiaanse atmosfeer is dat er kleine hoeveelheden methaan voorkomen (ongeveer 10,5 ppm - 1 ppm komt overeen met een molecuul methaan per miljoen moleculen in de atmosfeer). Afhankelijk van het seizoen, komt het gas op verschillende plaatsen vrij: soms veel, soms weinig. Al in 2004 merkte de Mars Express van de *European Space Agency* (ESA) het gas op. Ook de Amerikaanse *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) ontdekte het op verschillende locaties.

Het Martiaanse methaan stelt planeetonderzoekers van over de hele wereld voor een raadsel: waar komt het vandaan? Methaan komt in de aardse atmosfeer voor als afvalproduct van leven onder anaerobe of zuurstofarme omstandigheden. Het komt vrij bij rottingsprocessen, in moerassen en bij het opgraven van fossiele brandstoffen, zoals steenkool. Het kan worden geproduceerd bij vulkanisme en ook sommige bacteriën (methanogene bacteriën) produceren het gas.





Word zelf astronaut !

Ambitie om de ruimte in te trekken ? Dan kan je al eens ervaren of je het leven als astronaut aankan ! Temidden van tal van andere waardevolle Waalse trekpleisters zoals de Grotten van Han, Bouillon en de boekenstad Redu vind je in de gemeente Transinne (provincie Luxemburg) het European Space Center. Je kan er terecht voor informatie over ruimtevaart en astronomie, maar als je een of meerdere dagen tijd hebt, kan je er ook deelnemen aan ruimtevaartstages, ruimteklassen, astronauten-

trainingen en missiesimulaties. Je ervaart aan den lijve hoe klein de cockpit van een Space Shuttle is, leert wandelen op de maan, tolt rond in een multi-axis-stoel en lanceert een eigen raket. Meer dan de moeite waard dus.



Meer info ? www.eurospacecenter.be

Reservatie scholen :

Rechtstreekse lijn : +32.61/65 01 33 of 34

E-mail : booking@eurospacecenter.be

Fax : +32.61/65 64 61

Methaan is een twintigmaal sterker broeikasgas dan het alom gekende koolstofdioxide. Het zou Mars zelfs kunnen opwarmen, als het niet zo snel afgebroken werd in de atmosfeer. Dat gebeurt bijna zeshonderd keer sneller dan wat wetenschappelijke modellen voorspellen. Die modellen steunen voorlopig enkel op onze kennis over de methaanhuishouding van de aarde. Ze staan ons niet toe het chemische proces te doorgronden dat verantwoordelijk is voor de snelle afbraak van methaan op Mars. Momenteel kunnen we dit fenomeen dus niet verklaren.

Een deel van die afbraak is wellicht te wijten aan de hogere dosissen uv-stralen die ongestoord kunnen doordringen in de atmosfeer (Mars heeft geen ozonlaag), maar een ander deel wordt mogelijk veroorzaakt door verhoogde concentraties waterstofperoxide (H_2O_2), dat gevormd wordt bij stofstormen.. Dit proces zou ervoor zorgen dat over een lange periode alle organische moleculen op het oppervlak afgebroken worden.

Dat we nog methaan detecteren, wil dan ook zeggen dat ook dit gas wordt geproduceerd. Hoe dat in zijn werk gaat, weten

we nog niet, maar er zijn wellicht drie mogelijke bronnen. Ofwel is er ondergronds vulkanisme aan de gang, ofwel bestaat op Mars een vorm van leven die methaan produceert. Een derde mogelijkheid is dat het methaan bij het ontstaan van de planeet als hydraat (dat wil zeggen, omringd met watermoleculen) in de bodem gevangen werd en nu stilaan vrijkomt, al is het onwaarschijnlijk dat dit langer dan vier miljard jaar zou duren.

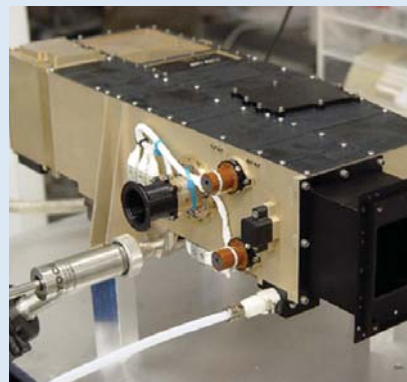
Reden genoeg voor toekomstige missies om extra aandacht te besteden aan de methaanhuishouding van de planeet...

Analyseapparatuur

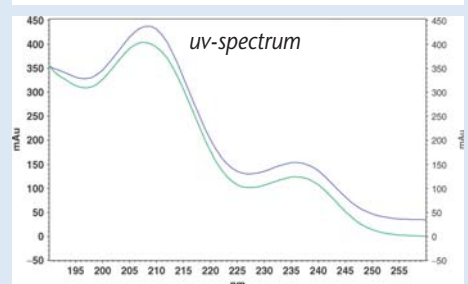
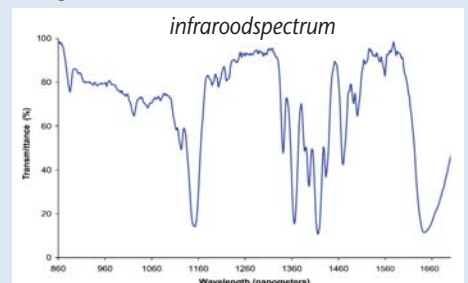
Een *spectrometer* is een toestel dat de eigenschappen van licht meet in een bepaald deel van het elektromagnetisch spectrum, bijvoorbeeld infrarood licht (IR) of ultraviolet licht (uv) (zie ook MENS 44 'Zien'). IR-spectroscopie wordt gebruikt om de structuur van onbekende moleculen te bepalen. Hiervoor wordt een fijne bundel infrarood licht op een monster van die stof gestraald; vervolgens meet men welke golflengten van het licht er door die moleculen zijn geabsorbeerd (de zogenaamde banden van het IR-spectrum van een bepaalde stof, zie figuur). Uit die banden leidt men af of er (drie)dubbele bindingen of functionele organische groepen in de stof voorkomen (alcoholgroepen, ketonen ...). Uv-spectrometrie werkt op dezelfde manier, alleen met kortgolfiger ultraviolet licht. Naast kennis

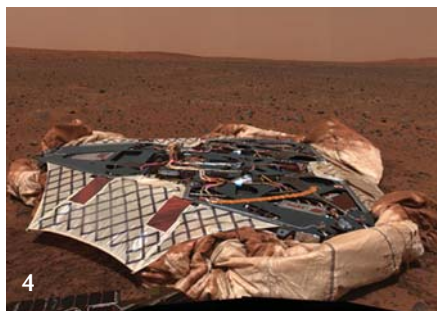
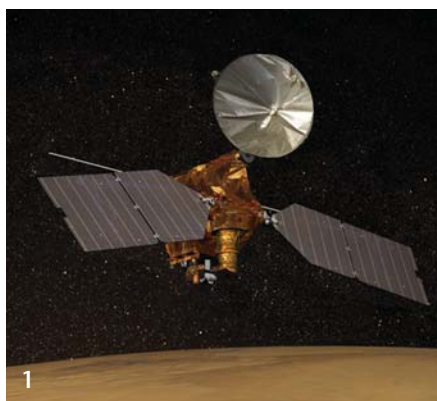
over de molecule zelf, kunnen we uit de absorptie ook afleiden hoeveel er van die molecule in een bepaald monster voorkomt. De wet van Beer-Lambert zegt immers dat de absorptie van licht van een bepaalde golflengte recht evenredig is met de concentratie van de absorberende moleculen.

Een *radiometer* is een toestel dat de intensiteit van elektromagnetische straling meet, in watt. Aan de hand van deze metingen kunnen warmtebronnen zichtbaar worden gemaakt. Weersatellieten gebruiken een dergelijk toestel in de astronomie en bij klimaatonderzoek, bijvoorbeeld om tendensen in de energie-uitwisseling tussen de aarde en de atmosfeer te onderzoeken. Deze tendensen verschaffen ons informatie over langetermijnveranderingen in ons klimaat.



De Spitzertelescoop is een infraroodobservatiesysteem dat zich momenteel in een baan rond de zon bevindt. De zwarte kant maximaliseert infrarode straling. Deze telescoop draagt ook een infraroodspectrometer mee. (foto van NASA)





1. Mars Orbiter, 2. Sojourner, 3. Mars Pathfinder airbag, 4. Pathfinder

Een kleine stap voor een mens ...

Over Vikingen, Beagles en de Galactic Ghoul

Al wat we nu over Mars weten, is het resultaat van heel wat missies. Die zijn niet zonder slag of stoot gegaan: pas na een zestal mislukte lanceringen, zowel door de VS als door de voormalige Sovjetunie, slaagt de Amerikaanse *Mariner 4*, gelanceerd op 28 november 1964, erin om in juli 1965 een scheervlucht langs Mars te maken en de eerste close-upfoto's te nemen. In hetzelfde *Mariner*-programma slaagden de VS erin om als eerste een sonde in een baan om de planeet te brengen. Dit was de *Mariner 9*, gelanceerd op 30 mei 1971. Dankzij zijn onderzoek met behulp van een fotocamera, een uv-spectrometer, een IR-spectrometer en een IR-radiometer (zie kader) werd het duidelijk dat er vulkanen en valleien aanwezig zijn. Toen de sonde in oktober 1972 zijn onderzoek staakte, was vijfentachtig procent van de planeet in kaart gebracht en waren er 7329 foto's met een hoge resolutie genomen. In 2008 bevestigde de *Phoenix* dat er op de twee polen gigantische hoeveelheden water opgeslagen liggen.

Na *Mariner 9* was ook de lancering van *Mariner 10* een groot succes. Het was de eerste sonde die twee planeten bezocht (Venus en Mercurius) en gebruik maakte van de zwaartekracht om zijn koers te verleggen. Tijdens de periode van de *Mariner*-missies lanceerden de Russen ook enkele ruimtetuigen naar Mars, maar geen enkele missie was een voltreffer.

Het succes van de *Mariners* baande de weg voor hun opvolgers van het NASA-Vikingprogramma. Beide sondes uit dit programma, *Viking 1* en *2*, bestonden uit een lander (die landt op de planeet) en een orbiter (die er omheen blijft cirkelen). De orbiters sturen informatie van de landers naar de aarde.

Dit programma luidde het begin in van het onderzoek van het Marsoppervlak. Een belangrijk gedeelte van hun opdracht bestond erin te zoeken naar leven op Mars. De robotarm van *Viking 1* nam met succes grondstalen voor het biologische laboratorium. Onderzoek daarvan wees op de mogelijkheid van leven, maar er werden geen organische verbindingen gevonden. Ook met de *Viking 2* nam onze kennis van Mars enorm toe, maar de vraag of er leven was op de planeet bleef onbeantwoord. Hun werk is uiteraard niet voor niets geweest: ze hebben er samen onder andere voor gezorgd dat zevenennegentig procent van het Marsoppervlak momenteel in kaart is gebracht.

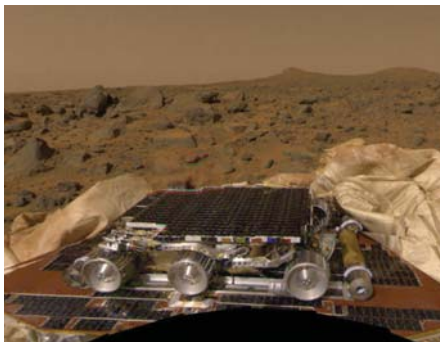
In 1992 werd de dure *Mars Observer* gelanceerd. Hij moest het oppervlak en het klimaat verder onderzoeken. De volledige missie kostte zo'n 980 miljoen dollar, maar tijdens de voorbereidingen om in een baan rond te planeet te komen, werd het contact verbroken. Ondanks alle inspanningen werd er nooit meer iets van de *Observer* vernomen. Het verlies van deze sonde was een grote opdoffer voor NASA. Het was een van de duurste en meest ambitieuze projecten en ook de eerste sonde in zevenentwintig jaar die verloren ging. Zes van de zeven instrumenten van de *Observer* die verlo-



Viking 1 werd gelanceerd op 20 augustus 1975, kwam in een baan rond Mars op 19 juni 1976 en landde op 20 juli 1976. *Viking 2* werd gelanceerd op 9 september 1975, kwam in een baan op 7 augustus 1976 en landde op 3 september 1976.

ren gingen, werden opnieuw gelanceerd in de volgende missie, die van de *Mars Global Surveyor* in 1996. Deze sonde nam honderdduizenden foto's, onder andere van nieuwe kraters waarop aanwijzingen voor stromend water te zien zijn. Alles ging goed tot het contact met de *Surveyor* verloren ging. Dat was in november 2006.

Het verlies van de *Observer* zette NASA wel aan om te starten met het *Discovery*-programma: kleinere, goedkopere sondes om het risico te spreiden. Een belangrijk onderdeel van dit programma was de *Mars Pathfinder* met zijn *Sojourner*, een Marswagentje (zie figuren). Na de landing in 1997 werden de batterijen opgeladen door de uitgeklapte zonnepanelen en na enkele uren konden beide toestellen aan de slag. Het belangrijkste doel van de *Pathfinder* was niet alleen het ondersteunen van de *Sojourner* maar ook het doorsturen van meetgegevens van de atmosfeer, genomen tijdens de afdaling. Het wagentje reed over het Marsoppervlak om foto's te nemen en om stenen, rotsen, stof en zijn eigen wielafdrukken te onderzoeken. In 2003 heeft NASA nog twee rovers (wagens voor oneffen terrein), naar Mars gestuurd: *Spirit* en *Opportunity* landden met succes op het oppervlak. Hun succes was zelfs zo groot dat ze, ondanks hun verwachte levensduur van 90 sols (1 sol = 1 dag op Mars), nog altijd actief onderzoek verrichten. Recenter is er dan nog de *Phoenix*, de eerste lander van NASA's *Mars Scout Program*. Deze lander moest op zoek gaan naar een gepaste omgeving voor microbieel leven op Mars. Na ongeveer vijf maanden actieve dienst ging het contact verloren.



Pathfinder



Esa Mars basis

Europa naar hogere sferen

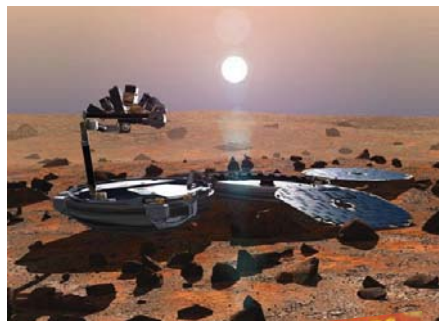
Ook wij Europeanen hebben al heel wat verwezenlijkt in de ruimte. ESA is de belangrijkste Europese organisatie, die momenteel bestaat uit achttien lidstaten en die zich bezighoudt met ruimteonderzoek. Zij beschikken over een heel efficiënt raketmodel voor hun missies, namelijk de Ariane 5, al zal dit arsenaal in de toekomst zeker nog worden uitgebreid.

Met de *Mars Express* missie, die bestond uit een sonde (de *Mars Express Orbiter*) en een lander (de *Beagle 2*), ging op 2 juni 2003 de eerste ESA-missie naar een andere planeet van start. De *Mars Express* vertrok vanop de raketbasis van Baikonur in Kazachstan met een Russische Sojoezraket. De *Orbiter* nam probleemloos zijn baan rond Mars in en stuurt nu regelmatig foto's van het oppervlak en gegevens over de minerale samenstelling door. De *Beagle 2* verloor echter het contact tijdens de landing en geeft sindsdien geen teken van leven meer. Momenteel werkt ESA aan Aurora, een nieuw, ambitieus programma. Met dit project wil men in kleine stappen technologie ontwikkelen die het in de toekomst mogelijk moet maken om mensen op de maan en op Mars te laten landen.

Niet enkel landen of overkoepelende organisaties kunnen hun steentje bijdragen aan het onderzoek naar leven op een vreemde planeet. Zo werd in 1998 in Boulder (Colorado) de *Mars Society* opgericht, een organisatie die momenteel afdelingen heeft in landen over heel de wereld (waaronder België). Met zelf verzamelde fondsen hebben zij onder andere een onderzoekshabitat gebouwd

op Devon Island in Canada. Dat is de plaats op aarde die het Martiaanse oppervlak waarschijnlijk het best benadert. In februari 2010 zullen drie Vlamingen en drie Walen in het MDRS-station in Utah (USA) verblijven, onder leiding van Nancy Vermeulen, voorzitter van de *Mars Society Belgium*.

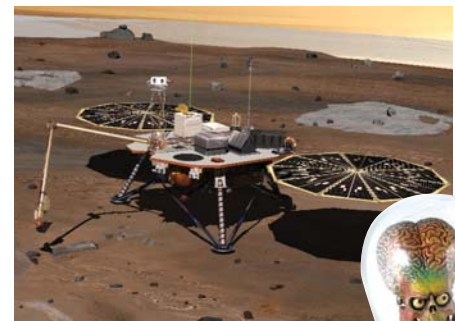
In de toekomst willen Europa en Amerika blijven samenwerken om de Rode Planeet verder te onderzoeken. Zo vermeldt het NASA-programma voor 2011 de lancering van een rover aangedreven door nucleaire energie, beter gekend als *Mars Science Laboratory of Curiosity*. Ook het lanceren van een Europese *Orbiter* in



Beagle 2



Lancering van het ISS met een Sojoezraket



Marslander ontwerp



2016 in samenwerking met de Amerikaanse ruimtevaartorganisaties is een mogelijkheid, onder andere om de bronnen van het in de atmosfeer gevonden methaan verder te onderzoeken. Een volgende rover, de Europese *ExoMars*, zou dan in 2018 de ruimte in worden gestuurd met een Amerikaanse Atlasraket. Ook Rusland, China en India willen bijdragen tot dit avontuur en plannen elk een missie in de volgende jaren.

Pikant detail: missies naar Mars hebben niet zo'n goede slaagkans. Ongeveer de helft is tot nu toe mislukt. Journalisten hebben dit bij wijze van grap toegeschreven aan een intergalactisch monster dat ruimtetuigen verzwelgt – de *Great Galactic Ghoul*...

...een grote stap voor de menselijke fysiologie!

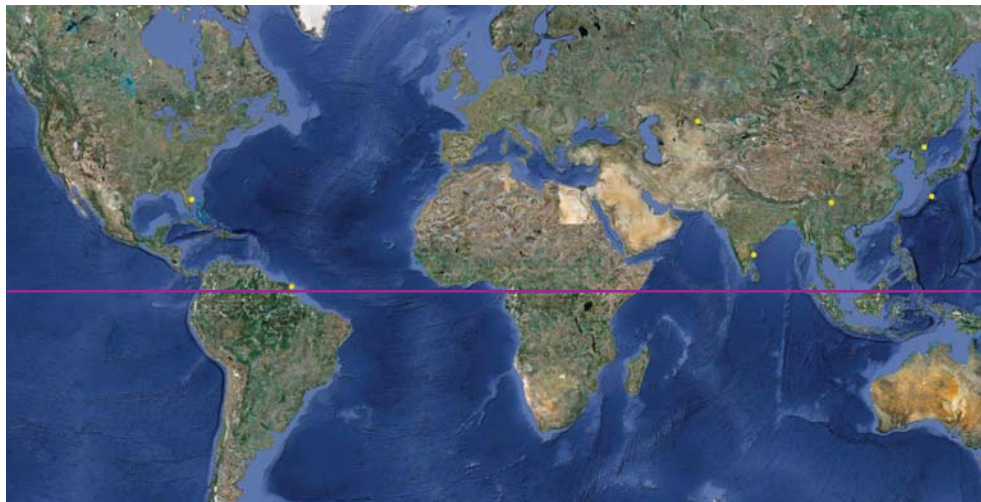
May the g force be with you !

Goed, een ruimtereisje dus, al neemt een enkeltje aarde-Mars al snel twaalf maanden in beslag. Voor we vertrekken, moeten we zeker zijn dat je de reis aankunt. Hopelijk heb je geen last van claustrofobie... de zevenkoppige bemanning van een ruimteveer heeft nog enigszins plaats om de benen te strekken (voor zover dat iets betekent in gewichtloze toestand); de drie mensen in een Sojoez hebben twee bollen met een diameter van net iets meer dan twee meter 'speelruimte'.

Ook lichamelijk kun je maar beter fit en gezond zijn. Door de enorme versnelling die een raket ondergaat, worden er grote krachten op ons lichaam losgelaten. Men drukt die uit als veelvoud van de aardse zwaartekracht (g). De grootste g-kracht gemeten bij de lancering van een ruimteveer is ongeveer drie g, bij de Sojoez ongeveer vier g. Astronauten dragen dus als het ware drie of vier keer hun eigen lichaamsgewicht mee.

Hoeveel g een mens precies kan verdragen, is nog niet helemaal duidelijk, maar een goede conditie helpt. Daarom moet je als aspirant-astronaut een intensieve training van twintig maanden ondergaan: om te leren omgaan met de ruimtetuigen, met risicosituaties en met wetenschappelijk materiaal, maar ook om je lichaam optimaal voor te bereiden!

Je moet daarnaast ook leren werken in omgevingen met een lagere of geen zwaartekracht. De minste beweging die je maakt in een ruimteschip resulteert in een tegengestelde kracht, zodat werken en leven niet vanzelfsprekend worden. Een trainingssessie waarbij je een loodzwaar ruimtetapak moet aantrekken en vervolgens mag rondwandelen op de bodem van een zwembad is geen uitzondering.



Om een ruimteraket extra snelheid mee te geven bij de lancering bevinden de meeste lanceerbassissen zich op of dicht bij de evenaar. Plaatsen die zich dicht bij de evenaar bevinden, hebben immers al een grotere omloopsnelheid (rond de aardas) dan plaatsen die meer in de richting van de polen liggen. Op die manier krijgen ruimtetuigen alvast een duwtje in de rug bij het opstijgen.

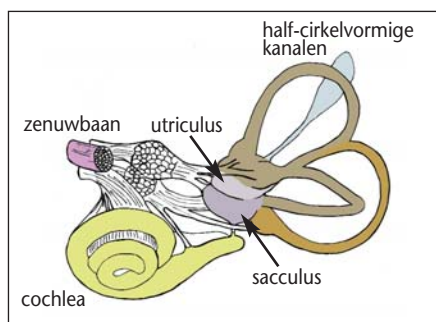
Gewichtloos maakt ziek

Van zodra je raket zich in de juiste baan richting Mars bevindt, is er geen aandrijving meer nodig en beweegt de raket zich voort op basis van de wet van de traagheid. Die zegt dat een voorwerp waarop geen kracht inwerkt in rust is of zich rechtlijnig voortbeweegt. Hierdoor ontstaat een nieuw probleem: omdat de raket niet meer onderhevig is aan de zwaartekracht is er geen valversnelling en dus kom je in gewichtloze toestand. Ook dit heeft verregaande gevolgen voor het menselijk lichaam. Zo geraakt je evenwichtsorgaan in de war. Je kunt last krijgen van bewegingsziekte, wat sommige mensen ook ervaren in de auto of op een schip. Astronauten worden daarom ook geselecteerd op basis van hun gevoeligheid voor bewegingsziekte. Alle training en selectie ten spijt heeft elke astronaut op zijn missie nog wel even last van ruimteziekte. Gelukkig helpen de medicijnen voor wagen- en zeeziekte.

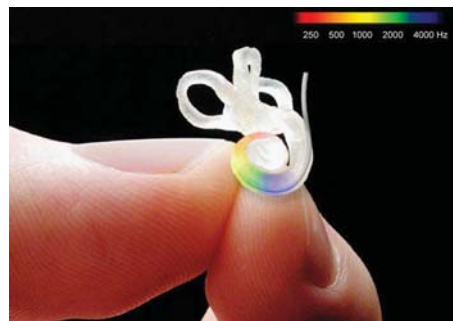
Een groter probleem is dat je spieren en beenderen geen weerstand meer ondervinden van de zwaartekracht. Hierdoor

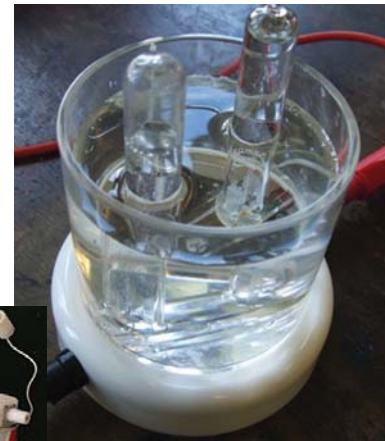
kun je last krijgen van osteoporose (botontkalking) en spieratrofie (het afnemen van de spiermassa). Na een verblijf van zes maanden in de ruimte kunnen je spieren vijftien tot vijfentwintig procent verzwakken. Je kunt dit vergelijken met het verschil tussen de spieren van een twintigjarige en een tachtigjarige. Bij het terugkeren naar de aarde (of het landen op een andere planeet) kunnen hierdoor serieuze beschadigingen optreden, omdat je spieren dan opeens weer volledig belast worden. Dat is niet zo'n groot probleem als er een medisch team in de buurt is, maar bij het landen op Mars is dit toch wel een belangrijk obstakel.

De belangrijkste spier in je lichaam is uiteraard je hart. In het International Space Station (ISS) onderzoekt men de effecten van een langdurig verblijf in de ruimte op ons hart. In het ruimtetoestel zijn speciale apparaten gemonteerd om spieroefeningen in gewichtloze toestand mogelijk te maken. Als je dacht dat je er met die zware training op aarde vanaf was, heb je het dus goed mis. Om botontkalking tegen te gaan, krijg je tijdens je reis vibratietherapie: oefeningen



De evenwichtsorganen (een in elk binnenoor) helpen ons om ons evenwicht te bewaren en het verschil te kennen tussen boven en onder. Bovendien helpt het ons om onze blik stabiel te houden terwijl we bewegen. Elk van beide orgaantjes bestaat uit drie kanalen die loodrecht op elkaar staan (de halfcirkelvormige booggangen) met daaronder twee bolvormige uitstulpingen (sacculus en utricle, de zogenaamde otolietorganen). In elk van deze uitstulpingen zit een otoliet, een kalksteentje, dat beweegt onder invloed van de zwaartekracht of andere versnellingen. De utricle registreert vooral de zwaartekracht en versnellingen in horizontale zin, de sacculus meet vooral op- en neerwaartse versnellingen. Astronauten ontvangen een deel van deze informatie niet meer, omdat ze geen zwaartekracht meer ervaren, en dat geeft een desoriënterend gevoel.





Esa testprogramma

op een trilplaat die de beenderen onder druk zetten en ze zo aanzetten om zich verder te ontwikkelen.

De eerste dagen aan boord van het ruimteschip zul je misschien merken dat je gezicht wat begint op te zwellen. De oorzaak hiervan is het verlies van vocht vanuit je benen. Ook dat komt door het ontbreken van een zwaartekracht die dit vocht beneden houdt. En daar blijft het niet bij. Je organen beginnen ook licht van plaats te veranderen. Tot slot zou gewichtloosheid een effect hebben op de replicatie van ons DNA. Heel veel weten we nog niet over de langetermijneffecten van gewichtloosheid, omdat we die nu eenmaal niet kunnen simuleren op aarde. Een reis naar Mars zou onze kennis over de effecten van een lang verblijf in gewichtloze toestand enorm uitbreiden... maar die kennis is eigenlijk nu al broodnodig om de gevaren van dat verblijf te kunnen inschatten.

En als je naar het toilet moet...?

Onderweg moet je eten en drinken, slapen, douchen, naar het toilet gaan ... Ook hier gooit de gewichtloosheid roet in het eten. In theorie kun je eender waar in het ruimteschip slapen... maar je moet je goed vastmaken. Met blauwe plekken wakker worden aan de andere kant van de kamer is niet echt aangenaam. Zonder zwaartekracht verlies je al gauw elk gevoel van richting. Je kan dus even goed ondersteboven slapen of eten. In het ISS is er bijvoorbeeld in slaapkasten voorzien, waarin een slaapzak opgehangen is. Vaak hebben astronauten last van het lawaai van alle omringende apparatuur en dragen ze oordopjes, of voorzien ze de apparatuur van dempers. Verder is er geen dag-en-nachtcyclus zoals op aarde. Daarvoor zorgt het controlecentrum, dat muziek laat horen (vaak verzoekjes van familie of vrienden), of een ordinaire wekker.

Voor het vertrek mag je je eigen hygiënekit samenstellen, die vastgemaakt wordt aan de wand van de ruimtecapsule. Je haar wassen doe je met speciale shampoo waarvoor je geen water nodig hebt. Die werd oorspronkelijk ontwikkeld voor ziekenhuispatiënten die geen douche konden nemen en bewijst nu zijn nut in de ruimte. Een volledige douche nemen is trouwens niet mogelijk, tenzij er een afzuigstelsel voorzien is voor het water. Vaak wassen de astronauten zich gewoon met vochtige doeken of sponzen. Ook naar het toilet gaan wordt een hele klus als je jezelf moet vastbinden om op de juiste plaats te blijven terwijl ondertussen alles wordt weggezogen naar een afvaltank. Momenteel verrichten vele ruimteorganisaties intensief onderzoek naar een recyclagesysteem voor water en lucht. Een dergelijk recyclagesysteem zet zweet en urine van de astronauten om in drinkwater. De verwachting is dat deze machine in ongeveer vijftig procent van de behoefte zal voorzien. Ook zuurstof zouden we kunnen halen uit dit gerecycleerd water, door het te splitsen in waterstof- en zuurstofgas (zie ook MENS 65).

Eten aan boord van een ruimteschip is een extra uitdaging. De eerste astronauten dienden als proefkonijnen voor hapklare repen, poedervormige eetwaren, semivloeibare maaltijden uit tubes en gevriesdroogde pakketten. Pas vanaf de bemande Apollovluchten (1968-1972) hadden de ruimtereizigers warm water ter beschikking, wat de smaak en textuur van het eten heel wat verbeterde. Ook dranken worden aangeleverd in poedervorm; ze kunnen na hydratatie gewoon worden opgedronken. Astronauten kunnen nu soms zelf een menu samenstellen, maar altijd zal een diëtist hun keuze nakijken om er zeker van te zijn dat ze alle nodige voedingsstoffen binnenkrijgen. Een aantal maanden voor het

vertrek kun je al kennis maken met de verschillende mogelijkheden aan boord. Zeker vijf maanden voor de lancering maak je dan je keuze bekend.

Twée is te weinig, drie is te veel

Alsof dat nog niet genoeg is, zit je tijdens de hele reis in een kleine ruimte samen met je medereizigers. Dat vraagt een goede planning, die je een houvast geeft en die voorkomt dat er discussie ontstaat over wie wat wanneer moet doen. Ook dit schema heeft een hele evolutie doorgemaakt. Zo werd er in de beginjaren van het ruimtestation Mir gewerkt met een schema dat tot op de minuut weergaf wat er gedaan moest worden. Dit werd echter snel afgeschaft, omdat het voor een enorme werkdruk zorgde met alle stress en discussies van dien. In het Skylab kwam het in 1973 zelfs tot zulk een zwaar geschil tussen de leden aan boord en de grondploeg over de werkdruk en het schema dat de eerste 24-uurstaking in de ruimte een feit werd. Een extreem voorbeeld hiervan is dat van kosmonauten Valentin Lebedev en Anatoly Berezovoi. Die leefden 211 dagen samen in de ruimte, landden in 1982 en hebben sindsdien geen woord meer met elkaar gesproken. Van drie Sojoez-missies vermoedt men dat ze vroegtijdig afgebroken werden door spanningen tussen de bemanningsleden.

Behalve van je medepassagiers kun je ook last krijgen van heimwee of verveling. Hiervoor zijn al verschillende oplossingen bedacht. Vaak worden (video-)conferenties met vrienden en familie geregeld om op de hoogte te blijven van het reilen en zeilen op aarde. Op de Saljoet 7-missie hadden astronauten zelfs een eigen tuintje met uien en peterselie. Zo konden ze niet alleen zelf voorzien in een deel van hun voedsel, maar ze verdreven meteen hun verveling. Anderen schaken met de



Het International Space Station - ISS

grondploeg en met elkaar of trainen samen. Kosmonaut Valery Ryumin verwoordde het zo: *"On the ground, exercise was a pleasure, but in space we had to force ourselves to do it. Besides being simple hard work, it was also boring and monotonous."* Als het de astronauten echt te veel wordt, wordt een moment van rust ingelast, soms zelfs een hele dag, omdat een kleine achterstand op het schema een kleiner probleem vormt dan een depressieve astronaut.

Aankomst in het Martiaans paradijs

Pure zuurstof ademen

Zo snel mogelijk na de landing wil je de planeet gaan verkennen. Maar ook hier loeren enkele gevaren om de hoek. Zoals hierboven beschreven is Mars niet beschermd tegen de invloeden van de zonnewind. Daarom word je uitgerust met een beschermend pak, en is er in het ruimteschip een zogenaamde 'storm-shelter' gebouwd, die volledige bescherming biedt, zelfs als de elektronische apparatuur het laat afweten. Om het stralingsgevaar te beperken, slikken de ruimtereizigers extra vitaminen A en C. Ook kunnen ze last krijgen van decompressieziekte (goed bekend bij duikers op aarde), die optreedt door de lagere luchtdruk op Mars. Daarom moeten astronauten zich altijd goed voorbereiden op *Extra Vehicular Activities* (EVA's), zowel die in de ruimte als die op het oppervlak van een andere planeet. Ze trainen die dag extra hard, ook de tien minuten vlak voor het van boord gaan, en ze ademen ongeveer twee uur pure zuurstof. Een slechte voorbereiding kan resulteren in pijnlijke gewrichten en huiduitslag. Dit komt doordat stikstof, dat normaal gezien opgelost is in het bloed, door de snelle drukverlaging bellen gaat vormen.



Biosfeer 2 bestaat uit zes delen, waarvan er vijf gelijken op natuurlijke biotopen: 1900 m² regenwoud, 850 m² oceaan en koralen, 450 m² mangrove, 1300 m² savanne, 1400 m² woestijn en 2500 m² landbouwgrond. Voor de bouw ervan werden 1.500.000 liter zoet water, 3.800.000 liter zout water en 17.000 m³ aarde aangevoerd. Planten moesten zorgen voor de zuurstofproductie; micro-organismen, insecten en andere dieren dienden om de planten te bevruchten en om organisch materiaal te recyclen. Het glazen complex werd luchtdicht afgesloten, zodat er geen uitwisseling met de omgeving mogelijk was.

Biosfeer: de voorloper van een huis op Mars?

Niet enkel ruimtereizen zelf leren ons veel over overleven in de ruimte. Ook op aarde worden experimenten uitgevoerd om leven in een vreemd ecosysteem te simuleren. Een heel belangrijk experiment, uitgevoerd in de jaren 90 van vorige eeuw, was Biosfeer 2. Deze immense woonconstructie werd opgezet in het midden van de woestijn van Arizona. Het was een initiatief van Edward Bass, een oliemiljardair die speelde met het idee de maan of Mars te koloniseren.

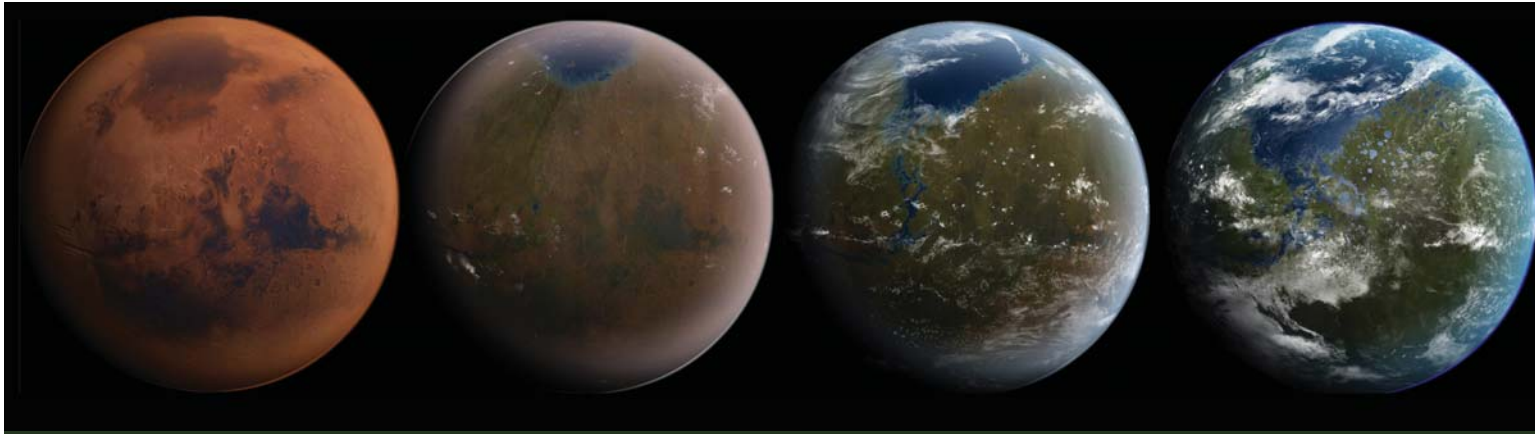
Biosfeer 2 zag eruit als een enorme serre, maar was eigenlijk een minutieus uitgebouwd, (bijna) perfect gesloten ecosysteem, noem het maar een schaalmodel van de aarde (Biosfeer 1) zelf. Het project moest duidelijk maken of mensen in een gesloten systeem konden overleven en welke problemen hierbij zouden optreden. Twee aspecten waren belangrijk: aan de ene kant moest een omgeving worden gecreëerd die de natuur zo getrouw mogelijk nabootste en aan de andere kant moest een kleine groep mensen samenwerken om te overleven.

De eerste operatie ging van start op 26 september 1991 en zou twee jaar duren. De ploeg bestond uit acht mensen: vier vrouwen en vier mannen, waaronder de Antwerpenaar Mark Van Thillo. Samen slaagden zij erin in drieëntachtig procent van hun behoeften te voldoen door bananen, papaja's, aardappelen, bieten, bonen, rijst en graan te verbouwen. Dierlijke eiwitten verkregen ze door kippen, geiten en varkens te houden en door visen te kweken.

Na het experiment wezen medische tests uit dat hun gezondheid fel verbeterd was: hun cholesterolniveau en bloeddruk waren gedaald en hun immuunsysteem en metabolisme waren erop vooruit gegaan. Minpunt was echter dat ze er niet in slaagden twee jaar lang harmonieus samen te leven. Nog voor het project halfweg was, had de groep zich door onderlinge conflicten in twee rivaliserende groepen gesplitst. Verder daalde na ongeveer een jaar het zuurstofniveau en kwamen er fluctuaties in het CO₂-niveau. Bacteriën en chemische reacties met het beton waren daarvan de oorzaak... Niet alleen de menselijke bewoners maar ook dieren en planten kregen het trouwens hard te verduren. Terwijl vele dieren stierven, waaronder heel wat insecten, zorgden andere, zoals de spintmijt, voor heuse plagen.

Nadat een aantal verbeteringen waren aangebracht, ging in 1994 een tweede poging van start. Nu zouden zeven mensen tien maanden lang de serre bewonen. Het project werd na zes maanden afgebroken. Niet alleen liepen de gemoederen tussen de bewoners hoog op, een deel van de missie werd bovendien gesaboteerd door twee leden van de eerste groep. Sindsdien wordt het complex onder andere gebruikt om de effecten van klimaatverandering op ecosystemen te onderzoeken.

Als het mogelijk was, zouden we een soort Biosfeer 2-complex op Mars kunnen bouwen en daar kunnen leven. Maar zoals blijkt uit alle problemen en spanningen die gepaard gingen met dit experiment is er nog veel verder onderzoek nodig voor we onze koffers kunnen pakken.



Hoe Mars er na terraforming zou kunnen uitzien

Terraforming en andere science fiction

Er zijn nog andere manieren waardoor we zouden kunnen overleven op Mars. Wetenschappers onderzoeken of het mogelijk zou zijn de planeet en zijn atmosfeer naar onze hand te zetten. Dit heet *planetary engineering*. *Geo-engineering* houdt zich bezig met de studie of we de aarde zelf zouden kunnen veranderen, bijvoorbeeld om de opwarming tegen te gaan. *Terraforming* (letterlijk: het vormen van aarde) is een concept waarbij een vreemde planeet zo aangepast wordt dat leven zoals wij het kennen er op zou kunnen gedijen.

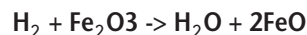
Terraforming op Mars stelt ons voor heel wat complexe uitdagingen. Zo moet de temperatuur behoorlijk stijgen en de atmosfeer moet veel dikker worden om die hogere temperatuur vast te houden. Verder moet er vloeibaar water zijn en de atmosfeer moet het oppervlak voldoende beschermen tegen uv-stralen en zonnewind.

Om dit te bereiken, zijn al verschillende concepten voorgesteld, het ene al wat meer vergezocht dan het andere. Zo willen James Lovelock (de bedenker van de Gaia-hypothese) en Christopher McKay (planetair wetenschapper bij NASA) sterke broeikasgassen zoals chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) loslaten in de Martiaanse atmosfeer. Dit gas kunnen we aanvoeren vanop aarde of ter plekke door kleine fabriekjes laten aanmaken. Het totale energieverbruik van die fabriekjes zou dan wel het energieverbruik van heel Boston benaderen.

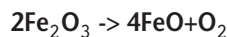
Freeman Dyson (Amerikaans natuurkundige) stelt voor om ijs van asteroïden of van de ijsmaantjes van Saturnus naar Mars te transporteren. Over een simpel plan gesproken. Dit ijs zou op Mars sublimeren, waardoor er meer water in de atmosfeer terecht komt en er dus meer warmte wordt vastgehouden (denk aan het broeikas effect op aarde, zie MENS 64).

De Amerikaanse astronoom Carl Sagan stelde voor één van de poolkappen te bedekken met donker materiaal (zoals koolstof). Daardoor zou het albedo (de weerkaatsing van zonlicht) ervan dalen en meer zonnewarmte vangen. Hiervoor is echter minstens zes miljoen ton koolstof nodig en om die ter plaatse te krijgen zijn zes miljoen vluchten richting Mars nodig.

Robert Zubrin (het hoofd van de Mars Society) opperde om zonlicht te weerkaatsen met spiegels en zo de planeet op te warmen. Een dergelijk experiment op aarde, uitgevoerd door de Russen, mislukte. Nog excentrieker is het idee om het hematiet (Fe_2O_3) in de bodem te reduceren met behulp van methaan of waterstofgas, waarbij CO_2 en/of water worden gevormd:



Door het hematiet te verhitten, kunnen we het trouwens ook ontbinden tot (onder andere) zuurstof.



De fantasie van terraformers in spe kent geen grenzen. Zo willen sommigen ammoniumasteroïden uit hun baan

schieten, die dan moeten botsen met de planeet en zo hun lading aan broeikasgassen vrijgeven. De inslag zou ook heel wat warmte veroorzaken waardoor een deel van het water zou verdampen. Anderen willen Mars bombarderen met waterstofbommen. Ze vergeten wel dat er gigantisch veel bommen nodig zijn om enig merkbaar effect teweeg te brengen. Bovendien zou in al deze plannen de atmosfeer nog altijd te dun blijven, en de luchtdruk te laag om vloeibaar water te krijgen.

Mocht men er op lange termijn toch in slagen om de omstandigheden op Mars voldoende te wijzigen, dan is het overbrengen van algen en bacteriën de volgende stap. Hiervoor zullen we wellicht soorten kiezen die momenteel ook overleven in de barre omstandigheden op aarde, zoals op Antarctica. Zij zouden extra zuurstof in de lucht brengen maar vooral ook het albedo (de mate waarin het oppervlak zonlicht weerkaatst) verlagen door de oppervlakte donkerder te doen kleuren. Dergelijke organismen waren de belangrijkste oorzaak voor de stijging van het zuurstofgehalte in de atmosfeer op aarde en ze zouden dit ook kunnen doen op Mars. Let wel, dit proces zal op zijn minst eeuwen duren. Ook het kostenplaatje zal niet min zijn. Niet enkel door het vereiste materiaal en de nodige lanceringen, maar ook door het meer dan waarschijnlijke verlies van mensenlevens. Het zal met andere woorden nog niet voor de eerste honderd jaar zijn dat we onbezorgd in short en T-shirt dit boekje liggen te lezen op Mars.



Lovelock (1919) – McKay (1956) – Freeman Dyson (1923) – Carl Sagan (1934-1996) – Robert Zubrin (1952)



Mozaïekbeeld van alle dagelijkse VEGETATION beelden opgenomen gedurende de laatste 10 jaren (1998 – 2008)
© UCL-Geomatics (Belgium) 2008

VITO houdt een oogje in het zeil

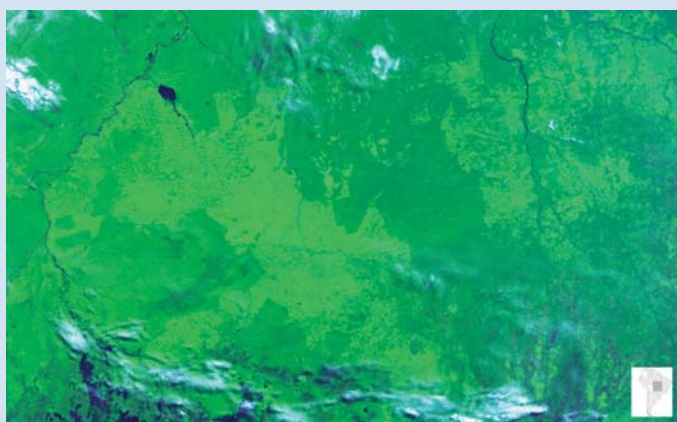
Prickelt deze MENS je om zelf je blik op het heelal te richten, en mee te werken aan de verovering van de ruimte? Jammer genoeg schieten er voorlopig nog niet veel mensen de hoogte in. Gelukkig bestaan er nog andere manieren om je carrière te wijden aan ruimtevaart, satellieten en aardobservatie. Wat zijn de gevolgen van bosbranden? Wat is de evolutie van de landbouwopbrengsten? Hoe nemen bosrijke gebieden koolstofdioxide in de atmosfeer op? Hoe beïnvloedt de klimaatverandering de vegetatie op onze planeet? Dankzij de ruimtevaart kunnen we dit beter begrijpen...

VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) kwam daarvoor op de proppen met VEGETATION. Dit samenwerkingsprogramma tussen België, Frankrijk, Zweden, Italië en de Europese Commissie wil vanuit de ruimte de toestand van de plantengroei op aarde bestuderen. Het omvat twee instrumenten in een baan om de aarde en een onderdeel op de grond. Het eerste van de twee instrumenten bevindt zich aan boord van de satelliet SPOT 4, die op 24 maart 1991 werd gelanceerd. Het tweede ging aan boord van SPOT 5 op 3 mei 2002 de ruimte in. Het hart van het project is een radiometer, die speciaal werd ontwikkeld om de evolutie van de vegetatie op te volgen. (Een radiometer is een ontvanger die het gereflecteerde zonlicht – bijvoorbeeld door het aardoppervlak, ijs of wolken – opvangt en meet.) Elk oppervlak reflecteert straling in een welbepaalde golflengte, die afhankelijk is van zijn aard en toestand. Met deze informatie kan men de natuurlijke vegetatie, landbouwgewassen en bossen bestuderen. Dit noemen we remote sensing (letterlijk "waarnemingen vanop afstand").

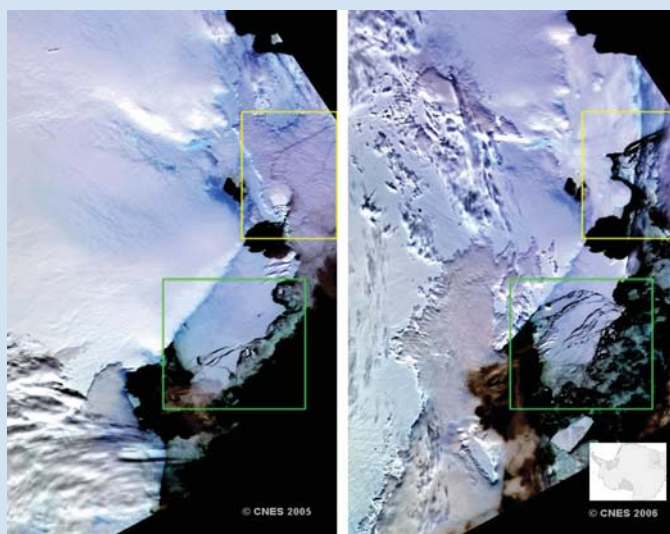
De VEGETATION-radiometer is gevoelig voor straling in vier spectrale banden: blauw (in golflengten van 430 tot 470 nanometer), rood (610 tot 680 nm), nabij-infrarood (780 nm tot 890 nm) en midden-infrarood (1,58 tot 1,75 micrometer). Het rood en nabij-infrarood in het bijzonder zijn geschikt om fotosynthese van vegetatie te beschrijven, terwijl het midden-infrarood de vochtigheid van de bodem en de vegetatie waarneemt. Het 'blauwe' kanaal is dan weer bedoeld om atmosferische correcties uit te voeren.. Dit laatste is nodig omdat de atmosfeer het gereflecteerde zonlicht verstoort.

Met de onderzoeksprogramma's Monitoring of Agriculture with Remote Sensing (jawel, afgekort MARS) en Global Monitoring for Food Security volgen ze vanuit de ruimte de productie van respectievelijk de Europese en de Afrikaanse landbouw op. Ook hebben de onderzoekers van VITO geprobeerd of ze op basis van satellietgegevens de jaarproductie aan wijn in Portugal konden voorspellen. Voor bepaalde streken was dit (meer bepaald de Regio rond de Douro) een onweerlegbaar succes. Een van de sterkste punten van VEGETATION is echter het rijke archief met tien jaar ononderbroken waarnemingen van de wereldwijde vegetatie, de veranderingen ervan in de loop van de seizoenen, rampen en de invloed van de globale opwarming van de planeet. In het kader van de globale waarneming van ons milieu is de continuïteit van deze metingen de volgende jaren van bijzonder belang. Tegen 2012 en 2013 bereiden VITO en de Europese Ruimtevaartorganisatie (ESA) de 2 opvolgers van SPOT-VEGETATION voor, respectievelijk Proba-V en Sentinel 3.

(Bron: Belspo, Science Connection nr. 24, "Vegetation: De groene planeet. 10 jaar in het vizier", december 2008.
http://www.belspo.be/belspo/home/publ/science_nl.stm)



Ontbossing in Brazilië, beeld genomen door VEGETATION 2 op 26 mei 2007. Elke stip op het beeld komt overeen met 1 km², je kunt zien dat de ontbossing een enorm groot gebied omvat.
© CNES 2007 – distributed by VITO



Wetenschappers vermoeden al langer dat de klimaatverandering een serieuze invloed uitoefent op het Poolijs. Hierbij een voorbeeld van het smeltende ijs op Antarctica. Het beeld links dateert van 31 januari 2005, het rechtse van 30 januari 2006. © CNES – distributed by VITO

Tweede editie van **DE JONGE BAEKELAND** 2010 jongerenprijs

Win 5000 euro met je klas

Hoe kun je windenergie goedkoper maken? Op welke manier zou je woestijngebieden vruchtbaar kunnen maken? Heb je een suggestie voor duurzamer bouw materiaal? Werk met je klas een project uit rond het thema 'Innoveren om te overleven'. Werk rond voeding, huisvesting of energie en ding mee naar de 'Jonge Baekeland 2010' en win de hoofdprijs van 5000 euro, die de Nationale Loterij hiervoor klaar houdt. De zes beste inzenders verdedigen hun project op vrijdag 30 april 2010 in het Vlaams Parlement. Ze debatteren over het thema van de wedstrijd met andere scholen en deskundigen.

De Jonge Baekeland is een jaarlijkse wedstrijd voor leerlingen van de derde graad secundair onderwijs (aso, tso, bso, kso). Inschrijven doe je uiterlijk 15 februari 2010 via www.jongebaekeland.eu

Na succes van de eerste editie wist Bio-MENS al snel dat er een tweede editie moest komen. De finale zal plaatsvinden op vrijdag 30 april 2010 in het Vlaams Parlement.

De nieuwe editie krijgt een uitdagend thema:

"INNOVATIES OM TE OVERLEVEN".

Deze wedstrijd richt zich op leerlingen uit de derde graad secundair onderwijs (ASO, TSO, BSO, KSO)

De Nationale Loterij schenkt € 5.000 aan de winnaar.

INSCHRIJVEN KAN TOT 15 FEBRUARI 2010

Meer info op www.jongebaekeland.eu



Nora Sundahl, winnaar van de Jonge Baekeland jongerenprijs, wint Europees toekomstdebat in Rome!

Felicities stromen langs alle kanten binnen voor Nora Sundahl (Koninklijk Atheneum uit Gent) en Alexandra Delbaere (Sint Hendrik en Zusters Maricoloninstituut uit Deinze) en hun leerkrachten. Zowel de bedrijfswereld als de academische wereld spreken hun lof uit. Een extra pluim voor het Vlaams onderwijs, dat zijn Europese positie aan de top bevestigd ziet... Reden voor al deze felicitaties: op 13 november 2009 won de Vlaamse studente Nora Sundahl de hoofdprijs van duizend euro in de finale van de jongerenwedstrijd georganiseerd door PlasticsEurope in het Youth Parliament in Rome.



Dossier op komst: 74

WAARHEEN LEIDT HET SPOOR?

Een blik op de
forensische wetenschap



Dossiers nrs 1 - 72 nog verkrijgbaar zolang de voorraad strekt,
zie www.biomens.eu

- | | |
|---|--|
| 31 Het transgene tijdperk | 53 Het ontstaan van de mens - deel 2 |
| 32 Jacht op ziektegenen | 54 Biologische oorlogsvoering in en om ons lichaam |
| 33 Eet en beweeg je fit | 55 Muizenissen en knaagzangen |
| 34 Genetisch volmaakt? | 56 Schoon verpakt, lekker gegeten |
| 35 Pseudo-hormonen vruchtbaarheid | 57 Brein |
| 36 Duurzame Ontwikkeling | 58 Illusies te koop |
| 37 Allergie in opmars! | 59 Je sigaret of je leven |
| 38 Vrouwen in de wetenschap | 60 Luchtvervuiling |
| 39 Gelabeld vlees, veilig vlees!? | 61 Griep, een doder op de loer? |
| 40 Een tweede leven voor kunststoffen | 62 Vaccinatie, reddingslijn of dwaallicht? |
| 41 Stressssss | 63 Boordevol energie |
| 42 Voedselveiligheid, een complex verhaal | 64 Een graadje warmer. Quo vadis, Aarde? |
| 43 Het klimaat in de knoei | 65 Energie in het zonnetje |
| 44 Voorbij de grenzen van het ZIEN | 66 ADHD, als chaos overheerst |
| 45 Biodiversiteit, de mens als onruststoker | 67 Duurzaam... met kunststoffen |
| 46 Biomassa, de groene energie | 68 Aspecten van evolutie |
| 47 Het voedsel van de goden chocolade | 69 Seksueel overdraagbare aandoeningen |
| 48 Nanotechnologie | 70 Groene Chemie |
| 49 Zuiver water, een mensenrecht? | 71 Invasieve soorten |
| 50 Dierenwelzijn als werkwoord | 72 Jongeren durven innoveren |
| 51 De waarheid over varkensvlees | |
| 52 Het ontstaan van de mens - deel 1 | |

