

Op Mars-expeditie in Utah, VS

Anouk Borst, Vrije Universiteit Amsterdam

“Groetjes vanaf Mars!” Vandaag nog utopie, over tientallen jaren wellicht realiteit. Vorig jaar werd voor mij de utopie al realiteit. In februari 2009 maakte ik, student Aardwetenschappen aan de VU, deel uit van een wetenschappelijke expeditie in het prachtige woestijnlandschap van Utah. Tussen de rode heuvels, gevormd uit Mesozoïsche formaties, staat sinds 2002 een analogo ruimtestation genaamd het Mars Desert Research Station (MDRS, afb. 1). Het MDRS wordt gebruikt voor simulatie en onderzoek naar onze rode buurplaneet. Met een crew van zes bivakkeerders wij twee weken lang in deze afgelegen Mars-habitat. Naast het simuleren van een echt verblijf op Mars was het voornaamste doel van onze missie het testen en demonstreren van geavanceerde instrumenten bedoeld voor planetair onderzoek.



Afb. 1. Mesas en buttes tekenen het woestijnlandschap van Utah, met rechts onderin het witte ruimtestation van de Mars Society.

Mars Society

Het Mars Desert Research Station is een initiatief van de Mars Society. Dit is een open organisatie van liefhebbers en wetenschappers die streeft naar intensiever Mars-onderzoek, met als uiteindelijk doel de kolonisatie van de rode planeet. Om deze ideeën te promoten en Mars-onderzoek te steunen, heeft de Mars Society twee analoge ruimtestations geplaatst in verschillende gebieden. Naast het MDRS in Utah is er ook het Flashline Mars Arctic Research Station (FMARS) in Noord-Canada. De locaties voor beide stations zijn geselecteerd op basis van hun unieke landschappen en extreme weersomstan-

Afb. 3. MDRS-crew 76 voor de Habitat met links de greenhouse. V.l.n.r. Danielle Wills (Zuid-Afrika), Stefan Peters (NL), Euan Monaghan (GB), Vladimir Pletser (Be) en Anouk Borst.



Afb. 2. De vlag van Mars heeft geen officiële status, maar wordt wel erkend en gebruikt door de Mars Society en de Planetary Society.

digheden, vergelijkbaar met de condities op Mars. Volgens de hoofdoprichter van de Mars Society, dr. Robert Zubrin, kan de menselijke kolonisatie van Mars grofweg in drie stappen worden gerealiseerd. Deze drie stappen worden gesymboliseerd door de kleuren in de vlag van Mars; rood, groen en blauw (afb. 2). Rood symboliseert Mars op dit moment en de eerste stap in het kolonisatieproces, waarin de mens stations bouwt en de nodige materialen brengt om op het oppervlak van Mars te kunnen overleven. Groen en blauw staan voor de opeenvolgende stappen om de atmosfeer en biosfeer van Mars leefbaar te maken voor mens en dier. Door het introduceren van vegetatie en het opwarmen van de atmosfeer moet Mars veranderen in een leefbare, groene planeet met blauwe oceanen, oftewel een kleine versie van de Aarde! Dit proces noemt men ook wel *terravorming*. De ideeën over *terravorming* neigen sterk naar science fiction. Persoonlijk gaat het mij de pet ver te boven, maar het fijne van de Mars Society is dat deze, door middel van dergelijke 'ruimtestations' op aarde, iedereen de mogelijkheid biedt om te ervaren hoe het is om onderzoek te doen onder Mars-achtige omstandigheden. Hierbij doel ik bijvoorbeeld op de beperkingen van het werken in een ruimtetpak, het geïsoleerd leven in een kleine ruimte, de intense samenwerking met crewleden. Hieronder zal ik meer vertellen over onze missie en mijn ervaringen over het leven op Mars.

EuroGeoMars

Onze crew was de eerste van twee teams binnen de EuroGeoMars-campagne. Zoals boven genoemd was het doel van de EuroGeoMars-campagne het testen en demonstreren van



verschillende instrumenten die zijn bedoeld voor Mars- en/of Maanonderzoek. Daarnaast liepen er ook een aantal psychologische studies over team-aspecten, de activiteiten van de individuele crewmembers (waar en hoe lang) en het effect van voedsel op de gemoedstoestand. Onze crew (afb. 3) bestond uit een Commander (Vladimir Pletser), twee Crew Engineers (Euan Monaghan en Jeffrey Hendrikse) en drie Crew Scientists van wie twee geologen (mijn mede-student Stefan Peters en ik) en een biologe (Danielle Wills).

Tijdens onze missie hadden wij fantastische apparatuur ter beschikking van verschillende bedrijven en instituten. Op de lijst van geologische instrumenten stonden een RAMAN-laser, een VIS/NIR-spectrometer en een draagbare versie van een gecombineerde X-Ray Diffraction en X-Ray-Fluorescence meter, allemaal instrumenten waarmee we ter plekke zowel de chemische samenstelling als de mineralogie van samples konden analyseren. Vooral de XRD/XRF-machine bleek zeer effectief en erg gemakkelijk in gebruik, zodat we binnen no-time konden zien uit wat voor mineralen de stenen bestonden. Daarnaast hadden we boorinstrumenten en een Ground Penetrating Radar, waarmee je een soort seismisch profiel van de ondergrond kunt maken. Het voornaamste biologische instrument was een ATP-meter, waarmee het DNA van microben in de samples wordt verveelvoudigd, zodat we konden zien wat voor soort en hoeveel micro-organismen er in de bodem leven. Dit instrument is natuurlijk erg nuttig als we willen zoeken naar leven op Mars, want zelfs een enkele micro-bacterie in de bodem wordt via zijn DNA zichtbaar met dit instrument. Twee weken lang hebben wij gesteente- en bodemsamples verzameld in de omgeving van het station en vervolgens geanalyseerd in ons eigen laboratorium in de Hab. Voor een geoloog is er natuurlijk niets mooiers dan op veldwerk gaan, maar onder zulke bijzondere omstandigheden en met zulke geavanceerde instrumenten was al helemaal fantastisch! Helaas konden wij natuurlijk niet alleen maar doen wat we wilden, want – zo hebben wij geleerd – op Mars komen er heel veel noodzakelijke klusjes bij!

De Habitat

De Habitat is ongeveer 6 bij 8 meter groot en heeft twee verdiepingen. De onderste verdieping is voorzien van een biologisch en geologisch laboratorium, werkruimte voor de engineers, een douche, toilet en een ruimte voor het aantrekken van de ruimtepakken (EVA-suits). De bovenverdieping vormt de leefruimte, met een keukentje, zes kleine slaapkamertjes, een werkbank en een centrale eettafel. De ruimtelijke indeling van de Habitat is zeer belangrijk en moet optimaal praktisch zijn om er prettig te kunnen wonen en werken. De eettafel vormt daarbij het hart, waar de gehele crew dagelijks drie gezamenlijke maaltijden heeft en vergadert over de plannen en/of resultaten van de dag. Verder staan er naast het station een greenhouse en een observatory. In de greenhouse kun je je eigen plantjes verbouwen op 'Mars-grond' en worden experimenten gedaan om afvalwater te zuiveren. In de observatory staat een aantal grote telescopen, waarvan wij helaas geen gebruik hebben gemaakt.

Het station is door de jaren heen een beetje vervallen geraakt. Hierdoor werkte bijvoorbeeld het waterpompsysteem niet meer. Een van de huishoudelijke klussen was dan ook dat de gehele crew dagelijks een emmertjesbrigade moest houden van buiten naar de bovenste verdieping, om de watertank met was- en douchewater te vullen. Het is duidelijk dat op Mars zuinig moet worden omgegaan met water. Elke crewmember mocht dan ook maar een keer in drie dagen douchen. Voor een psychologische studie naar de tijdsindeling en het ruimtegebruik van de crewleden moesten we elke dag sheets invullen met wat we (ongeveer) waar en hoe lang deden. Dit betekende dat we zelfs moesten opschrijven wanneer we gebruik maakten van het

toilet. Je kunt je voorstellen dat dat behoorlijk vervelend is. Ook moesten wij meewerken aan een voedselstudie. Hierbij mocht alleen lang-houdbaar voedsel worden gegeten, wat inhoudt dat vrijwel alles gedroogd is of uit blik komt. Om de dag mocht er vers brood gebakken worden in de broodmachine, de andere dag waren er alleen voorverpakte broodjes uit de oven (een soort pitabroodjes). Verder hadden we geen zuivelproducten of vers vlees. Maar ik moet eerlijk zeggen, het viel best wel mee. En wat al snel opviel was dat iedereen behoorlijk creatief was! Iedere avond stond er wel wat anders op tafel. Ook hierover moesten 's avonds weer formulieren ingevuld worden, over wat er gekookt was, of we het lekker vonden en hoe onze gemoedstoestand was. Kortom, als astronaut ben je veel tijd kwijt aan huishoudelijke taken en allerhande bijkomstigheden. De rest van de dag werd besteed aan werk in het lab of data verzamelen en analyseren.

Naar buiten

Elke dag werden er een aantal EVA's gepland (Extra Vehicular Activities) voor verkenning van de omgeving, het verzamelen



Afb. 4. Op de ATV.

van samples of het testen van instrumenten. Hierbij konden we gebruik maken van twee ATV's (All Terrane Vehicles), waarmee je flinke afstanden kunt afleggen op ieder terrein (afb. 4). Geheel volgens de regels van de simulatie wordt er buiten de habitat altijd een ruimtepak gedragen. Dit pak is voorzien van een helm en een ventilator op de rug, die via slangen naar de helm frisse lucht aanvoert. Veldwerk doen in een ruimtepak is makkelijker gezegd dan gedaan. Het pak aantrekken duurt ongeveer 20 minuten en vraagt om wat hulp van de andere crewleden. Eenmaal buiten merk je al snel dat je bewegingsvrijheid en zintuigen drastisch beperkt worden. De pakken zijn groot en zwaar, waardoor je moeizaam en traag beweegt. Onderlinge communicatie verloopt via walkie talkies, te bedienen met een knopje in de helm. Tegen het beslaan van de helmen hadden we al een tip gekregen van voorgaande crews: insmeren met zeep! Je gezichtsveld wordt sterk verkleind door de helm en het is lastig om stenen van dichtbij te bekijken of op te pakken. Vind die normaal heel vanzelfsprekend zijn wanneer je in het veld bent, zoals het maken van aantekeningen en foto's, of het openen van samplezakjes, zijn dat met het dragen van een EVA-pak absoluut niet! Je kunt zelfs niet even krabbelen aan je neus en als je zonnebril afzakt heb je al helemaal een probleem. Ook het bedienen van instrumenten is een stuk lastiger met dikke handschoenen. Uiteraard vraagt dit om creatieve oplossingen! Zo was het vastbinden van een potloodje aan de pink van de handschoen een goede oplossing voor het bedienen van de GPS, laptop of camera. Ook moeten samplezakjes met



Afb. 5. Anouk, Stefan en Danielle (v.l.n.r.) op EVA.

druksluiting bijvoorbeeld van te voren worden geopend. Maar met een beetje oefening en goede voorbereiding voelde je je al snel een echte pionier op verkenningstocht in het buitenaardse landschap (afb. 5).

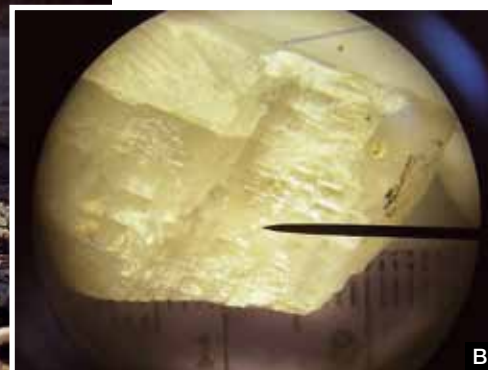
Geologie

Utah ligt midden in het Colorado Plateau, dat snel is opgeheven in het Cenozoïcum door de botsing tussen de Farallon- en de Noord-Amerikaanse plaat. De plaatbotsing heeft ook geleid tot de opheffing van de Sierra Nevada in het westen en de Rocky Mountains in het oosten. Deze gebergtektonen zorgen ervoor

dat zeer droge lucht wordt aangevoerd naar het tussengelegen Colorado Plateau, dat heet is in de zomer en koud in de winter. Samen met de snelle opheffing heeft dit gezorgd voor een prachtig landschap met fantastische erosie- en insnijdingsverschijnselen, met als ultiem voorbeeld de Grand Canyon in Arizona. De omringende geologie van het MDRS bestaat uit een opeenvolging van Mesozoïsche formaties, gevormd door mariene, fluviaatle en lacustriene afzettingen van vooral zand, silt en klei. Ook zijn er af en toe dikke vulkanische aslagen afgezet, die nu grotendeels omgezet zijn naar klei. De gelaagdheid is vrijwel horizontaal en helt zachtjes naar het westen. De erosie heeft hierbij gezorgd voor een trapsgewijze ontsluiting van de verschillende formaties, waarbij een opeenvolging te zien is van kliffen en plateaus doordat zachte kleilagen worden overkapt door verweringsresistente zandlagen (afb. 1). De kleurrijke afzettingen waarop het MDRS is gebouwd is de Brushy Basin Member van de Morrison Formatie (Jura). De member bevat veel smectiet, ook wel 'zwel-klei'. Smectieten geven een popcorn-achtige verwerking en vormen een slechte bodem voor vegetatie. De grote variatie in kleuren (rood, paars, wit, groen) is afhankelijk van de oxidatie van ijzer en mangaan en de samenstelling van de kleien. Dit alles geeft het oppervlak veel Mars-achtige karakteristieken. Bovendien is de Morrison Formatie ook zeer bekend vanwege zijn rijkdom aan dinosaurusbotten en versteend hout.

Volop interessante dingen om te bekijken en te analyseren! Zo hebben wij naast zand- en kleisamples uit de verschillende formaties ook pure kristallen, gipslagen, versteend hout en zouten geanalyseerd. Grote kristallen van gips en calciet zijn in de omgeving rijkelijk aanwezig (afb. 6) en geven een goede mogelijkheid om de precisie van de XRF/XRD en de RAMAN-laser te testen, simpelweg omdat je al weet wat je aan het analyseren bent. Verder hebben wij de relatie tussen kleur en samenstelling onderzocht van o.a. versteend hout, de verschillende lagen in de Brushy Basin Member en stenen met een donkere coating genaamd 'desert varnish'. De instrumenten bevestigden onze hypothese dat de kleur van versteend hout (wit, zwart, blauw, groen) gerelateerd is aan de hoeveelheid chroom, ijzer, mangaan en titanium (afb. 7).

Het bleek erg lastig om kleimineralen precies te determineren met behulp van de XRD/XRF, voornamelijk omdat de variatie in klei gigantisch groot is. De meest voorkomende kleimineralen waren beidelliet, montmorilloniet (Mg), nontroniet (Fe), vermicu-



Afb. 6a. Velden met glinsterende calcietkristallen, genaamd 'Glistening Seas'.
6b. Calciet onder de microscoop.



Afb. 7. Versteende boomstam uit een tropisch Jurassisch woud.

Tot slot

Het mag duidelijk zijn dat simulatie door middel van dit soort expedities veel informatie oplevert voor de planning en voorbereiding van toekomstige bemande ruimtemissies. Op het moment staat de bemande ruimtevaart op een heel laag pitje, maar wellicht geeft de economie binnen enkele jaren weer wat meer ruimte voor exploratie en zal de mens spoedig zijn eerste stappen zetten op het rode oppervlak van Mars.

liet, kaoliniet en illiet. Er is geen relatie vastgesteld tussen de kleur van het sediment en de soort kleimineralen. Een van de meest spectaculaire ontdekkingen in het veld was een fel gele poederige substantie, die in grote hoeveelheden enkele cm's onder het oppervlak van een klein geultje was afgezet (afb. 8a en b). De instrumenten detecteerden enkel zand en klei, maar geen specifieke zouten. We konden dus niet zeggen wat het was en schakelden het advies van het remote science team in. Na een test met de Geiger-teller bleek de afzetting licht radioactief te zijn. Wij vermoedden dat het uraniumzout was, wat wel meer in Utah gewonnen wordt, maar geen van de instrumenten kon een anomalie in uraangehalte detecteren. Crews na ons toonden interesse in de vondst en gingen opnieuw zoeken naar het betreffende geultje. Tot nu toe heeft dat helaas nog geen nieuwe informatie opgeleverd.



Afb. 8a. Secundaire afzetting in een geultje, vermoedelijk een uraniumzout.
8b. Detail.