

# 21<sup>ste</sup> eeuw: De mensheid verkent het zonnestelsel

Marco van der List

Toen de Apollo-17 astronauten hun laatste voetafdrukken in de stoffige maanbodem achterlieten, was de algemene opinie dat de eerste mensen ergens in de jaren tachtig voet op Mars zouden zetten. NASA zou met de spaceshuttle goedkoper en meer frequent toegang tot een lage baan om de aarde krijgen. Vanuit een groot ruimtestation zouden de maan en de planeten immers efficiënter en makkelijker te bereiken zijn.

## Inleiding

De spaceshuttle kwam er maar daarna stagneerde het programma. Wat niemand indertijd kon voorspellen, gebeurde toch. Meer dan dertig jaren na de laatste maanvlucht is de bemande ruimtevaart nu nog steeds beperkt tot een baan om de aarde op slechts enkele honderden kilometers hoogte. Toch gloort er, aan het begin van de eenentwintigste eeuw, hoop aan de horizon. Zowel in Europa als de Verenigde Staten zijn programma's geformuleerd voor een bemande exploratie van ons zonnestelsel.

Op een hoogte van gemiddeld 380 kilometer boven het aardoppervlak draait sinds november 1998 het International Space Station (ISS) elke 92 minuten om de aarde. Zestien landen, waaronder de vroegere kempfanen in de koude oorlog, de Verenigde Staten en Rusland, werken samen om het ruimtestation te ontwikkelen, te bouwen en te bemannen. Hiermee is het ISS niet alleen voor de ruimtevaart een uniek internationaal samenwerkingsproject; het kent zelfs geen gelijke op welk ander wetenschappelijk onderzoekerrein dan ook. Met een waarde van rond de 100 miljard euro is het ruimtestation zelfs het grootste civiele project tussen individuele landen dat ooit ondernomen is. Hoewel de ontwikkeling en assemblage van het ISS met zowel technische tegenslagen als politieke strubbelingen gepaard zijn gegaan, is het een belangrijke stap in het proces naar internationalisering en samenwerking tussen verschillende culturen en landen. Wellicht zal dat een

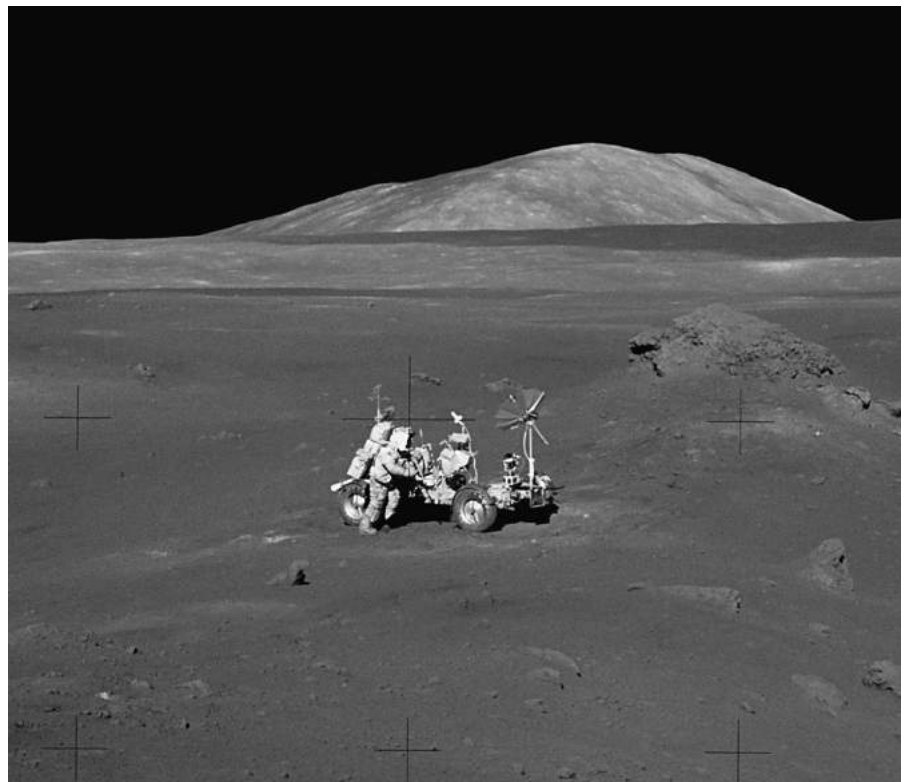
van de belangrijkste zaken zijn die men van het ISS project kan leren en kunnen we deze kennis effectief toepassen bij toekomstige internationale projecten die al dan niet ruimtevaart gerelateerd zijn.

Gebeurtenissen van de laatste jaren hebben laten zien dat bemande ruimtevaart niet alleen voorbehouden hoeft te zijn aan de grote spelers zoals de VS en Rusland. Eind 2003 werd China het derde land ter wereld dat zelfstandig een bemand ruimteschip lanceerde en bijna een dag later weer behouden naar de aarde terugbracht. Nog voor het einde van 2005 zal waarschijnlijk

de tweede bemande vlucht van een Shenzhou ruimteschip plaatsvinden. Het communistische land heeft al aangekondigd binnen tien jaren een eigen permanent bemand ruimtestation te willen lanceren dat net als de Russische Mir uit vier of vijf modules zal worden samengesteld.

## Technologie en commerciële invloeden

Ruimtevaart, en zeker de bemande variant daarvan, is altijd al een speerpunt van technologische vernieuwing geweest. Ook voor toekomstige



12 december 1972. Geoloog Harrison Schmitt is aan het werk nabij de buggy te Taurus-Littrow op de maan. [NASA]

bemande ruimtevaartprojecten zullen er nog vele nieuwe technieken ontwikkeld moeten worden. Als men langere vluchten verder weg van de aarde wil maken, is het een eerste vereiste om tot een gesloten leefinstandhoudings-systeem te komen waarbij zoveel mogelijk aan boord van een ruimteschip gerecycled wordt. Nu krijgen de bewoners van het ISS ongeveer elke twee maanden verse voorraden aangeleverd vanaf de aarde. Eind 2004 waren de voedselvoorraden zover teruggelopen dat men serieus plannen begon te ontwikkelen om de bemanning naar de aarde te evacueren als de lancering van een Russische bevoorradingscapsule zou mislukken of om een andere reden niet zou arriveren. Een expeditie op weg naar Mars heeft deze mogelijkheid eenvoudigweg niet en dat stelt natuurlijk hele andere eisen aan de te gebruiken techniek en het betrouwbaarheidsniveau daarvan.

De ontwikkeling van nieuwe technologieën ligt tegenwoordig voornamelijk bij commerciële ondernemingen en de keuze voor innovatierichting wordt meer en meer bepaald door de mogelijke afzetmarkten. Dit in groot contrast tot de jaren zestig toen de Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA zich actief bemoeide met de innovaties die tot stand gebracht moesten worden om een mens op de maan te zetten. Deze top-down wijze van werken kon toen zo functioneren omdat president John F. Kennedy het Apolloproject een duidelijke doelstelling had meegegeven, namelijk een mens voor 1970 te laten landen op de maan en hem weer behouden naar de aarde terug te laten keren. Als heden ten dage individuele bedrijven echter onvoldoende gestuurd worden in een bepaalde richting, dan zullen ze wegens markteconomische redenen voor die technologieontwikkeling kiezen die ze op redelijke termijn de grootste afzetmarkt oplevert. Het is evident dat de gekozen richting niet persé die innovaties op zal leveren die benodigd zijn voor een overheidsprogramma.



Artistieke impressie van een vroege bemande basis op de planeet Mars. [ESA]

Zoals het zich nu laat aanzien, zal de commerciële industrie zich eerst concentreren op het verwezenlijken van ruimtetoerisme. Het winnen van de Ansari X-Prize in 2004 door het team dat de SpaceShipOne bouwde en dit toestel tweemaal binnen veertien dagen naar een hoogte boven de 100 kilometer vloog, is hier de eerste voorbode van. Sir Richard Branson, bekend van de vliegmaatschappij Virgin, is van plan de SpaceShipOne en haar opvolgers binnen enkele jaren commercieel te gaan exploiteren. Begin 2005 hadden zich al bijna 15 000 aspirant passagiers aangemeld die zich bereid stelden om 200 000 dollar op tafel te leggen voor een vlucht naar de rand van de ruimte in de te bouwen SpaceShipTwo. Branson heeft al aangegeven dat, als de suborbitale vluchten van de SpaceShipTwo een commercieel succes zijn, hieruit de SpaceShipThree zal worden ontwikkeld welke een omloopbaan moet kunnen bereiken.

Later zal deze ontwikkeling zich hopelijk voortzetten tot commercieel ruimtetoerisme in een lage baan om de aarde, waarbij ruimtestations als hotel fungeren voor bezoekende toe-

risten die dan enkele dagen kunnen genieten van gewichtloosheid en onze planeet van boven kunnen aanschouwen. Om dit te stimuleren is er kort na het winnen van de Ansari X-Prize een nieuwe prijs ter waarde van 50 miljoen dollar uitgelooft voor diegene die met hetzelfde toestel binnen 60 dagen twee ruimtevluchten in een baan om de aarde maakt. Helaas kunnen alleen bedrijven en teams meedoen die in de Verenigde Staten gevestigd zijn. De competitie is dan ook heel toepasselijk America's Space Prize genoemd.

In Europa probeert de ruimtevaartorganisatie ESA de technologie-innovatie een bepaalde gewenste richting te geven door contracten voor specifieke studie- en ontwikkelingsopdrachten uit te geven. Zo wordt de Europese industrie uitgenodigd specifieke componenten en systemen te ontwikkelen voor bepaalde platformen en missies waar een specifieke behoefte aan bestaat. Maar naast het richting geven aan de ontwikkelingen is er voor de grote civiele ruimtevaartorganisaties ook een andere rol weggelegd. De investeringen die gemoeid zijn met projecten zoals SpaceShipOne staan

met 20 miljoen dollar namelijk geheel niet in verhouding tot de ontwikkelingskosten van bemande ruimtevaartprojecten, zoals shuttle en ISS, waarbij miljarden benodigd zijn. Hier zal in de toekomst voorlopig dan ook een duidelijke rol weggelegd blijven voor overheidsorganisaties.

## Vorbij de aardbaan

De Europese ruimtevaartorganisatie ESA wil met haar Aurora programma zowel bemande als onbemande missies naar de planeten uitvoeren en technologieën ontwikkelen waarmee uiteindelijk bemande reizen naar de maan en Mars mogelijk zouden moeten worden. De Amerikaanse president kondigde op 14 januari 2004 aan dat NASA een soortgelijk programma zou moeten starten, het zogenaamde *Vision for Space Exploration*. Ook in andere landen, met de Russen voorop, worden regelmatig plannen gepubliceerd voor bemande reizen naar de maan en de planeten.

### *Vision for Space*

In het Amerikaanse *Vision for Space* zijn ruwweg drie stappen gedefinieerd. In de eerste fase tot 2014 zal er een transportsysteem voor bemande ruimtereizen naar een lage baan om de aarde ontwikkeld worden. Dit vierpersoons toestel staat bekend als de *Crew Exploration Vehicle* (CEV). Omdat NASA nog in het aanbestedingstraject zit, is het nog onduidelijk hoe de CEV er uiteindelijk uit gaat zien, maar omdat het toestel ook ingezet dient te worden voor de volgende fase ligt een Apollo-achtige capsule voor de hand. In deze periode zullen onbemande sondes de maan verkennen.

Voor de tweede fase is voorzien dat, in ieder geval voor 2020, maar op zijn vroegst al in 2015, mensen weer voet op de maan zullen zetten. De CEV zal gebruikt worden in combinatie met een te ontwikkelen *Lunar Surface Access Module* (LSAM), om expedities met een



Toekomstbeeld? Een industrieterrein op de maan. [NASA/Rawlings]

gemiddelde verblijfsduur van enkele dagen tot weken naar het maanoppervlak mogelijk te maken.

In de derde fase, die na 2020 zal plaatsvinden, zullen langere bemande missies naar het maanoppervlak uitgevoerd worden en de infrastructuur (zoals energie- en communicatiesystemen) op en nabij de maan worden uitgebreid. Parallel aan de bemande activiteiten op de maan, zal de onbemande verkenning van de planeet Mars geïntensiveerd worden.

Uit de technologieën die worden ontwikkeld gedurende de eerste drie fasen zullen uiteindelijk nieuwe ruimtevaartuigen ontwikkeld kunnen worden waarmee de drie jaren durende reis naar Mars gemaakt kan worden. Hoewel de Amerikaanse plannen in de deelname van andere landen voorzien, zijn er nog geen concrete onderwerpen genoemd waaraan Europa, Japan en/of Rusland zouden kunnen bijdragen.

### *Aurora*

Al voor president Bush de Amerikaanse plannen presenteerde, had de ESA onder de naam Aurora in 2001 haar eigen programma voor de verkenning van ons zonnestelsel opgesteld. Dit programma is breder van opzet dan het Amerikaanse, daar de verkenning van het zonnestelsel niet alleen geli-

miteerd is tot de maan en Mars, maar ook de nabije planetoïden als mogelijke doelen in aanmerking komen. De Europese wetenschappelijke wereld is dan ook uitgenodigd om actief met ideeën en voorstellen te komen. Aurora is ook flexibeler van opzet dan haar Amerikaanse tegenhanger.

Het Aurora programma bestaat uit vlaggenschip missies (*Flagship*) en speerpunt missies (*Arrow*). De laatste zijn bedoeld om een bepaald aspect te onderzoeken, zoals *areo braking* (de atmosfeer van een planeet gebruiken om een ruimtevaartuig af te remmen). De vlaggenschepen zijn de grote projecten van het kaliber Rosetta. De eerste, ExoMars, is gepland voor lancering in 2011 en bestaat uit een 180 kg zware rover die over het oppervlak van de rode planeet moet gaan rijden en een kunstmaan in een omloopbaan. De rover zal beschikken over een set instrumenten waarmee specifiek naar leven, al dan niet uitgestorven, gezocht kan worden.

Halverwege 2010 – 2020 zou dan wellicht een bodemonster van Mars naar de aarde gebracht kunnen worden. Hoewel het Aurora programma geen specifieke mijlpalen zoals het Amerikaanse heeft, maar een vloeiender verloop, wordt 2033 vaak genoemd als het jaar waarin mogelijk de eer-

ste bemande reis naar Mars wordt gemaakt.

Niet alleen missies naar andere hemellichamen maken deel uit van het Aurora programma, maar dat kan even goed onderzoek op aarde of aan boord van een ruimtestation zijn. Te denken valt aan onderzoek naar effecten van langdurige ruimtevluchten in een lage baan om de aarde.

## De motivatie

Alvorens we als mensheid steeds verder het zonnestelsel intrekken, zouden we als maatschappij eerst de redenen moeten onderzoeken waarom we dit zouden moeten doen. Het heeft altijd al in de aard van mensen gelegen om grote uitdagingen aan te gaan. Daarom zeilden al meer dan vijfhonderd jaar geleden schepen de wereld rond, beklom men de hoogste bergen en daalde men af in de diepste troggen in de oceaانبodem. Tijdens het Apollo-project in de jaren zestig van de vorige eeuw culmineerde dit in zes maanlandingen waarbij telkens twee mensen eventjes op de maan rondliepen.

Dat is echter al generaties geleden. De ingenieurs, technici, beleidsmakers en zelfs de ruimtevaarders die betrokken zijn bij het International Space Station, waren kinderen, of zelfs nog niet geboren, toen Apollo-17 commandant Eugene Cernan in december 1972 zijn laatste stap op de maan achterliet. Sindsdien heeft geen een ruimtevaarder de omloopbaan om de aarde verlaten.

Het Apollo-project was voornamelijk ingegeven door politieke motivatie. Het was een gelegenheid, en wellicht de enige mogelijkheid, voor de toenmalige twee kernmachten om hun technische expertises op de proef stellen, zonder dat een directe militaire confrontatie noodzakelijk was. Wellicht dat een voortdurende koude

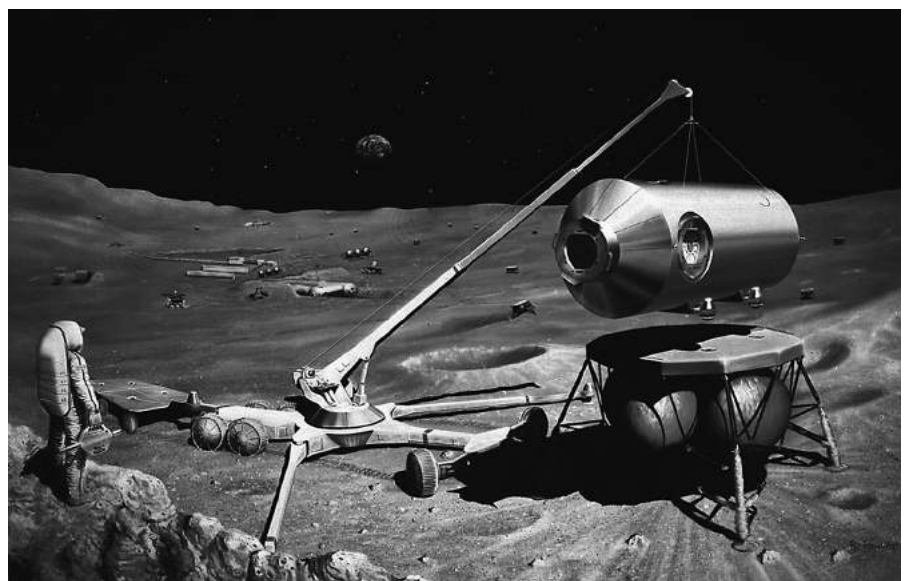
oorlog tot ver in de jaren negentig had geleid tot een hernieuwde ruimtetwelloop tussen de Verenigde Staten en de Sovjet-Unie. Nu niet met de maan als doel, maar Mars. Toen de Sovjet-Unie ten onder ging, had hun zware draagraket Energia al twee succesvolle vluchten gemaakt en hadden de Russen al flink wat ervaring opgedaan met langdurige ruimtevluchten in hun Salyut en Mir ruimtestations. De politieke verhoudingen zijn nu echter danig anders. Westerse en socialistische werelden hebben elkaar gevonden en zijn sterke economische banden aangegaan. Ook China heeft haar economie omgevormd welke nu een enorme groei doormaakt. Behoudens enkele kleinere staten met een sterk communistische of religieuze inslag, lijken er geen redenen meer te bestaan voor een militaire of technologische krachtmeting tussen naties op grotere schaal.

De meest gegeven reden voor bemande reizen verder het zonnestelsel in, is dat mensen beter in staat zouden zijn om wetenschappelijk onderzoek te verrichten. En dat is, ondanks de verrichtingen die de marswagentjes Spirit en Opportunity het afgelopen jaar hebben laten zien, inderdaad ten dele zeker waar. Tijdens de laatste drie Apollo-landingen konden de twee

maanwandelaars met hun maanbuggy sneller en flexibeler een groter terrein verkennen dan die wagentjes en dat in een veel kortere tijdsbestek van slechts drie dagen.

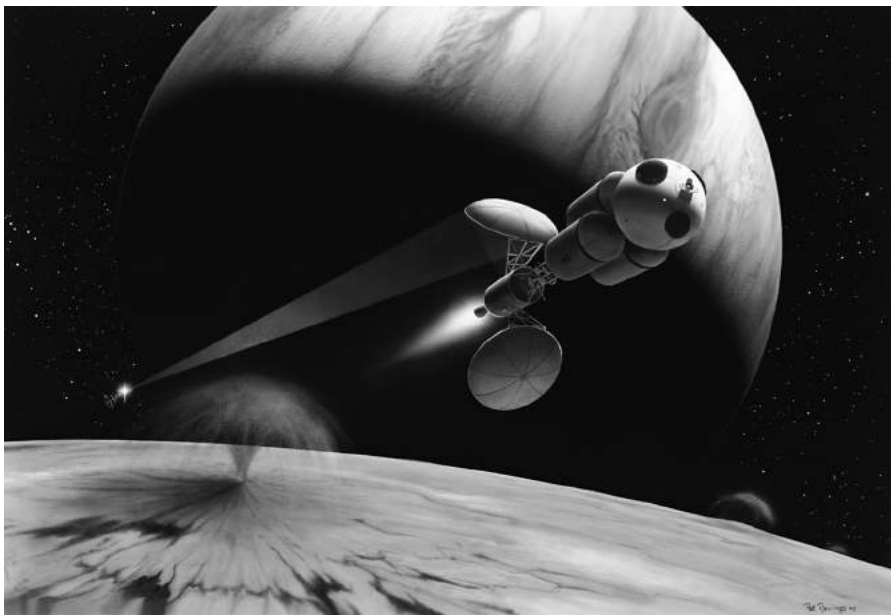
Daarnaast kan een mens de ervaring om een ander hemellichaam te verkennen veel beter overbrengen dan een robot. In juni 2002 bracht Apollo-17 astronaut en geoloog Harrison Schmitt een bezoek aan Nederland en gaf op de TUDelft een boeiende lezing over zijn maanreis. Dertig jaar na dato kon hij de toehoorders, waaronder een groot aantal NVR-leden, in gedachten meevoeren naar een andere wereld. Ruimtevaart heeft aangetoond grote invloed op de menselijke cultuur en beschaving te hebben.

Een andere veel gehoorde reden om dieper de ruimte in te trekken, is dat de mensheid niet altijd op aarde kan blijven, zoals de Russische raketprofeet Tsjolkovsky al beseftte bij het aanbreken van de twintigste eeuw. De overlevingskansen van de menselijke soort worden vergroot als we menselijke kolonies op andere planeten vestigen. In ons zonnestelsel is echter geen ander hemellichaam waar een mens zonder hulpapparatuur zou kunnen (over)leven. Sterker nog, er is geen hemellichaam waar iemand



Alle plannen voorzien in maanbases. [NASA]





Een bemand ruimteschip passeert de Jupitermaan Io. Voor de voortstuwing levert een laser, gesitueerd nabij de zon, de benodigde energie welke via de twee parabolische spiegels aan de motor toegevoerd wordt. [NASA/Rawlings]

op het oppervlak het zonder drukpak zou kunnen stellen. Dat is een niet erg aantrekkelijk milieu voor eventuele kolonisten die zich op de maan, Mars of de grote manen van de reuzenplaneten Jupiter en Saturnus willen vestigen. Bases op andere hemellichamen in ons zonnestelsel zullen dus voornamelijk wetenschappelijk onderzoek en het winnen van natuurlijke grondstoffen tot doel hebben. Zo kan op de maan het Helium-3 isotoop gewonnen worden dat gebruikt kan worden in nog te ontwikkelen kernfusiegeneratoren. Ook kan in de ruimte volop geprofitteerd worden van zonne-energie. Al in de jaren zeventig van de vorige eeuw werden voorstellen gemaakt om deze energie met grote zonnepanelen te winnen en via microgolfstraling naar de aarde te zenden. Wellicht dat deze exploitatie in de toekomst commercieel rendabel gemaakt kan worden.

Aardachtige planeten, of beter gezegd planeten die (menselijk) leven zouden kunnen herbergen, zullen dus buiten ons zonnestelsel gezocht moeten worden. Er zijn nu iets meer dan 50 planeten rondom andere sterren gevonden, maar deze vallen allemaal in de categorie gasreuzen en aardachtige planeten zijn nog niet met zekerheid gevonden. Zelfs als we een planeet rondom een andere ster geschikt voor mense-

lijke kolonisatie zouden vinden, dan maken de enorme afstanden een reis nog praktisch onmogelijk. De gemiddelde afstand tussen sterren in ons gedeelte van de melkweg bedraagt vier lichtjaren. Van emigratie naar andere werelden zal niet direct sprake zijn en reizen naar de sterren, tenzij genieën zoals Stephen Hawking doorbraken forceren op het gebied van ruimte-tijd fysica, zullen in de 21-ste eeuw nog tot het rijk van de sciencefiction blijven behoren.

Visie Aurora. [ESA]

