

Op weg naar Mars

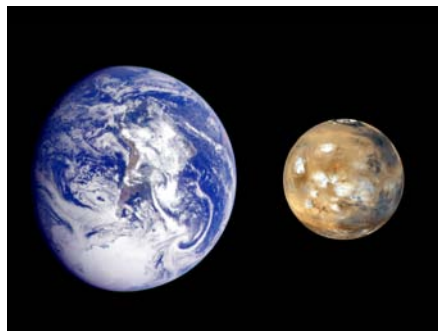
G. Schilling

Dia 1



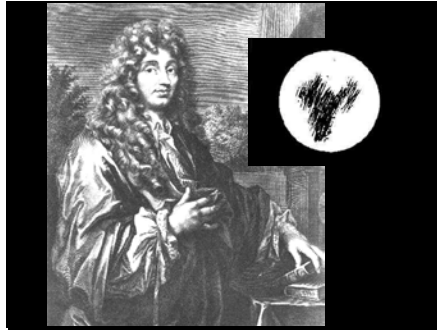
Mars is de intrigerende buurplaneet van de aarde. De Rode Planeet, zo genoemd vanwege zijn opvallende oranje-rode tint. Niet voor niets werd de planeet langgeleden genoemd naar de Romeinse god van de oorlog – hij heeft de kleur van bloed. Tegenwoordig kennen we Mars als een koude, droge steenwoestijn waar heel misschien ooit leven is geweest. Daarnaast is Mars een potentieel reisdoel voor toekomstige bemande ruimteschepen.

Dia 2



Met een middellijn van 6792 kilometer is Mars beduidend kleiner dan de aarde (12.756 km). De planeet heeft dan ook een geringere massa, en de zwaartekracht aan het oppervlak is slechts 40 procent van die op aarde. Toch is het totale oppervlak van Mars in grootte vergelijkbaar met het totale landoppervlak van onze thuisplaneet – op Mars komen geen oceanen voor.

Dia 3



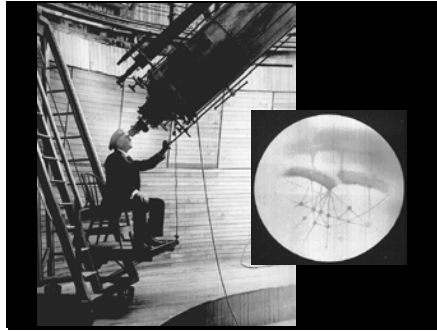
Voordat de telescoop was uitgevonden, was Mars niet meer dan een oranje-rode 'ster' die zich in de loop van de tijd langzaam verplaatst ten opzichte van de andere sterren. De Nederlandse astronoom Christiaan Huygens was in de zeventiende eeuw de eerste die met zijn zelfgebouwde telescopen oppervlakedetails op Mars waarnam: donkere vlekken, die met de planeet mee roteerden, en een heldere poolkap. Mars leek aardig wat overeenkomsten met de aarde te vertonen.

Dia 4



In 1877 stond Mars op kleine afstand van de aarde. Giovanni Schiaparelli, directeur van de sterrenwacht van Milaan, en gezegend met een uitzonderlijk scherp gezichtsvermogen, gebruikte de grote telescoop van de sterrenwacht om gedetailleerde tekeningen van het Marsoppervlak te maken. Op die schetsen zijn kaarsrechte donkere lijntjes te zien, die door Schiaparelli *canali* (watergeulen) werden genoemd.

Dia 5



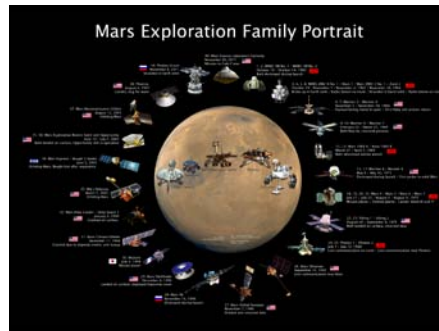
In de Verenigde Staten werd de term vertaald als *canals*. De rijke jurist en amateurastronoom Percival Lowell bouwde een speciaal observatorium bij Flagstaff, Arizona, om het raadsel van de Marskanalen op te lossen. Lowell dacht dat een hoogontwikkelde Marsbeschaving een wereldwijd irrigatienetwerk had aangelegd om de droge evenaargebieden van de planeet te bevoeien.

Dia 6



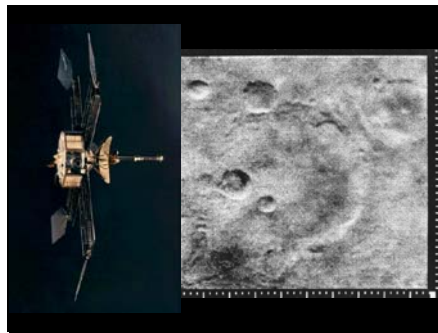
De Engelse sciencefictionschrijver Herbert Wells liet zich door de ideeën van Lowell inspireren. In 1898 publiceerde hij zijn boek *The War of the Worlds*, waarin de aarde wordt aangevallen door bloeddorstige Marsmonsters. De Amerikaanse regisseur Orson Welles maakte er in 1938 een hoorspelversie van. Het boek is verscheidene malen verfilmd, voor het laatst in 2005 door Steven Spielberg, met Tom Cruise in de hoofdrol.

Dia 7



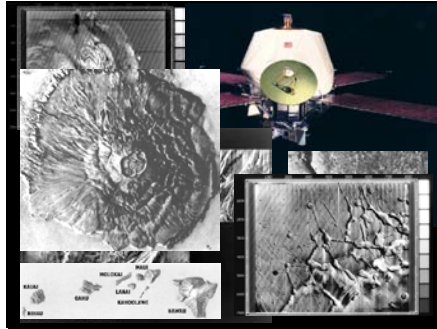
Pas na de opkomst van het onbemande ruimteonderzoek veranderde Mars van een fantasieplaneet in een echte wereld. Sinds 1964 zijn er vele tientallen vluchten naar Mars uitgevoerd, voornamelijk door de voormalige Sovjetunie en door de Verenigde Staten. Die vluchten waren lang niet allemaal succesvol. Ook zijn er verscheidene landers en robotwagens op het oppervlak neergedaald, die ter plekke onderzoek hebben verricht.

Dia 8



Mariner 4 was in 1964 de eerste ruimtesonde die op kleine afstand langs Mars scheerde – het was indertijd nog te moeilijk en te kostbaar om een ruimteschipje in een baan rond een andere planeet te brengen. Op de 21 vage zwartwitfoto's die door Mariner 4 zijn gemaakt, zijn voornamelijk kale, bekraterde vlaktes te zien, die sterk doen denken aan het landschap op de maan. Mars leek een weinig interessant hemellichaam te zijn.

Dia 9



Met de vlucht van Mariner 9, die in 1972 in een baan rond Mars werd gebracht, kantelde dat beeld. Mariner 9 legde het gehele oppervlak van de planeet vast. Er werden merkwaardige stromingspatronen gevonden, een kolossale canyon (die later Valles Marineris genoemd zou worden, de Mariner-vallei) en gigantische schildvulkanen, waarbij de grote vulkanen van de Hawaii-archipel in het niet zinken.

Dia 10



Olympus Mons is de grootste schildvulkaan op Mars, en zelfs de grootste en hoogste berg in het hele zonnestelsel. De basismiddellijn van de vulkaan bedraagt ruim 500 kilometer; de caldeira op de top heeft een middellijn van meer dan 80 kilometer. De top torent 24 kilometer boven het omringende terrein uit. Deze opname is gemaakt door de Viking-orbiter. Olympus Mons is zo goed als zeker niet langer actief.

Dia 11



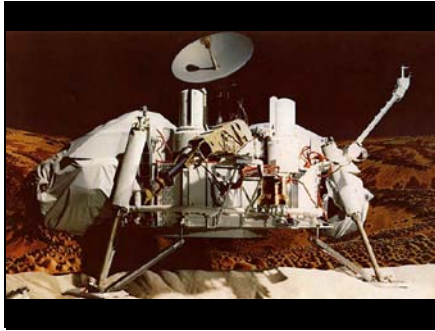
Valles Marineris is een breuksysteem in de korst van Mars met een lengte van ca. tienduizend kilometer en een breedte van tientallen kilometers. De aardse Grand Canyon in Arizona valt er totaal bij in het niet. Valles Marineris is vermoedelijk ontstaan door enorme tektonische krachten die miljarden jaren geleden het gevolg waren van de vorming van de grote schildvulkanen op Mars.

Dia 12



In 1976 arriveerden de twee Viking-ruimtesondes bij Mars. De Viking Orbiters brachten vanuit een baan rond de planeet het oppervlak gedetailleerd in kaart. Daarbij werden uitgestrekte netwerken van kronkelige stromingsgeulen, brede stortvloedgeulen en 'opgedroogde rivierbeddingen' ontdekt. Als er ooit water stroomde op Mars, moeten luchtdruk en temperatuur er ooit hoger zijn geweest dan nu. Wellicht leefde er toen ook iets.

Dia 13



Dia 14



De twee Viking Landers die in 1976 een zachte landing op het oppervlak maakten met behulp van parachutes, waren ontworpen om op Mars te zoeken naar sporen van biologische activiteit. Aan boord van automatische scheikundelaboratoria aan boord werden bodemonsters onderzocht. Hoewel er merkwaardige chemische reacties op leken te treden, concludeerde NASA toch dat er geen overtuigende aanwijzingen werden gevonden voor het bestaan van micro-organismen op Mars.

Dia 15

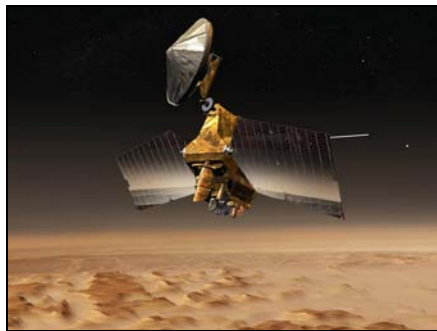


Het dure Vikinproject leverde in elk geval niet op wat men ervan had verwacht. De teleurstelling was groot. NASA richtte zich in de jaren tachtig op het onderzoek van de reuzenplaneten in het zonnestelsel. Tussen 1980 en 1990 werden slechts twee ruimtesondes richting Mars gestuurd: de Russische Phobos-sondes. Het Phobos-project liep echter op een mislukking uit: al voor de aankomst bij Mars ging met beide ruimtesondes het radiocontact verloren.

Dia 16

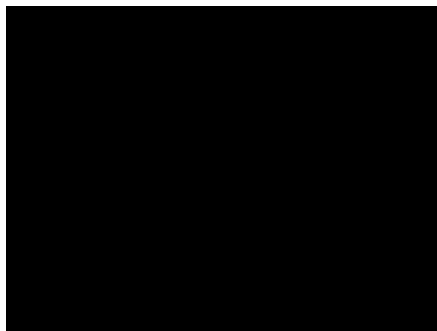


Dia 17



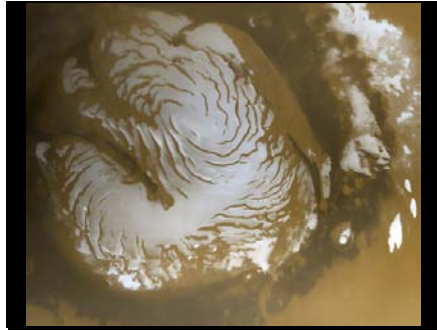
Sinds de jaren negentig draaien er echter weer ruimtesondes in een baan rond de planeet. Twee zeer succesvolle projecten zijn de Europese Mars Express (aankomst eind 2003) en de Amerikaanse Mars Reconnaissance Orbiter (aankomst 2006), die beide extreem gedetailleerde kleurenfoto's van het oppervlak maken. Mars Express verricht daarnaast stereoscopische waarnemingen, zodat er driedimensionale beelden verkregen worden.

Dia 18

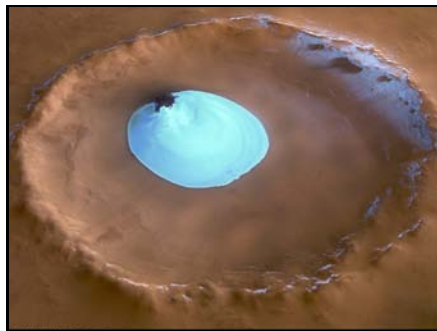


Inmiddels kennen we het oppervlak van Mars beter dan de bodem van de aardse oceanen. De planeet is nu een droge, koude steenwoestijn, met slechts een heel klein beetje waterdamp in de ijle, koolzuurrijke atmosfeer, maar alles wijst erop dat er miljarden jaren geleden een aangenamer klimaat heerste, en dat er toen vloeibaar water aan het oppervlak kan zijn geweest.

Dia 19



Dia 20



De vraag naar water op Mars is eigenlijk al lang beantwoord. De poolkappen bestaan voor een deel uit bevroren koolzuur (CO_2), maar voor een eveneens belangrijk deel uit bevroren water. En in sommige kraters in de poolgebieden zijn door de Europese ruimtesonde Mars Express ijsmeren ontdekt. Water is er dus, daar twijfelt niemand aan, maar het komt alleen in bevroren vorm voor aan het oppervlak.

Dia 21

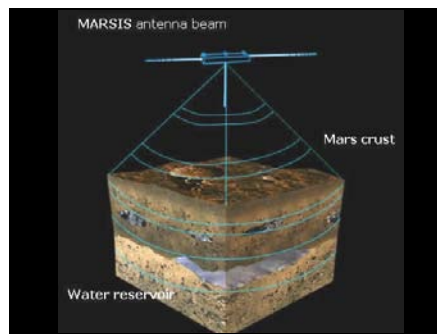


Dia 22



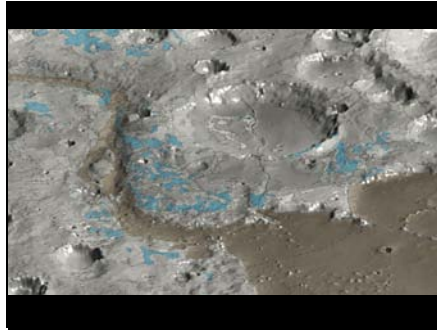
Toch zijn er ook mogelijke sporen van vloeibaar water gevonden, onder andere op de binnenwanden van inslagkraters. Die *gullies* veranderen in de loop van de Marsseizoenen ook van lengte, tint en vorm. Ze ontstaan waarschijnlijk wanneer ondergronds ijs onder invloed van zonlicht en druk vloeibaar wordt en gedurende korte tijd aan het oppervlak kan stromen, voordat het – als gevolg van de geringe luchtdruk – verdampt.

Dia 23



Het radarinstrument van Mars Express heeft inderdaad de aanwezigheid van ondergronds ijs aangetoond, voor een deel in de vorm van discrete lagen. Daarnaast is er veel ijs vermengd met het bodemmateriaal, in de vorm van permafrost – dat blijkt onder andere uit metingen van de neutronenspectrometer van de ruimtesonde Mars Odyssey. Vermoedelijk gaat het om de bevroren restanten van wat ooit een uitgestrekt reservoir van vloeibaar oppervlaktewater was.

Dia 24



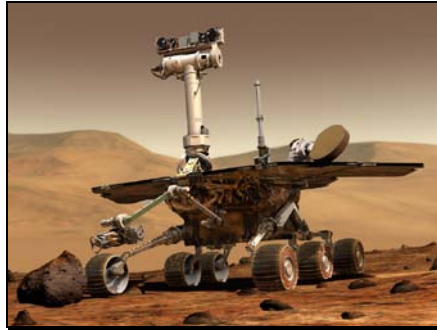
Vanuit een baan om Mars zijn ook aanwijzingen gevonden voor de aanwezigheid van oppervlaktewater in een ver verleden. Een infraroodspectrometer aan boord van Mars Odyssey heeft gips- en kleimineralen ontdekt die alleen kunnen ontstaan onder langdurige invloed van vloeibaar water.

Dia 25



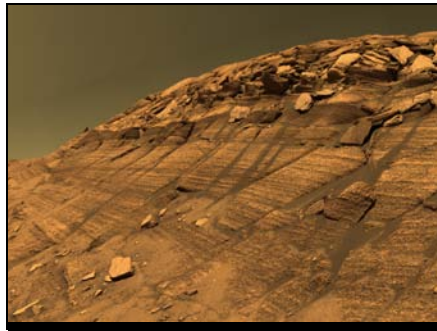
De sterkste aanwijzingen voor een nat verleden van de rode planeet zijn echter verkregen door landers en robotwagentjes die in de afgelopen jaren op Mars zijn geland. De eerste was de Mars Pathfinder, die in 1997 aankwam, en voornamelijk bedoeld was om nieuwe landingstechnieken uit te testen. Pathfinder had een klein wagentje bij zich, Sojourner geheten, dat in de directe omgeving van de lander wat onderzoek heeft gedaan.

Dia 26

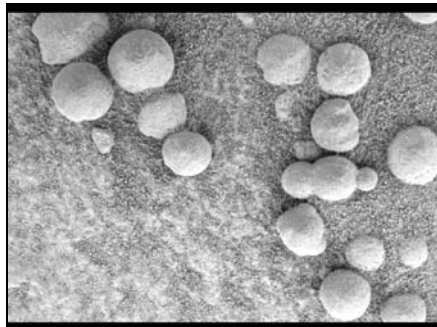


Veel groter, veelzijdiger en succesvoller waren de twee Marswagens Spirit en Opportunity. Ze landden in januari 2004. Spirit functioneerde tot voorjaar 2011; Opportunity is momenteel (januari 2014) nog steeds actief. Met name Opportunity heeft onweerlegbare bewijzen gevonden voor de langdurige aanwezigheid van grote hoeveelheden vloeibaar water aan het oppervlak van Mars in een ver verleden.

Dia 27

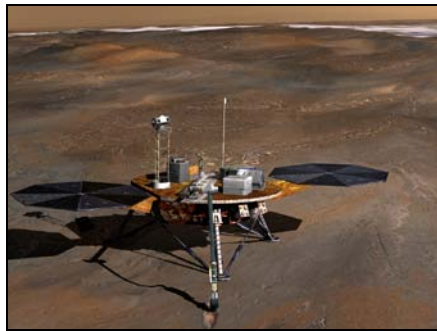


Dia 28



Op tal van plaatsen op Mars zijn gelaagde gesteenteafzettingen aangetroffen; hier is duidelijk sprake van sedimentatie – afzetting van materiaal in een meer of rivier. Ook vond Opportunity zogeheten concreties: gelaagde mineraalbolletjes die alleen kunnen ontstaan onder de langdurige invloed van vloeibaar water. Dankzij Mars Odyssey en Opportunity is het vermoeden uit de jaren zeventig eindelijk definitief bevestigd: Mars had lang geleden een veel milder klimaat en leek kort na het ontstaan meer op de aarde.

Dia 29



Dia 30



De Phoenix-lander, die in 2008 een zachte landing maakte in het noordpoolgebied van Mars, heeft het ondergrondse Marsijs daadwerkelijk blootgelegd en geanalyseerd. Door de raketuitlaat van de lander werd een stoflaag weggeblazen, waardoor *onder* de lander ijs zichtbaar werd. Met zijn graafarm heeft Phoenix het ijs bemonsterd voor onderzoek aan boord. Het was voor het eerst dat Marswater (in bevroren vorm) daadwerkelijk werd onderzocht.

Dia 31



De nieuwste Amerikaanse Marswagen, Curiosity geheten, is in augustus 2012 afgedaald in de grote krater Gale. Ongeveer in het centrum van de krater ligt een kilometershoge berg, met de bijnaam Mount Sharp, die grotendeels uit afzettingsgesteenten lijkt te bestaan. Curiosity's doel is het 'beklimmen' van die berg, zodat de geologische geschiedenis van Mars bestudeerd kan worden.

Dia 32



De zware robotwagen landde volautomatisch met behulp van een zogeheten *sky crane* – een platform dat eerst afdaalde aan een parachute en daarna zichzelf in de lucht hield met vier raketmotoren, waarna de lander aan een kabel naar beneden getakeld werd. Het was de meest gecompliceerde landing die ooit op een ander hemellichaam is uitgevoerd, maar alles verliep volgens het boekje.

Dia 33

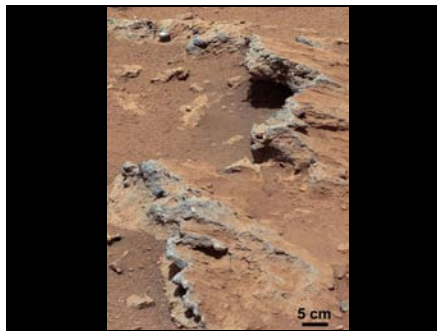


De zeswielige Marswagen Curiosity is uitgerust met stereoscopische camera's, een weerstation, diverse spectrometers, een graafarm waarop ook een boor en een microscoop (plus camera) zijn bevestigd, en een laser om kleine hoeveelheden bodemmateriaal te verdampen voor spectroscopisch onderzoek. Door verschillende foto's met elkaar te combineren, is een complete *selfie* van Curiosity samengesteld.

Dia 34

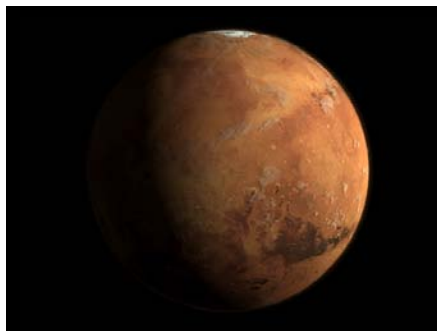


Dia 35



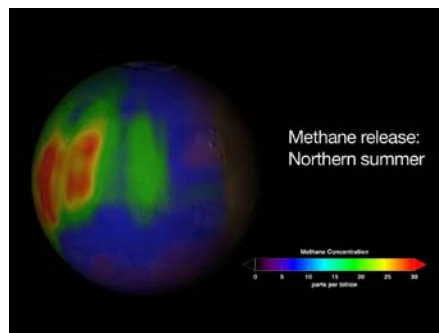
Curiosity heeft al veel indirecte sporen van water aangetroffen: gelaagde afzettingen aan de voet van 'Mount Sharp', en kleine, ronde kiezeltjes aan het oppervlak die vermoedelijk zijn ontstaan in een snel stromende rivier. Het onderzoek van Curiosity richt zich echt op geologie; er is geen apparatuur aan boord waarmee de aanwezigheid van micro-organismen vastgesteld kan worden.

Dia 36



Inmiddels staat wel vast dat Mars een paar jaar geleden veel meer op de aarde leek. Vooral op het noordelijk halfrond moet zich een kolossale oceaan hebben uitgestrekt. Hoe en waarom Mars zijn dikkere dampkring en zijn zeeën en oceanen verloor is nog punt van discussie. Mogelijk speelde een kolossale kosmische inslag een rol, maar het is ook denkbaar dat het een onvermijdelijk gevolg was van het afkoelen van de relatief kleine planeet.

Dia 37



Met grote aardse telescopen – en met instrumenten aan boord van Marssondes – zijn af en toe verhoogde concentraties van methaan ontdekt in bepaalde gebieden op Mars. De methaanmetingen lijken niet ondersteund te worden door waarnemingen aan het oppervlak. Toch houden sommige planeetonderzoekers er rekening mee dat er op op vlak onder het Marsoppervlak micro-organismen leven die methaan produceren. Het laatste woord hierover is echter nog lang niet gezegd.

Dia 38



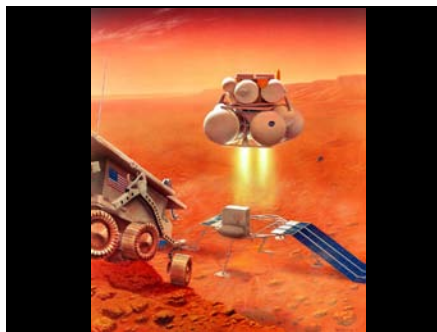
Momenteel zijn twee nieuwe ruimtesondes op weg naar Mars: de Indiase Mars Orbiter Mission (ook wel Mangalyaan 1 genoemd) en de Amerikaanse MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution). Ze komen beide in september 2014 bij de rode planeet aan. MAVEN gaat vooral metingen verrichten aan de dampkring, om de vraag te beantwoorden hoe Mars zijn atmosfeer ooit is kwijtgeraakt.

Dia 39



Voor later dit decennium staat de Europees/Russische Marslander ExoMars op het programma. In tegenstelling tot Spirit, Opportunity en Curiosity heeft ExoMars wél ‘biologische’ experimenten aan boord. Bovendien kunnen bodemmonsters van enkele meters diep naar omhoog worden gehaald. ExoMars is na Viking waarschijnlijk de eerste ruimtesonde die de potentie heeft om het bestaan van buitenaards leven aan te tonen op Mars.

Dia 40



In de verre toekomst hopen planeetonderzoekers een keer een *Sample Return Mission* uit te kunnen voeren. Daarbij worden interessante bodemmonsters op Mars verzameld, en vervolgens aan boord van een stijgmodule teruggebracht naar het (onbemande) moederschip, dat uiteindelijk met zijn kostbare lading terugvliegt naar de aarde. Als dat lukt, kunnen recente bodemmonsters van Mars voor het eerst gedetailleerd onderzocht worden in een aards laboratorium.

Dia 41



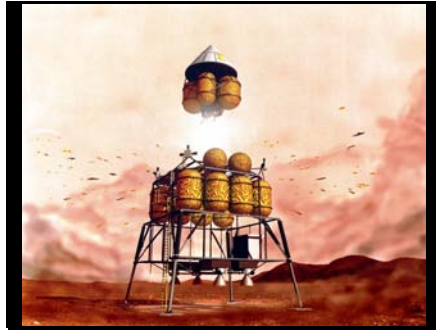
Inmiddels bestaan er bij verschillende ruimtevaartorganisaties plannen voor *bemande* reizen naar Mars. In de woestijn bij Hanksville, Utah, is een Marsbais nagebouwd (het Mars Desert Research Station), waar in een gesimuleerde omgeving ervaring wordt opgedaan met het leven en werken op de rode planeet. De Europese ESA heeft in Rusland het Mars500-experiment uitgevoerd, waarbij vrijwilligers vijfhonderd dagen lang werden opgesloten in een nagebouwd ruimteschip.

Dia 42



Het Nederlandse bedrijf MarsOne wil in de jaren twintig een permanent bemande kolonie op Mars stichten. Er is al een begin gemaakt met de selectie van de 'kolonisten'. Die moeten zich wel realiseren dat er sprake is van een enkele reis: momenteel is het nog niet haalbaar om retourvluchten naar Mars aan te bieden. De financiering van MarsOne moet uiteindelijk uit de amusementssector komen; er is al contact met John de Mol, producent van o.a. *Utopia*.

Dia 43



Dia 44



Later deze eeuw zal het misschien toch lukken om bemande retourvluchten naar Mars uit te voeren. Daarvoor moet echter wel brandstof op Mars worden gewonnen, en moet een complete lanceerinstallatie gebouwd worden om weer aan het zwaartekrachtsveld van de planeet te ontsnappen. Wie weet is de eerste 'Marstronaut' al geboren; over een jaartje of dertig kijkt zij misschien uit over nevelige mistflarden in de Mariner-vallei.