

AUFBRUCH ZU DEN PLANETEN UNSERES SONNENSYSTEMS:

Aktuelles von der Marsforschung

von DR. KAI-OLIVER DETKEN, Bremen

Der Mars, der vierte Planet unseres Sonnensystems, ist ein erdähnlicher Planet, der immer schon unsere Aufmerksamkeit erregt hat. In der Antike erhielt er, aufgrund seiner roten Farbe, den Namen des römischen Kriegsgottes. Seine Monde wurden als Phobos (griechisch: Furcht) und Deimos (griechisch: Schrecken) bezeichnet. Später ging man durch die im Teleskop sichtbaren „Kanäle“ davon aus, dass dies Wasserstraßen seien, die von „Marsianer“ geschaffen sein müssten. Diese Legende hielt sich mehr als 100 Jahre. Es wurde sogar eine amerikanische Sternwarte gegründet, um die Marsmenschen erforschen zu können. Höhepunkt der Hysterie war das Buch von H.G. Wells „Krieg der Welten“, das 1898 erschien und 1938 als Hörspiel vom amerikanischen Radiosender CBS ausgestrahlt wurde. Dabei wurde das Hörspiel so echt dargestellt, dass Bevölkerungsteile in New York und New Jersey dachten, sie werden wirklich von feindlichen Marsmenschen angegriffen. 1977 wurde die deutsche Variante vom WDR gesendet, wodurch es ebenfalls viele besorgte Anrufe an die Redaktion hagelte. Erst durch den Eintritt in das Raumzeitalter wurde langsam der Mythos vom Mars und dem dort anscheinend vorhandenen intelligentem Leben entkräftet. Heute ist allerdings die Suche nach primitiven Lebensformen entbrannt, die tief im Boden für denkbar gehalten werden.

Die ersten Marssonden

Vor dem Zeitalter der Raumfahrt wurde der Mars bereits ausgiebig betrachtet, was wohl an seiner Helligkeit lag. So bestimmte Tycho Brahe (1546-1601) die Planetenposition des Mars mit damals so hoher Genauigkeit, dass Johannes Kepler (1571-1630) anhand der Aufzeichnungen die elliptische Bahn genau berechnen konnte. Daraus entwickelte er dann nichts weniger als die drei Keplerschen Gesetze. Christiaan Huygens (1629-1695) errechnete später die Eigenrotation des Planeten anhand selbst gemachter Beobachtungen. Später bestimmte Wilhelm Herschel (1738-1822) die Neigung der Rotationsachse gegenüber der Umlaufbahn.

Nachdem Giovanni Schiaparelli (1835–1910) im Jahre 1877 linienartige Strukturen auf dem Mars wahrnahm und diese als „Canali“ (italienisch: Graben) bezeichnete, kamen Science-Fiction-Liebhaber auf ihre Kosten. Die Übersetzung lautete fehlerhaft „Kanäle“, von denen man vermutete, dass diese von intelligenten Lebewesen erbaut worden sein mussten. Während die einen Astronomen die Existenz bestätigten, zweifelten andere diese an. Trotzdem war das Interesse

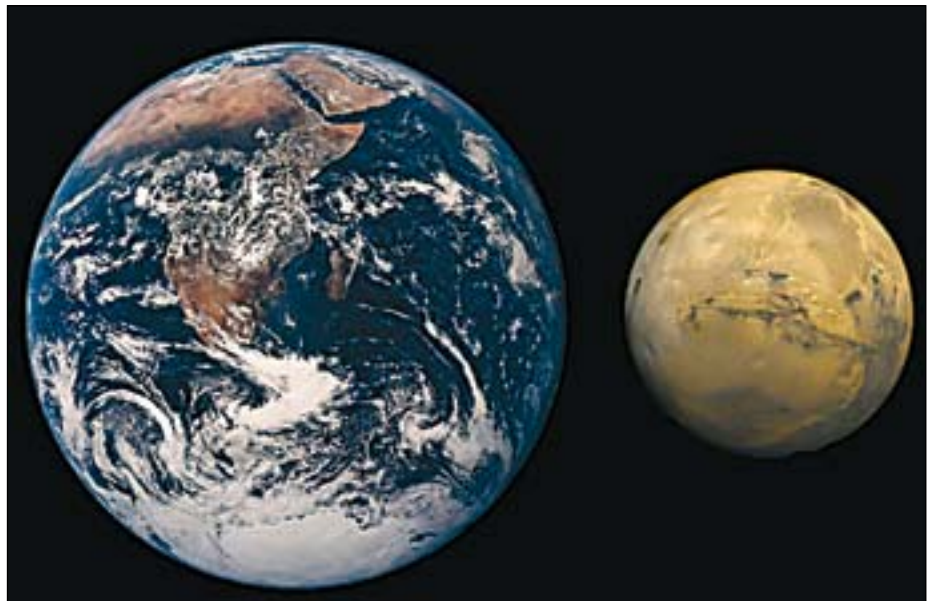


Abb.1: Größenvergleich zwischen Erde und Mars[1]

für außerirdische Lebensformen erwacht und man beobachte den Mars seitdem noch genauer. Allerdings war es mit den damaligen Instrumenten einfach nicht möglich von der Erde aus bessere Sichtbedingungen zu erreichen, so dass sich die Gerüchte über mögliche Marsianer bis zu den ersten Raumsonden hielten.

Die ersten Raumsonden, die den Mars auch erreichten, wurden zwischen 1962 und 1973 gestartet und erhielten den Namen Mariner. Sie wur-

den vom Jet Propulsion Laboratory der NASA entwickelt und gebaut, um das innere unseres Sonnensystem zu erforschen. Dabei handelte es sich um relativ kleine Sonden, im Vergleich zu heutigen Systemen. Mariner 4 schaffte es erfolgreich zum Mars aufzubrechen und die ersten Fotos mitzubringen. Die 22 Bilder zeigten aber mehr Rauschen als wirkliche Details. Erst Mariner 9 brachte bessere Abbildungen auf mehreren tausend Fotos mit (siehe Abb. 2).

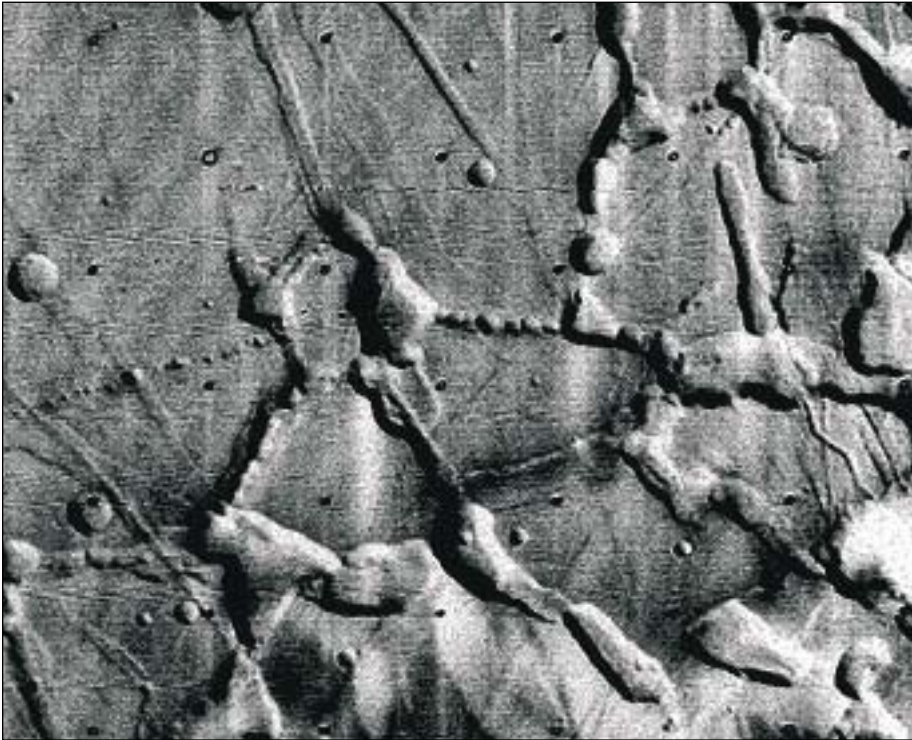


Abb.2: Mars-Foto von Mariner 9, Teil von Noctis Labyrinthus [1]

Anfang der siebziger Jahre versuchten die Russen auf dem Mars zu landen. Zwar schafften sie es 1971 mit der Sonde Mars 3, aber der Funkkontakt brach anschließend sofort ab. Die Viking-Sonden der NASA waren erfolgreicher und sendeten im Jahre 1976 die ersten Farbbilder und Daten von Bodenproben. Bilder aus dem Orbit der Viking-Sonden erhielten aber eine größere Aufmerksamkeit in der Bevölkerung. Ein Bild zeigte dabei eine Formation, die der eines menschlichen Gesichts sehr ähnlich war (siehe Abb. 3). In direkter Nähe meinte man pyramidenähnliche Strukturen wahrzunehmen und rechteckige Strukturen, wie man sie von den Inkas kannte. Die Diskussion über Marsmenschen war wieder entbrannt, obwohl man erstmals in der Lage war, Fotos aus wesentlich geringerer Entfernung machen zu können. [13]

Die Viking-Sonden

sollten neben dem Erstellen von Fotos auch mögliches Leben auf dem Mars erforschen. Dazu wurden chemische und biologische Experimente auf der Oberfläche durchgeführt. Die chemischen Tests sollten organische

Substanzen des Bodens nachweisen – blieben aber ohne Ergebnisse. Die biologischen Tests beruhten auf der Stoffwechselaktivität von Organismen. Eine Bodenprobe wurde beispielsweise mit einer Nährlösung versetzt, die darauf mit großer Abgabe an Sauerstoff reagierte. Auch andere biologische Experimente reagierten positiv, trotzdem konnte aufgrund der negativen chemischen Tests kein schlüssiger Beweis für oder gegen die Existenz von Leben gefunden werden. [12]

Nachdem in den achtziger Jahren wiederum die Russen versuchten den Mars zu erreichen, aber bis auf



Abb. 3: Das „Marsgesicht“ der Cydonia-Region [1]

eine Ausnahme es nicht schafften, kam in den neunziger Jahren wieder die NASA zum Zuge. Aber auch die NASA musste zuerst einen Rückschlag hinnehmen, weil der **Mars Observer** 1993 kurz vor dem Einschwenken in die Umlaufbahn verloren ging. 1997 hatte man dann aber wieder Erfolg: das Marsmobil **Rover Sojourner** war an Bord der Sonde **Mars Pathfinder** und setzte erfolgreich auf der Oberfläche auf. Es machte zuerst über 16.000 Bilder der Landestelle in hervorragender Qualität, so dass die NASA diese Fotos sofort im Internet veröffentlichte (siehe Abb. 4). Dies war gleichzeitig auch eine Premiere – nicht nur die Forschung machte Fortschritte, auch das Internet wurde leistungsfähiger. Anschließend musste aber auch die NASA weitere Rückschläge einstecken und auch die Japaner schafften es nicht erfolgreich den Mars zu erreichen. Bis zum Jahre 2002 wurden 33 Missionen zum Mars gestartet, von denen nur acht erfolgreich verliefen! [4]

Die Zeit der Mars-Rover

Mit dem neuen Jahrtausend brach ein neues Zeitalter in der Marsforschung an. Jetzt wollte man nicht nur Fotos vom Mars machen, sondern auch die Oberfläche erkunden. Die Sonde Mars Pathfinder hatte erste interessante Ergebnisse vorgelegt und so wurden weitere Sonden mit Mars-Rovern gebaut. Zusätzlich galt es auch immer noch die Rätsel einiger Fotos (wie z.B. die des Marsgesichts) zu lösen. Die Sonde Mars Global Surveyor (MGS) sollte hochauflösende Fotos für die Vermessung und Kartierung der Topografie liefern und dabei u.a. auch die gleiche Stelle der Cydonia-Region fotografieren wie zuvor die Viking-Sonden. Zusätzlich sollte die Zusammensetzung des Marsgesteins, die Rolle des Wassers auf dem Mars und die Atmosphäre erforscht werden. Zum ersten Mal waren durch diese Sonde hochauflösende Bilder der Marsoberfläche möglich, die die Fotos der Viking-Sonden bei weitem übertrafen. Ehemalige Flussbetten

und Seen konnten so nachgewiesen werden, so dass die NASA im Jahre 2006 zum ersten Mal bekannt geben konnte, dass man deutliche Hinweise auf fließendes Wasser auf dem Mars erkannt habe. Diese Aussage wurde durch eine Aufnahme einer zwei Kilometer langen Rinne ermöglicht, die fingerartige Verzweigungen am unteren Ende aufwies. Die sog. „Kanäle“ hatte man inzwischen längst als optische Täuschung bzw. natürlichen Ursprungs identifiziert. Aber auch das sog. Marsgesicht verlor durch die hochauflösenden Aufnahmen sein Mysterium. Es handelte sich letztendlich um stark verwitterte Gesteinsformationen und konnte auch durch die bessere Bildqualität der MSG nicht mehr erkannt werden.

Im Juni 2003 wurde die Raumsonde **Spirit** von der NASA zum Mars entsandt. Auch sie hatte den Auftrag nach Leben auf dem Mars zu forschen. Spirit landete am 4. Januar 2004 im Gusev-Krater. Ihre Schwestersonde **Opportunity** landete nur 21 Tage später auf der Meridiani-Ebene. Der Landeplatz der Spirit wurde als „Columbia Memorial Station“ benannt. Dies geschah zu Ehren der beim Columbia-Unglück umgekommenen sieben Astronauten. Spirit machte sich sofort auf die Suche nach Wasser und erkundete die Landestelle geologisch. Der Gusev-Krater wurde deshalb ausgesucht, da auf den vorherigen Fotos Spuren eines ehemaligen Sees zu erkennen waren. Allerdings konnte Spirit dies nicht nachweisen, da kein Sedimentgestein entdeckt wurde. Auch andere

Hinweise auf die geologische Tätigkeit fließenden Wassers wurden nicht gefunden. Allerdings hat der Rover in seinen Radspuren Siliziumdioxid gefunden und in einem Stein wurde Goethit nachgewiesen, weshalb man von guten Voraussetzungen für Leben weiterhin ausging. Spirits ursprüngliche Lebensdauer sollten 90 Tage betragen. Die Mission wurde aber aufgrund ihres Erfolges immer weiter verlängert. Im August 2009 blieb dann der Rover endgültig im Sand stecken. Aufwändige Rettungsaktionen scheiterten. Trotzdem sendet Spirit immer noch Daten zur Erde und untersucht jetzt als stationäre Sonde die Atmosphäre und ihre Durchlässigkeit.

„Die Schwestersonde **Opportunity** (siehe Abb. 6) wurde ebenfalls 2003 gestartet und landete in einer zur Spirit komplementären Mars-Hemisphäre.“ Man vermutete dort Hämatit an der Oberfläche, die nach gemachten Fotos dort vorhanden sein konnten. Hämatit kann unter anderem in offenem Wasser oder auch hydrothermal entstehen. Auch Opportunity lief sich aber zunächst in einer Sanddüne fest, so dass alle sechs Reifen durchdrehten. In fünfwöchiger Kleinstarbeit wurde der Rover Stück für Stück wieder aus der Düne herausmanövriert und anschließend die Düne selbst untersucht, da man vorher bei der Überquerung anderer Stellen keine Probleme hatte. Anschließend nahm der Rover langsam Fahrt auf und kam im ersten Halbjahr 2008 zum Victoria-Krater (siehe Abb. 5). Hier wurden die geologisch

interessanten Gesteinsschichten untersucht und versucht, tiefer in das Kraterinnere zu gelangen. Dies verlief aber nicht so wie geplant, da der Rover auf dem sandigen und steilen Untergrund zu wenig Halt bekam. Zusätzlich drohte ein Vorderrad aufgrund der erhöhten Belastung auszufallen, weshalb man sich entschloss den Krater zu umfahren. In der flachen Umgebung des Kraters konnten 200 m pro Tag zurückgelegt werden.

Nicht nur im Bereich der Mobilität übertraf diese Sonde ihre Schwester. Auch die wissenschaftlichen Ergebnisse waren bedeutsamer. So entdeckten die Instrumente der Sonde im März 2004 erstmals hohe Schwefelkonzentrationen im Gestein. Dadurch konnte nachgewiesen werden, dass es ehemals flüssiges Wasser auf dem Mars gab. Auch konnte der Beweis angetreten werden, dass an der Landestelle früher ein offener flacher Salzsee oder Ozean bestanden haben musste. Dies wurde als Durchbruch des Jahres 2005 damals international gewürdigt. Bis zum Februar 2010 hat der Rover sechs Kilometer zurückgelegt und untersucht gerade den Krater Concepción. Allerdings werden seine Energiereserven schwächer und Verschleißerscheinungen treten auf, so dass man davon ausgehen kann, dass er nicht mehr viele Kilometer zurücklegen wird. Die Mission ist aber auch bereits mehrfach verlängert worden, da sie anfangs wie für die Spirit nur für neunzig Tage ausgelegt war! Aktuell geht man von Dezember dieses Jahres als Missionsende aus. [5]

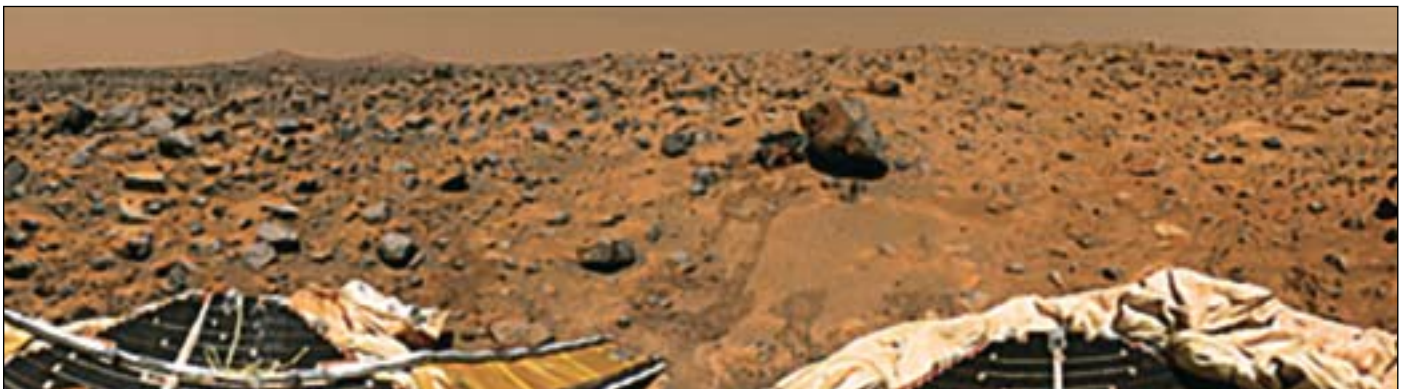


Abb 4: Panoramabild des Rovers Sojourner der Sonde Mars Pathfinder.

Weitere Beweise für Wasservorkommen

Aber nicht nur die Amerikaner machten mit Mars-Sonden auf sich aufmerksam. Die Sonde Mars Express, die am 25. Dezember 2003 den Mars erreicht, wurde von der europäischen Weltraumorganisation ESA auf den Weg gebracht. Hauptaufgabe war die Kartografie des Planeten, die Erforschung seiner Atmosphäre und seiner Oberfläche. Zusätzlich hatte die Sonde das Landegerät Beagle 2 mit an Bord. Leider konnte Beagle 2 nach erfolgter Landung nicht erreicht werden. Dafür war die Sonde in der Umlaufbahn des Mars erfolgreicher. Das Spektrometer an Bord OMEGA konnte große Mengen an Wassereis auf den nördlichen Polkappen nachweisen. [7] Zusätzlich wurden leichte Spuren von Methan in der Atmosphäre gemessen. Methan entsteht bei vulkanischen Prozessen oder bei der Verwesung organischer Materialien. Dies könnte daher ein Indiz für frühes Leben auf dem Mars sein, stellt aber noch keinen Beweis dar. Bezüglich des Fundes von Wasser gibt es aber keinen Zweifel mehr. So konnte endgültig festgestellt werden, dass es in der Frühzeit des Mars große Mengen flüssigen Wassers gegeben haben muss. [7]

Im Jahre 2007 wurden vom Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) der NASA wieder neue spektakuläre Bilder bekanntgegeben. Es wurden Aufnahmen von sieben kreisrunden schwarzen strukturlosen Flecken gemacht, die nicht durch einen Einschlag verursacht worden sein konnten, da typische Kraterwälle fehlen. Der Durchmesser eines dieser Löcher beträgt ca. 150 m. Umgehend wurden die sieben Löcher mit Namen ausgestattet (Dena, Chloe, Wendy, Annie, Abbey, Nikki und Jeanne) und weitere Fotos gemacht. Dabei konnte bei einem Seitenfoto festgestellt werden, dass Jeanne mehr als 78 m Tiefe haben musste, da kein Sonnenstrahl bis auf den Boden gelangte. Nach heftigen Diskussionen der Wissenschaftler über deren Bildung, einigte man sich jetzt auf vulkanischen Ursprung, da

die Löcher sehr nahe am Vulkan Arsia Mons liegen und ähnliche Phänomene auch auf der Insel Hawaii beobachtet werden können. Die Gebilde stellen daher Schächte dar, die die Last des vulkanischen Gesteins nicht mehr tragen konnten, da das Gestein an dieser Stelle sehr porös war. MRO macht auch weiterhin schöne Bilder mit seiner hochauflösenden Kamera, wie z.B. das Bild des Victoria-Kraters zeigt (Abb. 5) oder die erste Aufnahme einer Lawine. Sie ermöglicht eine horizontale Bildauflösung von einem Meter pro Pixel. Die Aufnahmen können so detailliert sein, dass auch kleinste geologische Strukturen erfasst werden können, um z.B. fossiles Leben zu entdecken. Auch zukünftige Landestellen sollen so vorab erforscht werden. Über sein Radargerät kann MRO knapp unter der Marsoberfläche nach Wasser und Eis suchen. Dies ist auch an den Polkappen möglich. Die Sonde soll für spätere Marsmissionen als Relaisstation dienen. [9]

Ein Jahr später, im März 2008, wird von der Sonde **Mars Odyssey** ein umfangreiches Salzlager in der Hochebene der Südhalbkugel nachgewiesen. Insgesamt wurden mehr als 200 Gebiete mit Salzvorkommen ausgemacht, die zwischen 3,5 und 3,9 Millionen Jahre alt sein dürften. Auch diese Sonde, die bereits seit Oktober 2001 den Mars umrundet, hat große Mengen an Was-



Abb. 5: Victoria-Krater, aufgenommen vom Mars Reconnaissance Orbiter [1]

seris gefunden; allerdings in der Südpolregion. Dies war auch eine Kernaufgabe dieser Sonde, die zusätzlich noch die Strahlungsbelastung für zukünftig bemannte Marsmissionen messen sollte. Der Name der Sonde wurde in Anlehnung des Science-Fiction-Films „2001 – A Space Odyssey“ von Stanley Kubrick erdacht. Sie sollte die vorherigen Fehlschläge der NASA vergessen machen. [10]

Im Mai 2008 landete die Phoenix im nördlichen Polargebiet des Planeten. Diese NASA-Sonde basierte auf dem Mars Surveyor Lander, der für den Start 2001 ursprünglich gebaut wurde, aber aufgrund des Verlustes eines Vorgängermodells nicht gestartet wurde. Das ursprüngliche Modell wurde eingelagert und später modernisiert, um die Phoenix daraus zu ent-



Abb. 6: Künstlerische Darstellung des Mars Rover Opportunity [5]



Abb.7 Wassereis auf dem Mars in einem Krater des Martian Nordpols [8]

wickeln. Der Name passte dabei sehr gut, da der Phönix in der griechischen Mythologie ein Vogel ist, der aus seiner Asche wieder aufersteht. Die Phoenix war im Gegensatz zu den beweglichen Rovern als stationäre Sonde gedacht. Sie wurde extra an die Stelle des Mars gebracht, wo laut der vorangegangenen Missionen Wassereis unter der Oberfläche in großen Mengen vorhanden sein sollte. Der Roboterarm der Phoenix sollte einige Zentimeter tief in die Oberfläche graben, um dann Wassereisproben zu entnehmen und in seinem mitgebrachten Labor zu analysieren. Hauptziel war es, neben der Erforschung der geologischen Geschichte von Wassereis, mögliches oder ehemaliges Leben zu entdecken. Das interne Labor TEGA verfügte dazu über mehrere Öfen, die die Proben erwärmen und den Anteil von Wasser und Kohlenstoff messen sollten. Dabei wurde auch nach organischen Materialien gesucht. Die Inbetriebnahme des Roboterarms verzögerte anfangs die Mission. Er konnte aber schrittweise in Betrieb genommen werden. Im August 2008 konnte die Phoenix dann erfolgreich das Finden von Wassereis verkünden (siehe Abb. 8). Die Bodenprobe war erhitzt worden, wodurch Wasserdampf entstand. Die letzten Zweifel waren somit beseitigt. Zusätzlich wurden Schneeschauer nachgewiesen, die aus vorüber ziehenden Wolken austraten. Der einsetzende Winter verhinderte dann eine Erweiterung der eigentlichen Mission. Zwar verringerte man vorab den Stromverbrauch erheblich,

was aber nicht reichen sollte, um die Sonde nach dem Winter wieder zum Leben erwecken zu können. Im November 2008 sendete sie daher zum letzten Mal, womit sie ihre ursprüngliche Missionsdauer immerhin übertrifft hatte. [11]

Zukünftige Missionen

Auch zukünftig werden weitere Missionen zum Mars geplant. Ein weiterer Mars-Rover mit dem Namen Curiosity soll im Auftrag der NASA im Herbst 2011 zum Mars starten und die Arbeiten von Spirit und Opportunity fortsetzen. Dazu bekommt der neue Rover einen Laserstrahl mit an Bord, um Gesteinsproben abtragen und untersuchen zu können. Zusätzlich soll er auch einen Roboterarm wie die Phoenix erhalten, um Gesteinsproben zu sammeln. Ein großes Problem bei früheren Missionen war die Abhängigkeit von der Sonne, um neue Energien über die Solarzellen wieder aufnehmen zu können, da erstens die Solarzellen mit der Zeit verschmutzen bzw. kaputt gingen und zweitens im Mars-Winter keine Wiederaufladung möglich ist. Bei der Curiosity will man die Energieversorgung deshalb auf Basis von Radioisotopen regeln. Ein solcher Generator wandelt thermische Energie des spontanen Kernzerfalls eines Radionuklids in elektrische Energie um. So ist man in der Lage Energie aus radioaktivem Zerfall zu gewinnen und nicht aus einer Kernspaltung. Solche Generatoren sind klein und kompakt und kommen ohne bewegliche Teile aus. Zusätzlich sind sie autonom und wartungsfrei und können über Jahrzehnte Energie liefern. Dadurch wird der Rover noch beweglicher sein als seine Vorgänger, um weitere Strecken von bis zu 20 km Einsatzradius zurücklegen zu können, und ist weniger vom Wetter abhängig. Curiosity wird zweimal so groß wie Spirit oder Opportunity werden und dreimal so schwer, da er mehr Instrumente an Bord haben wird. Nachdem der Start eigentlich im Herbst 2009 geplant war, ist dieser jetzt auf zwei Jahre später verschoben worden, da

sich technische Probleme eingestellt hatten. [14]

Auch die europäische ESA plant einen **Mars-Rover** mit dem Namen **ExoMars** zu entsenden. Dieser soll die biologische Umwelt des Marsbodens analysieren und nach früheren oder gegenwärtigen Leben suchen. Auch soll er helfen, zukünftige bemannte Marslandungen einschätzen zu können, indem er etwaige Gefahren vor Ort ausmachen will. Der Rover soll allerdings erst im Jahre 2018 zum Einsatz kommen, nachdem der Starttermin immer wieder verschoben wurde. Auch die Russen planen mit Fobos-Grunt eine Raumsonde zum Mars. Allerdings soll diese auf dem Marsmond Phobos landen, dort Proben entnehmen und damit wieder zur Erde zurückfliegen. Die vor Ort bleibende Landestation soll den Mond und Mars weiter untersuchen. Nachdem auch dieser Start immer wieder verschoben werden musste, ist jetzt die Mission für 2011 angepeilt worden. Inzwischen sind die Chinesen ebenfalls bei dem russischen Projekt mit dabei und werden einen Mikrosatellit auf Fobos-Grunt installieren, der eigenständige Tests durchführen soll. [15]



Abb.8: Phoenix entdeckt mit ihrem Roboterarm Wassereis an der Landestelle [1]

Weitere Sonden sind also geplant. as machen aber die Vorbereitungen für bemannte Missionen? Nachdem der frühere Präsident der USA Georg Bush im Jahre 2005 das Ziel einer Marsmission mit Menschen an Bord ausgegeben hatte, wurden viele geplante Entwicklungen für dieses Ziel durch den jetzigen Präsident Barack Obama wieder eingestellt. Im Rahmen des Programms Constellation sollten ursprünglich im Jahre 2019 Menschen zum Mond fliegen, um mit neuen Trägerraketen und Raumschiffen die Landemanöver neu trainieren und dann 2037 auch zum Mars aufzubrechen zu können. Durch die Streichung der Mittel durch Obama steht dieses Vorhaben aber nun buchstäblich in den Sternen. Viel schlimmer noch ist allerdings die Problematik, dass nach Auslaufen der Space Shuttles im nächsten Jahr keine neue Raumfähre mehr zur Verfügung stehen wird, denn auch die Mittel für den Nachfolger Orion wurden erst einmal eingefroren.

Allerdings plant die ESA auch noch eine bemannte Marsmission durch ihr Programm Aurora. Dieses Projekt

wurde in 2001 gestartet und unterteilt sich in verschiedene Phasen, an deren Ende im Jahre 2033 eine Marsmission mit Raumfahrern stehen soll. Da die finanziellen Mittel der ESA aber nicht die Größenordnung der NASA umfassen, wird dieses Ziel ohne weitere Kooperationen wohl nicht erreichbar sein. Trotz dieser Unwägbarkeiten und schlechten Vorhersehbarkeit der Umsetzung werden von den Russen mit der ESA gerade Simulationen auf der Erde zu einer Marsmission durchgeführt. Sechs Personen werden dazu 520 Tage in einen Komplex eingeschlossen, der den Flug zum Mars und die Erkundung vor Ort simulieren soll. Man erhofft sich neue Erkenntnisse über Gruppendynamik, medizinische Probleme und menschliche Belastungsgrenzen zu finden. Dazu wurde z.B. die Marsoberfläche nachgebaut und ein Raumschiff, indem die Teilnehmer auf engstem Raum leben müssen. Das Experiment wird dieses Jahr in der Nähe von Moskau gestartet.

Der Mensch ist also weiter dabei, seinen Traum vom Mars zu träumen. Dieser Traum fing schon während des Apollo-Programms an, als absehbar



Abb.9: Mars mit seinen natürlichen Farben [2]

war, dass man den Mond erreichen wird. Seitdem sind Marsmissionen immer wieder verschoben worden, so dass heute nicht absehbar ist, wann der Mensch wirklich seinen Fuß auf den ersten anderen Planeten seines Sonnensystems setzen wird. Es bleibt daher die größte bisher existierende Herausforderung der bemannten Raumfahrt, dieses Ziel irgendwann in diesem Jahrhundert zu erreichen. Die schnellen Fortschritte, die man sich nach den Mondmissionen vorgestellt hatte, bleiben dabei leider eine Utopie.

Kai-Oliver Detken



Literaturhinweise

- [1] **Bild von der NASA:** Dieses Bild ist gemeinfrei (public domain), da sie von der NASA erstellt worden ist. Die NASA-Urheberrechtsrichtlinie besagt, dass „NASA-Material nicht durch Urheberrecht geschützt ist, wenn es nicht anders angegeben ist“
- [2] **Bild von der NASA und ESA:** Aufnahme des Hubble-Teleskops am 26. Juni 2001; die Entfernung des Mars betrug zu dem Zeitpunkt 68 Millionen Kilometer von der Erde
- [3] **David Morrison: Planetenwelten.** Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin-Oxford 1995
- [4] **Chronologie der Mars-Missionen:** http://de.wikipedia.org/wiki/Chronologie_der_Mars-Missionen
- [5] **NASA Facts: Mars Exploration Rover;** Jet Propulsion Laboratory; California Institute of Technology; Pasadena (USA) 2010
- [6] **Mitteilung der ESA vom 28. Juli 2005:** Water ice in crater at Martian north pole (2005)
- [7] **Mitteilung der ESA vom 30. November 2005:** Mars Express evidence for large aquifers on early Mars (2005)
- [8] **Copyright bei ESA, DLR., FU Berlin (G. Neukum), 2005**
URL-Adresse: http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/SEMGKA808BE_0.html
- [9] **Günter Paul: Das Loch Jeanne – Tiefe Schächte auf dem Mars; FAZ; 30. August 2007**
- [10] **NASA-Webseite:** <http://marsprogram.jpl.nasa.gov/odyssey/>; Jet Propulsion Laboratory; California Institute of Technology
- [11] **Thorsten Dambeck:** Landung in der Arktis des Mars; Neue Zürcher Zeitung vom 21. Mai 2008
- [12] **Dirk H. Lorenzen: Mission: Mars;** Franckh-Kosmos Verlags-GmbH; 2004
- [13] **Walter Hein: Das Marsgesicht – und andere Geheimnisse des roten Planeten;** Herbig-Verlag; München und Wels 1995
- [14] **Guy Webster:** Next NASA Mars Mission Rescheduled for 2011; Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California (2008)
- [15] **Thorsten Dambeck: Europas Planetenforschung etabliert sich,** Bericht von der EPSC-Konferenz in Münster, NZZ vom 29. Oktober 2008