

ESA/Archiv Schmidt

Künstlerische Darstellung der ESA-Sonde Mars Express in der Marsumlaufbahn.

Mars macht mobil

Der Rote Planet Mars wird gegenwärtig von einer ganzen Gruppe von Raumsonden aus der Umlaufbahn und auf der Oberfläche eingehend erforscht. Zwei Marsrover haben viele neue Erkenntnisse über die Oberfläche unseres Nachbarplaneten gewonnen. Aus der Umlaufbahn wird Mars mit nie da gewesener Auflösung kartografiert.

Die ESA-Sonde Mars Express erreichte den mindestens 55 Mio. km von der Erde entfernten äusseren Nachbarplaneten nach einem sechsmonatigen Flug am 25. Dezember 2003. Ursprünglich war die Mission nur auf ein Marsjahr ausgelegt, was zwei Erdjahren entspricht. Aufgrund des grossen wissenschaftlichen Erfolgs der Mission beschloss die ESA eine erste Verlängerungsphase für die Jahre 2006 und 2007. Eine zweite Verlängerung soll bis Anfang Mai 2009 dauern.

Oberflächen- und Atmosphärenforschung

Mit insgesamt sechs Kameras und wissenschaftlichen Instrumenten soll Mars Express (MEX) vor allem neue Erkenntnisse über die Struktur und den Aufbau der Marsatmosphäre sowie der Marsoberfläche gewinnen. Die globale Aufnahme der Planetenoberfläche mit einer Auflösung von 10 m pro Pixel soll neue Erkenntnisse in Bereichen wie der Topografie und Morphologie ermöglichen. Ebenso soll die mineralogische

Zusammensetzung der Marsoberfläche mit einer Auflösung von 100 m kartografiert werden. Weiterhin wird MEX als erste Raumsonde Strukturen bis in einigen Kilometern Tiefe unter der Marsoberfläche untersuchen und dabei auch Wasservorkommen entdecken können. Der zweite Schwerpunkt der Mission ist die Atmosphärenforschung. In diesem Bereich soll MEX die globale Zirkulation und die Zusammensetzung der Marsatmosphäre untersuchen. Auch die Wechselwirkung zwischen den oberen Schichten der Atmosphäre mit dem interplanetaren Medium ist Gegenstand der Beobachtung durch den europäischen Mars Orbiter. Neben den sechs wissenschaftlichen Instrumenten und Kameras wird auch die Parabolantenne für die Kommunikation der Raumsonde mit der Erde für wissenschaftliche Zwecke genutzt, indem die Veränderungen ausgewertet werden, die Radiosignale von MEX beim Durchlaufen der Marsatmosphäre erfahren.

Revolutionäre Bildkamera

Ein absolutes Highlight der Mission ist die unter Federführung

des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin-Adlershof gebaute und mit zwei Objektiven ausgestattete High Resolution Stereo Camera (HRSC). Mithilfe dieser Kamera wird die gesamte Planetenoberfläche mit einer Auflösung von weniger als 30 m pro Pixel dreidimensional und in Farbe aufgenommen – mindestens die Hälfte der Planetenoberfläche sogar mit weniger als 15 m pro Pixel. Darüber hinaus ist die HRSC in der Lage, ausgewählte Bereiche der Marsoberfläche mit einer Auflösung von nur zwei Metern aufzunehmen. «Da die Bilder mit einer Auflösung von zwei Metern eingebettet sind in gröber aufgelöste Bilder mit zehn Metern Auflösung, werden wir präzise wissen, wohin wir gerade blicken», so der für die HRSC verantwortliche Wissenschaftler Prof. Gerhard Neukum.

Dreidimensionale Bilder

In einem von der Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt (DLR) ab 2007 speziell geförderten Projekt werden die komplexen Bilddaten gemeinsam von



Auf der Suche nach Wasser entdeckte Mars Express diesen mit Eis bedeckten Krater.

DLR und der Freien Universität Berlin (FUB) zu einem globalen 3-D-Bildkartenwerk aufgearbeitet. Damit wird weltweit allen Marswissenschaftlern in den kommenden Jahren der Zugriff auf so genannte digitale Geländemodelle ermöglicht: Die HRSC wird einen topografischen Datensatz der Marsoberfläche in bisher nicht vorhandener Qualität erzeugen. Die Aufnahmen der Stereokamera in Auflösungen von 10 bis 100 m pro Pixel decken inzwischen etwa zwei Drittel der Marsoberfläche ab. Ziel des Kameraexperiments ist es, bis zum vorläufigen Missionsende von Mars Express am 31. Oktober 2007 die Hälfte des Planeten in einer Auflösung von 10 bis 20 m pro Pixel dreidimensional und in Farbe abgetastet zu haben.

Wassersuche mit Radar

Ein anderes faszinierendes Instrument zur Erforschung der Marsoberfläche ist Marsis (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding). Bei Marsis handelt es sich um ein Radar, das mithilfe einer 40 m langen Antenne Wasservorkommen im Marsboden bis hinab in eine Tiefe von einigen Kilometern finden soll. Um dies zu erreichen, sendet das Gerät niederfrequente Radiowellen aus, die zwar grösstenteils bereits von der Marsoberfläche reflektiert werden, von denen aber auch ein Teil in den Boden gelangt. Dort werden die Radiowellen zurückgeworfen, wenn sie auf Grenzschichten zwischen verschiedenen Materialien tref-

fen. Die wichtigste Aufgabe von Marsis ist die Suche nach Wasser oder Wassereis im Marsboden, aber quasi als Nebeneffekt werden die Wissenschaftler des Marsis-Teams an der Universität La Sapienza in Rom mithilfe dieses Radars auch neue Erkenntnisse über die so genannte Ionosphäre des Mars gewinnen. Denn die Radarsignale werden auf ihrem Weg durch diese obere Atmosphärenschicht von den dort befindlichen elektrisch geladenen Teilchen teilweise zurückgeworfen.

Dicker Eisschild

Mit dem Instrument Marsis wurden über 300 Querschnitte der Ablagerungsschichten erstellt. Die Messungen zeigen, dass der Mars an seinem Südpol von einer bis zu 3,7 km dicken Eisschicht bedeckt ist. Würde das gesamte Eis abschmelzen, könnte es den Roten Planeten global mit einem elf Meter tiefen Ozean bedecken. Das Marsis-Team berichtet im Fachblatt «Science» über die Messungen. «Die südpolaren Eisablagerungen auf dem Mars bedecken eine Region, die fast so gross ist wie Europa», erläutert Jeffrey Plaut vom Jet Propulsion Laboratory im kalifornischen Pasadena. «Die in dem Eisschild enthaltene Wassermenge wurde

Aus den Daten des Radarexperiments Marsis konnten die Wissenschaftler feststellen, dass die Südpolkappe auf dem Mars zum überwiegenden Teil aus Wassereis besteht.



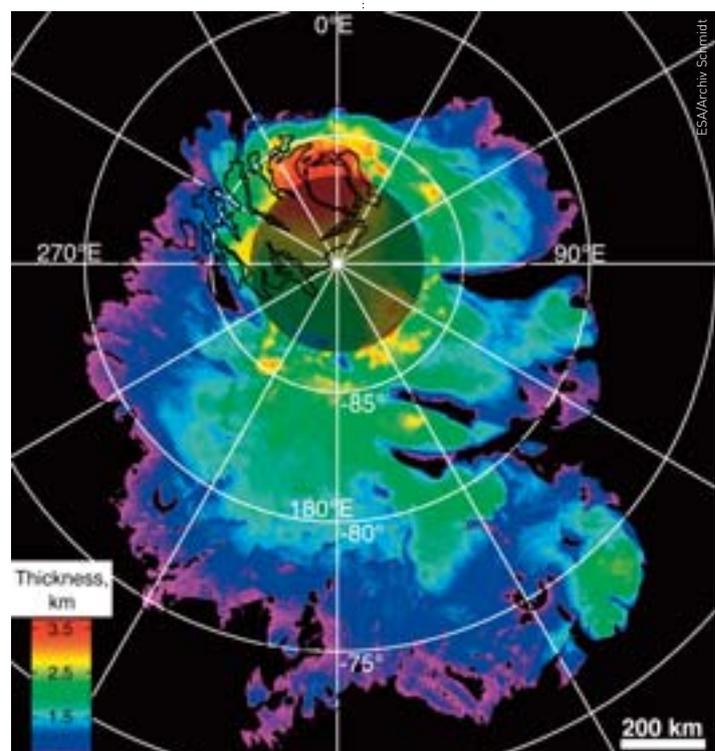
Die perspektivische Ansicht der Copratesschlucht wurde aus Daten von Mars Express gewonnen.

zwar schon früher abgeschätzt, aber erst die Radarmessungen haben uns zuverlässige Werte geliefert.» Plaut betreut gemeinsam mit Giovanni Picardi von der Universität Rom das Marsis-Experiment. Die Stärke des Radarechos von den Gesteinsschichten unterhalb des südpolaren Eisschildes zeigt, dass es sich bei dem Eis zu 90 % um gefrorenes Wasser handelt. Die Verunreinigungen durch Staub und andere Beimischungen sind also vergleichsweise gering. Besonders verblüfft sind die Forscher von einer Region mit einer besonders starken Reflexion der Radarstrahlen. Die Reflexion entspricht dem, was für eine dünne Schicht flüssigen

Wassers am Boden des Eisschildes zu erwarten wäre. Doch die Temperaturen sind dort eigentlich zu niedrig, um die Existenz flüssigen Wassers zu erlauben.

Marsfahrzeuge auf Rekordfahrt

Fast genauso lang wie Mars Express, nämlich seit Januar 2004, rollen mit Spirit und Opportunity die zwei NASA-Rover der MER (Mars Excursion Rover) Mission langsam über den trockenen Marsboden. Aufgabe der MER-Rover von je 185 kg Masse war es, an den sorgfältig ausgewählten Landestellen zweifelsfreie Hinweise auf die Einwirkung von Wasser in der Vergangenheit zu erbrin-



2013 wird auch die Europäische Weltraumorganisation ESA ihren ersten Marsrover Exomars realisieren.



ESA/Archiv Schmidt

gen – ein Ziel, das beide Rover bereits seit geraumer Zeit in beeindruckender Weise erreicht haben. Die verwendete Methode ist eine «planetare» Version der klassischen Feldgeologie, indem ein aufeinander abgestimmtes Ensemble von Beobachtungs- und Messinstrumenten auf den Rovern gezielte Untersuchungen der Mineralogie von Gestein und Boden als auch des geologischen Kontextes ermöglicht. Obwohl für nur eine Lebensdauer von 90 Tagen ausgelegt, operieren die Rover seit fast 1200 Tagen, kontrolliert und dirigiert von mittlerweile etwa 100 Personen. Die im Marsorbit operierenden amerikanischen Orbiter Mars Odyssey, Mars Global Surveyor (bis Nov. 06) als auch sporadisch Mars Express (ESA) dienen bei Überflügen über die Landegebiete als Empfänger der Datenübertragungen von Spirit und Opportunity und senden als «interplanetare Kommunikationssatelliten» die Informationen zur Erde weiter.

Der Marsrover Spirit macht immer noch faszinierende Entdeckungen: Unter anderem hat er zwei Meteoriten entdeckt. Die beiden vermeintlichen Meteoriten unterscheiden sich nicht

nur in ihrer äusseren Erscheinungsform vom anderen Gestein im Gusev-Krater: Spektrometrische Untersuchungen haben gezeigt, dass die Steine einem anderen Brocken namens «Heat Shield» ähneln, den die Schwesersonde Opportunity entdeckt hatte. Dieser wurde inzwischen als Eisenmeteorit identifiziert.

Unverwüsthliche Fahrzeuge

Der Marsrover Opportunity hat einen Punkt erreicht, an dem er besonders tief in die Geschichte des Roten Planeten blicken kann. Das sechsrädrige Vehikel gelangte Ende September 2006 an den Rand eines rund 800 m weiten und 70 m tiefen Kraters, getauft auf den Namen Victoria. «Damit geht der Traum eines jeden Geologen in Erfüllung», schwärmt Steve Squyres von der Cornell University, der Chefwissenschaftler der Rover-Mission. Im Inneren des Kraters seien Schichten unterschiedlicher Gesteine zu erkennen. «Diese Gesteinsschichten, wenn wir sie denn erreichen können, werden uns einiges über die Umweltbedingungen in der Vergangenheit verraten.» Laut Squyres ist der Victoria-Krater vor allem aufgrund seiner grösseren Tiefe ein

verlockendes Studienobjekt. Der Marsrover Opportunity hat seit anfangs Oktober 2006 mit der Erkundung des Victoria-Kraters auf dem Mars begonnen. Unterstützung erhält das Gefährt dabei aus dem All: Die jüngste NASA-Sonde, der Mars Reconnaissance Orbiter, hat Opportunity und die zu erkundende Region aus seinem Orbit fotografiert.

Europas Marsrover startet 2013

Exomars ist ein geplanter europäischer Marsrover, der im Rahmen des Aurora-Programms 2013 als eine Flagship-Mission gestartet werden soll. Ein Hauptziel der Exomars-Mission ist, die biologische Umwelt des Marsbodens zu studieren und dort nach früherem oder ge-

genwärtigem Leben zu suchen. Auch sollen Gefahren erkannt werden, die bei einer bemannten Marslandung von Bedeutung sein könnten. Des Weiteren sollen für Exomars unterschiedliche Technologien entwickelt werden, die ebenfalls für spätere unbemannte und bemannte Missionen von Bedeutung sind. Dazu gehören die Landung von schweren Nutzlasten auf dem Mars, die Stromversorgung durch Solarzellen auf der Marsoberfläche oder die Mobilität auf der Marsoberfläche. 

Men J. Schmidt,
Projektleiter Produktentwicklung,
FISBA OPTIK AG, St. Gallen,
men.schmidt@fisba.ch
Info: www.fisba.com
www.space-science.ch

zudem

Schweizer Beteiligung

Am grossen Marsabenteuer ist auch die Schweizer Wissenschaft und Raumfahrtindustrie mit namhaften Beiträgen beteiligt. So ist die Abteilung Weltraumforschung und Planetologie des Physikalischen Instituts der Universität Bern unter der Leitung von Prof. Peter Wurz an der erfolgreichen Mission der Sonde Mars Express beteiligt. Die Wissenschaftler steuerten für das Aspera-3 (Analyzer of Space Plasma and Energetic Atoms) Experiment die Technologie für den Nachweis von energetischen Neutralteilchen bei. An demselben Institut wurden diffizile, feinmechanische Teile für die Ionen-Optik des Sensors gebaut. Für die (leider gescheiterte) Landekapsel Beagle 2 hat die in Neuenburg ansässige Firma Space-X drei Mikrokameras mit 1024 x 1024 Pixel Auflösung entwickelt. Die dazugehörigen Kameraobjektive stammen von der St. Galler Firma Fisba Optik. Die Struktur der Raumsonde Mars Express wurde in Zürich durch das Raumfahrtunternehmen Contraves Space (heute Oerlikon Space) entwickelt und gebaut. Schliesslich waren die beiden Unternehmungen Clemessy und APCO-Technologies am so genannten Electrical Ground Support Equipment beteiligt und Letztere hat ausserdem noch den Transportbehälter für den Marssatelliten geliefert.

Auch die beiden unverwüsthlichen Marsroboter Spirit und Opportunity enthalten Komponenten aus der Schweiz. So ist jeder der beiden Rover mit insgesamt 39 kleinen Antriebsmotoren ausgerüstet, welche von der Firma Maxon Motors in Sachseln (OW) entwickelt wurden. Bis auf eine Ausnahme sind alle Motoren immer noch in Betrieb, obwohl sie für eine Missionsdauer von nur 90 Tagen unter den extremen Marsbedingungen ausgelegt waren. Neben den Antriebsmotoren befinden sich auch verschiedene Koaxialkabel und Kabelverbinder zur Kommunikation an Bord der beiden Marsautos, die von der Ostschweizer Firma Huber & Suhner in Herisau entwickelt wurden. Bei der geplanten Exomars-Mission soll auch ein Schweizer Experiment dabei sein: Dr. Beda Hofmann vom Naturhistorischen Museum in Bern und Dr. J. L. Josset vom Space Exploration Institute in Neuenburg wollen mit dem Experiment CLUPI (Close-Up Imager) feinste Details im Marsmaterial untersuchen. Das Kamerasystem soll aus 10 cm Entfernung Gesteinsausschnitte von nur 4 x 4 cm aufnehmen mit einer sagenhaften Auflösung von nur 35 Mikron pro Bildpunkt. Das Kamerasystem selbst soll durch die Westschweizer Firma SPACE-X entwickelt werden.