

News-Archiv bis 2007

Mars Express – Europa auf dem Weg zum Roten Planeten - Erste europäische Landung auf dem Mars

26. Mai 2003

Kamera und Bohrer aus Deutschland sollen auf dem Mars nach Lebensspuren suchen / Erste Tiefenbohrung auf einem fremden Planeten

Übertragung der DLR-Startveranstaltung mit Live-Bildern des Starts am 2. Juni 2003 ab 18.45 Uhr unter <http://www.dlr.de/dlr/mex>



Mars Express in einem Orbit um Mars

Köln / Berlin - Am Montag, 2. Juni 2003, soll um 19.45 Uhr MESZ die erste europäische Planetenmission zu ihrer rund 250 Millionen Kilometer weiten Reise zum Mars starten, um dort nach Wasser und Lebensspuren zu suchen. An der wissenschaftlich anspruchsvollen Mission Mars Express ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit mehreren Forschungsbeiträgen beteiligt. Die beiden wichtigsten sind die Hochleistungs-Stereokamera HRSC (High Resolution Stereo Camera) und der Bohrer PLUTO (PLANetary Underground Tool). Mars Express soll vom Raumfahrtzentrum Baikonur in Kasachstan mit einer russischen Sojus-Fregat-Trägerrakete starten. Nach einer Flugzeit von sechseinhalb Monaten soll sie den Mars erreichen und ein Landegerät (Lander) absetzen, das nach Lebensspuren forscht. Ein Orbiter soll aus der Marsumlaufbahn wissenschaftliche Untersuchungen auf und in der Oberfläche durchführen sowie die Daten des Landers aufnehmen und zur Erde senden. Die Forscher erwarten von der Mission nicht nur wichtige neue Ergebnisse zur Geologie, Mineralogie und Atmosphäre des Mars, sondern durch Vergleiche auch Aufschlüsse über die Geschichte und Zukunft der Entwicklung der Erde.

Der Mars gilt als der erdähnlichste Planet, und zwar aufgrund seiner Merkmale wie Rotationsdauer, Jahreszeiten und Atmosphäre. Er weist auch viele erdähnliche Oberflächenformen auf. Als äußerer Nachbar der Erde befindet sich der Mars nur knapp außerhalb einer von der Wissenschaft als "lebensfreundlich" bezeichneten Zone. Forscher halten es für möglich, dass einst fließendes Wasser auf dem Mars existiert hat und sich primitive Lebensformen wie Mikroben entwickeln konnten. Darüber soll die Mission Mars Express der Europäischen Weltraumorganisation ESA Aufschluss geben.

Marserforschung durch den Orbiter aus der Umlaufbahn und mit dem Lander auf der Oberfläche

Die Mission Mars Express besteht aus zwei wesentlichen Elementen: einem Orbiter, der nach sechseinhalb Monaten Flugdauer zum Mars diesen für rund zwei Jahre umrunden und untersuchen wird,

und einem Landegerät (Lander), das die Oberfläche des Mars "vor Ort" genauer untersuchen soll. Dieses heißt "Beagle 2" und ist nach dem Segelschiff benannt, mit dem Charles Darwin seine Reisen zur Erforschung der Entwicklungsgeschichte des Lebens auf der Erde durchgeführt hat.

Der Orbiter dient auch als Sende- und Relaisstation zwischen Lander und Erde. Er hat insgesamt sieben wissenschaftliche Experimente, mit denen er den Mars aus der Umflaubahn erforschen kann: Mit einer hochauflösenden Stereo-Kamera wird die Oberfläche des Mars dreidimensional genau vermessen und die Zusammensetzung der Oberfläche mit Farbkanälen erfasst. Das französische Spektrometer OMEGA, an dem das DLR eine wissenschaftliche Beteiligung hat, ergänzt diese Stereo-Farbbilddaten durch detaillierte Informationen zur Mineralogie. Ein Radargerät kann unter die Oberfläche des Mars schauen und in einer Tiefe von bis zu fünf Kilometern nach Wasser und Eis im Boden suchen.

Der Lander Beagle 2 besitzt neben vier runden, ausklappbaren Solarelementen insgesamt acht Instrumente, darunter einen Steinbohrer und einen Tiefenbohrer, eine Stereokamera mit Mikroskop sowie zwei Spektrometer. Diese Instrumente sitzen auf einem mechanischen Greifarm, der in einem Radius von 80 Zentimetern einen Träger mit Werkzeugen um den Lander bewegt, um Experimente für Geologie und Mineralogie durchzuführen. Mit einem Gesamtgewicht von 30 Kilogramm bei der Landung ist der Lander extrem leicht, was für die Forscher und Ingenieure eine besondere Herausforderung hinsichtlich der Miniaturisierung und des Leichtbaus der Geräte bedeutete. Die wissenschaftliche Nutzlast auf dem Lander beträgt insgesamt 9,5 Kilogramm, das Verhältnis von Nutzlast zur Gesamtmasse ist bei Beagle 2 somit ausgesprochen günstig. Die Landestufe der amerikanischen Mission Viking, die 1976 auf dem Roten Planeten landete, hatte noch ein Gewicht von 599 Kilogramm.

Entfernung Erde-Mars extrem kurz und günstig für Erkundung

Die Zeit für einen Flug zum Mars ist in diesem Jahr besonders günstig, denn der Rote Planet kommt der Erde so nah wie seit rund 60.000 Jahren nicht mehr: Am 27. August 2003 beträgt die Entfernung von Erde und Mars nur noch rund 55,8 Millionen Kilometer, da der Rote Planet sich im Bezug auf die Erde in so genannter Opposition, der kürzesten Entfernung zwischen zwei Himmelskörpern, befindet. Danach wird der Mars sich wieder von der Erde entfernen.



Aufgrund der diesjährigen erdnahen Stellung des Mars soll die Mission bereits nach nur sechseinhalb Monaten Flugzeit am 25. Dezember 2003 den Planeten erreichen. Der Orbiter wird dann auf eine Umlaufbahn einschwenken, auf der er den Planeten ein Marsjahr (= 687 Erdtage) lang umkreisen soll.

Der Lander Beagle 2 soll sich bereits fünf Tage vorher am 20. Dezember 2003 abtrennen: Er soll am 25. Dezember auf dem Mars in der Isidis-Tiefenebene nördlich des Mars-Äquators landen. Er soll bei der Landung nicht wie bei den Viking-Landern von Raketen gebremst werden, sondern nur durch Fallschirme und die Reibung der Marsatmosphäre, deren Druck lediglich 1/100 des irdischen erreicht. Zusätzlich sollen drei überdimensionale Airbags den Aufprall dämpfen. Das Landegebiet ist mit Sedimenten gefüllt, die in früheren Zeiten von Wasser angeschwemmt sein könnten. Die Landung von Beagle 2 soll die erste europäische Landung auf dem Roten Planeten sein. Sie wäre die vierte erfolgreiche Landung auf dem Planeten nach den amerikanischen Missionen Viking (beide 1976) und Pathfinder (1997).

Der Hightech-Maulwurf des DLR - Erste Tiefenbohrung auf einem fremden Planeten

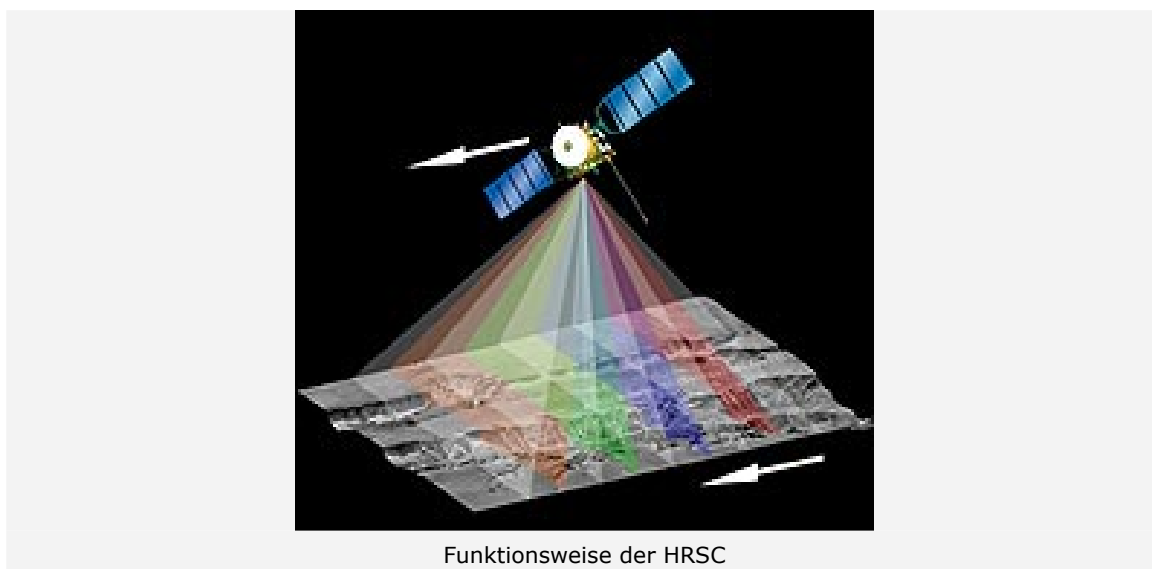
Der Lander Beagle 2 wird auf dem Mars Proben des sand- und staubähnlichen Bodenmaterials aus bis zu eineinhalb Metern Tiefe aufnehmen und damit die erste Tiefenbohrung auf einem fremden Planeten vornehmen. Als Probennehmer dient ein Hightech-Bohrer, der am DLR-Institut für Raumsimulation in Köln zusammen mit dem Institut VNIITransmash in Russland entwickelt und gebaut wurde: Der Bohrer PLUTO (Planetary Underground Tool) verfügt über einen Hammermechanismus, mit dem er sich selbst in den Marsboden eintreibt, um dort Proben zu entnehmen. Diese werden dann in einem Labor auf dem Lander auf Spuren organischen Materials untersucht, die Untersuchungsergebnisse werden anschließend zur Erde gefunkt.

Die Forscher gehen davon aus, dass sich Lebensspuren nur unterhalb der Marsoberfläche finden lassen können, wo sie nicht durch aggressive chemische Verbindungen im Boden oder durch die UV-Einstrahlung an der Oberfläche zersetzt wurden. Eine derartige Zersetzung, so vermuten die Forscher,

könnte der Grund dafür sein, dass bei den amerikanischen Viking-Missionen im Jahr 1976 nicht einmal einfache organische Bausteine nachgewiesen werden konnten.

Mit einer Gesamtmasse von lediglich 860 Gramm und einer Länge von 36,5 Zentimetern ist PLUTO anderen Bohrsystemen für die gleiche Tiefe durch seine Kompaktheit deutlich überlegen. Der Bohrer setzt ein Verdrängungsprinzip ein, bei dem ein 28 Zentimeter langer zylindrischer Eindringkörper mit Kegelspitze ("Maulwurf") mittels eines Schlagmechanismus in granulare Böden bis auf ein Mehrfaches seiner Eigenlänge vordringt und nur über ein Kabel mit dem Lander verbunden ist. Eine Verbindung von Bohrkopf und Basis durch Bohrgestänge, wie sie normalerweise notwendig ist, konnte bei PLUTO so gewichtssparend ersetzt werden. Im Laufe der Mission wird PLUTO bis zu drei Proben aus Tiefen zwischen 30 Zentimetern und eineinhalb Metern entnehmen.

HRSC - Der Rote Planet in drei Dimensionen



Sieben Instrumente des Orbiters sollen während der vierjährigen Mission mit einer Reihe von Fernerkundungsexperimenten neue Erkenntnisse über die Zusammensetzung und Geologie der Oberfläche des Mars und die Bestandteile seiner Atmosphäre gewinnen. Die am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof entwickelte Stereokamera HRSC (High Resolution Stereo Camera) ist dabei eines der wichtigsten Instrumente. Mit der HRSC kann zum ersten Mal eine Planetenoberfläche systematisch gleichzeitig dreidimensional und in Farbe abgebildet werden. Von den Ergebnissen werden fundamentale Beiträge zur geologischen und klimatischen Geschichte des Roten Planeten erwartet. Die räumliche Auflösung der Stereobilder übertrifft bisherige topographische Daten der Marsoberfläche bei weitem und erlaubt es, Details mit einer vertikalen Genauigkeit von 10 bis 40 Meter "in 3-D" zu analysieren. Zusätzlich enthält die Kamera ein ultrahochauflösendes Teleobjektiv. Mit diesem Super Resolution Channel (SRC) ist die Abbildung von zwei bis drei Meter großen Objekten möglich. Damit lassen sich beispielsweise Felsbrocken in der Größe einer Garage sowie Sedimentschichten erkennen: Viele geologische Prozesse, bei denen Wasser beteiligt ist, spielen sich in diesen Größenordnungen ab. Ziel ist die hochauflösende Kartierung der Marsoberfläche, wobei mindestens 50 Prozent in einer Auflösung von 20 Meter pro Bildpunkt oder besser erfasst werden sollen.

Die nur 20 Kilogramm schwere HRSC verfügt über zwei Kameraköpfe: den hochauflösenden Stereokopf, der aus neun CCD-Zeilensensoren besteht, und den SRC-Kopf, der aus einem Spiegelteleobjektiv und einem CCD-Flächensensor aufgebaut ist. Der hochauflösende Stereokopf funktioniert nach dem Scanner-Prinzip, d.h. durch die Anordnung seiner neun Zeilensensoren quer zur Flugrichtung nimmt jeder dieser Sensoren aufgrund der Vorwärtsbewegung des Orbiters denselben Bildstreifen auf der Marsoberfläche nacheinander Zeile für Zeile auf. Dabei bildet jeder Sensor dasselbe Objekt auf der Oberfläche unter einem unterschiedlichen Blickwinkel ab. Am Boden werden dann aus fünf dieser Bildstreifen dreidimensionale Bilder erzeugt. Die verbleibenden vier der neun Zeilensensoren sind mit speziellen Farbfiltern für die Aufnahme multispektraler Daten versehen.

Die vom DLR in Berlin entwickelte HRSC wurde von Astrium in Friedrichshafen gebaut. Nach Empfang der aufgenommenen Bilder auf der Erde wird die systematische Datenprozessierung am DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof vorgenommen. Die Auswertung wird anschließend unter der wissenschaftlichen Leitung der Freien Universität Berlin von 43 Wissenschaftlern aus neun Ländern erfolgen.

Temperatur und Druck auf dem Mars - PFS-Spektrometer

Das DLR hat sich auch am PFS (Planeten Fourier Spektrometer) auf dem Orbiter beteiligt. Dieses Instrument ist dafür ausgelegt, die Marsoberfläche im Spektralbereich von 1,2 bis 45 Mikrometern auf ihre Bestandteile sowie Temperatur und Druck der Atmosphäre zu untersuchen. Dafür hat das DLR Berlin-Adlershof Flugkomponenten bereitgestellt, die der Kalibration und Unterstützung der Mission dienen.

Weitere deutsche Anteile an der Mission Mars Express

Neben den vier DLR-Beteiligungen PLUTO-Bohrer, HRSC-Stereokamera, OMEGA und PFS-Spektrometer gibt es noch weitere deutsche Beteiligungen an der Mars-Mission. Drei wurden vom Raumfahrtmanagement des DLR gefördert.

Die Experimente "MARSIS" und "ASPERA" auf dem Orbiter, die vom Max-Planck-Institut für Aeronomie in Katlenburg-Lindau mitbetreut werden, wurden vom DLR ebenso gefördert wie das Experiment zur Radiosondierung von Atmosphäre und Oberfläche, "Mars Radio Science" (MaRS), das vom Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln betreut wird.

Weitere deutsche Beteiligungen sind auf dem Roboterarm des Landers die Mikroskop-Kamera (Max-Planck-Institut für Aeronomie in Katlenburg-Lindau) sowie das Mössbauer-Spektrometer (Johannes-Gutenberg-Universität Mainz).

Kosten der Mission zum Mars

Die Gesamtkosten für die Mission Mars Express betragen für die 15 ESA-Mitgliedsländer von der Missionsvorbereitung in 1998 bis zum Missionsende in 2005 oder – bei einer Verlängerung – in 2007 rund 174 Millionen Euro. Zusätzlich bringt Großbritannien für den Lander Beagle 2 noch etwa 30 Millionen Euro einschließlich der Eigenmittel der beteiligten privaten Partner auf.

Der Anteil der von Deutschland getragenen Kosten beträgt dabei für deutsche Experimente 18,7 Millionen Euro. Über die 24-prozentige ESA-Beteiligung zahlt Deutschland zusätzlich nochmals 41 Millionen Euro, so dass sich die Gesamtkosten für Deutschland auf 60 Millionen Euro für die Mission Mars Express belaufen.

Kurze Projektlaufzeiten sorgen für geringe Kosten

Die Mission Mars Express ist der Prototyp einer so genannten flexiblen Mission im Rahmen des Langzeit-Wissenschaftsprogramms "Horizon 2000 plus" der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Mit diesem Konzept will die ESA auf aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen reagieren. Sie zeichnen sich durch eine sehr kurze Vorbereitungszeit und damit geringe Kosten aus. Für Mars Express werden außerdem Instrumente und Technologien verwendet, die für die Kometen-Mission "Rosetta" und für die gescheiterte "Mars-96-Mission" Russlands entwickelt wurden. Neben den Mitgliedstaaten der ESA beteiligen sich auch Russland, Polen und die USA an der Mission zum Mars. Das ESA-Raumfahrt-Kontrollzentrum ESOC in Darmstadt ist für die Satellitenkontrolle zuständig.

Start auf russischer Sojus-Fregat-Rakete von Baikonur

Die Mission Mars Express startet in Baikonur (Kasachstan) auf einer modernen Sojus-Fregat-Rakete russischer Bauart. Seit 1963 im Einsatz, erreichte die Sojus bei 1.500 Einsätzen eine Zuverlässigkeit von mehr als 98 Prozent. Mit der Sojus-Fregat, dem modernsten Mitglied der Sojus-Familie, wurde insbesondere den Wünschen westlicher Kunden der russischen Raumfahrt Rechnung getragen. Mit der Konstruktion und dem Einsatz der neuen Oberstufe Fregat wurde es möglich, höhere Kreisbahnen zu erreichen und den Nutzlastfaktor zu verbessern. Mit der Sojus-Fregat wurde nach zwei Qualifizierungsflügen in 2000 die Cluster II-Mission erfolgreich gestartet, und zwar vom Startplatz Baikonur.

Baikonur, das 1955 gegründete und heute wichtigste Raumfahrtzentrum Russlands, liegt nahe der Stadt Tjuratam im Gebiet Karaganda in der Kasachischen Republik. Auf dem 6.717 Quadratkilometer großen Gelände wurden neun Startkomplexe mit 15 Startplätzen und den dazugehörigen technischen Einrichtungen für bemannte und unbemannte Raumfahrtmissionen errichtet. So wurde hier der legendäre Sputnik 1 gestartet - und bis heute alle bemannten russischen Missionen. 1991 wurde zwischen den Regierungen Russlands und Kasachstans ein langfristiges Abkommen zur weiteren Nutzung des Kosmodroms abgeschlossen. Für eine jährliche Miete von 115 Millionen US-Dollar darf Russland das Gelände für weitere 25 Jahre nutzen.

Unterschiede zur amerikanischen Mission

Die europäische Mission Mars Express versteht sich nicht als Konkurrenz zur amerikanischen Mission "Mars Exploration Rover", die am 5. und 25. Juni zum Mars aufbrechen und zwei Roboterfahrzeuge auf dem Mars absetzen soll. Mit rund 800 Millionen Dollar ist sie wesentlich teurer als die ESA-Mission. Die amerikanischen Rover können größere Flächen absuchen als die stationäre ESA-Mission, und sie forschen dabei - ebenso wie die europäische Mission - nach Spuren von Wasser. Daneben ist die Zielsetzung der amerikanischen Mission eher die Suche nach Mineralien, die durch Wassereinwirkung entstanden, sowie die Untersuchung der geologischen Geschichte zweier ausgewählter Landgebiete,

bei denen verschiedene Arten von Wassereinwirkung in der Vergangenheit vermutet werden. Somit ist die wissenschaftliche Zielsetzung bei beiden Missionen unterschiedlich, zugleich auch komplementär. Die Wissenschaftler der beiden Missionen stehen im engen Austausch, teilweise sind Wissenschaftler sogar an beiden Missionen beteiligt.

Weitere Missionen zum Mars?

Mit Mars Express, "Mars Exploration Rover" sowie der im Frühjahr 2004 am Roten Planeten eintreffenden japanischen Mission "Nozomi" (gestartet 1998) erreicht die Erforschung des Mars mit unbemannten Raumsonden im kommenden Jahr einen vorläufigen Höhepunkt. Für die nahe Zukunft ist mit der NASA-Mission "Mars Reconnaissance Orbiter", deren Start für 2005 geplant ist, ein weiterer Meilenstein anvisiert. Sollten die Ergebnisse der anstehenden Marsmissionen vielversprechend sein und Hinweise auf Wasser oder gar Lebensspuren enthalten, so wären als nächste Marsmissionen solche vorstellbar, die in einem weiteren Areal an unterschiedlichen Stellen Bodenproben aus der Tiefe entnehmen und diese eventuell auch zur Erde zurückbringen, damit sie dort genauer untersucht werden können (Returnmission).

Eine bemannte Marsmission innerhalb der nächsten 20 bis 30 Jahre ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht geplant und nur schwer vorstellbar. Abgesehen von der Finanzierung, die nur durch einen Kraftakt aller Weltraumnationen erbracht werden könnte, sind dafür zahlreiche technische und medizinische Probleme zu lösen. Um nur die Wichtigsten zu nennen: Mit welcher Antriebsart könnte man kostengünstig und schnell zum Mars fliegen? Wie können die Astronauten auf diesem langen Flug durchs All vor der gefährlichen Weltraumstrahlung geschützt werden? Wie kann die Weltraumcrew mit den psychischen Problemen der langen Isolation klarkommen?

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.