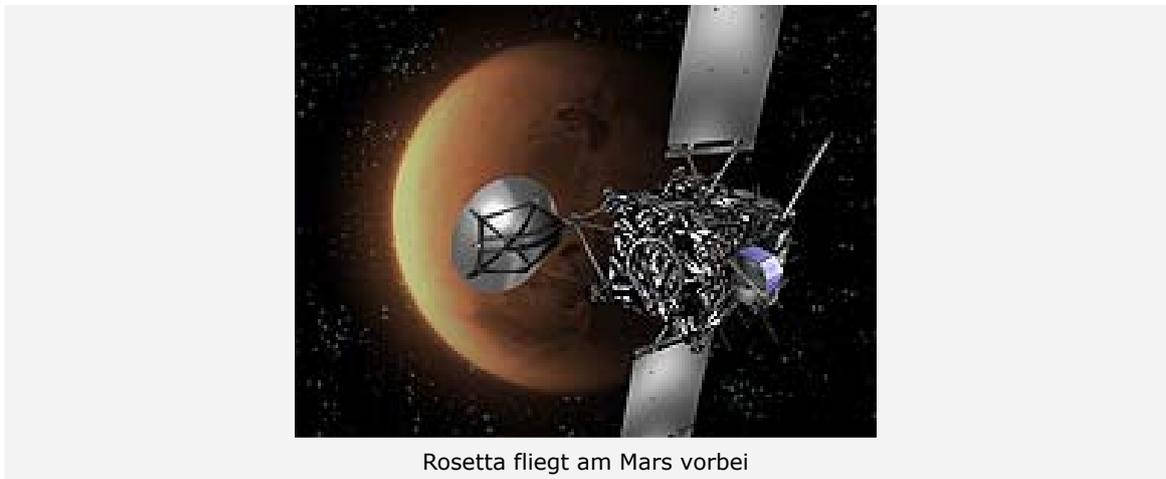


News-Archiv Weltraum bis 2007

Kosmisches Überholmanöver und gemeinsamer Fototermin am Roten Planeten

22. Februar 2007

25. Februar 2007: Kometensonde Rosetta nutzt Mars für Bahnänderung



In der Nacht von Samstag auf Sonntag kommt es am Mars zu einem spannenden Raumflugmanöver: Die Kometensonde Rosetta der Europäischen Weltraumorganisation ESA wird auf ihrem insgesamt sieben Milliarden Kilometer langen Weg zum Kometen 67/P Churyumov-Gerasimenko um genau 02:54 Uhr MEZ den Mars einholen. Das Raumschiff wird dabei in nur 250 Kilometer Höhe über den Planeten fliegen, von seinem Schwerefeld gebremst und in Richtung des inneren Sonnensystems abgelenkt werden. Während dieses Vorbeiflugs wird Rosetta über mehrere Stunden Messungen mit unterschiedlichen Instrumenten durchführen. Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sind an der Planung, dem Empfang und der Auswertung der Daten beteiligt. Gleichzeitig zu Rosetta wird die vom DLR betriebene Marskamera HRSC auf der ESA-Raumsonde Mars Express, 11.000 Kilometer von Rosetta entfernt, spezielle und fast synchrone Aufnahmen des Planetenhorizonts machen.

"Diese koordiniert aufgenommenen Bilddaten bilden eine ideale wissenschaftliche Ergänzung zu den von Rosetta durchgeführten Experimenten", erklärt Dr. Ekkehard Kührt vom DLR-Institut für Planetenforschung, Projektleiter für die DLR-Instrumente auf Rosetta. "Den Wissenschaftlern bietet sich dadurch eine ganz außergewöhnliche und seltene Gelegenheit in der Marsforschung."

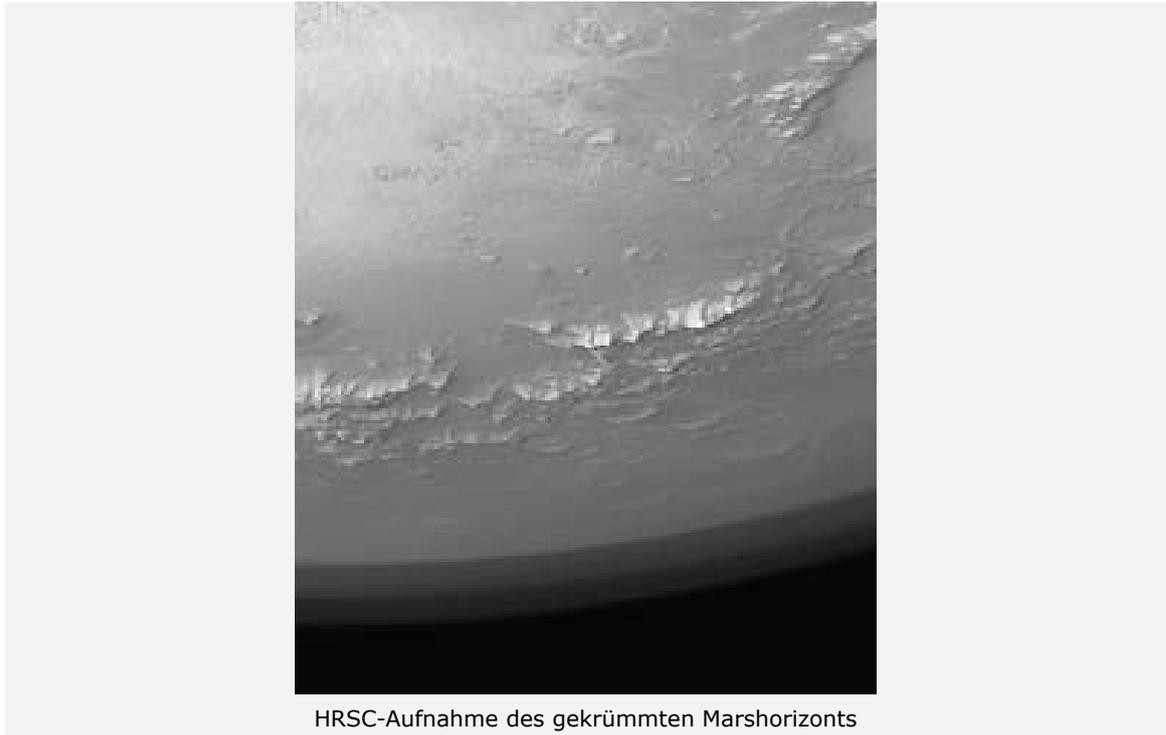
Die elegante Art, Treibstoff zu sparen: Swing-by-Manöver

Während ihrer zehnjährigen Reise zu Churyumov-Gerasimenko muss die ESA-Sonde Rosetta mehrere komplizierte Bahnmanöver bewältigen, wozu auch nahe Vorbeiflüge an Planeten gehören. Bei diesen so genannten Swing-bys wird das Schwerefeld des vergleichsweise riesigen Planeten von der winzigen Sonde "angezapft" und ein nicht messbarer Betrag seiner Schwerkraft in Form von kinetischer Energie auf das Raumschiff übertragen. Dadurch wird viel Treibstoff eingespart: Insgesamt sind für Rosetta Geschwindigkeitsänderungen von 67.000 km/h vorgesehen, zumeist Beschleunigungen, aber wie im Falle des Marsvorbeiflugs auch ein Abbremsen der Sonde relativ zur Sonne. Ohne Swing-by-Manöver könnte die Mission ihr Ziel nicht direkt erreichen. Nach dem Rendezvous am Mars wird Rosetta zwar mit einer – relativ zur Sonne – um 7.900 km/h verringerten Geschwindigkeit weiterfliegen, doch in ihrer Gesamtheit dienen die Swing-bys einer erheblichen Beschleunigung von Rosetta. Die Bahn der Sonde

wird dabei durch die Schwerkraft des Roten Planeten so abgelenkt, dass sie auf eine Route einschwenkt, die sie in einem steilen Winkel Richtung Erde bringt, wo sie am 13. November 2007 ein weiteres Swing-by-Manöver durchführen wird.

Mit großer Spannung erwarten DLR und ESA jedoch zunächst das Rosetta-Rendezvous am Mars. Das ESA-Bodenkontrollzentrum ESOC in Darmstadt führte am 9. Februar ein Bahnmanöver durch, bei dem die Triebwerke von Rosetta für eine Minute gezündet und minimale 58 Gramm Treibstoff verbraucht wurden. Ein zweites, ursprünglich geplantes Korrekturmanöver war danach nicht mehr erforderlich: Rosetta befindet sich in etwa 315 Millionen Kilometer Entfernung zur Erde und präzise auf dem vorgesehenen Kurs Richtung Mars. Wegen dieser Distanz, für die ein Funksignal von der Sonde zur Bodenstation 17,5 Minuten benötigt, muss der Ablauf sämtlicher Manöver während des Fly-bys und die in dieser Zeit vorgesehenen Experimente sekundengenau geplant und in das Bordsystem von Rosetta einprogrammiert werden. Ein Eingreifen während des Fly-bys ist nicht möglich.

Koordinierte Experimente zwischen Rosetta und Mars Express



HRSC-Aufnahme des gekrümmten Marshorizonts

Bereits vor dem Vorbeiflug wird das Rosetta-Kamerasystem OSIRIS mit dem Abscannen des Mars beginnen. Ergänzt werden diese Aufnahmen durch Bilddaten der High Resolution Stereo Camera (HRSC), die ab dem frühen Samstagabend von Mars Express aufgezeichnet werden. Für die HRSC stehen Beobachtungen des Planetenhorizonts im Vordergrund: Dabei blickt die Kamera aus der Mars Express-Umlaufbahn nicht senkrecht nach unten, sondern gegen den gekrümmten Horizont des Planeten. Aus einer Flughöhe von etwa 250 Kilometern können dabei anschaulich die komplexen Schichten der dünnen Kohlendioxidatmosphäre im Profil erfasst werden.

Die mit OSIRIS bzw. HRSC fast simultan, aber unter verschiedenen Winkeln aufgenommenen Beobachtungen der Atmosphärenschichten gestatten dabei die Untersuchung von Streueffekten an den Aerosolen und Staubpartikeln. Je nachdem, unter welchem Winkel Sonnenlicht seinen Weg durch die Atmosphäre nimmt, wird es vom Staub und den Aerosolpartikeln unterschiedlich gestreut. Darüber hinaus verändert sich die Charakteristik des Lichts – beispielsweise seine Intensität und Wellenlänge – durch die Reflexion an der Marsoberfläche, so dass auch das ins All zurückgestrahlte Licht wiederum andere Eigenschaften hat und analysiert werden kann.

Wegen des außergewöhnlichen Anlasses wird das ESOC ab Samstagabend 21:48 Uhr und bis Sonntag 11:18 Uhr die HRSC fünf mal jeweils etwa zum Zeitpunkt der größten Marsannäherung (Perizentrum) in den drei Mars Express-Orbits 4029, 4030 und 4031 anschalten, also während der Rosetta-Annäherung und dem anschließenden Weiterflug. Dabei werden 70 Minuten lang Bilddaten vom Mars aufgezeichnet, darüber hinaus auch gemeinsam mit OSIRIS der Marsmond Phobos aufgenommen – allerdings aus über 11.000 Kilometer Distanz. Das HRSC-Experiment-Team unter der Leitung von Professor Ralf Jaumann vom DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof führte hierzu in enger Koordination mit dem "Principal Investigator" von Osiris, Dr. Horst Uwe Keller vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau, die Aufnahmeplanung durch.

"Ein wichtiges weiteres Ziel des gemeinsam durchgeführten Experiments ist die gegenseitige Verbesserung der Kalibration beider Kamerasysteme", so Ralf Jaumann. "Gerade die 'vielschichtige', komplexe Marsatmosphäre erschwert häufig die Aufnahme perfekt geeichter Bilddaten: Im Idealfall sollte aus den aufgezeichneten Lichtsignalen der störende Anteil der Atmosphäre herausgerechnet werden können – was auf dem Mars nicht immer gelingt." Horst Uwe Keller ist auch Mitglied des HRSC-Wissenschaftsteams. Mars Express wird bis Anfang März insgesamt 4,1 Gigabit an komprimierten HRSC-Rohdaten aus diesen drei Beobachtungsorten zur Erde funken.

Kometen-Landesonde Philae wird von Köln aus kontrolliert



Landegerät Philae

Schon am Donnerstag, den 22. Februar 2007, wird die vom DLR in Köln kontrollierte Kometen-Landesonde Philae eingeschaltet, um den Status des Landers zu überprüfen und letztlich das "Go" für den Betrieb am Mars geben zu können. Während des Mars-Vorbeiflugs werden DLR-Wissenschaftler vom Kölner Kontrollzentrum aus Kontakt zu der in Deutschland gebauten Landeeinheit aufnehmen, um deren Zustand zu kontrollieren und Systeme an Bord zu testen.

Philae wird beim Vorbeiflug während einer knappen halben Stunde, in der die Rosetta-Solarpanele durch den sich (aus der Sicht der Sonde) vor die Sonne schiebenden Mars keinen Strom erzeugen können, zum Einsatz kommen. Der Lander verfügt über eine autonome Stromversorgung in Form von vollen und wieder aufladbaren Batterien; die Rosetta-Experimente müssen in dieser Phase der größten Annäherung an den Planeten abgeschaltet werden.

Philae wird zwei wissenschaftliche Experimente während des Vorbeiflugs betreiben: Zum einen das Magnetometer ROMAP, das neue Daten über das – allerdings schwache – remanente, gewissermaßen in den Gesteinen "eingefrorene" Magnetfeld des Mars liefern könnte. Die Tatsache, dass der Mars – im Gegensatz zur Erde – seit Milliarden Jahren kein aktives Magnetfeld mehr besitzt, hat große Bedeutung für die Frage, ob sich je Lebensformen auf unserem Nachbarplaneten entwickeln konnten. Das zweite Philae-Instrument, das Daten vom Mars liefern wird, ist CIVA, eine Panoramakamera, deren zeitgleich mit der HRSC aufgenommenen Bilddaten helfen werden, die Philae-Kamera für ihren späteren Einsatz an Churyumov-Gerasimenko exakt zu kalibrieren.

Das DLR hatte wesentliche Anteile am Bau des Kometen-Landegeräts Philae, das von einem internationalen Konsortium entwickelt worden ist. Ihm obliegt außer der Projektleitung auch der Betrieb der Landeeinheit, die auf eine Initiative des DLR und der Max-Planck-Gesellschaft zurückgeht. Mit vielfältigen wissenschaftlichen und finanziellen Beiträgen hat Deutschland den größten Anteil an der Rosetta-Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Mehrere Instrumente auf Rosetta und Philae wurden von DLR-Wissenschaftlern mitentwickelt, drei Experimente auf Philae werden von DLR-Hauptexperimentatoren angeführt; darüber hinaus gibt es zahlreiche weitere wissenschaftliche DLR-Beteiligungen.

Der Weg zum Kometen führt Rosetta noch zweimal an der Erde vorbei



Phobos über der Marsatmosphäre

Die Kometensonde Rosetta der ESA ist bereits seit drei Jahren im Weltraum unterwegs, der Start erfolgte im März 2004 vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch Guyana an Bord einer Ariane 5-Rakete. Ein Jahr später wurde bei einem ersten Nahvorbeiflug an der Erde zusätzliche Geschwindigkeit aufgenommen. Dabei wurde Rosetta auf einen Kurs in Richtung Mars gelenkt, den die Sonde nun erreichen wird. Zwei weitere Erdvorbeiflüge folgen 2007 und 2009, so dass die Sonde sich im Mai 2014 Churyumov-Gerasimenko langsam von hinten nähern und in eine Umlaufbahn um den Kometen einschwenken kann.

Bei der Ankunft, in knapp 600 Millionen Kilometer Entfernung vom Zentralgestirn und innerhalb der Jupiterbahn, ist der Komet noch nicht "aktiv", weil der Strahlungsdruck der Sonne hier zu schwach ist, als dass er Staub- und Eispartikel aus der Kometenoberfläche lösen könnte. Dies ist für die ersten geplanten Experimente auf Rosetta von Vorteil. Erst weiter innen im Sonnensystem werden die Kometen aktiv und bilden ihre typische Phänomene aus, die Koma und vor allem den spektakulären, viele Millionen Kilometer langen Schweif aus Staub- und Eisteilchen, die von der Sonne angestrahlt werden. Wenig später, in 450 Millionen Kilometer Entfernung zur Sonne, wird die Landeeinheit Philae – wenige Kilometer über dem etwa drei mal fünf Kilometer "kleinen" Kometen nur noch so schwer wie ein Blatt Papier – vorsichtig auf der Oberfläche des Kometen landen, um diese genauer zu untersuchen.

Informationen aus der Urzeit unseres Sonnensystems

Mit der Untersuchung von Kometen hofft man, die Geschichte unseres Sonnensystems und der Entstehung der Erde besser verstehen zu können. Kometen sind vermutlich aus den Urbestandteilen des protosolaren Nebels aufgebaut, aus dem sich vor etwa 4,6 Milliarden Jahren unser Sonnensystem gebildet hat. Sie bestehen vorwiegend aus Wassereis und Staub und haben in der Regel Durchmesser von mehreren Kilometern. Die meisten Kometen befinden sich in Räumen weit außerhalb des Zwergplaneten Pluto in der so genannten Oort'schen Wolke, aber auch im Kuiper-Edgeworth-Gürtel zwischen den am weitesten von der Sonne entfernten Planeten Uranus und Neptun und jenseits davon. Da es dort extrem kalt ist, haben sie sich seit ihrer Entstehung kaum verändert. Deshalb enthalten

Kometen sehr wahrscheinlich noch wichtige Informationen aus der Entstehungszeit des Sonnensystems. Sie sind vermutlich auch eine mögliche Quelle für die Grundbausteine des Lebens auf der Erde. Durch Bahnstörungen werden sie auf hyperbelförmigen Bahnen gelegentlich ins innere Sonnensystem gelenkt.

Kontakt

Elke Heinemann

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Kommunikation
Tel: +49 2203 601-2867
Fax: +49 2203 601-3249
E-Mail: elke.heinemann@dlr.de

Dr.rer.nat. Ekkehard Kührt

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Planetenforschung, Asteroiden und Kometen
E-Mail: Ekkehard.Kuehrt@dlr.de

Dr.rer.nat. Stephan Ulamec

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Raumflugbetrieb und Astronautentraining
Tel: +49 2203 601-4567
Fax: +49 2203 61471
E-Mail: Stephan.Ulamec@dlr.de

Prof.Dr. Ralf Jaumann

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Planetenforschung, Planetengeologie
Tel: +49 30 67055-400
Fax: +49 30 67055-402
E-Mail: Ralf.Jaumann@dlr.de

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