

# Mars Exploration Rover und Mars Express

ERNST HAUBER

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum Artikel „Wasser auf dem Mars“ in **Physik in unserer Zeit**, 38. Jahrgang 2007, Nr. 1, S. 12.

## Die Mars Exploration Rover der NASA

Die beiden identisch ausgestatteten Rover Spirit und Opportunity (Abbildung 1) sind etwa 1,6 m lang, 1,5 m hoch und 174 kg schwer. Sie fahren auf sechs Rädern und werden von Solarstrom betrieben. Der wissenschaftliche Leiter der Rover-Mission ist Steven Squyres von der Cornell University in Ithaca (Bundesstaat New York, USA).

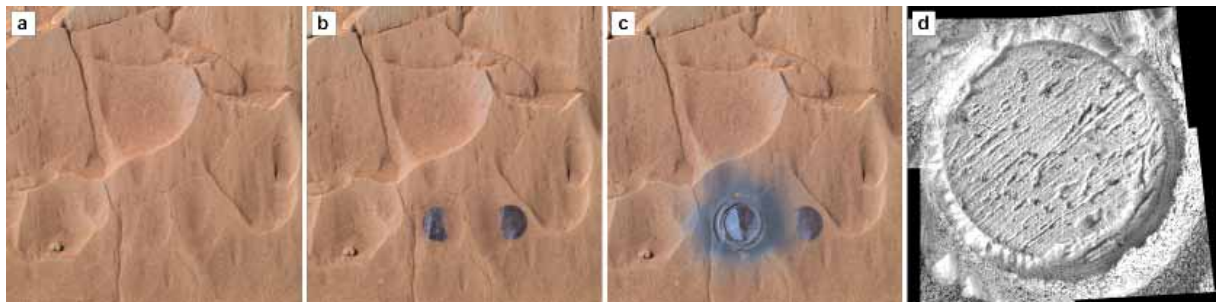


**Abb. 1** Mars Exploration Rover. Links im Vordergrund sieht man den robotischen Arm, an dem zwei Spektrometer, ein Mikroskop und das Fräswerkzeug RAT angebracht sind (Graphik: NASA/JPL/Cornell).

Das Nutzlastpaket der Rover heißt Athena und besteht aus sechs Instrumenten:

- Pancam (Panoramic Camera), eine hochauflösende, multispektrale Stereokamera;
- Mini-TES (Miniature Thermal Emission Spectrometer), ein Infrarot-Spektrometer, das die Oberfläche im Wellenlängenbereich von 5-29  $\mu\text{m}$  analysiert;
- Microscopic Imager, eine Kamera, die einen etwa  $3 \times 3 \text{ cm}^2$  großen Bereich mit einer Pixelauflösung von 30  $\mu\text{m}$  aufnimmt;
- APXS (Alpha Particle X-Ray Spectrometer), ein Spektrometer, das in Kontakt mit dem Gestein die Häufigkeiten von Haupt- und Nebenelementen bestimmt;
- Mößbauer-Spektrometer: ein Spektrometer, das in situ eisenhaltige Mineralien identifiziert und quantifiziert;
- RAT (Rock Abrasion Tool), ein Werkzeug, das die Oberflächen von Gesteinen abbürsten oder abräsen kann. Damit werden Staub und Verwitterungskrusten entfernt, um den anderen Instrumenten freien Zugang auf das ursprüngliche Material zu verschaffen.

Die Bildfolge in Abbildung 2 zeigt links die ursprüngliche Gesteinsoberfläche, die mit hellrotem Staub bedeckt ist. Im mittleren Bild wurde der Staub an zwei Stellen mit dem RAT weggebürstet. Eine dunklere Oberfläche ist freigelegt, die allerdings noch immer nicht das „echte“ Gestein repräsentiert. Im rechten Bild wurden etwa 3,8 mm des Gesteins durch Bohren mit dem Rock Abrasion Tool entfernt. In Abbildung 2c erkennt man im rechten Teil des „Bohrloches“ noch eine dunklere Deckschicht, während in der linken Hälfte der unverwitterte Basalt zu sehen ist. Die freigelegten Stellen können mit den verschiedenen Spektrometern analysiert werden.



**Abb. 2** a) bis c) zeigt die Arbeitsschritte beim Anbohren des Marsgesteins mit dem Rock Abrasion Tool (RAT), d) Detailaufnahme des Bohrlochs (Bilder: NASA/JPL/Cornell).

## Mars Express der ESA

An Bord von Mars Express befinden sich mehrere Instrumente. Für die Oberflächenanalyse sind die deutsche Hochleistungskamera HRSC (High Resolution Stereo Camera) und das abbildende Spektrometer Omega (Observatoire pour la Minéralogie, l'Eau, les Glaces et l'Activité) aus Frankreich von herausragender Bedeutung.

Die HRSC ist eine hoch auflösende Stereokamera, die am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt wurde (Abbildung 3). Sie stellt ein in dieser Form bislang einmaliges Experiment dar: Zum ersten Mal auf einer Weltraummission bildet eine Spezialkamera eine Planetenoberfläche systematisch in drei Dimensionen und in Farbe ab. Die räumliche Auflösung der Stereobilder übertrifft bisherige topographische Daten bei weitem und erlaubt es den Geowissenschaftlern, Details mit einer vertikalen Genauigkeit von zehn bis vierzig Metern zu analysieren. Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Auswertung liegt in der geomorphologischen Analyse des Oberflächenreliefs.



**Abb. 3** Die deutsche Hochleistungskamera HRSC (High Resolution Stereo Camera) an Bord von Mars Express (Foto: DLR).

*Omega* ist ein abbildendes Spektrometer, das im sichtbaren und nahen Infrarotbereich arbeitet. Das Instrument erzeugt nicht nur Punktspektren, sondern flächenhafte Bilder. Die Analyse der Spektren zwischen 0,38 und 5,1  $\mu\text{m}$  erlaubt die Kartierung der molekularen und mineralogischen Zusammensetzung der Oberfläche und der Atmosphäre. Der Mars soll dabei global mit einer Auflösung von 2 bis 5 km pro Bildpunkt erfasst werden. Lokal können sogar wesentlich höhere Auflösungen von wenigen hundert Metern erreicht werden.

Die kombinierte Analyse der räumlich hoch aufgelösten HRSC-Daten mit den farblich hoch aufgelösten Bildern von Omega ist besonders viel versprechend.