

Der Hadley-Krater: ein tiefer Einblick ins Marsinnere

Donnerstag, 6. September 2012

Gleich mehrmals wurde der Hadley-Krater auf dem Mars im Laufe seiner Geschichte von großen Asteroiden getroffen. Die so entstandenen Krater im Krater ermöglichen einen über zwei Kilometer tiefen Einblick in die Marskruste. Das zeigen die von der hochauflösenden Stereokamera HRSC am 09. April 2012 aufgenommenen Bilder. Die HRSC-Kamera wird vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betrieben und befindet sich an Bord der ESA-Raumsonde Mars Express.

Eisvorkommen im Untergrund

Besondere interessant sind die Auswurfdecken von kleineren Kratern im Inneren von Hadley. Zwei von ihnen, der westliche (am oberen Rand der Bilder 1 und 5) und der mittlere tiefe sind von Auswurfdecken umgeben, die einen unregelmäßig verlaufenden, lobenförmigen Rand haben. Das ist ein untrügliches Zeichen dafür, dass zum Zeitpunkt des Einschlags unter der Oberfläche Eis oder Wasser vorhanden war. Durch die große Energie während des Impaktprozesses wurden diese flüchtigen, volatilen Stoffe mobilisiert, was bis zu einem gewissen Grad zu einer Verflüssigung des Marsbodens führte. Das ausgeworfene, teilverflüssigte Material wurde dann um den Einschlagskrater abgelagert und bildet zur Umgebung eine deutliche Geländestufe - diese ist in der perspektivischen Schrägansicht gut zu erkennen (Bild 2). Der Vorgang ist vergleichbar mit dem Wurf eines Steins in eine angetrocknete Schlammpfütze. Unter Berücksichtigung der Topographie der beiden Krater könnte bis in eine Tiefe von etwa 1800 Metern Eis im Untergrund vorhanden gewesen sein.

Wie entstand der Hadley-Krater?

Die Entstehung dieses "Vielfachkraters" kann man sich folgendermaßen vorstellen: Als ein Asteroid auf der Marsoberfläche einschlug, entstand der große Krater mit etwa 120 Kilometern Durchmesser. Danach wurde die entstandene Kratervertiefung zu großen Teilen entweder mit Lava oder Sedimenten wieder aufgefüllt. Dafür, dass es sich um Lava gehandelt haben könnte, sprechen die so genannten Runzelrücken (engl. "wrinkle ridges"), die längs durch den nördlichen Teil des Hadley-Kraters verlaufen (rechts in den Bildern 1, 5 und 6). Ihre Form erinnert an miteinander verwundene Seile. Runzelrücken sind immer vulkanischen Ursprungs, sie entstehen durch die Erstarrung einer anfangs dünnflüssigen Lavadecke. Durch den Abkühlungsprozess kommt es zu einer Stauchung der Kruste und es bilden sich die charakteristischen Rücken. Auch auf dem Mond kann man zahlreiche Runzelrücken beobachten. Danach ereigneten sich weitere Asteroideneinschläge. Das zeigen auch einige "begrabene", fast vollständig wieder ausgelöschte Krater im Hadley-Krater, deren runde Umrisse sich gerade noch durch den Kraterboden pausen.

Heute bietet der Hadley-Krater einen etwa 2600 Meter tiefen Einblick in die Marskruste, ermöglicht durch drei große ineinander liegende Krater (Impaktstrukturen). Bei genauerer Betrachtung sind sogar noch zwei ganz kleine, jüngere Krater an der tiefsten Stelle (blaues Gebiet in der topographischen Bildkarte, Bild Nr. 6) zu erkennen.

Der Hadley-Krater liegt westlich des Al-Qahira-Tals (Arabisch für Mars) an der Übergangszone vom alten, südlichen Hochland zur jüngeren Tiefebene. Benannt wurde er nach dem britischen Anwalt und Meteorologen George Hadley (1685-1768), der auch schon der so genannten Hadley-Zelle seinen Namen gab - nicht zu verwechseln mit dem englischen Astronomen John Hadley (1682-1744), nach dem die berühmte Hadley-Rille auf dem Mond benannt ist (ein Lavakanal, der 1971 das Ziel der Apollo 15-Mondlandung war).

Bildverarbeitung und das HRSC-Experiment auf Mars Express

Die Aufnahmen mit der HRSC (High Resolution Stereo Camera) entstanden während Orbit 10.572 von Mars Express aus einer Höhe von knapp 500 Kilometern. Die Bildauflösung beträgt etwa 19 Meter pro Bildpunkt (Pixel). Die Abbildungen zeigen hiervon einen Ausschnitt bei 19 Grad südlicher Breite und 157 Grad östlicher Länge.

Die Farbansicht (Bild 5) wurde aus dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen der HRSC erstellt; die perspektivischen Schrägansichten (Bilder 2 und 3) wurden aus den Stereokanälen der HRSC berechnet. Das Anaglyphenbild (Bild1), das bei Betrachtung mit einer Rot-Blau- oder Rot-Grün-Brille einen dreidimensionalen Eindruck der Landschaft vermittelt, wurde aus dem Nadirkanal und einem Stereokanal abgeleitet. Die in Regenbogenfarben kodierte Draufsicht (Bild 6) beruht auf einem digitalen Geländemodell der Region, von dem sich die Topographie der Landschaft ableiten lässt.

Das Kameraexperiment HRSC auf der Mission Mars Express der Europäischen Weltraumorganisation ESA wird vom Principal Investigator (PI) Prof. Dr. Gerhard Neukum (Freie Universität Berlin), der auch die technische Konzeption der hochauflösenden Stereokamera entworfen hatte, geleitet. Das Wissenschaftsteam besteht aus 40 Co-Investigatoren, aus 33 Institutionen und zehn Nationen stammen. Die Kamera wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unter der Leitung des PI entwickelt und in Kooperation mit industriellen Partnern gebaut (EADS Astrium, Lewicki Microelectronic GmbH und Jena-Optronik GmbH). Sie wird vom DLR -Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof betrieben. Die systematische Prozessierung der Daten erfolgt am DLR. Die Darstellungen wurden vom Institut für Geologische Wissenschaften der FU Berlin erstellt.

Kontakte

Elke Heinemann

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Politikbeziehungen und Kommunikation

Tel.: +49 2203 601-2867

Fax: +49 2203 601-3249

elke.heinemann@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

ralf.jaumann@dlr.de

Ulrich Köhler

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

DLR-Institut für Planetenforschung

Tel.: +49 30 67055-215

Fax: +49 30 67055-402

ulrich.koehler@dlr.de

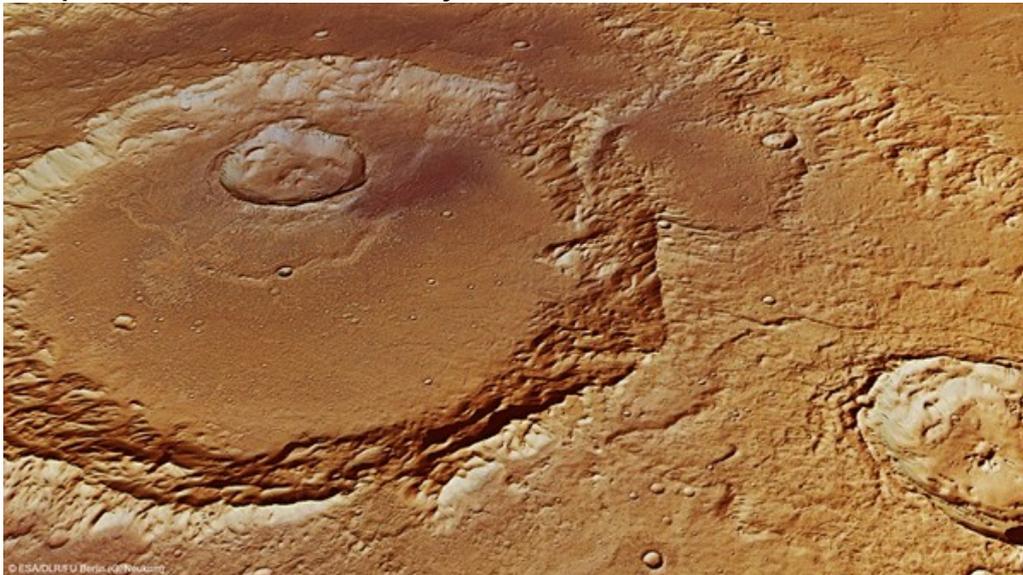
Anaglyphenbild des Hadley-Kraters



Aus dem senkrecht auf den Mars blickenden Nadirkanal des Kamerasystems HRSC und einem der vier schräg auf die Marsoberfläche gerichteten Stereokanäle lassen sich so genannte Anaglyphenbilder erzeugen, die bei Verwendung einer Rot-Blau-(Cyan)- oder Rot-Grün-Brille einen dreidimensionalen Eindruck der Landschaft vermitteln (Norden ist rechts im Bild). Der Hadley-Krater bietet einen etwa 2600 Meter tiefen Einblick in die Marskruste, ermöglicht durch drei große ineinander liegende Krater (Impaktstrukturen). Bei genauerer Betrachtung ist sogar noch ein vierter im tiefsten Bereich zu erkennen. Der Hadley-Krater liegt westlich des Al-Qahira-Tals an der Übergangszone vom alten, südlichen Hochland zur jüngeren Tiefebene. Anmerkung zum Copyright: Im Dezember 2014 haben sich DLR, ESA und FU Berlin darauf geeinigt, die HRSC-Bilder der Mars Express-Mission unter einer Creative Commons-Lizenz zu veröffentlichen: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. Diese gilt auch für alle bisher veröffentlichten HRSC-Bilder.

Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO.

Perspektivische Ansicht des Hadley-Kraters

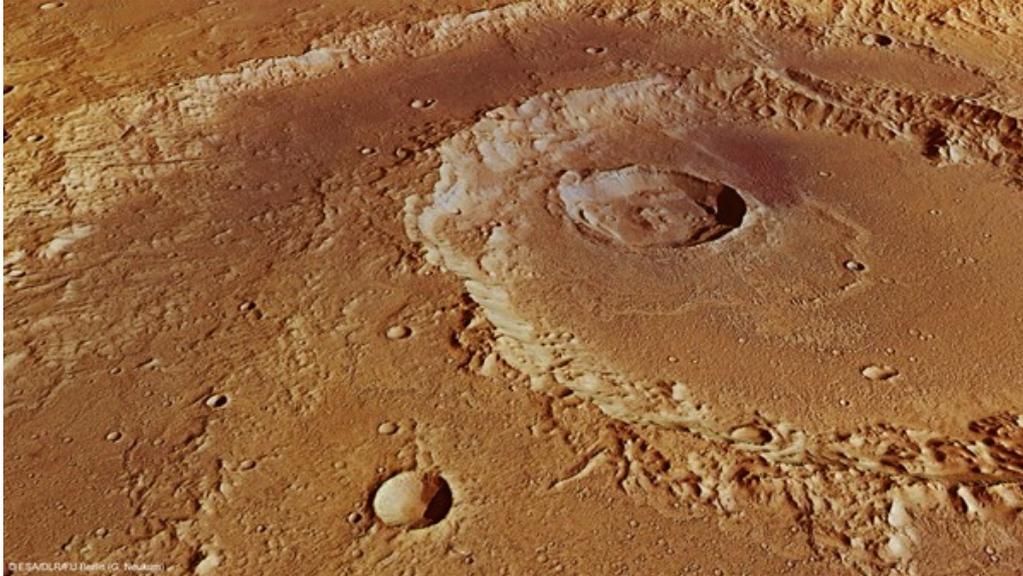


Aus den schräg auf die Oberfläche gerichteten Stereo- und Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express können realistische, perspektivische Ansichten der Marsoberfläche erzeugt werden. Das Bild zeigt einen Blick in den Hadley-Krater, der sich westlich des Al-Qahira-Tals an der Übergangszone vom alten, südlichen Hochland zur jüngeren Tiefebene befindet. Der Krater bietet einen etwa 2600 Meter tiefen Einblick in die Marskruste, ermöglicht durch drei große ineinander liegende Krater (Impaktstrukturen). Auf der südlichen Seite (im Bild oben) zeigt der Kraterrand im Vergleich zur gegenüberliegenden Seite eine weit

weniger steile Flanke und vereinzelt Merkmale von Massenbewegungen aus südlicher Richtung. Anmerkung zum Copyright: Im Dezember 2014 haben sich DLR, ESA und FU Berlin darauf geeinigt, die HRSC-Bilder der Mars Express-Mission unter einer Creative Commons-Lizenz zu veröffentlichen: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. Diese gilt auch für alle bisher veröffentlichten HRSC-Bilder.

Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO.

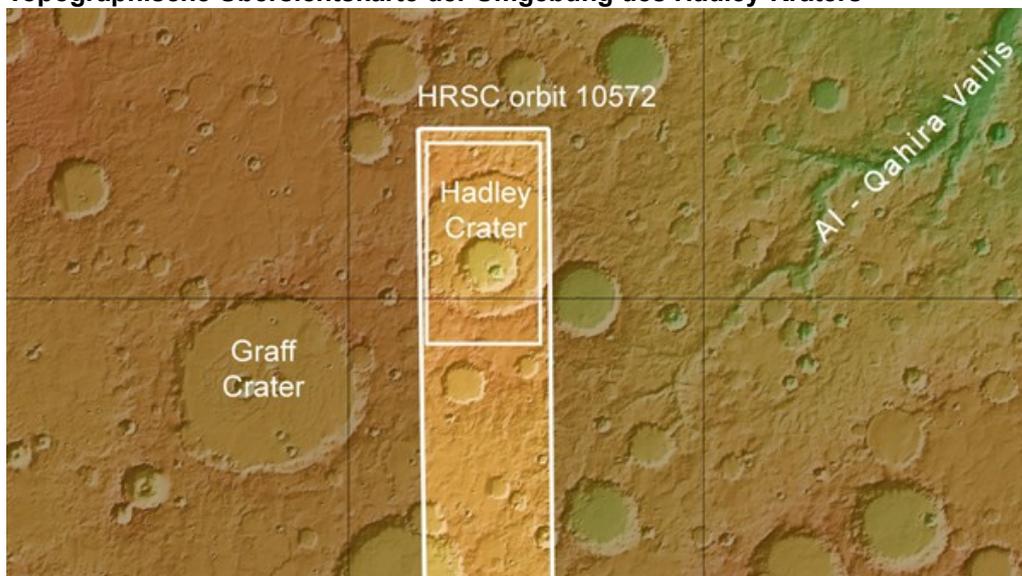
Perspektivische Ansicht des Hadley-Kraters



Aus den schräg auf die Oberfläche gerichteten Stereo- und Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express können realistische, perspektivische Ansichten der Marsoberfläche erzeugt werden. Das Bild zeigt einen Blick in den Hadley-Krater, der sich westlich des Al-Qahira-Tals an der Übergangszone vom alten, südlichen Hochland zur jüngeren Tiefebene befindet. Der Krater bietet einen etwa 2600 Meter tiefen Einblick in die Marskruste, ermöglicht durch drei große ineinander liegende Krater (Impaktstrukturen). Auf der südlichen Seite (im Bild oben) zeigt der Kraterrand im Vergleich zur gegenüberliegenden Seite eine weit weniger steile Flanke und vereinzelt Merkmale von Massenströmen aus südlicher Richtung. Anmerkung zum Copyright: Im Dezember 2014 haben sich DLR, ESA und FU Berlin darauf geeinigt, die HRSC-Bilder der Mars Express-Mission unter einer Creative Commons-Lizenz zu veröffentlichen: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. Diese gilt auch für alle bisher veröffentlichten HRSC-Bilder.

Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO.

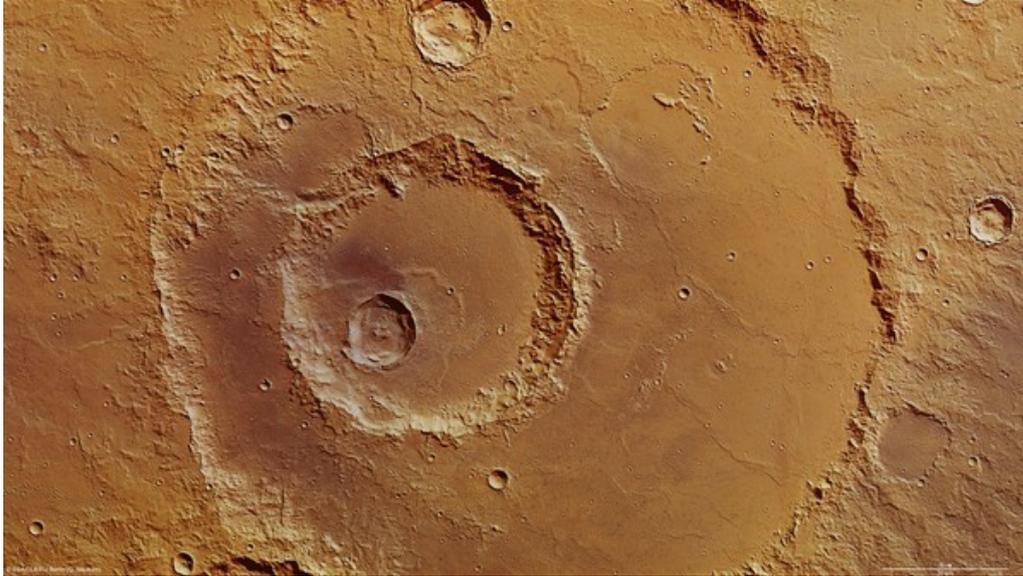
Topographische Übersichtskarte der Umgebung des Hadley-Kraters



Der Hadley-Krater auf dem Mars wurde im Laufe seiner Geschichte gleich mehrmals von großen Asteroiden getroffen. Die so entstandenen Krater im Krater ermöglichen einen über zwei Kilometer tiefen Einblick in die Marskruste. Die vom DLR betriebene, hochauflösende Stereokamera HRSC auf der europäischen Raumsonde Mars Express fotografierte am 09. April 2012 den Hadley-Krater während Orbit 10.572. Die im Artikel gezeigten Bilder stammen aus dem kleinen Rechteck innerhalb des HRSC-Bildstreifens.

Quelle: NASA/JPL (MOLA); FU Berlin.

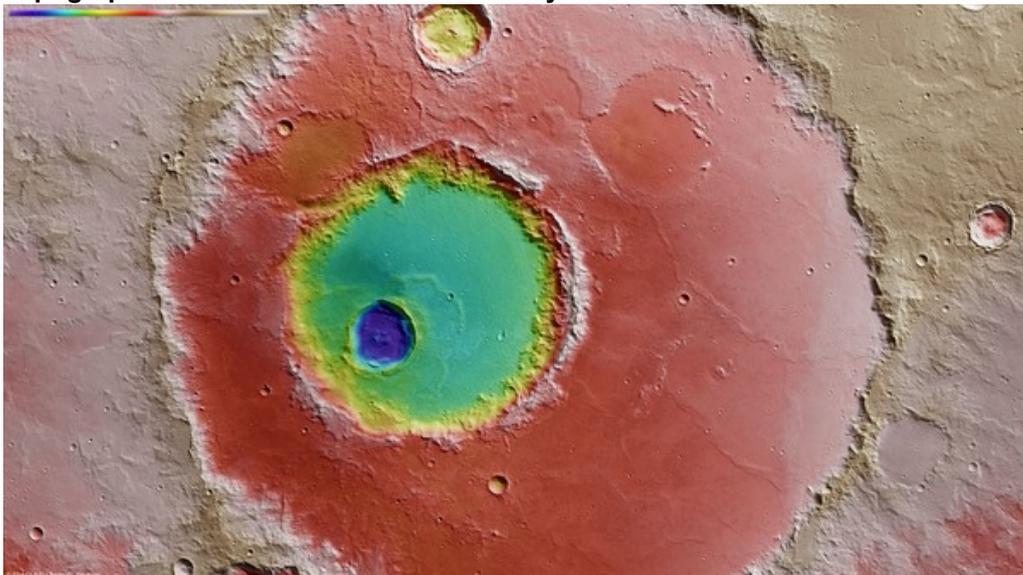
Senkrechte Farb-Draufsicht des Hadley-Kraters



Mit dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der Raumsonde Mars Express wurde diese Farb-Draufsicht erzeugt (Norden ist im Bild rechts). Der Hadley-Krater bietet einen etwa 2600 Meter tiefen Einblick in die Marskruste, ermöglicht durch drei große ineinander liegende Krater (Impaktstrukturen). Bei genauerer Betrachtung ist sogar noch ein vierter im tiefsten Bereich zu erkennen. Anmerkung zum Copyright: Im Dezember 2014 haben sich DLR, ESA und FU Berlin darauf geeinigt, die HRSC-Bilder der Mars Express-Mission unter einer Creative Commons-Lizenz zu veröffentlichen: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. Diese gilt auch für alle bisher veröffentlichten HRSC-Bilder.

Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO.

Topographische HRSC-Bildkarte des Hadley-Kraters



Mit der Stereokamera HRSC lassen sich digitale Geländemodelle ableiten, die mit Falschfarben bildhaft die Topographie der Region erkennen lassen. Die Zuordnung der Höhen kann man an der Farbskala links oben im Bild ablesen. Die Höhenangaben beziehen sich in Ermangelung eines Meeresspiegels auf das so genannte Areoid, eine modellierte Äquipotentialfläche, auf der überall die gleiche Anziehungskraft in Richtung des Marsmittelpunktes wirkt. Gut zu erkennen sind die Höhenunterschiede der einzelnen Krater. Anmerkung zum Copyright: Im Dezember 2014 haben sich DLR, ESA und FU Berlin darauf geeinigt, die HRSC-Bilder der Mars Express-Mission unter einer Creative Commons-Lizenz zu veröffentlichen: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO. Diese gilt auch für alle bisher veröffentlichten HRSC-Bilder.

Quelle: ESA/DLR/FU Berlin, CC BY-SA 3.0 IGO.

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