

"Runzelrücken" und Grabenbrüche in Tempe Terra

Freitag, 6. Januar 2012

Die Region Tempe Terra befindet sich am nordöstlichen Rand der Tharsis-Vulkanprovinz und bildet die Übergangszone vom südlichen Hochland zur nördlichen Tiefebene. Dieses Gebiet ist durch eine Vielzahl tektonischer Strukturen geprägt und gilt als eines der geologisch vielfältigsten auf dem Mars. In den Aufnahmen der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betriebenen hochauflösenden Stereokamera HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express vom 17. Juli 2011 sind zahlreiche interessante geologische Phänomene zu sehen.

Nahe beieinander lassen sich hier die Spuren von unterschiedlichen Kräften beobachten. Diese haben sowohl zu einer Dehnung der Marskruste (Extension) geführt, als auch zu einer Stauchung der Kruste (Kompression) und damit zu so genannten "Runzelrücken" (engl. "wrinkle ridges"; Bildausschnitt 1 im Übersichtsbild). Markantestes Ergebnis der Extension ist ein geradlinig, nur an manchen Stellen durch einen Versatz unterbrochener und durch das gesamte Bild verlaufender Grabenbruch. Stellenweise verläuft dieser bis zu einem Kilometer breite Grabenbruch durch einen etwa 12 Kilometer großen Einschlagskrater und dessen Auswurfdecke; im Inneren des Kraters ist der Graben von jüngeren Ablagerungen bedeckt (Bildausschnitt 2).

Die Abbildungen zeigen einen Ausschnitt des während Orbit 9622 mit einer Auflösung von ca. 18 Metern pro Bildpunkt aufgenommenen HRSC-Bildstreifens bei 43 Grad nördlicher Breite und 304 Grad östlicher Länge.

Neben tektonischen Kräften gestaltete auch Wasser die Landschaft

Nördlich des Grabens im rechten Bild Drittel fällt das Gelände um mehr als 1000 Meter zur Tieflandebene hin ab. Hier ist die Landschaft durch zahlreiche ausgedehnte Talsysteme geprägt. Hangaufwärts sind einige kleinere verzweigte, teilweise durch Einschlagskrater bedeckte Täler zu erkennen (Bildausschnitt 3). Viele jüngere und in ihren Umrissen noch sehr gut erhaltene Krater in der Region südlich des Grabens zeigen in ihrem Inneren lobenförmige, konzentrische Strukturen, die durch das langsame Fließen eines plastischen Materials entstanden sind. Diese von den Geologen als "concentric crater fill" bezeichneten Geländeformen können auf dem Mars an vielen Stellen beobachtet werden, wie zum Beispiel in den Phlegra Montes, die im vergangenen Monat vorgestellt wurden.

Im linken oberen Teil des Bildes, im Südwesten, stechen Tafelberge oder Mesas hervor (Bildausschnitt 4). Sie zeigen die ursprüngliche Geländeoberkante des südlichen Marshochlandes an. Auffällig sind auch die deutlich strukturierten Auswurfdecken einiger Einschlagskrater. Diese überdecken zum Teil die älteren Fluss- und Grabenbruchsysteme und sind daher später als diese entstanden. Große und ältere Einschlagskrater (Bildausschnitt 5) wurden durch fließendes Wasser nahezu vollständig mit Sediment bedeckt oder durch Auswurfdecken gefüllt.

Tempe Terra wurde erstmals von dem griechischen Astronomen Eugenios Antoniadis (1870-1944, später durch sein Wirken in Frankreich Eugène Michel Antoniadi genannt) beschrieben. Durch seine Beobachtungen der Region Tempe Terra mit einem neuen, leistungsstarken Teleskop am Observatorium in Paris Meudon während einer Marsopposition im Jahre 1909 und detailliert 1930 beschrieben, widerlegte er die unter Astronomen kursierende These, die 1877 von dem Astronomen Giovanni Schiaparelli beobachteten "Canali" seien künstliche Wasserstraßen – Schiaparelli selbst hatte größte Zweifel an dieser Interpretation. Beiden Astronomen zu Ehren, die wichtige Beiträge zur Kartierung der Planeten leisteten, tragen Krater auf dem Mond, dem Mars und dem Merkur ihre Namen. Tempe Terra wurde nach

einem Tal nördlich des Olympos in Thessalien (Griechenland) benannt, in dem der Mythologie nach Orpheus' Gattin Eurydike bei ihrer Flucht vor ihrem Peiniger Aristaios durch einen Schlangengebiss starb.

Die Farbansichten wurden aus dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen erstellt; die perspektivischen Schrägansichten wurden aus den Stereokanälen der HRSC berechnet. Das Anaglyphenbild, 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 schwarzweiße Darstellung beruht auf der Aufnahme mit dem Nadirkanal, der von allen Kanälen die höchste Auflösung bietet. Die in Regenbogenfarben kodierte Draufsicht beruht auf einem digitalen Geländemodell der Region, von dem sich die Topographie der Landschaft ableiten lässt. Die hier gezeigten Bildprodukte wurden in der Fachrichtung Planetologie und Fernerkundung, am Institut für Geologische Wissenschaften an der Freien Universität Berlin erstellt.

Das Kameraexperiment HRSC auf der Mission Mars Express der Europäischen Weltraumorganisation ESA wird vom Principal Investigator 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. Die Kamera wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unter der Leitung des Principal Investigators (PI) G. Neukum 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)

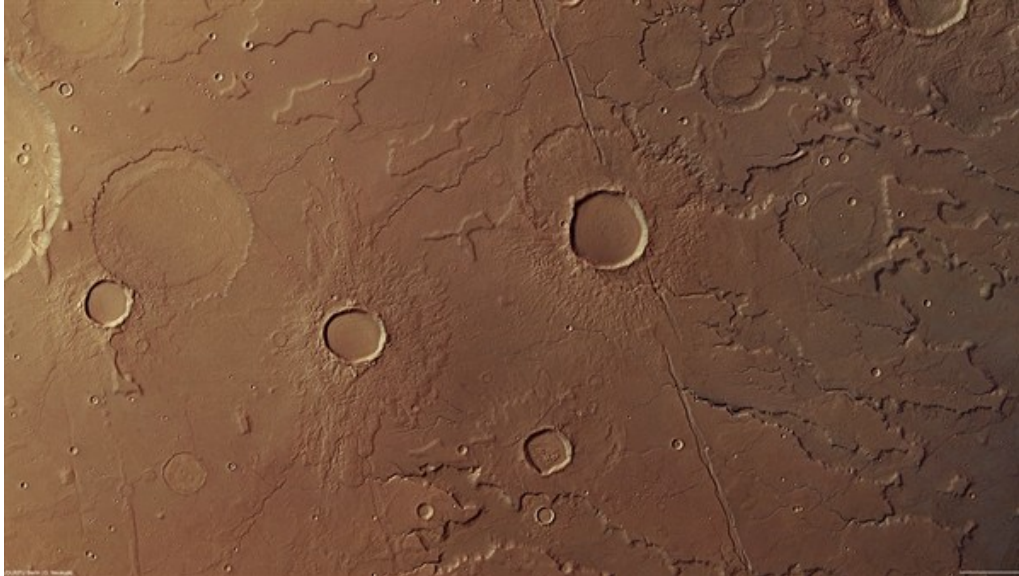
DLR-Institut für Planetenforschung

Tel.: +49 30 67055-215

Fax: +49 30 67055-402

ulrich.koehler@dlr.de

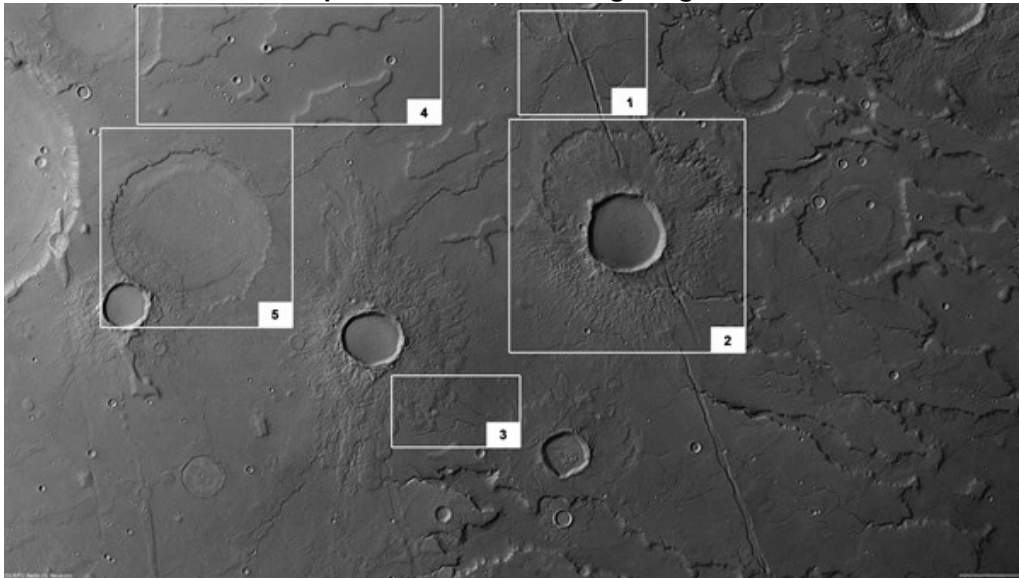
Farb-Draufsicht auf den Norden der Region Tempe Terra



Mit dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Raumsonde Mars Express wurde diese Farb-Draufsicht erzeugt; Norden ist im Bild rechts. Der gezeigte Bildausschnitt umfasst eine Fläche von etwas mehr als 14.000 Quadratkilometern, was ungefähr der Größe Schleswig-Holsteins entspricht. Tempe Terra gilt als eines der geologisch interessantesten Gebiete auf dem Mars, weil in dieser Übergangszone zwischen Hochland und nördlichen Tiefebene zum einen tektonische Kräfte, zum anderen aber auch Wasser und Eis in der Vergangenheit vielfältige Spuren in der Landschaft hinterlassen haben. 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.

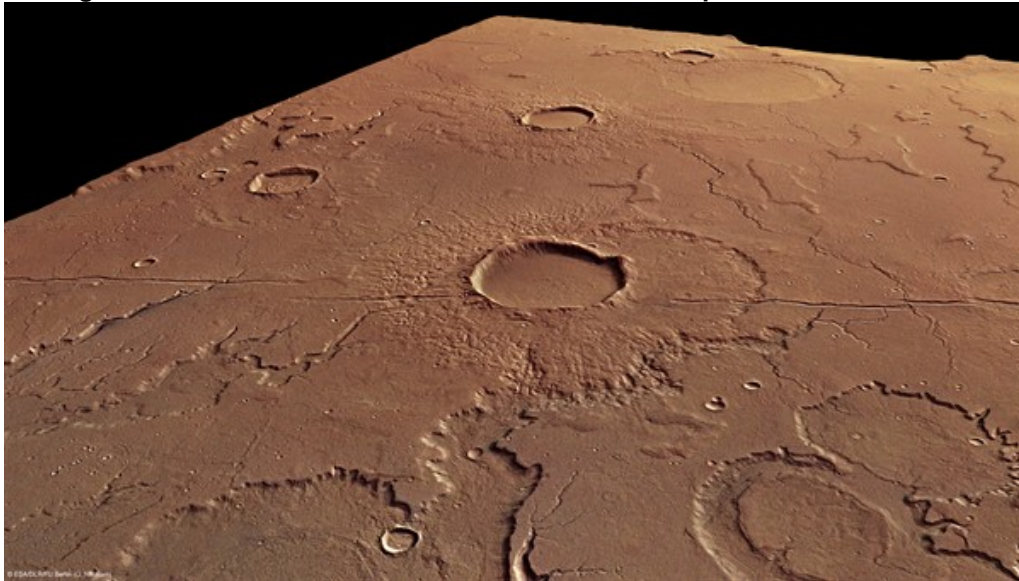
Nadir-Aufnahme von Tempe Terra mit Darstellung ausgewählter Gebiete



Der senkrecht auf die Oberfläche gerichtete Nadirkanal liefert die höchste Bildauflösung des Kamerasystems HRSC. Während Orbit 9622 befand sich die ESA-Raumsonde Mars Express etwa 425 Kilometer über der Oberfläche, was in einer Bildauflösung von 18 Metern pro Bildpunkt (Pixel) resultiert. In den eingerahmten Gebieten sind auffallende, für die Region charakteristische Phänomene zu sehen: ein durch Dehnung der Kruste entstandener, etwa ein Kilometer breiter tektonischer Grabenbruch (Bildausschnitt 1), der durch die Auswurfdecke eines etwa zwölf Kilometer großen Einschlagskraters verläuft (Bildausschnitt 2). Verzweigte Täler deuten darauf hin, dass möglicherweise auch abfließendes Wasser die Landschaft gestaltet hat (Bildausschnitt 3). Tafelberge zeigen die ursprüngliche Geländeoberkante des südlichen Marshochlandes an (Bildausschnitt 4). Große und ältere Einschlagskrater (Bildausschnitt 5) wurden durch fließendes Wasser nahezu vollständig mit Sediment bedeckt oder durch Auswurfdecken gefüllt. 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.

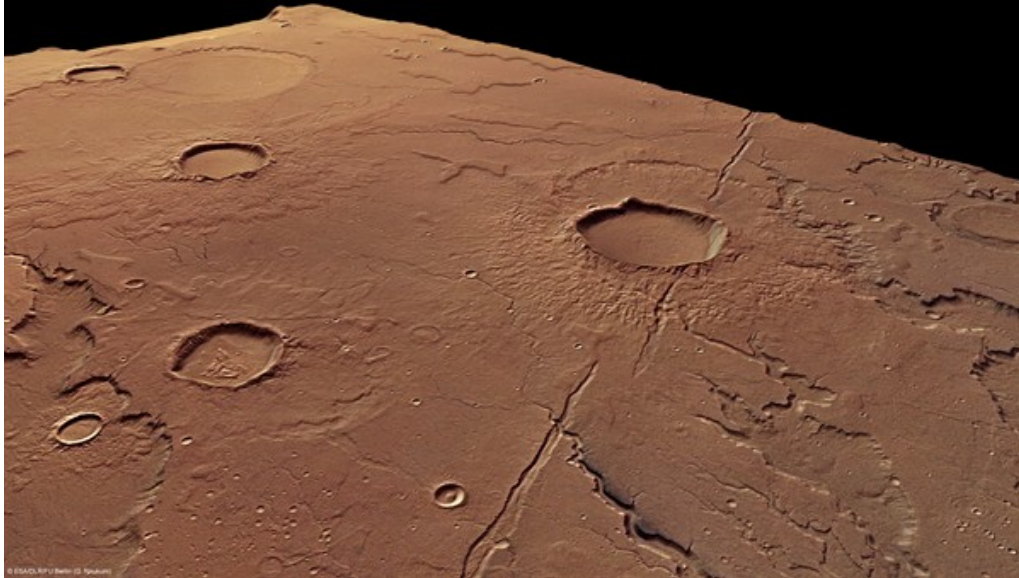
Schrägansicht von Nordwesten nach Südosten auf Tempe Terra



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 die Übergangszone zwischen altem, von zahlreichen Einschlagskratern bedecktem Marshochland im Hintergrund und den nördlichen Tiefebene im Vordergrund. Mehrere noch nicht von der Erosion abgetragene Landzungen ragen in das Vorland. Verästelte Täler zeigen, dass auch abfließendes Wasser zur Gestaltung der Landschaft beigetragen hat. Die Auswurfdecke eines zwölf Kilometer großen Einschlagskraters wird von einem knapp einen Kilometer breiten tektonischen Graben durchzogen, der durch Dehnungsspannung in der Marskruste entstanden ist. Das Innere des Kraters wurde von einem Material verfüllt, dessen Oberflächenstruktur auf plastische Eigenschaften des Materials schließen lässt. 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.

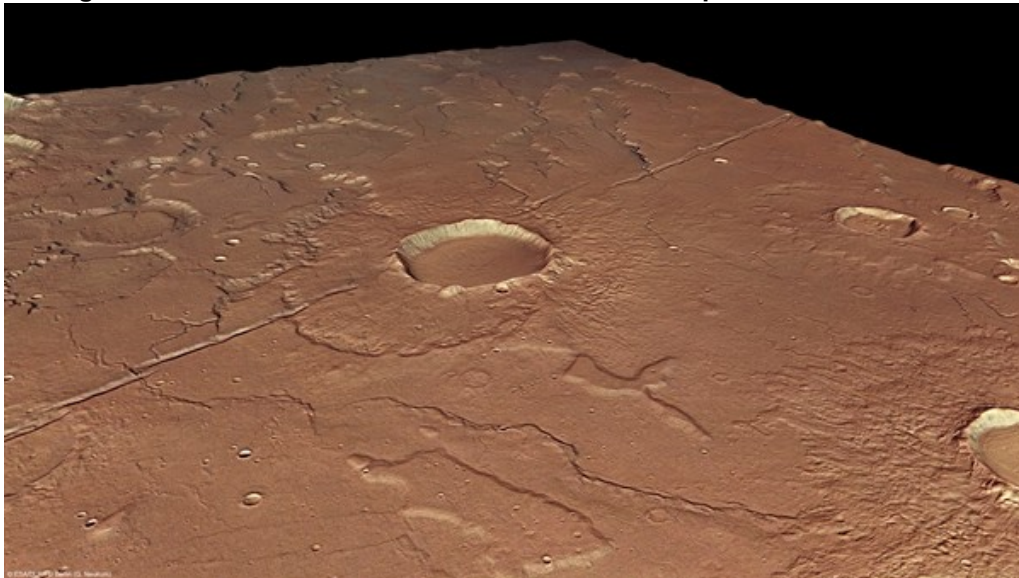
Schrägsicht von Nordosten nach Südwesten auf einen Graben in Tempe Terra



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. Ein etwa zwölf Kilometer großer Einschlagskrater wird von einem knapp einen Kilometer breiten tektonischen Graben durchzogen, der durch Dehnungsspannung in der Marskruste entstanden ist. Das Innere des Kraters wurde von einem Material verfüllt, dessen Oberflächenstruktur auf plastische Eigenschaften schließen lässt. Im rechten Bild Drittel und links vorne sieht man die Übergangszone vom Marshochland in die nördlichen 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.

Schrägsicht von Südwesten nach Nordosten auf Tempe Terra

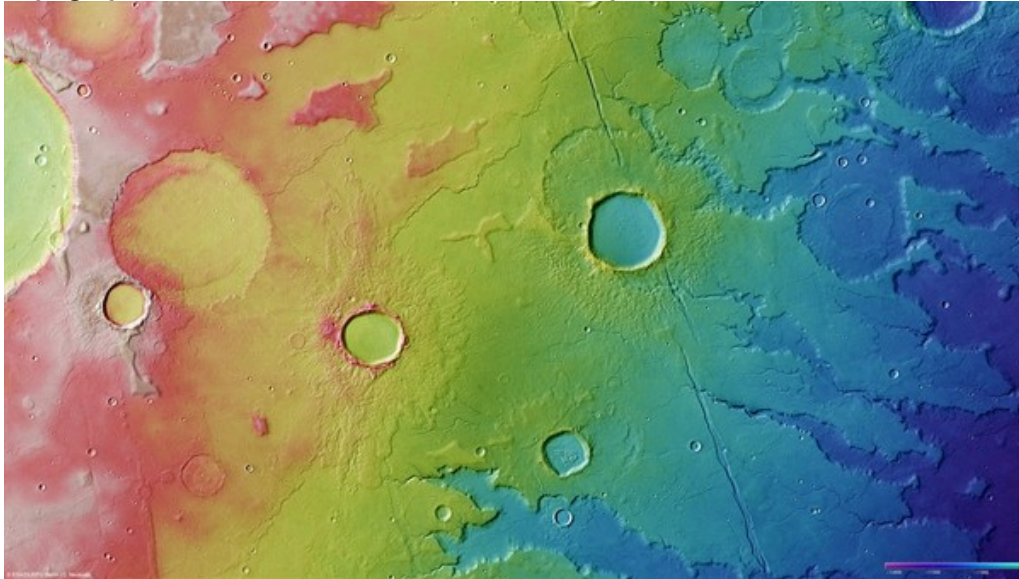


Aus den schräg auf die Oberfläche gerichteten Stereo- und Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express können realistische, perspektivische Ansichten der Marsoberfläche erzeugt werden. Das Bild zeigt einen Blick über den nördlichen Rand von Tempe Terra in Richtung der nördlichen Tiefebene im Bildhintergrund. Durch rückschreitende Erosion haben sich bis zu tausend Meter tiefe Täler in das Marshochland gegraben; zurück bleiben tafelbergartige Landzungen. In der Bildmitte ist ein etwa zwölf Kilometer großer Einschlagskrater mit einer markanten Auswurfdecke zu sehen, die von einem so genannten tektonischen Graben, einem Dehnungsbruch in der Marskruste, durchzogen ist. Im Vordergrund sieht man eine unregelmäßig verlaufende Geländekante, ein so genannter Runzelrücken, der

von entgegengesetzt wirkenden tektonischen Kräften, also durch eine Stauchung der Kruste, empor gedrückt wurde. 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.

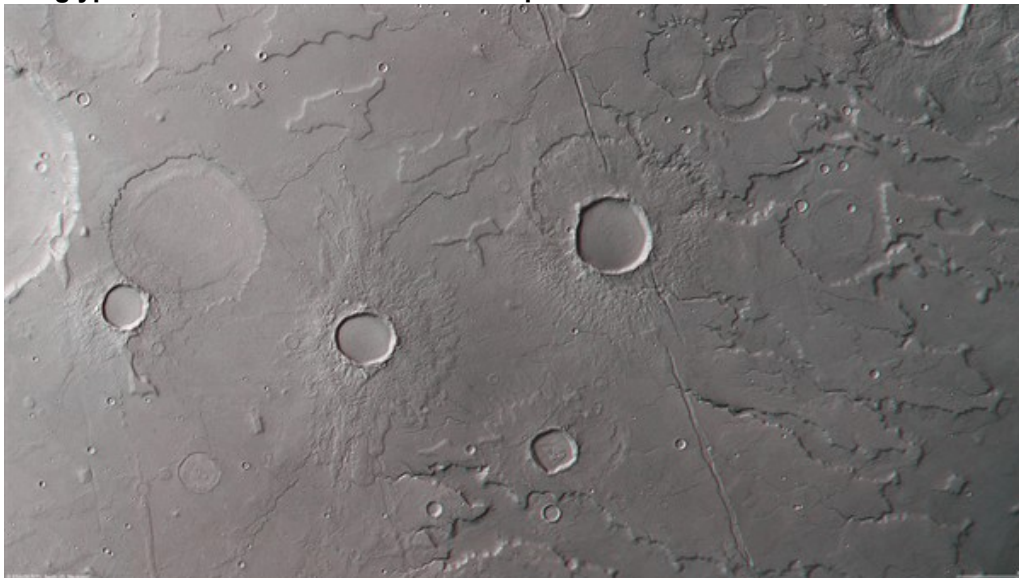
Topographische Bildkarte des Nordens von Tempe Terra



Mit der Stereokamera HRSC lassen sich digitale Geländemodelle ableiten, die mit Falschfarben bildhaft die Topographie der Region erkennen lassen. Die Zuordnung der Höhen ist an einer Farbskala rechts unten abzulesen; Norden ist im Bild rechts. 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. Die Farben lassen besonders gut den Übergang vom Marshochland (rosa, rot, gelb und grün) zum Tiefland (blau) erkennen. Gut zu erkennen sind einzelne, bis zu tausend Meter hohe Landzungen, die noch nicht von der Erosion abgetragen wurden und sich in das nördliche Vorland erstrecken, sowie Tafelberge im Hochland, die wiederum bis zu 1000 Meter aus der Übergangszone herausragen. 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.

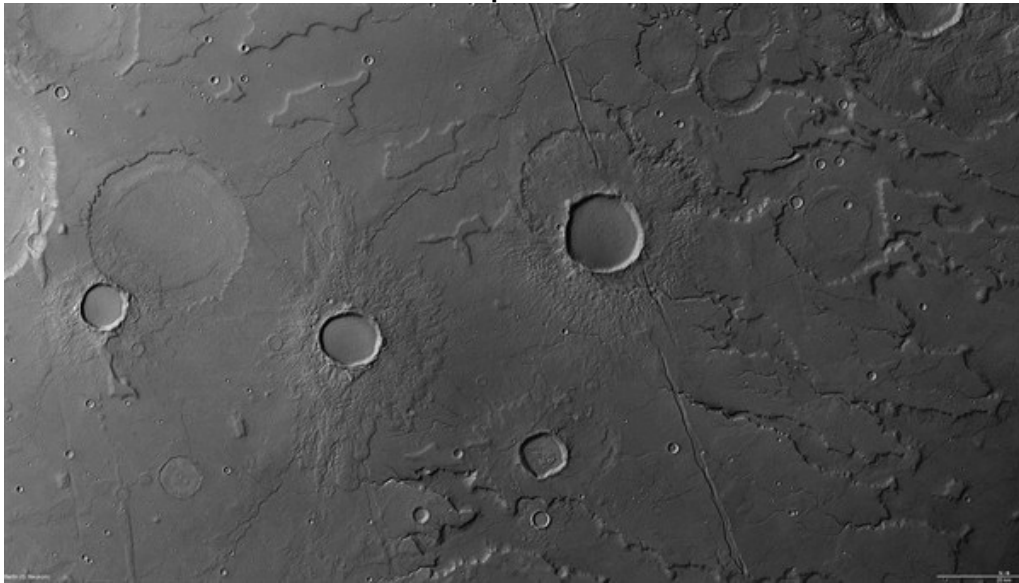
Anaglyphenbild des Nordrandes von Tempe Terra



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. Durch die Betrachtung des Nordrandes von Tempe Terra in 3D fällt auf, dass das Gebiet kontinuierlich von Süden (links im Bild) nach rechts in Richtung der nördlichen Tiefebene abfällt. Kleine, verästelte Täler deuten an, dass auch fließendes Wasser bei der Gestaltung der Landschaft eine Rolle gespielt haben muss. Einzelne, tafelbergartige Landzungen ragen bis zu tausend Meter hoch aus dem Vorland heraus. Markant treten auch die kreisrunden Ränder zahlreicher Einschlagskrater und isolierte Tafelberge mit unregelmäßigen Umrissen im Süden der Szene hervor. 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.

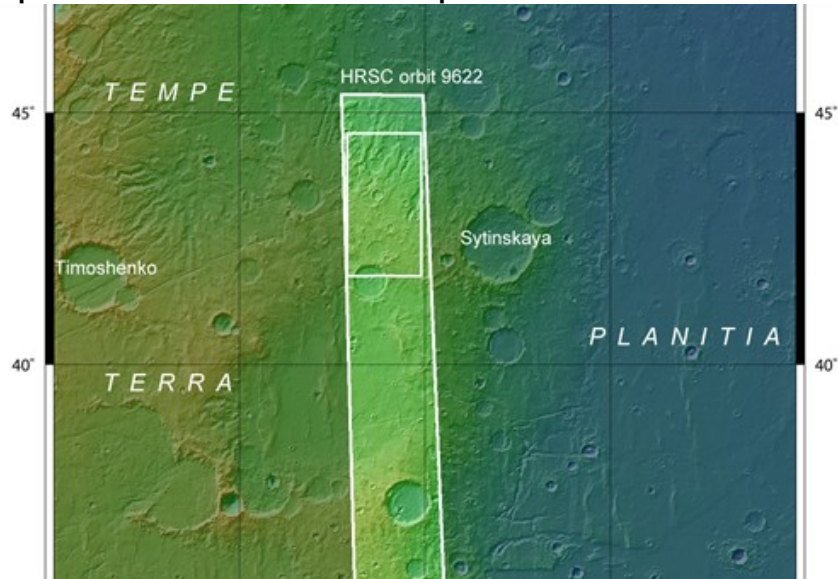
Nadir-Aufnahme des Nordens von Tempe Terra



Der senkrecht auf die Oberfläche gerichtete Nadirkanal ermöglichte beim Überflug von Mars Express über den Nordosten von Tempe Terra während Orbit 9622 HRSC-Bilddaten mit einer Auflösung von 18 Metern pro Pixel. Damit lassen sich kleinräumige geologische Strukturen identifizieren; Norden ist im Bild rechts. Der gezeigte Bildausschnitt umfasst eine Fläche von etwas mehr als 14.000 Quadratkilometern, was einer Fläche ungefähr der Größe Schleswig-Holsteins entspricht. Tempe Terra gilt als eines der geologisch interessantesten Gebiete auf dem Mars, weil in dieser Übergangszone zwischen Hochland und nördlichen Tiefebene zum einen tektonische Kräfte, zum anderen aber auch Wasser und Eis in der Vergangenheit vielfältige Spuren in der Landschaft hinterlassen haben. 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 von Tempe Terra



Die Region Tempe Terra befindet sich am nordöstlichen Rand der Tharsis-Vulkanprovinz und bildet die Übergangszone vom südlichen Hochland zur nördlichen Tiefebene. Tempe Terra ist durch eine Vielzahl tektonischer Strukturen geprägt und gilt als eines der geologisch vielfältigsten Gebiete auf dem Mars. Die hochauflösende Stereokamera HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express nahm am 17. Juli 2011 während Orbit 9622 einen Bildstreifen im Nordwesten von Tempe Terra auf. Die hier gezeigten Geländeausschnitte befinden sich in dem kleinen rechteckigen Ausschnitt aus diesem Bildstreifen.

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

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