

Der Marsvulkan Tharsis Tholus – ein kollabierter Achttausender

Freitag, 4. November 2011

Die Vulkane auf dem Mars sind wahre Giganten. Neben dem größten Feuerberg des Sonnensystems, dem 24 Kilometer hohen Olympus Mons, sowie den drei benachbarten Schildvulkanen Arsia, Pavonis und Ascraeus, befinden sich auf der Tharsis-Aufwölbung am Marsäquator einige weniger beachtete Vulkankomplexe von ebenfalls gewaltigen Ausmaßen. Mit einer Grundfläche von 155 Kilometern mal 125 Kilometern ist der 8000 Meter hohe Tharsis Tholus zwar nur ein Vulkan aus dem "Mittelfeld", nach irdischen Maßstäben dennoch ein wahrhaftiger Riese. Die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betriebene hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf der ESA-Raumsonde Mars Express nahm während mehrerer Orbits Bilddaten von Tharsis Tholus auf, die zu einem Mosaik mit einer Auflösung von etwa 14 Metern pro Bildpunkt (Pixel) zusammengefügt wurden. Die Abbildungen zeigen einen Ausschnitt bei 13 Grad nördlicher Breite und 268 Grad östlicher Länge.

Vulkane spielen, wie auf der Erde, auch auf dem Mars eine wichtige Rolle sowohl in der Klimageschichte als auch in der thermalen Entwicklung im Innern des Planeten. Durch Vulkanausbrüche werden der Atmosphäre "frische" Gase zugeführt und dadurch die Dichte und Zusammensetzung der Gashülle beeinflusst. Ob es beispielsweise auf dem Mars einst aus Wasserdampfwolken geregnet und einen Wasserkreislauf gegeben hat, ist eine der spannenden Fragen der Marsforschung: Nicht zuletzt ist damit auch die Beantwortung der Frage verknüpft, ob es auf unserem heute trockenen Nachbarplaneten jemals Bedingungen gab, die eine Entwicklung von Leben begünstigt hatten.

Eine mehr als zweieinhalb Kilometer tiefe Caldera am Gipfel von Tharsis Tholus

Tharsis Tholus unterscheidet sich von vielen anderen Vulkanen auf dem Mars dadurch, dass das so genannte Vulkangebäude stark in Mitleidenschaft gezogen worden ist. Der Vulkankomplex ist nicht wie sonst üblich ebenemäßig kegelförmig über einem Förderzentrum gewachsen. Es weist stattdessen erhebliche Deformationsspuren auf. Mindestens zwei große Kollapse an der West- und Ostflanke ereigneten sich in seiner vier Milliarden Jahre langen Entwicklung. Zeugen dieser Ereignisse sind die noch sichtbaren, teilweise mehrere Kilometer hohen Steilkanten, aber auch ringförmige Störungsstrukturen.

Das Hauptmerkmal von Tharsis Tholus ist allerdings die Dimension seiner zentralen Caldera. Dieser leicht elliptische Einsturzkessel am Gipfel des Vulkans ist mit einer Ausdehnung von ungefähr 32 Kilometern mal 34 Kilometern fast so groß wie Berlin. Der Boden der Caldera befindet sich bis zu 2,7 Kilometer unterhalb der Abbruchkante. Die Bildung des Einsturzkessels kann man sich wie folgt vorstellen: Eine flach unter dem Vulkan lagernde Magmenkammer entleert sich größtenteils infolge vulkanischer Ausbrüche, das Magma tritt vorwiegend als Lava an der Oberfläche aus. Die Entleerung hat zur Folge, dass ein größerer Hohlraum im Inneren des Vulkans entsteht. Das sich darüber befindliche Dachgestein kann die Auflast des Vulkans nicht mehr tragen und es kommt zum Kollaps. Als Resultat entsteht ein großer Einsturzkessel oder Caldera.

Die wahre Größe von Tharsis Tholus ist allerdings verdeckt. Wie in der Nadiraufnahme (der senkrechten Draufsicht auf den Vulkankomplex in Schwarzweiß) zu erkennen ist, ist der Vulkan von zahlreichen erstarrten Lavaströmen umflossen. Dies hat zur Folge, dass der ursprüngliche Fuß des Vulkans nicht mehr erkennbar ist. Gemessen an der Vielzahl und Mächtigkeit der Lavaströme ist es möglich, dass Tharsis Tholus bis zu mehreren Kilometern Tiefe in Lava "ertrunken" ist.

Die dem Mosaik zugrunde liegenden Bildstreifen der hochauflösende Stereokamera (HRSC) wurden zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 aufgenommen. Die hier gezeigten Bildprodukte wurden in der Fachrichtung Planetologie und Fernerkundung, am Institut für Geologische Wissenschaften an der Freien Universität Berlin erstellt. Die Schrägansichten wurden aus den Stereokanälen der HRSC berechnet. Die Anaglyphe wurde aus dem Nadirkanal, der von allen Kanälen die höchste Auflösung erzielt, und einem Stereokanal abgeleitet. Die schwarzweißen Detailaufnahmen wurden dem Nadirkanal entnommen. Die in Regenbogenfarben kodierten Falschfarbenbilder beruhen auf digitalen Geländemodellen der Region, aus denen sich die Topographie der Landschaft ableiten lässt.

Im November 2011 steht der Mars im Mittelpunkt des Interesses

Der Mars ist nach wie vor eines der wichtigsten Ziele der Planetenforschung. Am 25. November 2011 wird die NASA mit dem Mars Science Laboratory eine Landesonde mit dem Marsmobil "Curiosity" (Neugierde) auf den Weg zum Roten Planeten bringen, das fünf mal so schwer ist, wie die beiden "Marsveteranen" Spirit und Opportunity, die sich seit 2004 auf der Marsoberfläche befinden. Curiosity wird mit dem bisher umfangreichsten und anspruchsvollsten Paket an Experimenten der Frage nachgehen, ob es auf dem Mars organische Moleküle gab oder gibt.

Auch die russische Raumfahrt wird sich wieder dem Mars widmen und am 8. November 2011 um 22.16 Uhr Mitteleuropäischer Zeit die Mission Phobos Grunt zum größeren der beiden Marsmonde, Phobos, schicken, wo eine kleine Landesonde 2013 Proben sammeln und damit 2014 zur Erde zurückkehren soll. Das DLR ist an dieser Mission beteiligt: Mit digitalen Geländemodellen, die aus HRSC-Bilddaten errechnet wurden, wird die russische Seite bei der Auswahl von potentiellen Landstellen auf Phobos unterstützt. In weiter Ferne steht freilich noch ein bemannter Flug zum Mars: Allerdings werden auch hierfür bereits Erkenntnisse gesammelt wie beim Langzeitexperiment "Mars 500", bei dem sich in Moskau Probanden einem 500-tägigen virtuellen Flug zum Mars in der Isolation eines simulierten Raumschiffs begeben haben - am 4. November werden sie wieder "auf der Erde erwartet".

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)

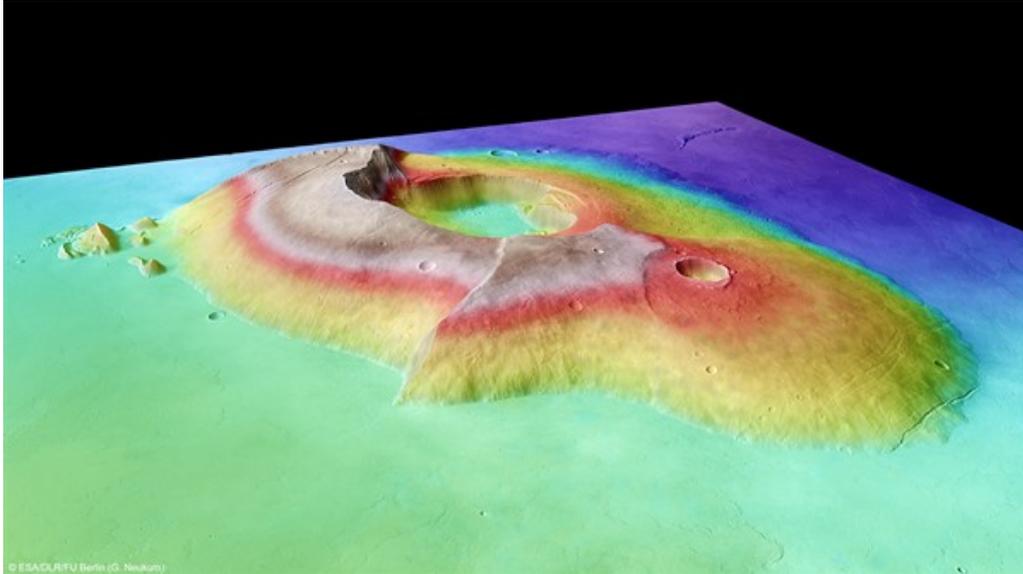
DLR-Institut für Planetenforschung

Tel.: +49 30 67055-215

Fax: +49 30 67055-402

ulrich.koehler@dlr.de

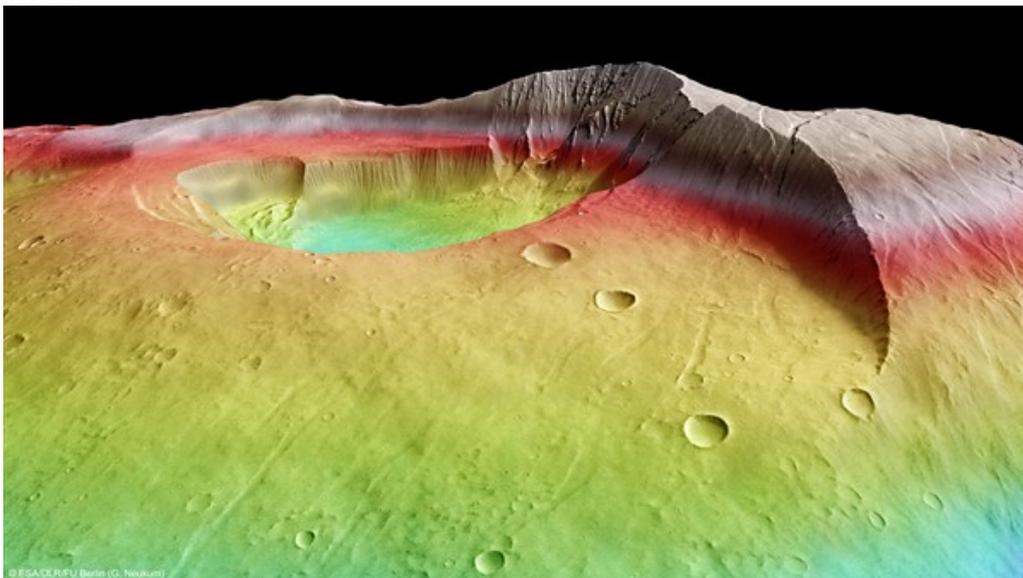
Perspektivischer Blick von Südwesten auf den Marsvulkan Tharsis Tholus



Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 Bildstreifen auf, die zu einem Mosaik zusammengefügt wurden. Es zeigt den Marsvulkan Tharsis Tholus. Mit einer Grundfläche von 155 mal 125 Kilometern ist der 8.000 Meter hohe Vulkan nach irdischen Maßstäben ein wahrhafter Riese. Die perspektivische Darstellung zeigt den Vulkankomplex in einer Farbkodierung für die topographischen Höhen: Tharsis Tholus ragt etwa 8000 Meter aus der leicht geneigten Ebene der Umgebung heraus. Aus der Darstellung wird deutlich, dass der Krater über dem vulkanischen Förderzentrum, die Caldera, eine Tiefe von mehr als 2.500 Metern hat. 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.

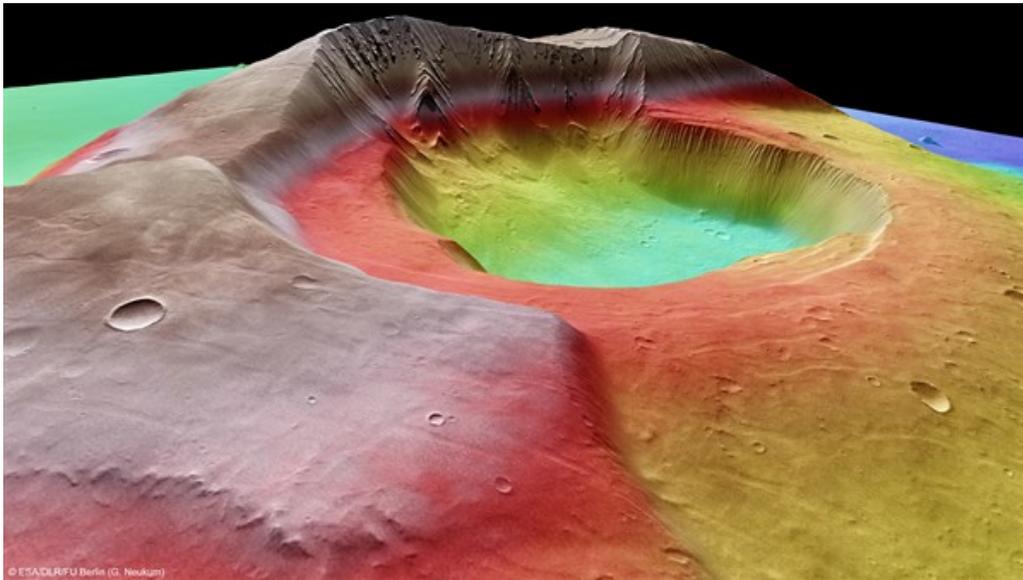
Perspektivischer Blick von Nordosten auf den Gipfel des Marsvulkans Tharsis Tholus



Tharsis Tholus unterscheidet sich von vielen anderen Vulkanen auf dem Mars dadurch, dass das so genannte Vulkangebäude stark in Mitleidenschaft gezogen worden ist. Der Vulkankomplex ist nicht ebenmäßig kegel- oder schildförmig über einem Förderzentrum gewachsen. Es weist stattdessen erhebliche Deformationsspuren auf. Mindestens zwei große Kollapse an der West- und Ostflanke – die hier im Vordergrund zu sehen ist – ereigneten sich in seiner vier Milliarden Jahre langen Entwicklung. Zeugen dieser Ereignisse sind die noch sichtbaren, teilweise mehrere Kilometer hohen Steilkanten im Bildhintergrund, aber auch ringförmige Störungsstrukturen links der Bildmitte. Die Falschfarben geben die topographischen Höhenwerte wieder. Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 Bildstreifen auf, die zu diesem Mosaik zusammengefügt wurden. 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.

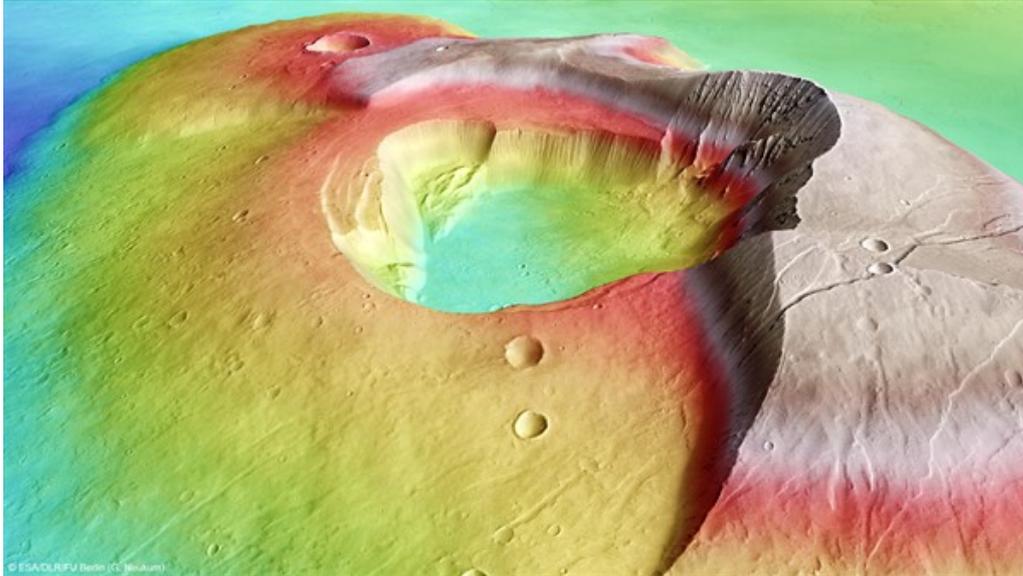
Perspektivischer Blick von Südosten auf die Caldera des Marsvulkans Tharsis Tholus



Das Hauptmerkmal von Tharsis Tholus die Dimension seiner zentralen Caldera. Dieser leicht elliptische Einsturzkessel ist mit einer Ausdehnung von ungefähr 32 mal 34 Kilometern fast so groß wie Berlin. Der Boden der Caldera befindet sich bis zu 2,7 Kilometer unterhalb der rot eingefärbten Abbruchkante. Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 Bildstreifen auf, die zu diesem Mosaik zusammengefügt wurden. Aus den Stereobildern lässt sich ein topographisches Geländemodell des Vulkankomplexes ableiten, dessen Höhenwerte in verschiedenen Farben wiedergegeben werden. 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.

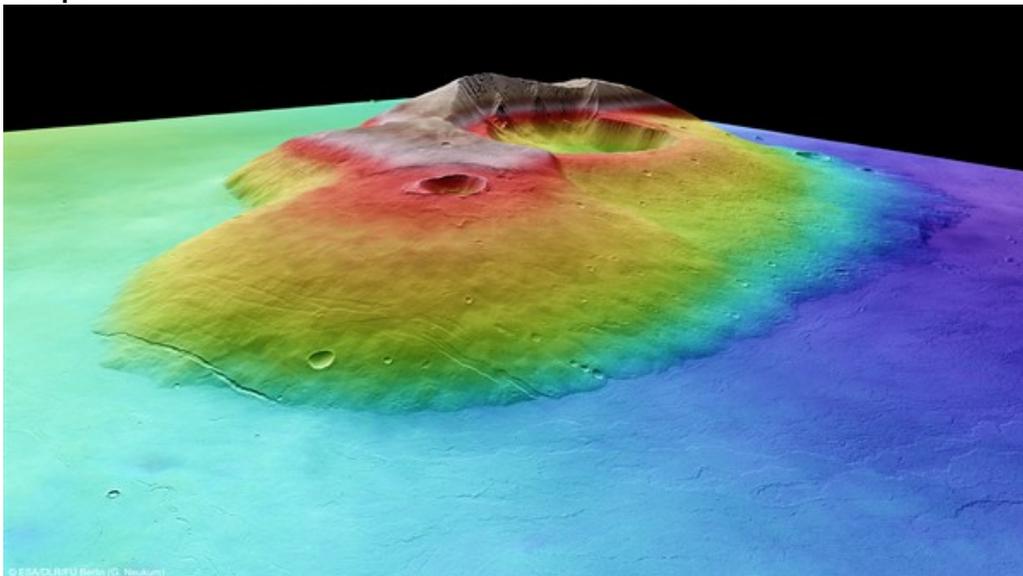
Perspektivischer Blick in die Caldera des Marsvulkans Tharsis Tholus



Das Hauptmerkmal von Tharsis Tholus ist die Dimension seiner zentralen Caldera. Die Bildung des Einsturzkessels kann man sich wie folgt vorstellen: Eine flach unter dem Vulkan lagernde Magmenkammer entleert sich größtenteils infolge vulkanischer Ausbrüche, das Magma tritt vorwiegend als Lava an der Oberfläche aus. Die Entleerung der Magmenkammer hat zur Folge, dass ein größerer Hohlraum im Inneren des Vulkans entsteht. Das sich darüber befindliche Dachgestein kann die Auflast des Vulkans nicht mehr tragen und es kommt zum Kollaps. Als Resultat entsteht ein großer Einsturzkessel oder Caldera. Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 Bildstreifen auf, die zu diesem Mosaik zusammengefügt wurden. Die Farbgebung beruht auf topographischen Höhenwerten, die aus den Stereobildern der HRSC abgeleitet werden können. 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.

Perspektivischer Blick auf den Marsvulkan Tharsis Tholus



Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 während der Orbits 0997, 1019, 1041 und 1052 Bildstreifen auf, die zu einem Mosaik zusammengefügt wurden. Es zeigt den Marsvulkan Tharsis Tholus. Mit einer Grundfläche von 155 mal 125 Kilometern ist der 8.000 Meter hohe Vulkan nach irdischen Maßstäben ein wahrhaftiger Riese. Die perspektivische Darstellung zeigt den Vulkankomplex in einer Farbkodierung für die topographischen Höhen: Tharsis Tholus ragt etwa 8000 Meter aus der leicht geneigten Ebene der Umgebung heraus. Aus der Darstellung wird deutlich, dass der Krater über dem vulkanischen Förderzentrum, die Caldera, eine Tiefe von mehr als 2.500 Metern hat. 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.

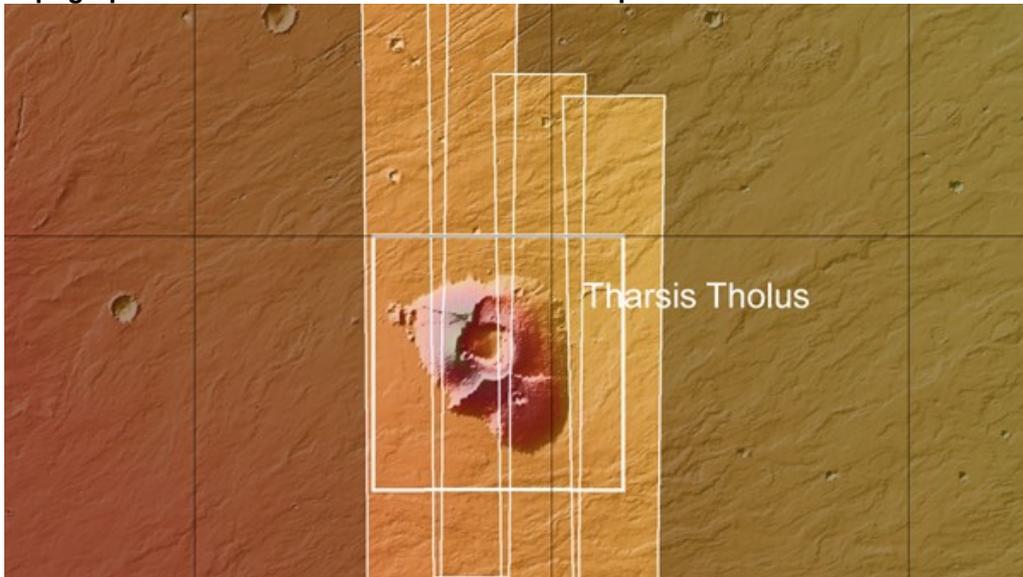
Senkrechte Draufsicht auf den Marsvulkan Tharsis Tholus in Schwarzweiß



Die wahre Ausdehnung von Tharsis Tholus ist in diese Nadiraufnahme (der senkrechten Draufsicht auf den Vulkankomplex in Schwarzweiß) zu erkennen. Aus seiner Umgebung erhebt sich Tharsis Tholus auf einer Grundfläche von etwa 125 mal 135 Kilometern Durchmesser. Der Vulkan wurde von zahlreichen Lavaströmen umflossen. Dies hatte zur Folge, dass der ursprüngliche Fuß des Vulkans nicht mehr erkennbar ist. Gemessen an der Vielzahl und Mächtigkeit der Lavaströme ist es möglich, dass Tharsis Tholus bis zu mehreren Kilometern Tiefe in Lava "ertrunken" ist. Der senkrecht auf die Marsoberfläche gerichtete Nadirkanal der Stereokamera HRSC auf Mars Express erzeugt die höchste Bildauflösung, die bei diesen Aufnahmen etwa 14 Meter pro Bildpunkt (Pixel) beträgt. 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 des Vulkankomplexes Tharsis Tholus



Die Karte zeigt die Lage des Vulkans Tharsis Tholus im Nordosten der Tharsis-Vulkanprovinz auf dem Mars sowie die einzelnen Bildstreifen, aus denen das Bildmosaik zusammengesetzt wurde. Die hochauflösende Stereokamera (HRSC) auf Mars Express nahm diese zwischen dem 28. Oktober und dem 13. November 2004 auf aus einer Höhe von knapp 300 Kilometern über der Marsoberfläche auf.

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

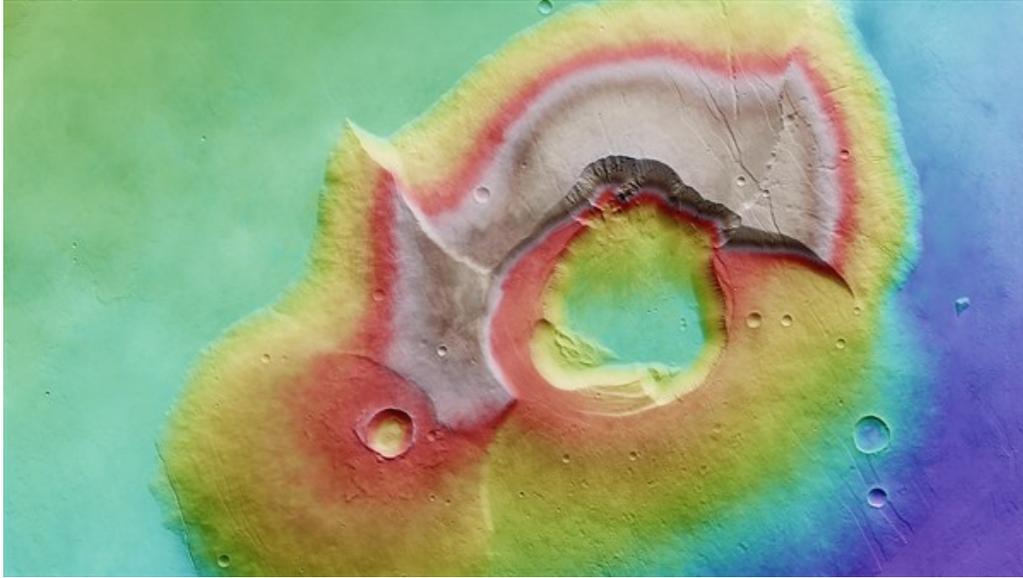
Anaglyphenbild des Vulkankomplexes Tharsis Tholus



Aus dem senkrecht auf den Mars blickenden Nadirkanal des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express 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. Vor allem die markante Caldera, der zweieinhalb Kilometer tiefe Einsturzkessel über dem einstigen Förderzentrum des Vulkans, so wie die zum Teil eingestürzten Flanken des Vulkans sind in der 3D-Betrachtung beeindruckend. In dieser Draufsicht ist aber auch gut zu erkennen, dass der Marsvulkan von zahlreichen Lavaströmen umflossen wurde. Gemessen an der Vielzahl und Mächtigkeit der Lavaströme ist es möglich, dass Tharsis Tholus bis zu mehreren Kilometern Tiefe in Lava "ertrunken" ist. 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 Vulkankomplexes Tharsis Tholus



Mit der Stereokamera HRSC auf der ESA-Raumsonde Mars Express ist es möglich, aus mehreren der neun, unter verschiedenen Winkeln auf die Planetenoberfläche gerichteten Aufnahmekanälen so genannte digitale Geländemodelle abzuleiten. Damit lässt sich die Topographie der Landschaft bildhaft darstellen und für topographische Kartenwerke nutzen. Norden ist im Bild rechts. Die Höhenangaben (Farbskala am oberen Bildrand) 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. 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.