



## Ungewöhnliche Fließstrukturen in den Phlegra Montes

Freitag, 2. Dezember 2011

Die Phlegra Montes sind ein Gebirgsmassiv auf dem Mars, das sich über mehrere hundert Kilometer vom nordöstlichen Teil der Elysium-Vulkanregion (zwischen 30 und 50 Grad nördlicher Breite) bis weit in die nördliche Tiefebene erstreckt. Die Gebirgsgruppe besteht aus einer Vielzahl sanfter Hügel und Bergrücken, deren Entstehung auf einen tektonischen Ursprung zurückgeführt wird, also Spannungen in der Marskruste zur Ursache hat. In den hier gezeigten aktuellen Aufnahmen vom Süden der Phlegra Montes, die mit der vom DLR betriebenen Stereokamera HRSC an Bord der ESA-Raumsonde Mars Express gemacht wurden, sticht vor allem ein großes Tal ins Auge, in dem deutlich langgestreckte Fließformen zu erkennen sind.

Das Tal ist fast 50 Kilometer lang und etwa 15 Kilometer breit. Die Fließstrukturen sind gut im Bildausschnitt 1 in der schwarzweißen Draufsicht und in den ersten drei perspektivischen Ansichten zu sehen. Die Geologen bezeichnen solche Fließstrukturen als "lineated valley fill" ("streifenförmige Talfüllung"). Bei genauerer Betrachtung erkennt man, dass nahezu alle Hügel von einem offensichtlich plastischen Material umströmt werden (Bildausschnitt 2) und an ihrem talseitigen Ende so genannte "lobate debris aprons" ("lobenförmige Schuttfächer") ausbilden. Generell scheint sich das Material von den Hügelketten hangabwärts weg bewegt zu haben.

Auch fallen einige von Material angefüllte Krater auf, in denen ganz ähnliche Fließstrukturen zu sehen sind. Diese sind linear und zeichnen zum Teil kreisförmig den Kraterrand nach. Das bezeichnet man als konzentrische Kraterfüllungen ("concentric crater fill"; Bildausschnitt 3). Tatsächlich lassen Radar-Messungen darauf schließen, dass in dieser Region größere Mengen von Wassereis unter der Oberfläche verborgen sind.

### Formten Gletscher die streifenförmige Füllung von Tälern und Kratern?

Die parallel ausgerichteten Fließstrukturen haben eine starke Ähnlichkeit mit Blockgletschern auf der Erde. Diese von Gesteinsblöcken und zerriebenem Felsschutt durchsetzten Eiskörper kommen auf der Erde vor allem in Permafrostgebieten der Hochgebirge oder der polaren Breiten vor. Von terrestrischen Blockgletschern ist bekannt, dass das eigentliche Eis an der Oberfläche überhaupt nicht zu sehen ist. Der bedeckende Blockschutt schützt es über lange Zeiträume vor dem Abschmelzen. Übertragen auf den Mars ist es gut denkbar, dass die hier auftretenden Strukturen von langsam über die Marsoberfläche 'kriechenden' Blockgletschern gebildet wurden – mit Sicherheit nachweisen lässt sich diese Vermutung nur auf der Grundlage von Bildern aus dem Orbit jedoch nicht.

Der südwestliche Ausläufer der Phlegra Montes wurde am 1. Juni 2011 in einer Höhe von knapp vierhundert Kilometern während Orbit 9465 überflogen. Die Bildauflösung beträgt etwa 16 Meter pro Bildpunkt (Pixel). Die Abbildungen zeigen hiervon einen Ausschnitt bei 33 Grad nördlicher Breite und 162 Grad östlicher Länge.

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*

*Ernst Hauber*

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*

*Institut für Planetenforschung*

*Tel.: +49 30 67055-325*

*Fax: +49 30 67055-402*

*Ernst.Hauber@DLR.de*

*Prof. Dr. Ralf Jaumann*

*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)*

*Institut für Planetenforschung, Planetengeologie*

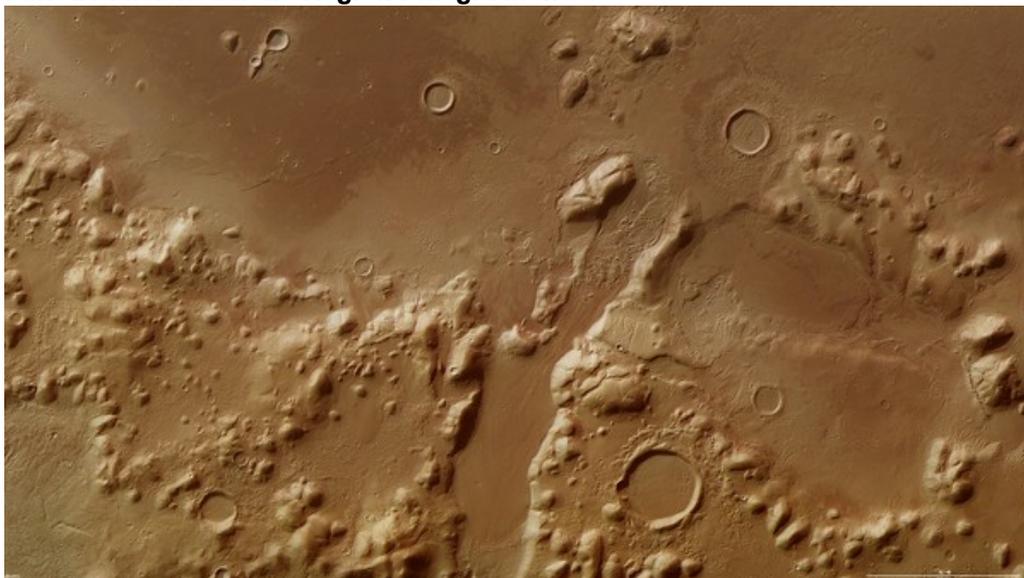
*Tel.: +49 30 67055-400*

*Fax: +49 30 67055-402*

*ralf.jaumann@dlr.de*

---

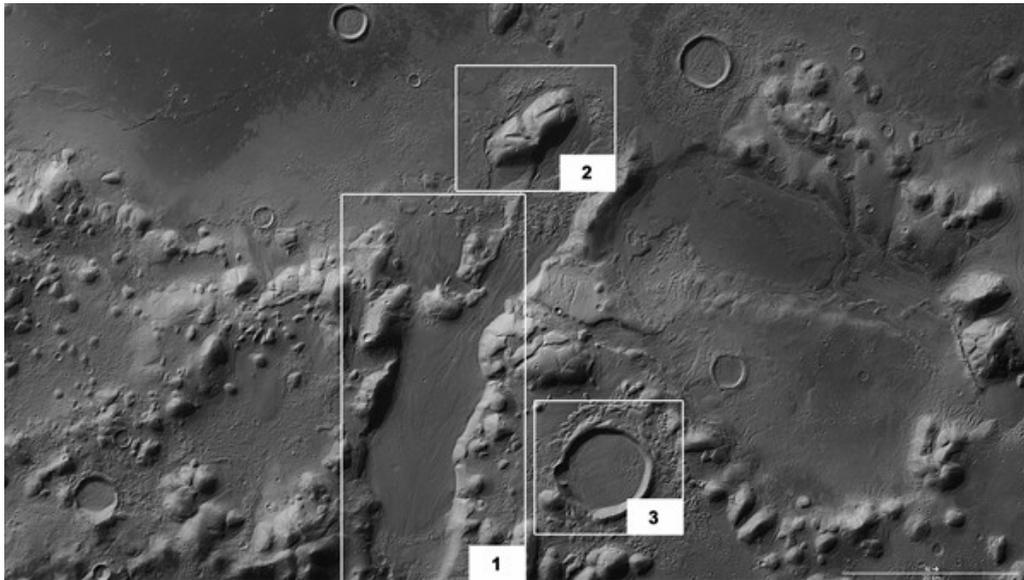
## **Farb-Draufsicht auf die Region Phlegra Montes**



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. Auch wenn die für den Mars typischen ockerfarbenen Schattierungen die Szene dominieren, lässt die Verarbeitung von Bilddaten der vier HRSC-Farbkanäle Material- und Texturunterschiede der Marsoberfläche zum Teil akzentuiert hervortreten, so beispielsweise in der Tiefebene im Westen der Szene (links oben im Bild), in der von Hügeln eingerahmten Senke in der rechten Bildhälfte und in den angrenzenden Tälern der Phlegra Montes. Diese Farbunterschiede können auf einer unterschiedlichen mineralogischen Zusammensetzung des Marsbodens beruhen oder aber ihre Ursache in unterschiedlichen Materialeigenschaften wie zum Beispiel variierender Korngröße oder verschiedene Grade der Verdichtung 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.

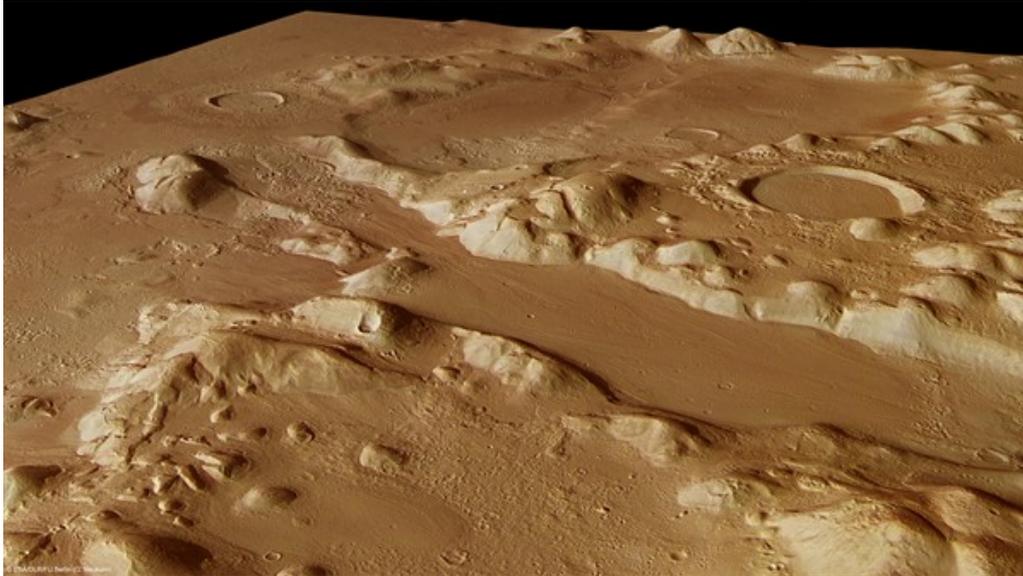
### **Schwarzweiß-Aufnahme der Phlegra Montes mit Darstellung ausgewählter Gebiete**



Der senkrecht auf die Oberfläche gerichtete Nadirkanal liefert die höchste Bildauflösung des Kamerasystems HRSC. Während Orbit 9465 befand sich die ESA-Raumsonde Mars Express etwa 400 Kilometer über der Oberfläche, was in einer Original-Bildauflösung von 16 Metern pro Bildpunkt (Pixel) resultiert. Zur besseren Darstellung wurde für die hier gezeigten Bilder die Auflösung geringfügig reduziert; Norden ist im Bild rechts. In den eingerahmten Gebieten sind auffallende, für die Region charakteristische Phänomene zu sehen: längliche, parallel verlaufende Fließstrukturen in einer talartigen Vertiefung (Bildausschnitt 1), Hügel, die von einem plastischen Material umströmt wurden (Bildausschnitt 2) und teilweise angefüllte Einschlagskrater, in denen die Fließstrukturen parallel zum Kraterrand orientiert sind (Bildausschnitt 3). 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.

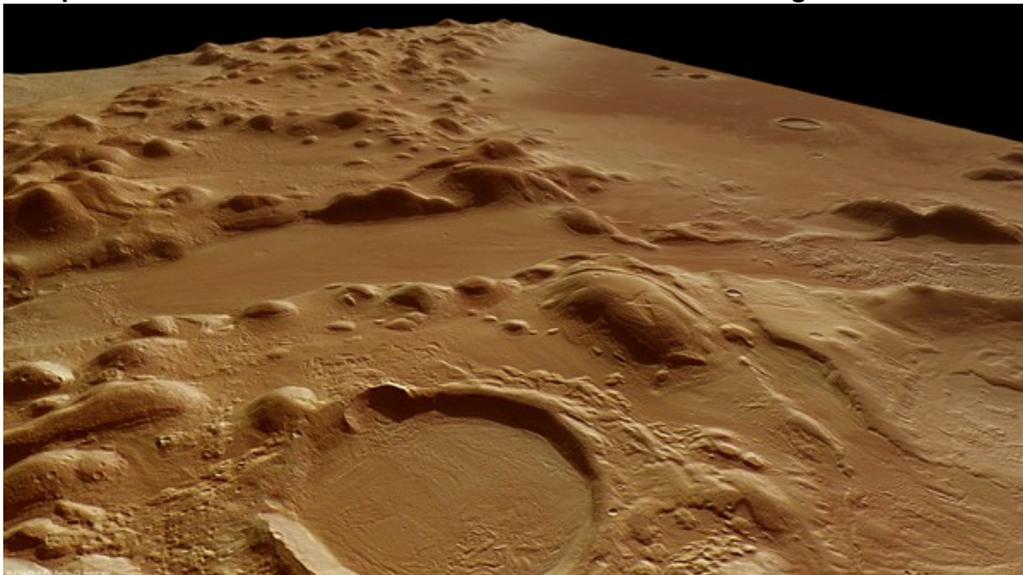
### Perspektivischer Blick von Südwesten auf den Südteil der Phlegra Montes



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. In der Bildmitte ist eine talförmige Vertiefung zu sehen, die teilweise von Material angefüllt ist, das vermutlich aus den Hügeln der höher gelegenen Phlegra Montes dorthin verfrachtet wurde. Auf der Oberfläche dieser Talebene erkennt man Strömungsmuster, die darauf hindeuten, dass dieses Material zähplastische Fließigenschaften hatte. Die parallel ausgerichteten Fließstrukturen haben eine starke Ähnlichkeit mit der Oberfläche von Blockgletschern auf der Erde. Solche von Gesteinsblöcken und zerriebenem Felsschutt durchsetzten Eiskörper kommen dort vor allem in Permafrostgebieten der Hochgebirge oder der polaren Breiten vor. 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.

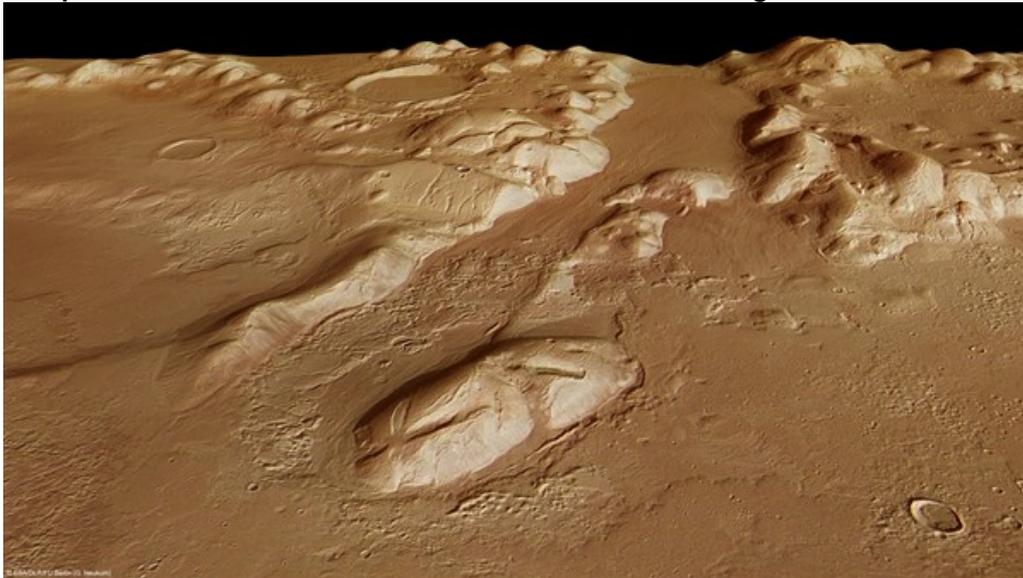
### Perspektivischer Blick von Nordosten auf den Südteil der Phlegra Montes



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 im Vordergrund einen Einschlagskrater, der – vermutlich über eine Lücke im Kraterrand auf der linken Seite – von Material verfüllt wurde, das plastische Eigenschaften besaß. Dies ist an den Fließstrukturen zu erkennen, die sich im Inneren des Kraters, zum Teil kreisförmig parallel zum Kraterrand, ausgebildet haben, aber auch auf der Oberfläche des den Krater umgebenden Gebiets zu sehen sind. Auch in der talförmigen Vertiefung in der Bildmitte sind Fließstrukturen zu erkennen. Sie könnten von so genannten Blockgletschern herrühren: Das sind von Gesteinsblöcken und zerriebenem Felsschutt durchsetzte Eiskörper, die auf der Erde vor allem in Permafrostgebieten der Hochgebirge oder der polaren Breiten vorkommen. 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.

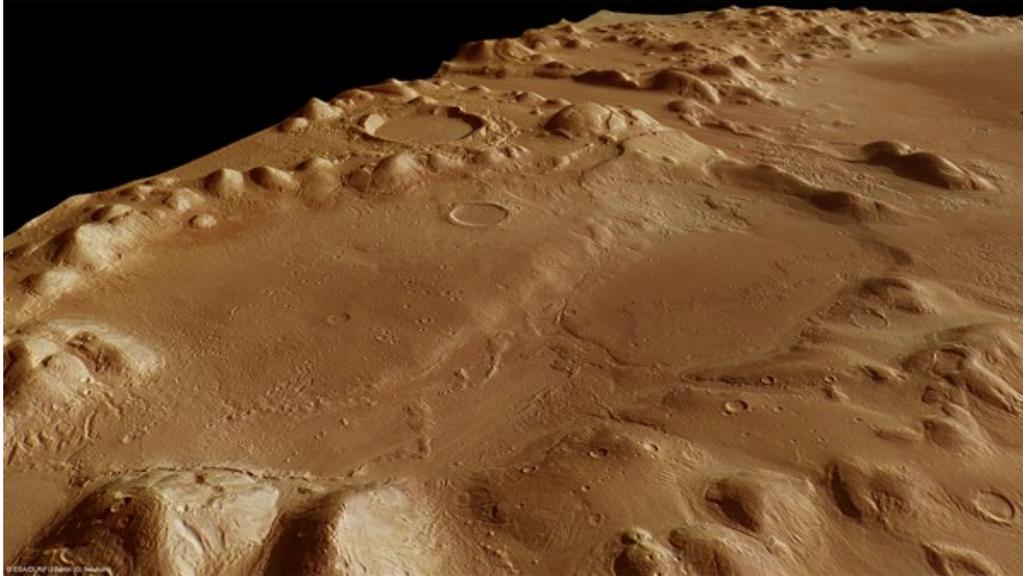
### **Perspektivischer Blick von Westen auf den Südteil der Phlegra Montes**



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 talförmiger Einschnitt in den Phlegra Montes ist von einer Ebene ausgefüllt, auf deren Oberfläche parallel verlaufende Fließstrukturen zu sehen sind. Im Vordergrund ist ein länglicher Hügel zu erkennen, der von ähnlichen Fließformen teilweise umgeben ist. Es ist gut vorstellbar, dass diese Strukturen von langsam über die Marsoberfläche 'kriechenden' Blockgletschern gebildet wurden, also Eiskörpern, die von Gesteinsblöcken und zerriebenem Felsschutt durchsetzt sind. 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.

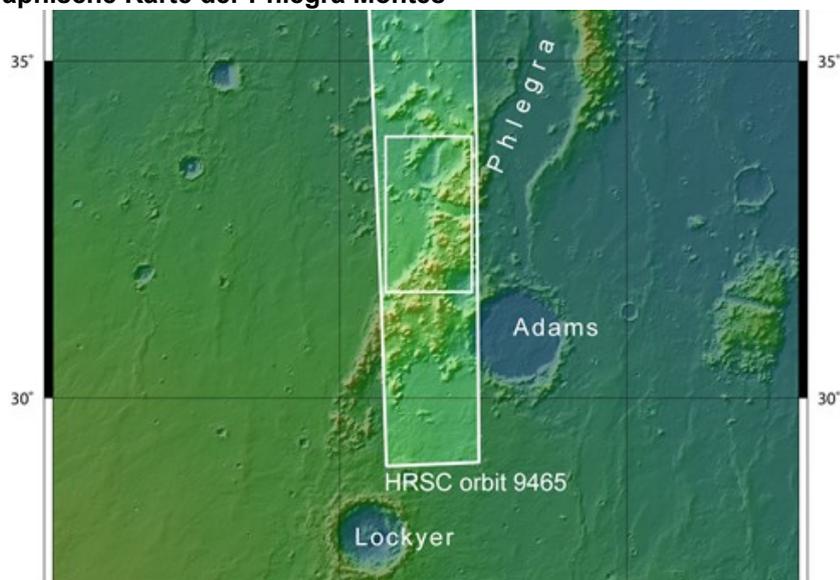
## Perspektivischer Blick von Nordwesten auf den Südteil der Phlegra Montes



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. In der Bildmitte ist eine Vertiefung inmitten der Hügelketten der Phlegra Montes zu sehen, in die vermutlich aus höher gelegenen Regionen Material geströmt ist, das plastische Eigenschaften hatte und so die Vertiefung zum Teil angefüllt wurde. Generell scheint sich das Material von den Hügelketten hangabwärts bewegt zu haben: Am talseitigen Ende hat sich ein so genannter "lobate debris aprons" ("lobenförmiger Schuttfächer") gebildet. Die Berge im Vordergrund haben eine Höhe von etwa 2.000 Metern. 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.

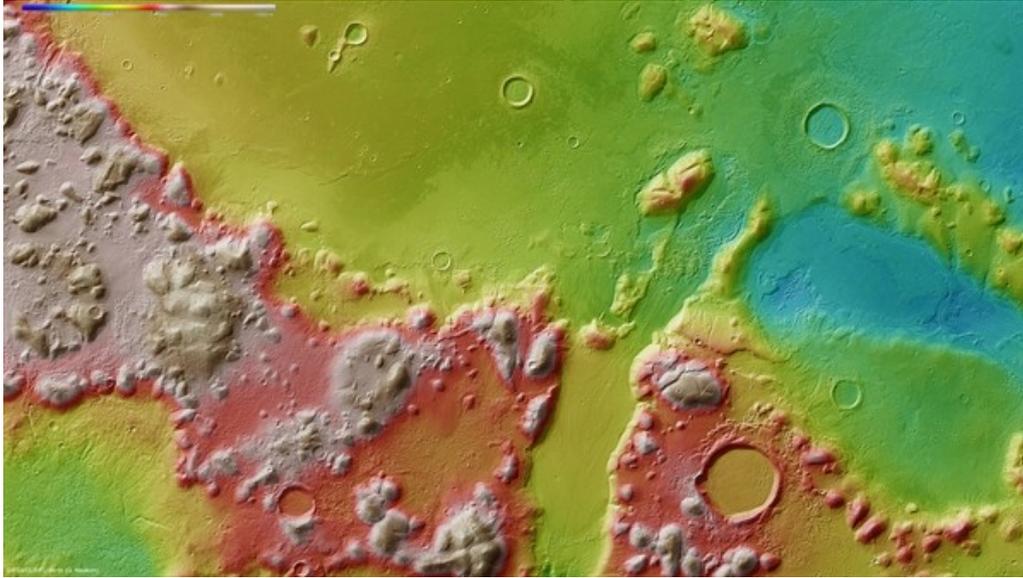
## Topographische Karte der Phlegra Montes



Phlegra Montes ist ein mehrere hundert Kilometer langes Gebirgsmassiv im Nordosten der Vulkanregion Elysium auf dem Mars. Es bildet die Grenze zwischen den Ebenen Utopia im Westen und Arcadia im Osten. Die ESA-Sonde Mars Express überflog das Gebiet am 1. Juni 2011 in knapp 400 Kilometer Höhe während Orbit 9465. Dabei nahm die Stereokamera HRSC einen langen Bildstreifen auf. Die hier gezeigten Szenen befinden sich in dem rechteckig umrahmten Gebiet, das eine Ausdehnung von etwa 73 Kilometer Breite und 140 Kilometer Länge hat. Das entspricht einer Fläche von etwas mehr als 10.000 Quadratkilometern oder der Fläche Tirols.

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

## Topographische Bildkarte eines Teils der Region Phlegra Montes



Mit der Stereokamera HRSC lassen sich so genannte digitale Geländemodelle ableiten. Mit Falschfarben lässt sich die Topographie bildhaft darstellen – die Skalierung der Höhen ist an einer Farbskala oben links abzulesen; Norden ist im Bild rechts. Die Höhenangaben beziehen sich in Ermangelung eines Meeresspiegels auf das so genannte Areoid, einer modellierte Äquipotentialfläche, auf der überall die gleiche Anziehungskraft in Richtung des Marsmittelpunktes wirkt. Die schräg durch den Bildausschnitt verlaufende Bergkette Phlegra Montes erhebt sich etwa zwei- bis dreitausend Meter über die angrenzenden Ebenen Elysium und Arcadia. Generell scheint sich Material, das in dem Taleinschnitt in der Bildmitte ein auffallendes Strömungsmuster ausbildet, das aber auch in Vertiefungen der Umgebung zu finden ist, von den Hügeln ausgehend in Richtung tiefer liegender Gebiete bewegt zu 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.

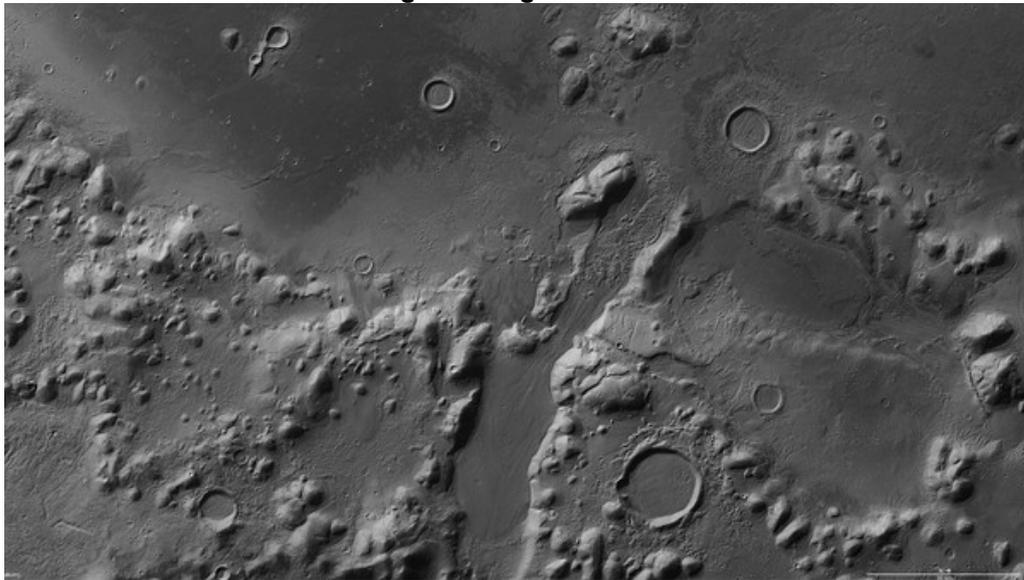
## Anaglyphenbild des Sütteils der Region Phlegra Montes



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. Markant treten die zahlreichen gerundeten, ein- bis zweitausend Meter hohen Hügel und Bergücken der Phlegra Montes hervor; auch die Ränder einiger frischer und damit jüngerer Einschlagskrater erheben sich deutlich über ihre Umgebung. Subtiler, aber dennoch gut zu erkennen, sind geringe Höhenunterschiede, die durch das Fließen von Material entstanden sind. So erkennt man Strömungsmuster mit dünnen, meist parallel verlaufenden Rillen so wie mehrere Zehnermeter hohe Fließfronten, deren lobenförmige Zungen auf große Materialverfrachtungen hindeuten. Auch manche Einschlagskrater wurden von diesem Prozess teilweise verfüllt. Die Fließstrukturen haben eine starke Ähnlichkeit mit der Oberfläche von Blockgletschern auf der Erde. 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.

### Schwarzweiß-Aufnahme der Region Phlegra Montes



Der senkrecht auf die Oberfläche gerichtete Nadirkanal ermöglichte beim Überflug von Mars Express über die Region Phlegra Montes während Orbit 9465 HRSC-Bilddaten mit einer Auflösung von 16 Metern pro Pixel. Damit lassen sich kleinräumige geologische Strukturen identifizieren. Zur besseren Darstellung wurde für die hier gezeigten Bilder die Auflösung geringfügig reduziert; Norden ist im Bild rechts. Besonders auffallend sind Fließstrukturen in den Vertiefungen dieser bergigen Region, die von Massenbewegungen durch plastisch verformbares Material herrühren. Große Mengen an Gesteinsmaterial scheinen sich entlang des topographischen Gefälles bewegt und dabei Hindernisse wie zum Beispiel Hügel umströmt und Vertiefungen angefüllt zu haben. Wahrscheinlich sind diese Massenverfrachtungen auf so genannte Blockgletscher zurück zu führen: Solche von Gesteinsblöcken und zerriebenem Felsschutt durchsetzte Eiskörper kommen auf der Erde vor allem in Permafrostgebieten der Hochgebirge oder der polaren Breiten vor. 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.*