

## Mars Express: Strömungsmuster und "Inseln" im Mündungsgebiet von Ares Vallis

Freitag, 7. Oktober 2011

Das Ausflusstal Ares Vallis windet sich über 1.700 Kilometer durch das südliche Mars-Hochland und endet in einer über 100 Kilometer breiten Mündung im Tiefland der Chryse-Ebene. In der Frühzeit des Mars strömten hier große Mengen Wasser. Am 11. Mai 2011 nahm die vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) betriebene hochauflösende Stereokamera (HRSC) an Bord der ESA-Raumsonde Mars Express im Orbit 9393 einen Teil der Mündungsregion von Ares Vallis auf. Die Bilder zeigen einen großen, teilweise abgetragenen Krater, stromlinienförmige Inseln und terrassenartige "Uferbänke" an den Talrändern: Spuren von Erosion, die das Wasser, das in Ares Vallis geflossen ist, in der Landschaft hinterlassen hat.

Die Bilder zeigen einen Ausschnitt der Mündungsregion Ares Vallis bei 16 Grad nördlicher Breite und 327 Grad östlicher Länge. Sie wurden von Mars Express aus einer Höhe von 300 Kilometern aufgenommen. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel). Benannt wurde das Tal nach Ares, dem griechischen Kriegsgott, dessen Entsprechung in der römischen Götterwelt der Mars ist.

Ares Vallis wurde im Jahr 1976 auf den Bildern der amerikanischen Viking-Sonden entdeckt. In der Frühzeit des Mars strömten große Mengen Wasser durch das Tal. Um die Spuren dieses Wasserstroms zu untersuchen, landete 1997 der kleine Marsrover Pathfinder im Mündungsgebiet von Ares Vallis. Markantestes Geländemerkmal ist der etwa 32 Kilometer große Einschlagskrater Oraibi, der sich nur etwa 100 Kilometer südlich der Landestelle des Pathfinder-Rovers befindet (siehe Kontextkarte), der dort am 4. Juli 1997 landete und zwölf Wochen lang die Umgebung erkundete.

### Wassermassen fluteten Krater

Am Krater Oraibi sind die Erosionsspuren besonders gut zu sehen. Die Landschaftsformen zeigen, dass der Krater stark umspült wurde und die Energie der Wassermassen offenbar so stark war, dass der südliche Rand des Kraters von den Wassermassen durchbrochen und das Innere des Kraters geflutet und von Sedimenten verfüllt wurde (Ausschnitt 1 im Übersichtsbild; Norden ist in den Draufsichten rechts). Die Wassermassen scheinen einst mit erheblicher Energie durch das Tal geflossen zu sein und konnten mit ihrem Druck große Mengen an Material erodieren. So zeigen die "Uferbänke" eine stufige, terrassenförmige Morphologie (Bildausschnitt 2 im Übersichtsbild). Parallel verlaufende Rillen und Rinnen längs der Fließrichtung deuten ebenfalls auf starke Erosion hin. Andere Erosionsformen am Talboden sind anhand von stromlinienförmigen Inseln erkennbar (Bildausschnitt 3 im Übersichtsbild). Diese zeigen die einstige Fließrichtung an.

Aufschlussreich sind auch so genannte "Geisterkrater", deren Umriss nur noch schwach zu erkennen sind: Sie finden sich sowohl im Tal selbst als auch auf dem Plateau (linke Bildhälfte im Übersichtsbild). Dies lässt vermuten, dass auch Teile des Plateaus, das sich etwa 1000 Meter über Ares Vallis erhebt, zumindest teilweise überflutet wurden. Auf dem Plateau sind viele einzelne Rest- oder Inselberge zu sehen (Bildausschnitt 4 im Übersichtsbild). Sie erscheinen als Überbleibsel einer früheren durchgehenden Bedeckung, die größtenteils erodiert wurde. Ebenso ist auf dem Plateau am linken Bildrand auch noch der Teil einer Auswurfdecke eines großen Einschlages zu sehen.

## Ein Hangrutsch und gehäuft auftretende Einschlagskrater

Ein interessantes Detail ist ein Hangrutsch, der am oberen linken Bildrand zu erkennen ist (Bildausschnitt 5 im Übersichtsbild). Die Rutschung weist eine Breite von etwa vier Kilometer auf. Der Hangrutsch könnte durch den Einschlag des Asteroiden entstanden sein, dessen Kraterauswurfmasse im Bildausschnitt 4 zu sehen ist. Einzelne Strahlen dieser Auswurfdecke können bis zur Rutschung verfolgt werden.

Charakteristisch für dieses Gebiet ist aber auch die ungewöhnlich starke Häufung von Kluster von Einschlagskratern (Bildausschnitt 3). Diese sind entweder als "Haufen" oder gerichtet angeordnet. Für das Auftreten solcher Kratergruppen sind zwei Prozesse verantwortlich. Zum einen entstehen Kratergruppen, wenn ein Projektil (Asteroid) beim Eindringen in die Atmosphäre in viele kleine Brocken auseinander bricht und diese dann einzeln auf die Oberfläche einschlagen. Zum anderen sind solche Kratergruppen aber auch charakteristisch für sekundäre Krater, das heißt, durch den Einschlag eines Asteroiden werden viele Gesteinsbrocken des getroffenen Gebiets in die Luft geschleudert und fallen in mehreren Kilometern Entfernung wieder zu Boden, wo sie dann diese kleineren Krater bilden.

Die Farbansichten wurden aus dem senkrecht blickenden Nadirkanal und den Farbkanälen der High Resolution Stereo Camera (HRSC) 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 schwarzweißnen Detailaufnahmen wurden dem Nadirkanal entnommen, der von allen Kanälen Bilddaten in der höchsten Auflösung aufzeichnet.

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. Die Kamera wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unter der Leitung des PI G. Neukum entwickelt und in Kooperation mit industriellen Partnern gebaut (EADS Astrium, Lewicki Microelectronic GmbH und Jena-Optronik GmbH). Sie wird vom HRSC Experiment-Team im DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof durch das European Space Operation Centre (ESOC) der ESA betrieben. Die systematische Verarbeitung der Daten erfolgt am DLR. Die hier gezeigten Darstellungen wurden am 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)*

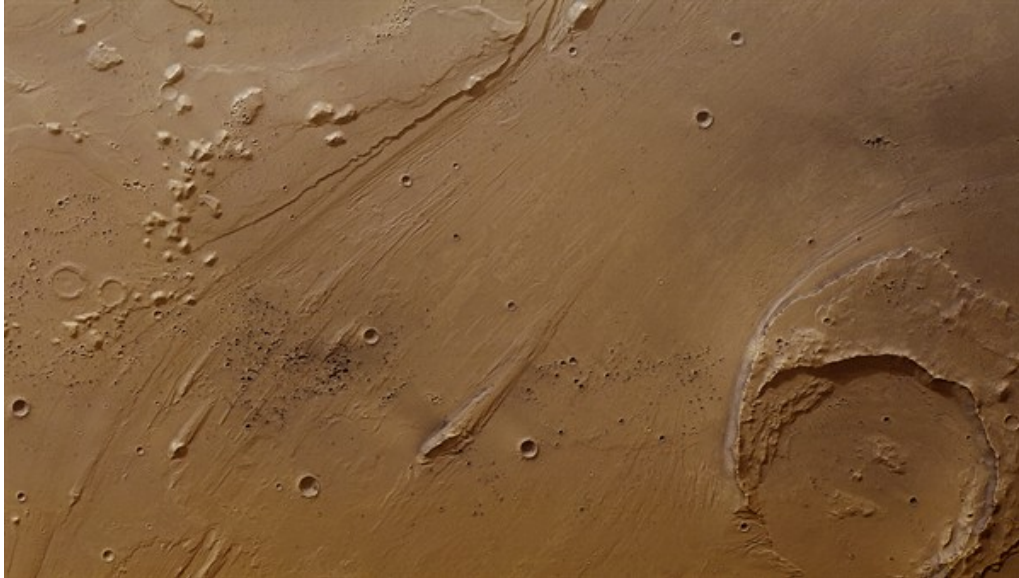
*DLR-Institut für Planetenforschung*

*Tel.: +49 30 67055-215*

*Fax: +49 30 67055-402*

*ulrich.koehler@dlr.de*

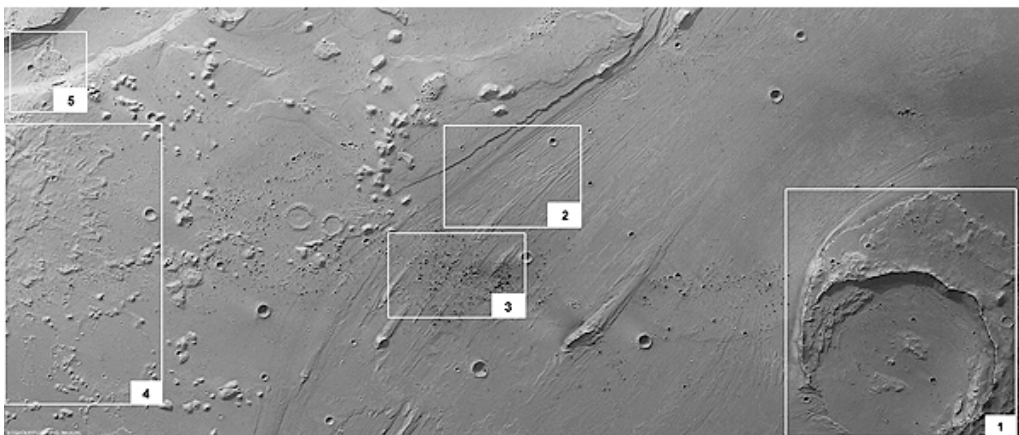
## Senkrechte Draufsicht auf das Mündungsgebiet von Ares Vallis in Farbe



Mit dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen des Kamerasystems HRSC (High Resolution Stereo Camera) auf der ESA-Raumsonde Mars Express wurde diese Farb-Draufsicht erzeugt. Norden ist im Bild rechts, das abgebildete Gebiet ist etwa 220 mal 70 Kilometer groß und hat damit etwa die Ausdehnung von Schleswig-Holstein. Auch wenn der für den Mars typische irdene Farbton die Szene dominiert, lässt die Verarbeitung von Farbdaten Material- und Texturunterschiede der Marsoberfläche akzentuiert hervortreten, so beispielsweise links der Bildmitte, wo an einer 'Insel', die der Erosion durch Wasser widerstehen konnte, dunkle Stellen auf die Verfrachtung von einem dunkleren Material möglicherweise durch Wind hindeutet. 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.

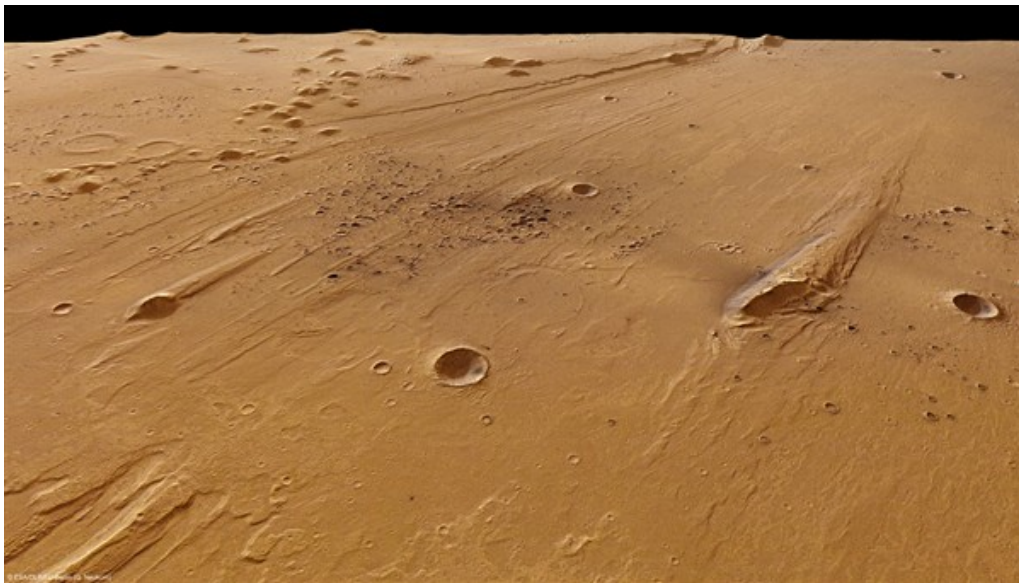
## Senkrechte Draufsicht auf das Mündungsgebiet von Ares Vallis (Übersichtsbild)



Durch das Ausflusstal Ares Vallis strömten in der Frühzeit des Mars große Mengen an Wasser, das Erosionsspuren hinterlassen hat. Die Stereokamera HRSC auf der ESA-Raumsonde Mars Express hat diese Spuren in Aufnahmen vom 11. Mai 2011 festgehalten. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt; Norden ist in dieser Draufsicht rechts. Der Krater Oraibi (Bildausschnitt 1) wurde vom Wasser umspült und der südliche Rand des Kraters von den Wassermassen durchbrochen. An den Rändern des Tals sind 'Uferbänke' zu sehen, die vom Wasser erzeugt wurden (Bildausschnitt 2). Am Talboden sind stromlinienförmige 'Inseln' erkennbar (Bildausschnitt 3), die die Fließrichtung anzeigen. Auf dem Hochplateau sind viele einzelne Rest- oder Inselberge zu sehen (Bildausschnitt 4): Sie erscheinen als Überbleibsel einer früheren durchgehenden Bedeckung, die größtenteils erodiert wurde. Am linken oberen Bildrand (Bildausschnitt 5) ist ein etwa vier Kilometer breiter Hangrutsch zu erkennen, der durch den Einschlag des Asteroiden ausgelöst worden sein könnte, dessen Kraterwurfmasse im Bildausschnitt 4 zu sehen 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.

### **Perspektivischer Blick von Ost nach West über das Mündungsgebiet von Ares Vallis**

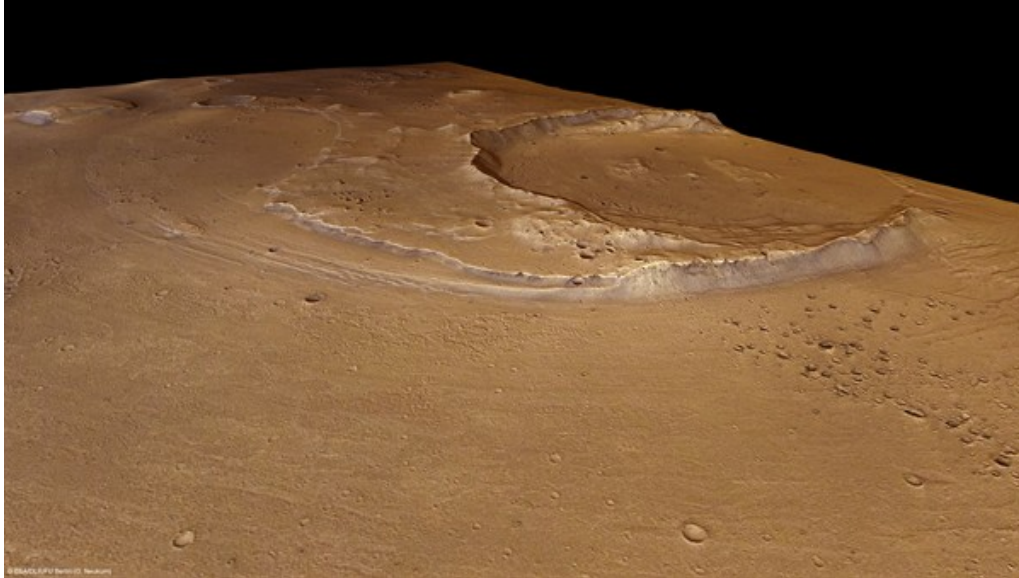


Aus den schräg auf die Oberfläche gerichteten Stereo- und Farbkanälen des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express können realistische, perspektivische Ansichten der Marsoberfläche erzeugt werden. Das Bild zeigt einen Blick von Osten nach Westen in das Mündungsgebiet von Ares Vallis. Das durch Ares Vallis strömende Wasser floss mit hoher Energie der Chryse-Tiefenebene entgegen. Hiervon zeugen die Strömungsmuster entlang der Fließrichtung des Stroms im Talgrund von Ares Vallis. Besonders auffallend in der Bildmitte ist ein Feld von zahlreichen kleinen Kratern, die hier in ungewöhnlicher Häufung auftreten. Diese könnten durch zahlreiche Einschläge eines einzelnen Projektils (Asteroid) entstanden sein, das beim Eindringen in die Atmosphäre in viele kleine Brocken auseinander gebrochen ist, die dann zu Boden fielen, oder durch den Einschlag eines Asteroiden, der viele Gesteinsbrocken des getroffenen Gebiets in die Luft geschleudert hat und die in mehreren Kilometern Entfernung wieder zu Boden fielen (sekundäre 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.



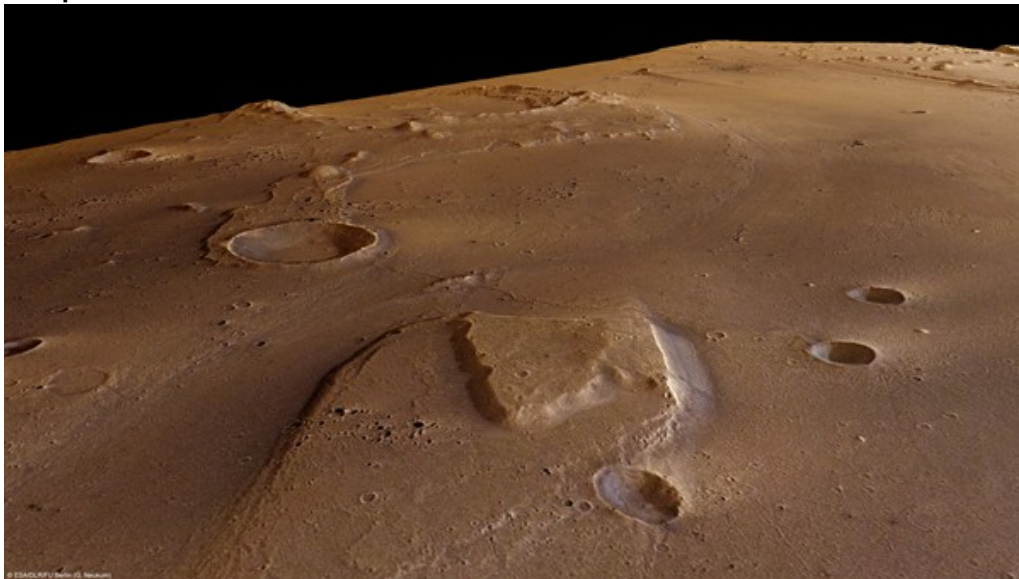
### Perspektivischer Blick von Südwesten nach Nordosten auf den Krater Oraibi



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 von Südwesten nach Nordosten auf den 32 Kilometer großen Krater Oraibi im Mündungsgebiet von Ares Vallis. Wasser, das durch dieses Ausflusstal geströmt ist, hat einen Teil des Kraterrandes von Oraibi erodiert. Auffallend sind terrassenartige Geländestufen, die am Westufer von dem einst mit großer Energie strömenden Wasser aus dem anstehenden Hochlandssockel 'gefräst' wurden. Im rechten Bild Drittel ist ein Feld von zahlreichen kleinen Kratern zu sehen. Diese könnten durch zahlreiche Einschläge eines einzelnen Projektils (Asteroid) entstanden sein, das beim Eindringen in die Atmosphäre in viele kleine Brocken auseinander gebrochen ist, die dann zu Boden fielen, oder durch den Einschlag eines Asteroiden, der viele Gesteinsbrocken des getroffenen Gebiets in die Luft geschleudert hat und die in mehreren Kilometern Entfernung wieder zu Boden fielen (sekundäre 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.

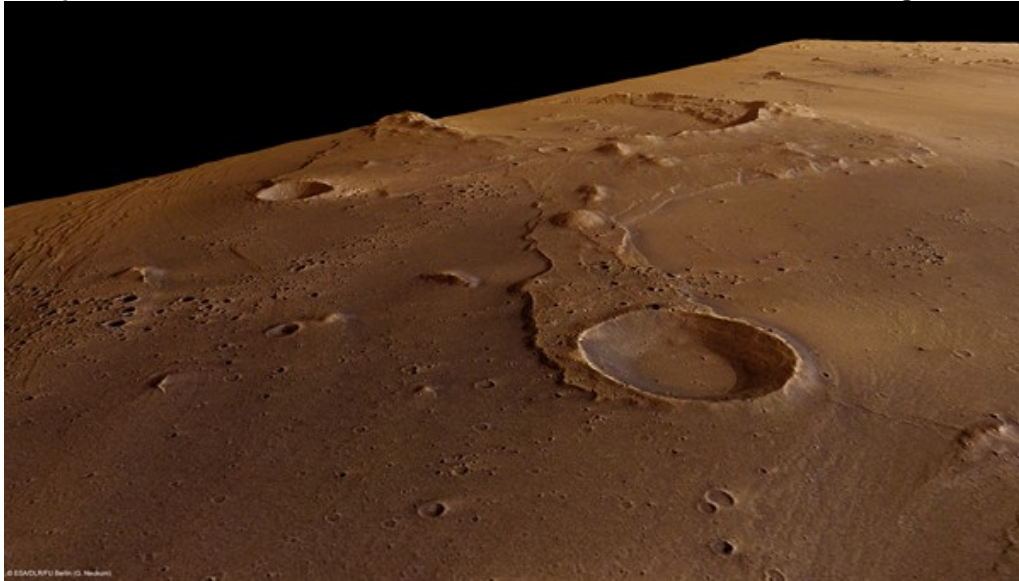
### Perspektivischer Blick von Nordwesten auf eine 'Flussinsel' in Ares Vallis



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 von Nordwesten nach Südosten auf eine 'Insel' im Mündungsgebiet von Ares Vallis, einem großen Ausflusstal, das in Äquatornähe in die Chryse-Tiefebene mündet. Das Wasser, das durch Ares Vallis strömt, hat nicht alle Hindernisse erodieren können, die sich in der Strömung befanden. So sind einzelne 'Inseln' zurück geblieben, deren terrassenartige Stufen unterschiedliche Niveaus des erodierenden Wasserlaufs widerspiegeln. 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 einen namenlosen Einschlagskrater**



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 von Nordwesten nach Südosten auf einen etwa zehn Kilometer großen namenlosen Einschlagskrater, der auf einem Hochplateau nördlich von Ares Vallis, einem großen Ausflusstal im Marshochland, entstanden ist. Im Hintergrund ist der 32 Kilometer große Krater Oraibi zu sehen, dessen südwestlicher Kraterrand von den Wassermassen, die durch Ares Vallis geströmt sind, wegerodiert wurde. In der Bildmitte erkennt man terrassenartige Geländestufen, die ebenfalls durch die Erosionskraft von fließendem Wasser aus dem Hochland 'gefräst' 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.

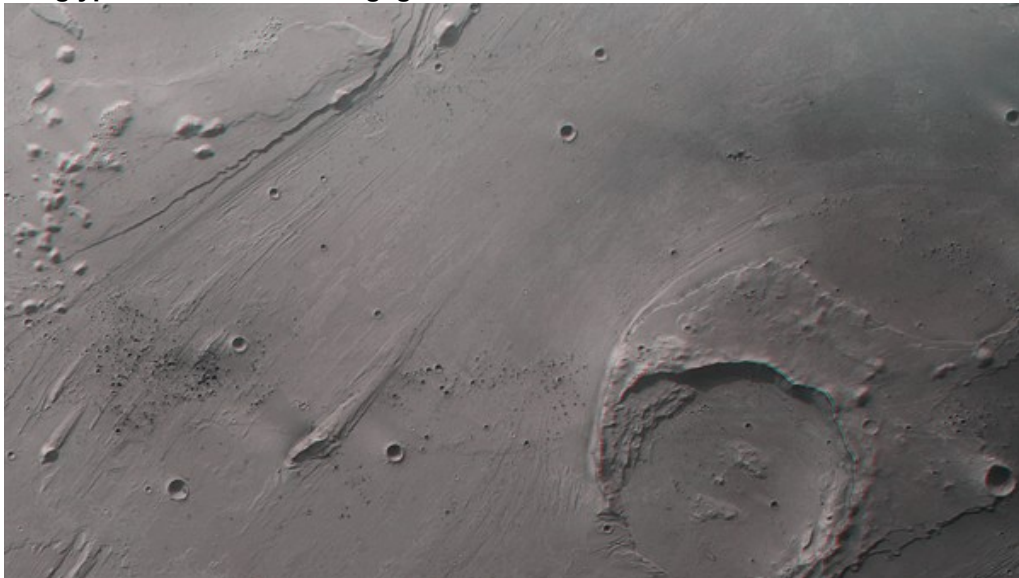
## Topographische Bildkarte des Mündungsgebiets von Ares Vallis



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 rechten 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. Das Wasser, das einst durch Ares Vallis geströmt ist, hat hier im Mündungsgebiet ein etwa eintausend Meter tiefes und über 50 Kilometer breites Tal in die Umgebung gegraben. Gut zu erkennen ist, wie die Wassermassen den Rand des Kraters Oraibi erodiert haben. Markant treten einige 'Inseln' inmitten des Talverlaufs hervor, die der Erosionskraft widerstehen konnten. 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 Mündungsgebiets von Ares Vallis

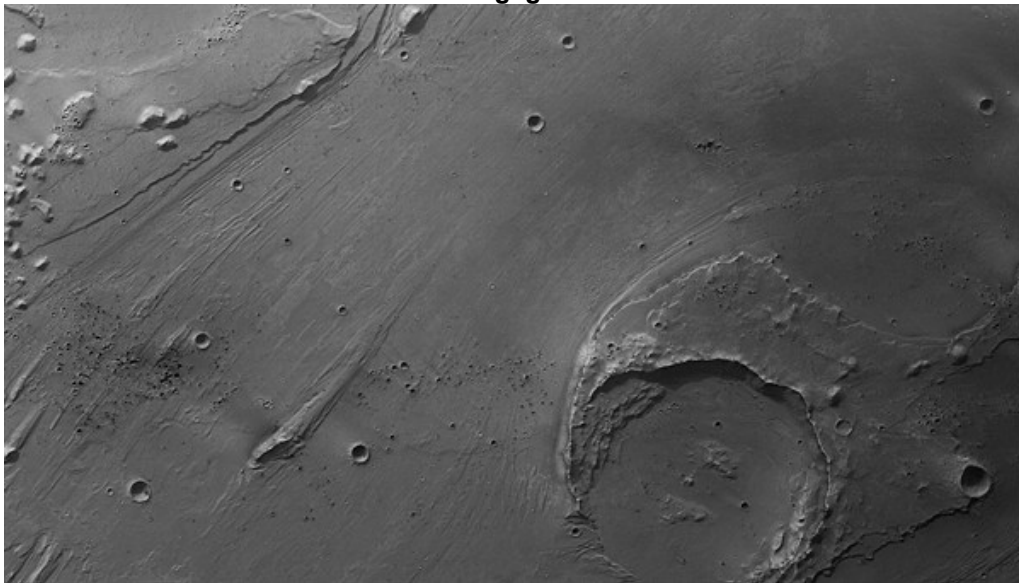




Aus dem senkrecht auf den Mars blickenden Nadirkanal des Kamerasystems HRSC auf der ESA-Sonde Mars Express und einem der vier schräg auf die Marsoberfläche gerichteten Stereokanäle lassen sich so genannte Anaglyphenbilder erzeugen, die bei Verwendung einer Rot-Blau-(Cyan)- oder Rot-Grün-Brille einen dreidimensionalen Eindruck der Landschaft vermitteln; Norden ist rechts im Bild. Durch die dreidimensionale Betrachtung lässt sich gut erkennen, wie der Wasserspiegel des Flusses, der durch Ares Vallis geflossen ist, das umgebende Hochland auf unterschiedlichen Höhenniveaus wegerodiert hat. Deutlich wird auch, dass einzelne Inseln als Hindernisse im Flusslauf existierten und von den Wassermassen stromlinienförmig umströmt wurden. Das plateauartige Hochland zu beiden Seiten von Ares Vallis liegt etwa eintausend Meter höher als der Talgrund. Der größte Krater im Bild trägt den Namen Oraibi und hat einen Durchmesser von 32 Kilometern. Sein südöstlicher Rand wurde von den Wassermassen abgetragen, so dass es ins Kraterinnere strömte und dort Sedimente ablagern konnte. 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 das Mündungsgebiet von Ares Vallis in Schwarzweiß**

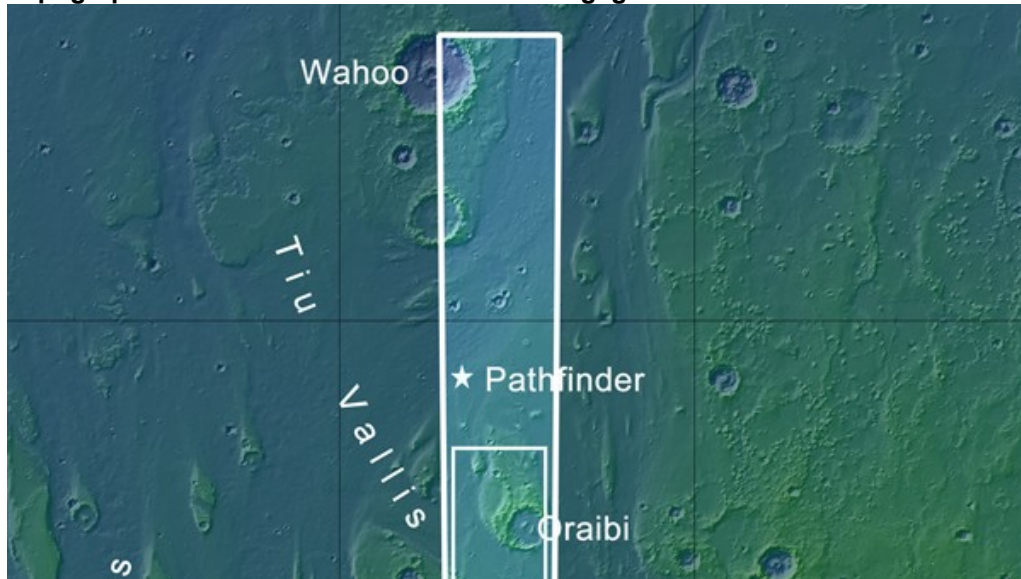


Der senkrecht auf die Marsoberfläche gerichtete Nadirkanal der Stereokamera HRSC auf Mars Express erzeugt die höchste Bildauflösung. Die ESA-Raumsonde überflog das Mündungsgebiet des Ausflusstals Ares Vallis am 11. Mai 2011 während Orbit 9393 etwa in einer Höhe von 300 Kilometern. Dies ermöglichte eine Bildauflösung von 15 Metern pro Bildpunkt (Pixel). Ares Vallis windet sich über 1.700 Kilometer durch das südliche Hochland des Planeten und endet in einer über 100 Kilometer breiten Mündung im Tiefland der Chryse-Ebene. In der Frühzeit des Mars strömten große Mengen Wasser durch das Tal, die auch den Rand des 32 Kilometer großen Kraters Oraibi (Bildmitte) erodiert haben. Ferner sind stromlinienförmige 'Inseln' und terrassenartige 'Uferbänke' an den Talrändern zu sehen: Spuren von Erosion, die das Wasser, das in Ares Vallis geflossen ist, in der Landschaft hinterlassen 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.



## Topographische Übersichtskarte des Mündungsgebiets von Ares Vallis



Die Karte zeigt die Umgebung des Mündungsgebiets von Ares Vallis, einem großen Ausflusstal, das seinen Ursprung im südlichen Marshochland hat und bei etwa 15 Grad nördlicher Breite in die Chryse-Ebene des Tieflands mündet. Das größere umrandete Gebiet zeigt die Lage des gesamten Bildstreifens, der von der High Resolution Stereo Camera (HRSC) auf Mars Express am 11. Mai 2011 während Orbit 9393 erfasst wurde; das darin dargestellte kleinere umrandete Gebiet zeigt die Lage der in dieser Bildveröffentlichung vorgestellten Landschaftsausschnitte. Mit einem Sternchen ist die Landestelle der NASA-Mission Pathfinder vom 4. Juli 1997 kenntlich gemacht: Dort erkundete das kleine Marsfahrzeug Sojourner für zwölf Wochen die Umgebung der Landestelle.

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.*