

## Schwarze Dünen auf dem Roten Planeten

Donnerstag, 15. Mai 2014

Auf diesen Bildern ist der Krater Rabe auf dem Mars zu sehen. Sie stammen von der vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelten und betriebenen, hochauflösenden **Stereokamera HRSC** auf der ESA-Raumsonde Mars Express. Der etwa 100 Kilometer große Krater Rabe liegt im südlichen Hochland des Mars. In seiner Mitte befindet sich ein riesiges Feld schwarzer Dünen, die bis zu 200 Meter hoch sind.

Diese feinsandigen, dunklen Dünen bestehen aus alter vulkanischer Asche, die an den Hängen der Vertiefungen im Kraterboden auch als dunkle, "anstehende" Schicht zu erkennen ist. Die Sande rieseln aus dieser Schicht heraus und werden vom Wind fortgetragen und an anderer Stelle zu solch imposanten Dünenfeldern aufgetürmt. Die Dünen werden aufgrund ihrer Zusammensetzung aus vulkanischen Mineralen auch "basaltische Dünen" genannt und kommen auf dem Mars besonders häufig vor. Sie existieren nur dort, wo Vulkanismus in einem trockenen Klima stattfindet. Auf der Erde findet man solche Dünen nur sehr selten, beispielsweise auf Hawaii, in Neuseeland oder auf Island.

### Die Spuren des Windes im Krater Rabe

Die verschiedenen Muster der Dünen weisen auf unterschiedliche Windrichtungen hin, die hier vorherrschen. Wissenschaftler lesen die dünenbildende Windrichtung an der Ausrichtung des Dünenkamms und an der windzugewandten (Luv-)Seite der Düne ab. Rechts im Bild 1 sieht man beispielsweise, dass sich die Dünen über den Abhang in die Vertiefung hinunter bewegen. Man nennt solche Dünen daher auch "fallende Dünen". Andernorts im Dünenfeld bewegen sie sich in völlig unterschiedliche Richtungen.

Die dunklen Dünen auf dem Mars sind erst in jüngerer geologischer Vergangenheit entstanden, vor weniger als 100 Millionen Jahren, nachdem vermutlich kein Wasser mehr auf der Oberfläche vorhanden war. Das ist daran abzulesen, dass es zu keiner chemischen Verwitterung, also der Oxidation von eisenreicher Asche, gekommen ist und sie deshalb auch nicht die typische rötliche Färbung haben, die der überwiegende Teil der Marsoberfläche besitzt.

Ungewöhnlich ist beim Krater Rabe, dass ein großer Bereich seines Kraterbodens abgesackt ist. Von der ursprünglichen, von geschichteten Sedimenten gebildeten Verfüllung des Kraters ist nur noch eine Art Tafelberg übrig geblieben, der aus dieser Vertiefung herausragt. Der Prozess, der den Kraterboden stellenweise absacken ließ, ist noch nicht bekannt - möglicherweise wurde er durch Eis ausgelöst, das früher in Hohlräumen unter dem Krater vorhanden war, später taute und das Wasser abfloss. Auf diesem Plateau hat sich später das große, dunkle Dünenfeld gebildet.

### Glatte Umgebung durch "Terrain Softening"

Rabe ist ein Einschlagskrater mit einem Durchmesser von 108 Kilometern. Wie die meisten Krater in dieser alten Hochlandregion hat auch dieser Krater ein sehr verwittertes Erscheinungsbild. Merkmale, die junge Einschlagskrater charakterisieren, wie hohe Kraterwände, Terrassen oder Zentralberge in ihrem Inneren, sind bei diesen Einschlagskratern nicht mehr so stark ausgeprägt oder verschwunden.

Einige Krater in der Umgebung, vor allem nördlich von Rabe, sind sogar nur noch vage in ihren Umrissen erkennbar: Durch das "Kriechen" (engl.: creep) von Material entlang eines Gefälles kommt es nach und nach zu einer Einebnung des Geländes. Der geologische Prozess, der die Oberfläche in solcher Weise gestaltet, wird in der Fachsprache als "Terrain Softening" (Oberflächenglättung) bezeichnet. Vermutlich wird er durch hohe Konzentrationen

von Eis im Untergrund unterstützt, so dass Oberflächenmaterial auf den eisigen unterirdischen Schmierschichten schon bei geringen Hangneigungen "kriechen" kann. Außerdem haben die meisten Krater in dieser Gegend einen ebenen Boden, der mit Sedimenten angefüllt wurde. Lediglich ein kleinerer, deutlich jüngerer Einschlagskrater links unten in Bild 3 (Draufsicht) bildet da eine Ausnahme.

### **Die Lage des Rabe-Kraters auf dem Mars**

Der Krater Rabe (benannt nach dem Astronomen Wilhelm Rabe, 1893-1958, ehemaliger Leiter der Münchner Universitätssternwarte in Bogenhausen) befindet sich etwa 320 Kilometer westlich des gigantischen Einschlagskraters Hellas Planitia. Das über sieben Kilometer tiefe "Hellas-Becken" zählt mit seinen 2.300 Kilometern Durchmesser zu den größten Einschlagskratern in unserem Sonnensystem. Beide, der Krater Rabe und Hellas Planitia, befinden sich im südlichen Marshochland. Dieses ist sehr viel älter als die nördlichen Tiefebene und weist deshalb auch zahlreiche Einschlagskrater auf. Diese topographische Zweiteilung (sog. Dichotomie) ist eines der auffälligsten Merkmale unseres Nachbarplaneten.

### **Bildverarbeitung**

Die Aufnahmen mit der HRSC (High Resolution Stereo Camera), die für dieses Bildmosaik verwendet wurden, entstanden während der Orbits 12.736 und 2441 von Mars Express. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel). Die Abbildungen zeigen einen Ausschnitt bei 44 Grad südlicher Breite und 35 Grad östlicher Länge. Die Farbdraufsicht (Bild 3) wurde aus dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal und den Farbkanälen der HRSC erstellt; die perspektivische Schrägansicht (Bild 1) wurde aus den Stereokanälen der HRSC berechnet. Das Anaglyphenbild (Bild 2), 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 4) beruht auf einem digitalen Geländemodell der Region, von dem sich die Topographie der Landschaft ableiten lässt.

### **Das HRSC-Experiment der Mars Express-Mission**

Die High Resolution Stereo Kamera wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) entwickelt und in Kooperation mit industriellen Partnern gebaut (EADS Astrium, Lewicki Microelectronic GmbH und Jena-Optronik GmbH). Das Wissenschaftsteam unter Leitung des Principal Investigators (PI) Prof. Dr. Ralf Jaumann besteht aus 52 Co-Investigatoren, die aus 34 Institutionen und elf Nationen stammen. Die Kamera wird vom DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof betrieben. Die hier gezeigten Darstellungen wurden von der Planetary Sciences Group an der Freien Universität 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

Dr. Daniela Tirsch  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
DLR-Institut für Planetenforschung  
Tel.: +49 30 67055-488  
Fax: +49 30 67055-402  
daniela.tirsch@dlr.de

---

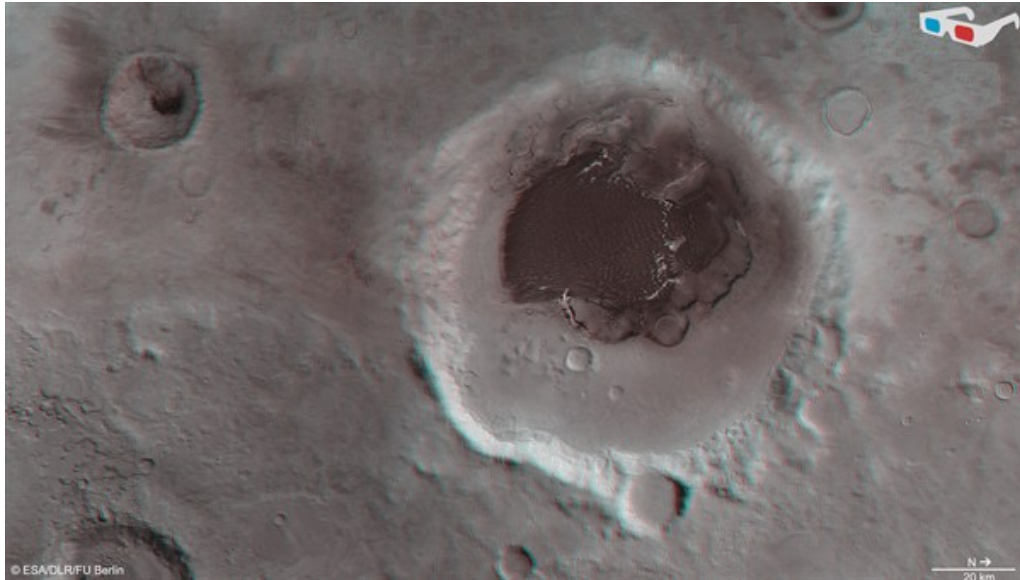
### Perspektivische Ansicht des Kraters Rabe



Mit den Stereobilddaten des vom DLR betriebenen Kamerasystems HRSC auf der Raumsonde Mars Express ist es möglich, die Landschaft unter verschiedenen Blickwinkeln perspektivisch darzustellen. Dieses Bild zeigt den etwa 100 Kilometer großen Krater Rabe auf dem Mars, in dessen Mitte sich ein riesiges Feld schwarzer Dünen befindet. Diese sind bis zu 200 Meter hoch und bestehen aus dunklem, vulkanischem Material. Die Dünen überdecken auch steilere Abhänge an den Rändern der Erhebung im Zentrum des Kraters, was als "fallende Dünen" bezeichnet wird. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel). 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.

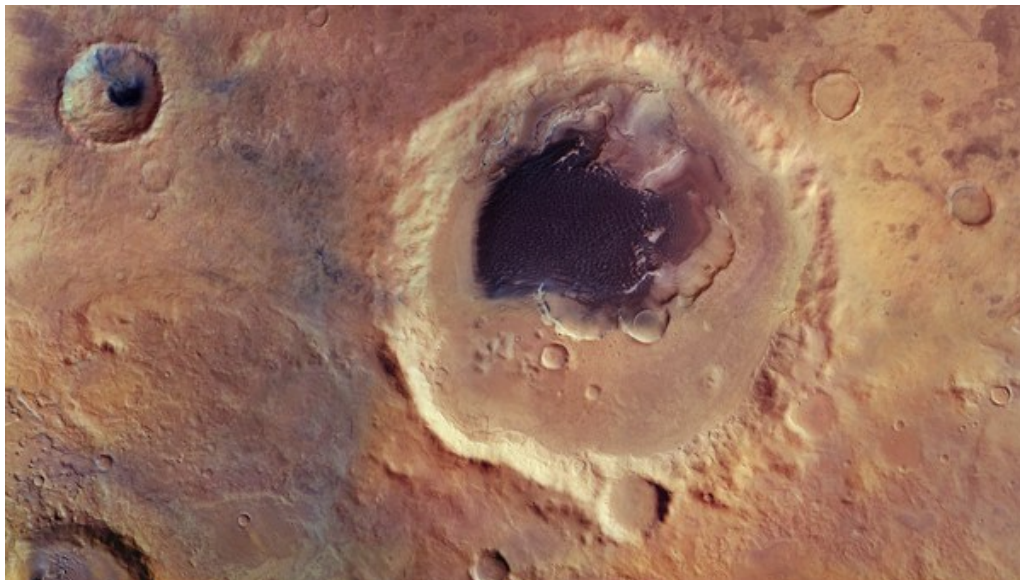
## Der Krater Rabe in 3D



Aus dem senkrecht auf die Marsoberfläche gerichteten Nadirkanal des vom DLR betriebenen Kamerasystems HRSC und einem der vier Stereokanäle lassen sich so genannte Anaglyphenbilder erstellen, die bei Verwendung einer Rot-Bau- oder Rot-Grün-Brille einen realistischen, dreidimensionalen Blick auf die Landschaft ermöglichen. Dieses Bild zeigt den etwa 100 Kilometer großen Krater Rabe auf dem Mars. In seiner Mitte befindet sich ein schwarzes Dünenfeld. Gut zu erkennen sind in der Stereo-Betrachtung grubenartige Vertiefungen im Norden (recht) des Dünenfelds. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel). 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.

## Schwarzes Dünenfeld im Krater Rabe

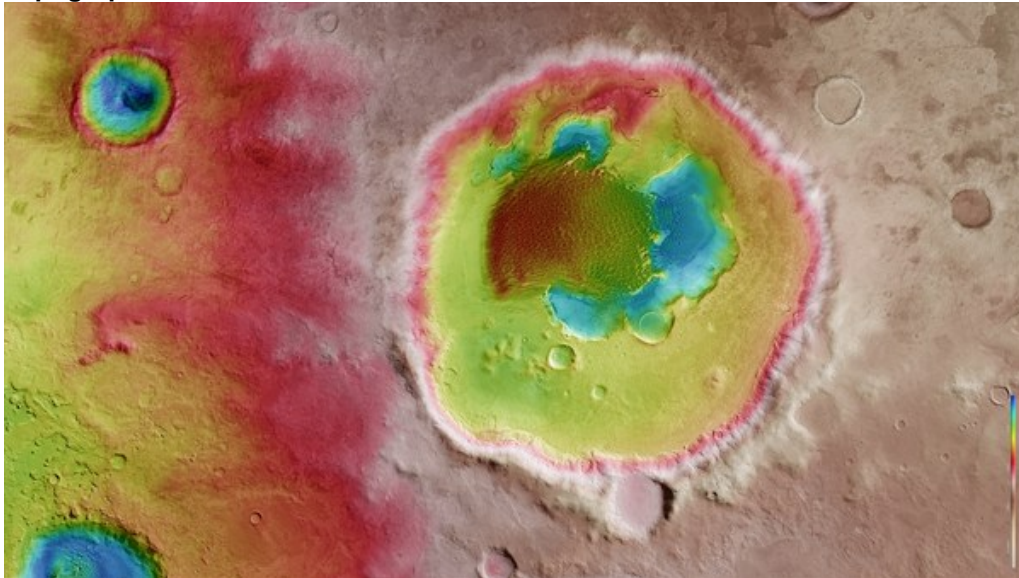


In der Mitte des etwa 100 Kilometer großen Kraters Rabe auf dem Mars befindet sich ein riesiges Feld schwarzer Dünen, die bis zu 200 Meter hoch sind. Diese feinsandigen, dunklen Dünen bestehen aus alter vulkanischer Asche. Die Dünen werden aufgrund ihrer Zusammensetzung aus vulkanischen Mineralen auch "basaltische Dünen" genannt und sind vielerorts auf dem Mars zu finden. Basalte sind das häufigste vulkanische Gestein auf dem Mars. Auf der Erde findet man solche Dünen nur sehr selten, beispielsweise auf Hawaii. Sie existieren nur dort, wo Vulkanismus in einem trockenen Klima stattfindet. Die Umgebung von Rabe wurde durch die Erosion stark verändert, einige sehr alte Krater sind nur noch an ihren Umrissen zu erkennen. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel).

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.

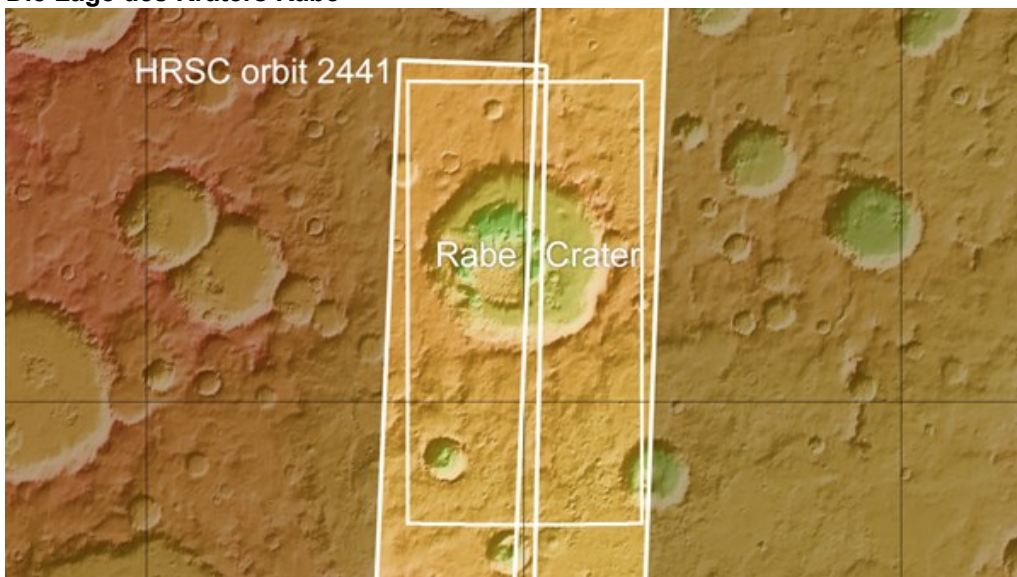
### Topographische Bildkarte des Kraters Rabe auf dem Mars



Mit den Stereobildern der HRSC lassen sich topographische Geländemodelle mit einer Genauigkeit von zehn bis 20 Metern berechnen, aus denen für jeden abgebildeten Punkt die Höhe über oder unter der Bezugsfläche, dem Areoid, herausgelesen werden kann. Das Areoid (vom griechischen Wort Ares für Mars) ist eine globale Fläche gleicher Anziehungskraft und kann mit dem Meeresspiegel auf der Erde verglichen werden. Die grauen und roten Flächen liegen am höchsten, die dunkelblau und lila gefärbten Gebiete liegen am tiefsten: Vom höchsten Punkt auf dem Kraterstand bis zu den tiefsten Stellen in den grubenartigen Vertiefungen beträgt der Höhenunterschied etwa 4000 Meter. Die Aufnahmen mit der HRSC (High Resolution Stereo Camera), die für dieses Bildmosaik verwendet wurden, entstanden während der Orbits 12.736 und 2441 von Mars Express. Die Bildauflösung beträgt etwa 15 Meter pro Bildpunkt (Pixel). 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.

### Die Lage des Kraters Rabe



Die topographische Übersichtskarte zeigt den Krater Rabe auf dem Mars. Dieser Krater (benannt nach dem Astronomen Wilhelm Rabe, 1893-1958, ehemaliger Leiter der Münchner Universitätssternwarte in Bogenhausen) befindet sich etwa 320 Kilometer westlich des gigantischen, über 2000 Kilometer großen Einschlagskraters Hellas Planitia im südlichen Marshochland. Die Aufnahmen mit der HRSC (High Resolution Stereo Camera), die für dieses Bildmosaik verwendet wurden, entstanden während der Orbits 12.736 und 2441 von Mars Express.

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.*