

Mars in 3D

Er heißt Nergal (babylonisch), Huitzilopochtli (aztekisch) oder Tyr (nordisch). Wir kennen ihn als Mars – den roten Planeten. Seine orange- bis blutrote Farbe wurde in der Vergangenheit häufig mit Gottheiten des Krieges in Verbindung gebracht, was zur Namensgebung nach dem römischen Kriegsgott führte. Der Mars ist seit Jahrtausenden Objekt der Beobachtung und Teil unterschiedlicher Kulturen. Auch heute ist er Gegenstand intensiver Planetenforschung, die auch durch das DLR betrieben wird.

Der Mars ist bereits seit den frühen 1960er Jahren Ziel der welt- raumfahrenden Nationen. Viele Sonden, die der Erkundung dienen sollten, wurden zu unserem äußeren Nachbarplaneten geschickt. Von diesen absolvierten jedoch nur ca. ein Drittel die geplanten Missionen erfolgreich. Nach Projekten von Russland, Japan und den USA ist Mars Express die erste europäische Mission dorthin. Sie erreichte nach halbjährigem Flug den Planeten am 25. Dezember 2003. Die Mission, die anfangs lediglich ein Marsjahr (ca. 23 Erdmonate) dauern sollte, wurde wegen ihrer wissenschaftlichen Erfolge bis heute mehrmals verlängert. Aufgabe von Mars Express ist es, nach Spuren von Wasser zu suchen, um so auch die Frage zu klären, ob es einmal Leben auf dem Mars gegeben haben kann. Das DLR ist seit Beginn aktiv an der Mission beteiligt. Beispiele dafür sind die Entwicklung und der Betrieb der hochauflösenden Stereokamera HRSC (High Resolution Stereo Camera).

Mars in 3D

Mars Express – der deutsche Beitrag

Die hochauflösende Stereokamera HRSC ist Deutschlands wichtigster Beitrag zur Mission Mars Express der Europäischen Weltraumorganisation ESA (European Space Agency).



HRSC - High Resolution Stereo Camera

Zum ersten Mal auf einer Weltraummission bildet eine Spezialkamera eine Planetenoberfläche systematisch dreidimensional und in Farbe ab. Die Ergebnisse sollen die Beantwortung fundamentaler Fragen zur geologischen und klimatischen Geschichte des roten Planeten ermöglichen. Die räumliche Auflösung der Stereobilder übertrifft bisherige topographische Daten der Marsoberfläche bei weitem und erlaubt es den Geowissenschaftlern, Details mit einer Größe von 10 bis 30 Meter im dreidimensionalen Raum zu analysieren.

Seit 2004 wurden bereits über 90% der Marsoberfläche aufgenommen und hiervon etwa zwei Drittel in der höchst möglichen Auflösung. Bei über einem Drittel der mehr als 16.000 Marsumkreisungen durch Mars Express war die HRSC in Betrieb und hat Bildstreifen einer Breite von 50 bis 200 Kilometern erstellt.

Das DLR-Institut für Planetenforschung in Berlin-Adlershof ist für den Betrieb der Kamera zuständig. In Zusammenarbeit mit der Freien Universität Berlin werden aus den zur Erde übertragenen Daten neben den digitalen Geländemodellen (DGM/DEM) auch die sehr beeindruckenden Stereobilder generiert. Die Besucher im DLR_School_Lab Neustrelitz können solche mit selbst gebauten 3D-Brillen bestaunen.

Das außergewöhnliche Aufnahmeprinzip der Kamera erlaubt es, zu jedem Bildpunkt (Pixel) auch die dazugehörige Höheninformation abzuleiten. Zur Erzeugung digitaler Geländemodelle

kommt der Stereo-Effekt zur Anwendung. Dabei wird die Landschaft unter verschiedenen Blickwinkeln beobachtet/aufgenommen, ganz ähnlich dem Prinzip, nach dem der Mensch mittels beider Augen seine Umwelt räumlich sehen kann.

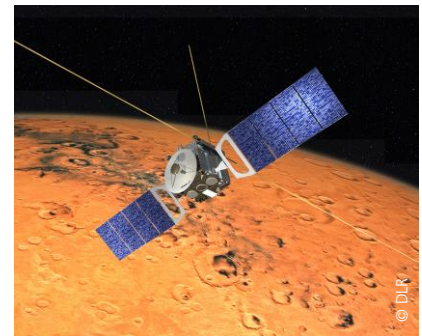
Im Aufnahmemodus tastet die HRSC nacheinander und zeilenweise mit ihren neun lichtempfindlichen Detektoren die Oberfläche des Planeten unter neun verschiedenen Beobachtungswinkeln in und gegen die Flugrichtung des Orbiters ab.

3D-Techniken

Als Grundlage des 3D-Sehens wird den jungen Besuchern im Schülerlabor mit einfachen Mitteln das Prinzip der räumlichen Wahrnehmung des Menschen demonstriert. Bedingt durch den Abstand der Augen werden zwei sich leicht unterscheidende Bilder auf die Netzhäute projiziert. Das Gehirn setzt diese dann zum gesehenen Bild mit räumlicher Tiefe zusammen, was eine Unterscheidung des Vordergrundes vom Hintergrund ermöglicht. Bei den 3D-Techniken betrachten die Augen – ähnlich wie beim normalen Sehen – zwei sich leicht unterscheidende „Halbbilder“. Wie das im Einzelnen realisiert wird, ist von der angewendeten 3D-Technik abhängig:

Anaglyphentechnik

Die Bildtrennung erfolgt beim Anaglyphenverfahren mittels optischer Filter komplementärer Farben (z. B. Rot und

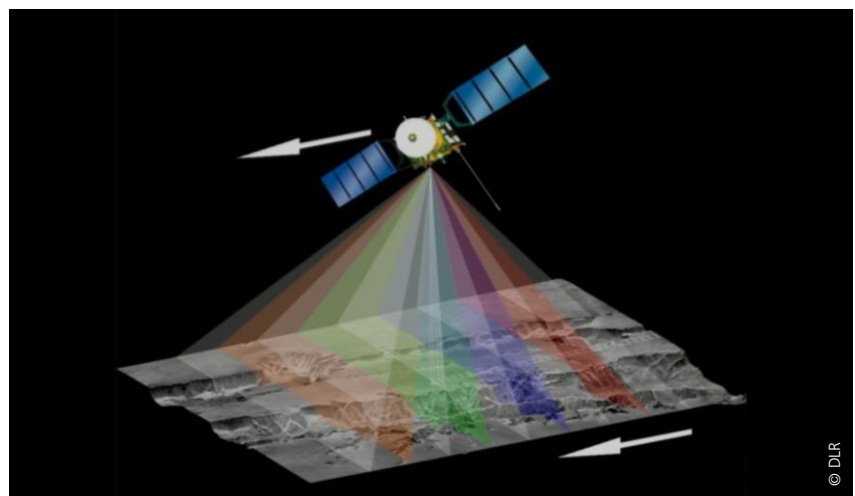


Mars Express

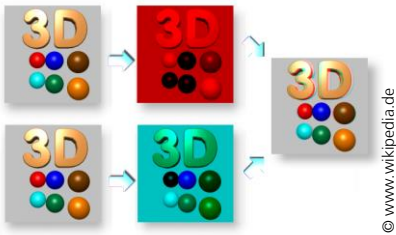
Cyan). Das jeweilige Filterglas „löscht“ bzw. filtert das gleichfarbige Halbbild aus und verursacht bei der Komplementärfarbe eine Verdunklung. Diese Art der 3D-Darstellung, die es bereits seit über 150 Jahren gibt, kommt bei den 3D-Bildern vom Mars zum Einsatz. Die Jugendlichen generieren nach diesem Verfahren im Schülerlabor ihr eigenes 3D-Gruppenbild. Dazu wird eine handelsübliche Digitalkamera genutzt. Am Computer erfolgen mittels Bildbearbeitungsprogramm (z. B. GIMP oder Photoshop) das Farbfiltern an den aufgenommenen Fotos und das anschließende Übereinanderlegen der beiden so entstandenen komplementären Halbbilder.

Polarisationstechnik

Licht ist eine elektromagnetische Transversalwelle (Schwingungsrichtung senkrecht zur Ausbreitungsrichtung), die polarisierbar ist (Auswahl einer festen Schwingungsrichtung). Diese Eigenschaft wird genutzt, um eine Trennung der beiden Halbbilder zu realisieren. Dafür



Aufnahmeprinzip der HRSC auf Mars Express

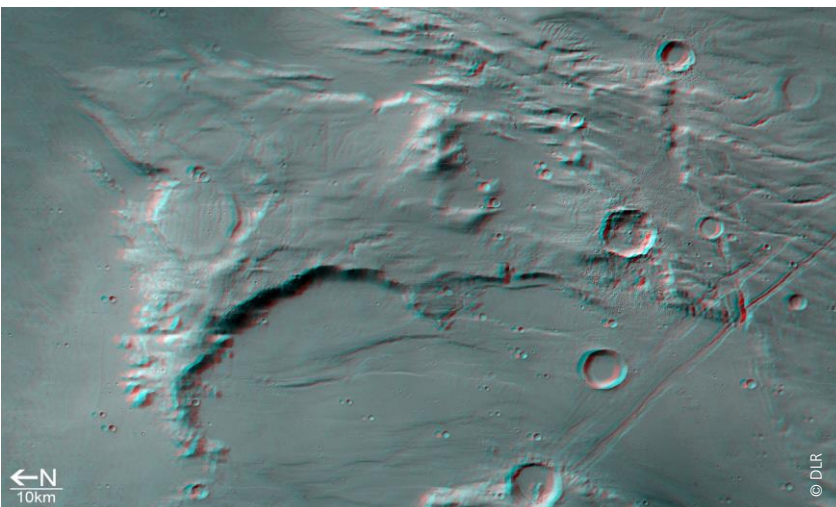


Darstellung der Generierung eines Rot-Cyan-Anaglyphenbildes

kommen Polarisationsfilter mit zueinander senkrechten Polarisationsrichtungen zum Einsatz, die sich vor den Bildprojektoren für das linke bzw. rechte Bild sowie in den zur Betrachtung erforderlichen 3D-Brillen befinden. Die Filter in der Brille lassen nur das von der Leinwand reflektierte Licht einer bestimmten Polarisationsrichtung, also das linke oder das rechte Bild, ins Auge. Die Leinwand muss bei Anwendung des Polarisationsverfahrens einen möglichst hohen Reflexionsgrad besitzen, was durch metallische Beschichtungen erzielt wird.

Shuttertechnik

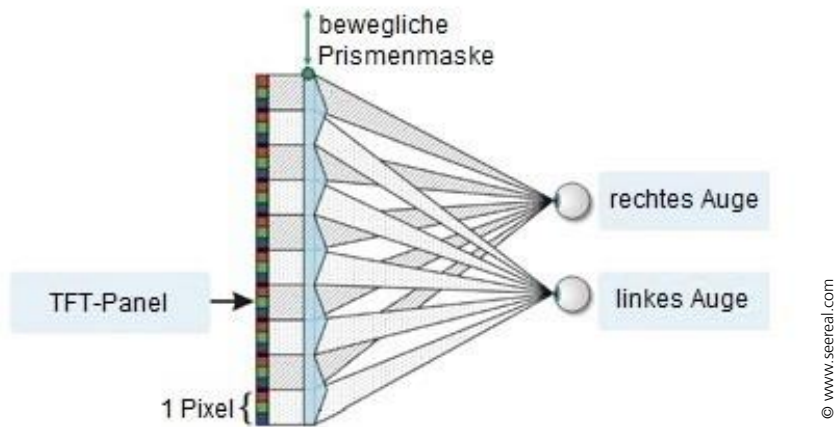
Die Shuttertechnologie wird vordergründig bei den heutigen 3D-Fernsehern eingesetzt. Auf ihnen werden mit hoher Geschwindigkeit das rechte und linke Halbbild des 3D-Films nacheinander dargestellt. Bei den zum Fernsehen erforderlichen Brillen verdunkeln sich zeitgenau funkgesteuert die Brillengläser. Durch die Funkverbindung mit dem Fernseher „weiß“ die Brille, wann sie welches Auge verdunkeln muss, damit



3D-Bild von Solis Planum in der Thaumasia Region des Marses

wie gewohnt, das linke Bild vom linken Auge und das rechte Bild vom rechten Auge gesehen wird. Durch die Trägheit des menschlichen Auges entsteht aus den einzeln sichtbaren Bildern wieder ein 3D-Gesamtbild.

Prismen auf die erwartete Position der Augen projiziert. Dazu ist die eingesetzte Prismenmaske beweglich vor dem bilderzeugenden TFT-Panel eingebaut. Nachteil der Autostereoskopie ist, dass nur in einem eng begrenzten Bereich vor



Funktionsprinzip des autostereoskopischen Displays

Autostereoskopie

Mit der neuesten Technik ist das 3D-Sehen möglich, ohne dass eine 3D-Brille erforderlich ist. Bei genauer Betrachtung des Verfahrens wird deutlich, dass hier das bekannte Prinzip der „Wackelbilder“ Anwendung findet. Das sollen die Besucher im Schülerlabor selbst erkennen und darüber eine eigene Erklärung für die Autostereoskopie ableiten. Das von den Bildpixeln ausgehende Licht wird durch speziell angeordnete kleine

dem Bildschirm der 3D-Effekt für den Betrachter gut sichtbar ist.

Aussichten

Nachdem 1969 der erste Mensch seinen Fuß auf den Mond gesetzt hat, wird der Mars vermutlich der nächste Himmelskörper sein, den die Menschheit in persona besuchen wird. Vielfältige ernstzunehmende Forschungsprojekte fanden und finden dazu statt (z. B. Mars 500 oder die simulierte Marsstation auf Hawaii) bzw. sind in Vorbereitung. Viele Satelliten und Lander wurden in den zurückliegenden Jahrzehnten erfolgreich zum Mars geschickt. Aus den von ihnen gesammelten und zur Erde übermittelten Daten konnten vielfältige Informationen abgeleitet werden. Ein nächster Schritt in der Mars erkundung wird die Rückführung von Gesteinsproben zur Erde sein. Die Mission *Mars Sample Return*, die wohl komplexeste und teuerste ESA-Mission bis dahin, soll voraussichtlich in den frühen 2020er Jahren gestartet werden.

Weiterführende Links

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Mars_Express



<http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10333/>



http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/Mars_Sample_Return2



Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

DLR Neustrelitz

Der DLR-Standort Neustrelitz liegt etwa 100 Kilometer nördlich von Berlin im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern. Hier arbeiten über 70 Wissenschaftler, Ingenieure und Angestellte.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Standort sind den Themenbereichen satellitengestützte Erdbeobachtung, Navigation und Ionosphärenerkundung zugeordnet und gliedern sich in verschiedene Forschungsprogramme ein.

Hinweise zum Experiment:

Alter: 6 bis 12 Jahre

Gruppengröße: 5 bis 7

Dauer: 40 bis 60 Minuten

Inhaltlicher Bezug: Mechanik, Technik, Fotografie



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt**

DLR_School_Lab Neustrelitz
Kalkhorstweg 53
17235 Neustrelitz

Telefon: 03981 237 862
oder 03981 480 220
Telefax: 03981 237 783
E-Mail: schoollab-neustrelitz@dlr.de

www.DLR.de/dlrschoollab/neustrelitz