

NEAR Shoemaker

Eine beispiellose Mission mit spektakulärem Ende

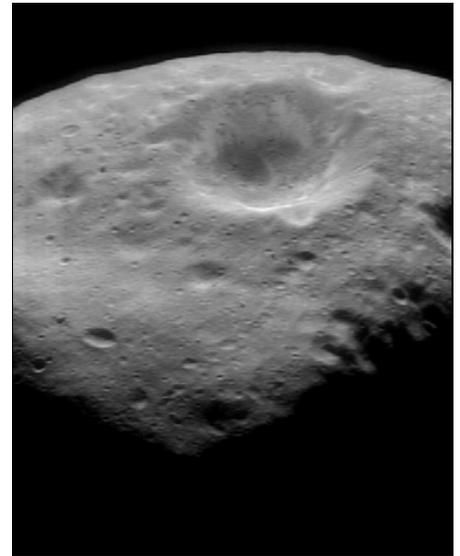
Für die NASA war der 12. Februar 2001 einer der erfolgreichsten und besten Tage seit langem. Zum ersten Mal in der Geschichte der Raumfahrt landete mit NEAR Shoemaker eine Raumsonde

auf einem Asteroiden (433 Eros) und praktisch zeitgleich vollendeten NASA-Astronauten ihre Außenbordaktivitäten am neuen ISS Modul Destiny.

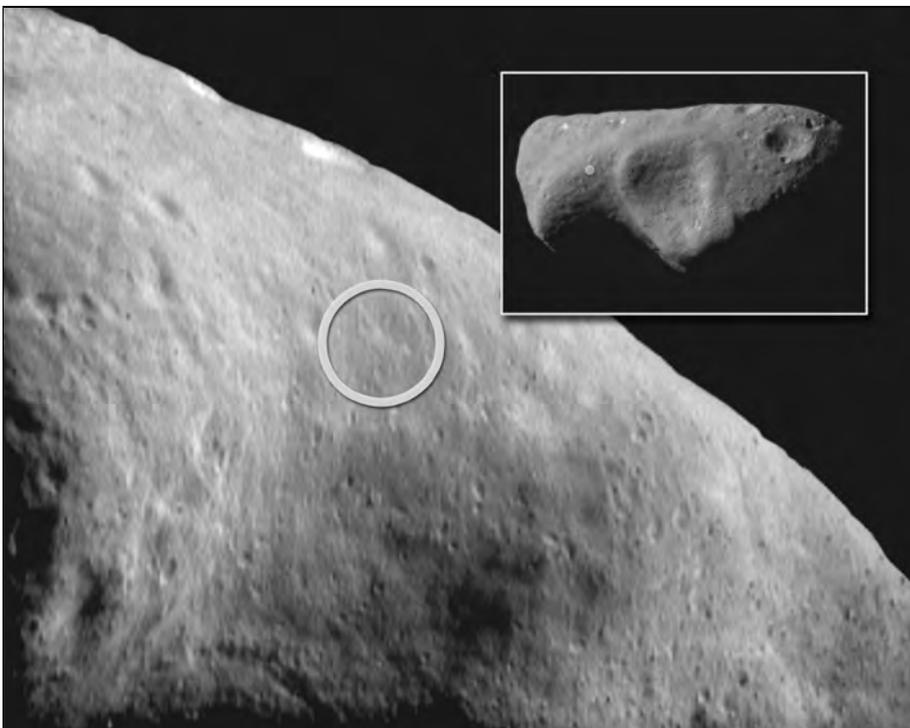
Near Earth Asteroid Rendezvous (NEAR) ist die erste Raumsonde der neuen NASA Serie Discovery und startete am 17. Februar 1996 mit einer 7925 Delta II. Die Kosten der gesamten Mission belaufen sich auf ca. 210 Mio. Dollar. Der Asteroid 433 Eros ist das primäre wissenschaftliche Ziel der Mission. Dabei schließen die wichtigsten wissenschaftlichen Ziele von NEAR die Bestimmung der physikalischen und geologischen Eigenschaften von Eros ein. Es sollen auch Rückschlüsse auf seine Bestandteile und mineralogische Zusammensetzung gezogen werden und erweiterte Kenntnisse der Beziehung zwischen Asteroiden, Kometen und Meteoriten und über die Entwicklung des frühen Sonnen-

systems gewonnen werden.

Ursprünglich sollte die Sonde bereits im Februar 1999 in eine Umlaufbahn um den Asteroiden einschwenken, aber als sich NEAR im Dezember 1998 Eros näherte, änderte sich nach einem abgebrochenen Motorenstart die Flugbahn. Als die Kontrolleure der Mission im Laboratorium für angewandte Physik der John Hopkins Universität in Laurel (Maryland), welcher die Missionsleitung unterliegt, den Kontakt wieder herstellen konnte, hatte die Sonde Eros bereits passiert. Am 14. Februar 2000 um 10.33 Uhr (EST) schwenkte NEAR in eine Umlaufbahn um 433 Eros, nach einer Reise von ca. 3,2 Milliarden km, ein. Seit diesem Zeitpunkt umkreiste die



Diese Foto, aufgenommen am 30.10.2000 aus einer Höhe von 189 km, zeigt das Innere eines Kraters mit einem Durchmesser von 3,2 km. Die hellen Gebiete innerhalb dieses Kraters kann man in allen größeren Kratern finden.



Die ausgewählte Landestelle liegt auf der Grenze zwischen zwei geologisch verschiedenen Gebieten auf Eros. Der große Kreis markiert die genaue Position der Landestelle an der Kante der sattelförmigen Formation namens Himeros, die in der Übersichtskarte rechts oben mit einem Punkt markiert ist (nur schwach zu erkennen). In beiden Bildern ist der Südpol oben. Zum unteren Bildrand nimmt die Kraterdichte in Himeros ab, was auf jüngere geologische Aktivitäten hindeutet.

Sonde bis zum 12. Februar 2001 den Asteroiden Eros fast ein Jahr lang und übermittelte zahlreiche Daten und Bilder, die Antworten auf viele Fragen gaben, aber doch auch viel mehr neue Fragen aufwarfen. An wissenschaftlichen Instrumenten befanden sich an Bord: eine Multi-spektralkamera (MSI), ein Infrarot-Spektrograph (NIS), ein Gamma- und Röntgenstrahlen - Spektrometer (XRS-GRS), ein Laser Entfernungsmesser (NLR) und ein Magnetometer (MAG).

Der Asteroid ist 33 km lang, 13 km breit und ebenfalls 13 km tief. Seine Rotationsperiode beträgt 5,27 Stunden. In den ersten zwei Monaten näherte sich ihm die Raumsonde bis auf 50 km, um Aufnahmen mit Spektrometern im Röntgen- und Gammastrahlenbereich zu machen. Die Höhe der endgültigen Umlaufbahn, vor dem kontrollierten Abstieg auf die

Oberfläche, betrug ca. 35 km. Bis zum 14. Februar 2001 hat die Sonde mehr als 160.000 Bilder von Eros übermittelt, Messungen mit dem Röntgen- und Gammastrahlen-Spektrometer über seine Zusammensetzung durchgeführt. Mit Hilfe von 11 Mio. Laserimpulsen zur Oberflächen- und Strukturerkennung konnte ein detailliertes topographisches Model von Eros erstellt werden.

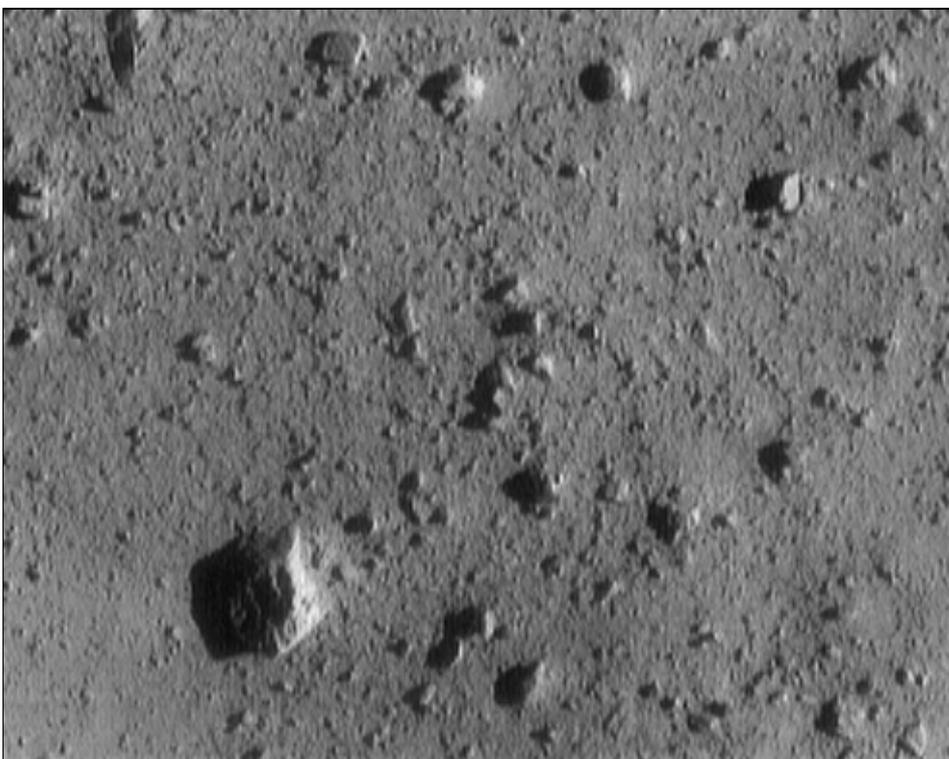
Mit diesen Instrumenten war es möglich, Eros vollständig zu erfassen. Ein NASA-Experte drückte es so aus: „Jeder Meter von Eros Oberfläche wurde photographiert.“ Aber viele Fragen bleiben offen bzw. stellen sich nun erst. So beschreibt es Dr. Andrew Cheng, ein NEAR-Projekt Wissenschaftler: „Zu Beginn der Mission sahen wir zwei Krater auf Eros, welche wir Himeros und Psyche nannten. Auf den ersten Bildern schien Himeros von sattelartiger Gestalt zu sein und wir konnten nicht wirklich sicher sein, dass es in der Tat ein Einschlagskrater war, aber Psyche zeigte gleich zu Beginn die typische Einschlagskraterstruktur. Obwohl es nicht sofort so schien, war Himeros



Die Position der Landestelle von NEAR ist mit einem Pfeil dieses Bildmosaiks markiert. Die Bilder wurden am 03.12.2000 aus einer Höhe von 200 Kilometern aufgenommen. Süden ist oben und der Terminator (Trennlinie zwischen dem beleuchteten und dunklen Teil von Eros) liegt nahe des Äquators. Die Landestelle liegt am Rand einer sattelförmigen Formation, die auf den Namen Himeros getauft wurde.

eigentlich nicht sattelförmig, sondern schalenförmig. Nach der Erkundung der Topographie von Eros durch den Laserentfernungsmesser und die Kamera zeigte sich, dass, soweit man Eros Gravitationsfeld betrachtet, der

Kratergrund aus Einschlagsmaterial besteht. Dennoch ist er für einen Einschlagskrater, sollte Himeros einer sein, untypisch geformt. Ein anderes Mysterium ist, dass die Oberfläche im Inneren von Himeros glatter ist und weniger Krater aufweist als es für den Rest der Oberfläche von Eros der Fall ist. Das gleiche gilt für Psyche. Daher müssen beide relativ jung sein. Weiterhin gibt es eine dritte Vertiefung die vom Durchmesser größer als Psyche ist. Wir haben diese Vertiefung die Shoemaker Region genannt. Es könnte auch ein alter, abgetragener Einschlagskrater sein. Das Innere der Shoemaker Region ist jung, denn sie weist nur wenige Krater auf, aber hier befinden sich die meisten Gesteinsblöcke auf Eros Oberfläche und ist sehr verschieden von dem relativ ebenen Inneren von Psyche und Himeros. Was geschah hier? Die Verteilung von Kratern auf der Oberfläche von Eros ist sehr unterschiedlich. Eine gleichmäßige Ausstattung der Oberfläche mit Kratern würde bedeuten, dass wir auch kleinere Krater sehen müssten. Das trifft auf Eros nicht zu. Wir gingen zu einer niedrigeren Umlauf-



Dieses Bild wurde am 12.02.2001 während des Abstiegs von NEAR aus einer Höhe von 1.150 m aufgenommen. Es besitzt eine Ausdehnung von 54 m. Der große Felsbrocken in der unteren linken Hälfte hat einen Durchmesser von 7,4 m.

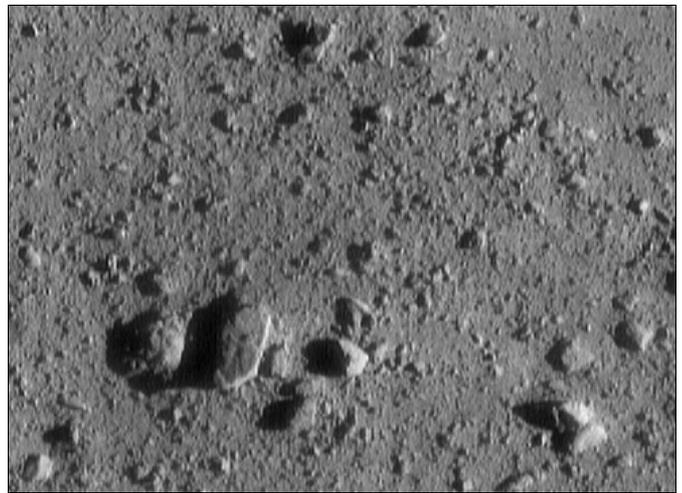


Künstlerische Darstellung der Raumsonde NEAR Shoemaker.

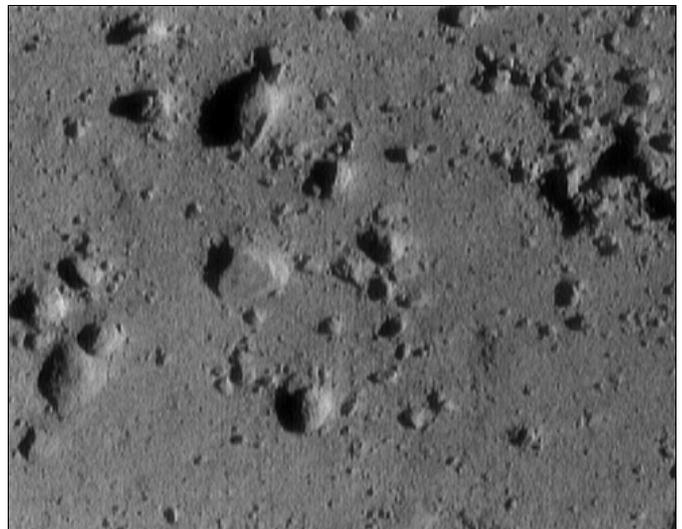
bahn über und suchten nach kleineren Kratern, aber wir fanden bemerkenswert wenige Krater mit einem Durchmesser unter 100 m. Weiterhin, je kleiner die Krater sind, nach denen wir suchen, je weniger finden wir in Relation zu dem, was wir von einer gleichmäßigen Kraterverteilung erwarten.“

„Während unserer einjährigen Beobachtung von Eros sammelten wir zehnmal mehr Daten als ursprünglich geplant,“ so Robert Farquahr, Mission Manager von NEAR. Da die Sonde aber immer noch voll funktionstüchtig war und damit alle in sie gesetzten Erwartungen übertraf, entschied man sich zu einem sensationellen Schritt - NEAR soll auf Eros landen. NEAR wurde zwar nicht als Landesonde gebaut, aber die Wissenschaftler entschieden, dass es das Risiko wert sei. Am 02. Februar 2001 nahm NEAR, in Vorbereitung auf die Landung, einen 35 km hohen runden Orbit ein. Am 12. Februar war es dann soweit. Um 10.31 Uhr (EST) erfolgte ein 20 Sekunden dauerndes De-orbit Manöver in einer Höhe von ca. 25 km. Das erste Abbremsmanöver, welches 2,5 Minuten dauerte, erfolgte um 02.16 Uhr (EST) 5 km über der Oberfläche des Asteroiden. 15 Minuten später erfolgte das zweite Bremsmanöver ca. 3 km von der Oberfläche entfernt. Um 02.47 Uhr (EST) erfolgte die dritte Zündung der Düsen für 6 Minuten

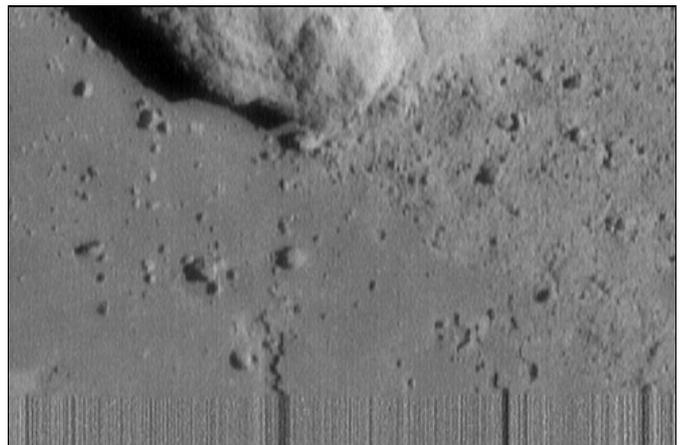
und nur noch 1 km von Eros entfernt. Die vierte und letzte Zündung der Bremstriebwerke erfolgte um 02.59 Uhr (EST), dauerte 4 Minuten und 14 Sekunden in einer Entfernung von nur noch 400 m. Die letzten Bilder sendete NEAR, als die Sonde nur noch 120 m von der Oberfläche entfernt war und zeigte ein 6x6 m großes Gebiet. Um 03.04 Uhr (EST) setzte NEAR relativ weich auf Eros auf, d.h. weicher als erwartet. Mit der wahrscheinlich langsamsten Landungen auf einem anderen Himmelskörper setzte die Sonde mit nur 1,5 bis 1,8 m/s auf. Die Flugingenieure dachten, dass die Sonde beim Aufprall über die Oberfläche „springen“ würde, aber die Triebwerke arbeiteten bis zur Oberflächenberührung und schalteten dann



Dieses Bild wurde am 12.02.2001 während des Abstiegs von NEAR aus einer Höhe von 700 m aufgenommen. Es besitzt eine Ausdehnung von 33 m. Der ovale Felsbrocken mit dem Schattenwurf in der unteren linken Hälfte hat einen Durchmesser von 4,3 m.



Dieses Bild wurde am 12.02.2001 während des Abstiegs von NEAR aus einer Höhe von 250 m aufgenommen. Es besitzt eine Ausdehnung von 12 m. Die Felsansammlung rechts oben hat einen Durchmesser von 1,4 m.



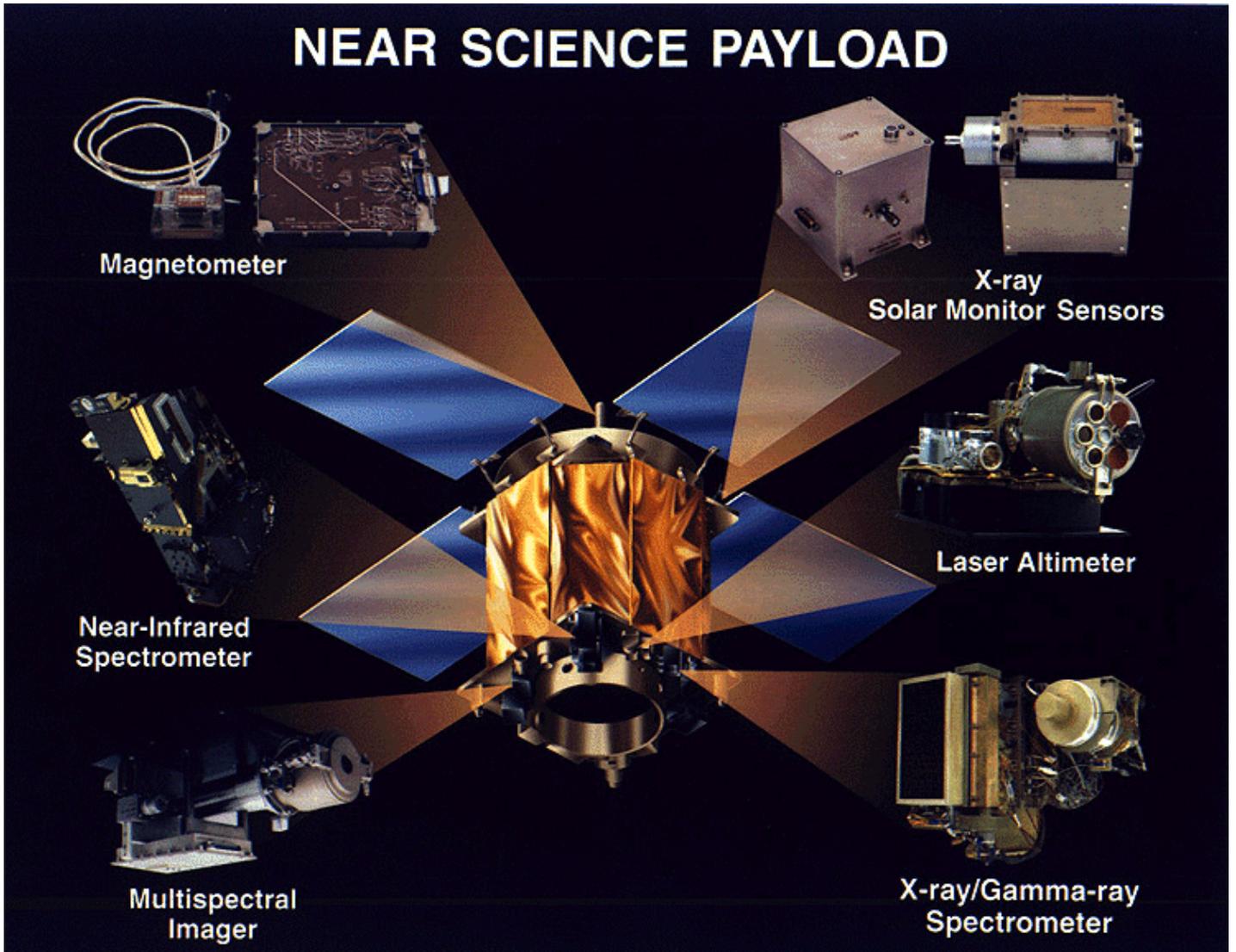
Dies ist das letzte Bild, welches von NEAR am 12.02.2001 während des Abstiegs aus einer Höhe von 120 m aufgenommen wurde. Es besitzt eine Ausdehnung von 6 m. Der große Felsbrocken in der oberen Bildhälfte hat einen Durchmesser von 4 m. Die senkrechten Linien in der unteren Bildhälfte zeigen den Verlust des Signals an, als NEAR auf Eros landete.

ab. NEAR landete nur ca. 200 m vom geplanten Landepunkt. Doch damit nicht genug: Bereits 10 Minuten nach der Landung stand definitiv fest, dass NEAR noch Daten sandte.

In einer ersten Euphorie wurde sogar laut darüber nachgedacht, die Sonde wieder starten zu lassen. Dieser Vorschlag wurde aber wieder fallen gelassen. NEAR's Gamma- und Röntgenstrahlen - Spektrometer

sendeten noch bis zum 24. Februar Daten zur Erde.

RD, Fotos und Grafiken: NASA.



Die wissenschaftliche Nutzlast der Raumsonde NEAR.

NEAR Magnetometer

Fluxgate sensor
Antenna Mount
0.01-20 Hz Rate
16-65,536 nT
16 bit resolution
1.5 kg
1.5 W

Grafik: Der Magnetometer von NEAR.

Multispectral Imager (MSI)

Si CCD
7.7 kg
6.9 W
2.26° x 2.95°

244 x 537 pixels
12-bit

450, 550, 760, 900, 950,
1000, 1050 nm and
broadband filters

Grafik: Die Multispektralkamera von NEAR.