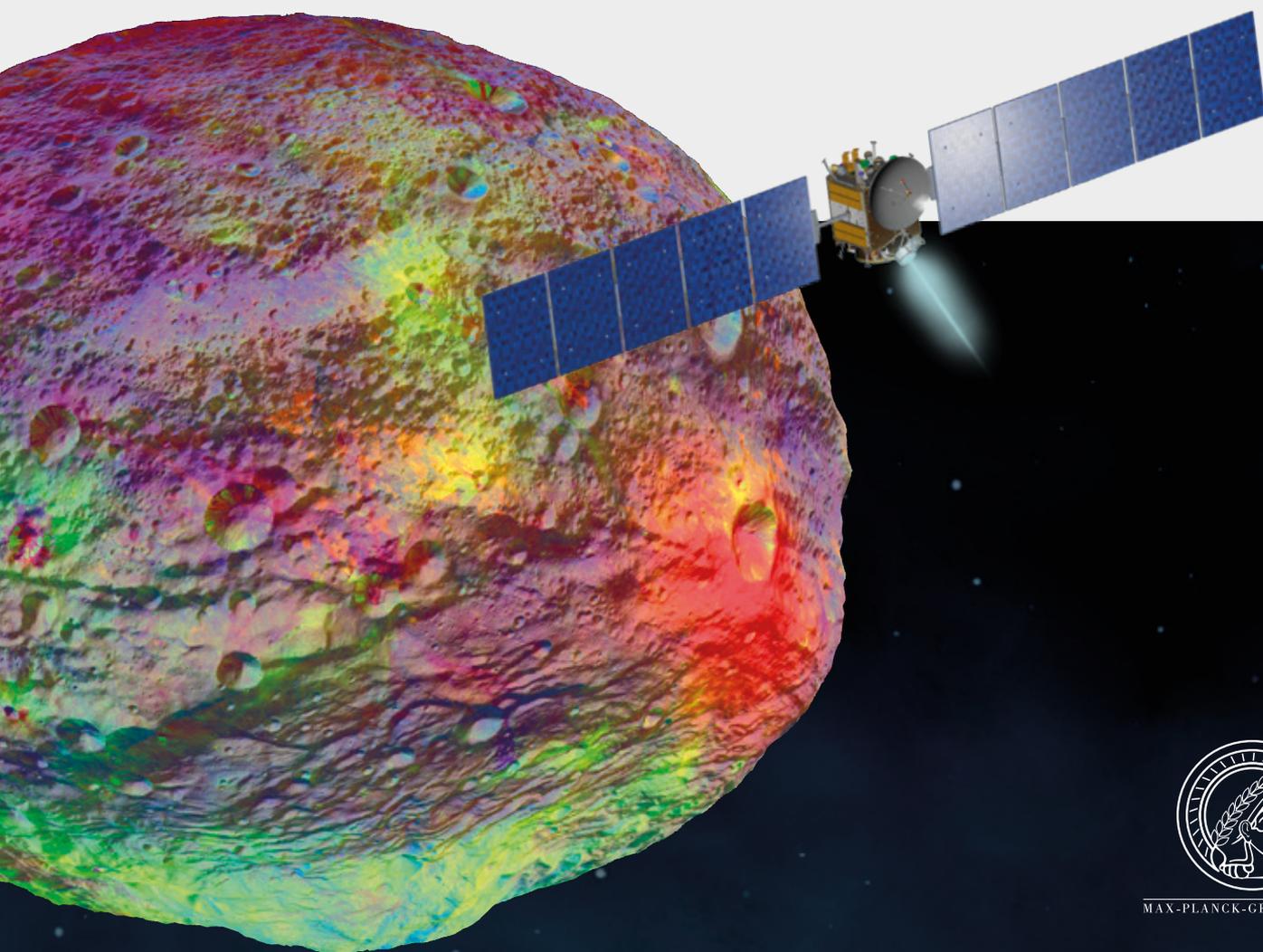


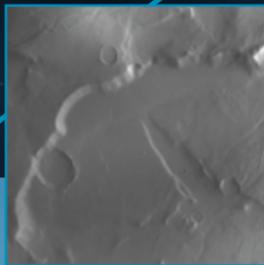
DAWN

EINE REISE ZU DEN ANFÄNGEN
DES SONNENSYSTEMS



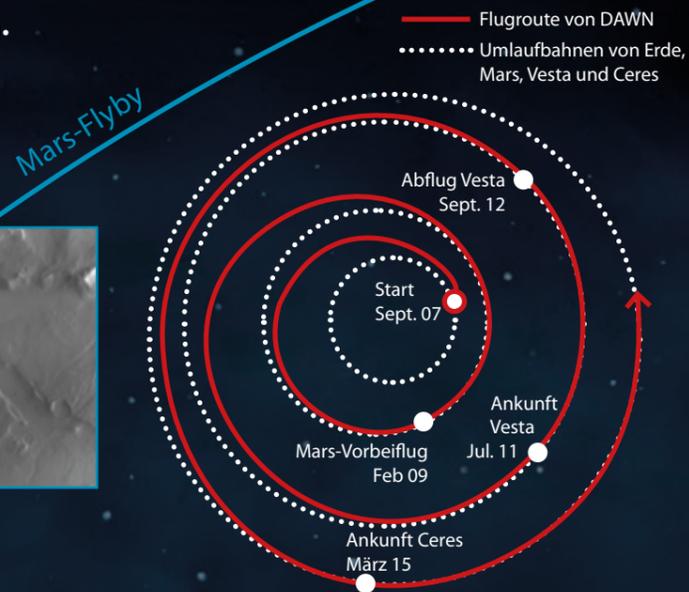
► DAWN – Eine Reise zu den Anfängen des Sonnensystems

In seiner Geburtsstunde vor 4,5 Milliarden Jahren sah unser Sonnensystem völlig anders aus. Statt der heutigen acht Planeten drehte sich erst eine Wolke, später eine Scheibe aus Gas und Staub um die gerade entstandene Sonne. Nach und nach ballten sich unregelmäßig geformte Klumpen zusammen, die durch Zusammenstöße wuchsen und schließlich die Planeten bildeten. Die Kleinplaneten Vesta und Ceres, die innerhalb des Asteroidengürtels zwischen den Umlaufbahnen von Mars und Jupiter um die Sonne kreisen, blieben in einer frühen Phase dieser Entwicklung stecken und konnten sich nicht zu Planeten entwickeln. Diese beiden „Mini-Welten“ sind die Ziele der Mission Dawn der amerikanischen Weltraumagentur NASA. Es ist eine Zeitreise zu den Anfängen unseres Sonnensystems.



Die lange Reise zu den Asteroiden

Am 27. September 2007 startete die Raumsonde Dawn auf ihre lange und einzigartige Reise. Sie wird die erste Weltraummission sein, die nacheinander in die Umlaufbahnen um zwei Körper einschwenkt. Ihr erstes wissenschaftliches Ziel, den Protoplaneten Vesta, erreichte Dawn im Juli 2011. Etwa ein Jahr lang kreiste die Sonde um Vesta und drang dabei Schritt für Schritt in immer tiefere Umlaufbahnen vor. Zum Schluss trennten Dawn weniger als 200 Kilometer von der Oberfläche des bizarren Körpers. Den Zwergplaneten Ceres erreicht Dawn im März 2015. Eine günstige Konstellation beider Körper ermöglicht diese relativ kurze Flugzeit. In den folgenden Monaten wird sich Dawn der Ceres-Oberfläche bis auf etwa 400 Kilometer nähern.



Um Treibstoff zu sparen, flog Dawn auf ihrem Weg in den Asteroidengürtel im Februar 2009 dicht am Mars vorbei. Ein solches Manöver erlaubt es, zusätzlich „Schwung“ zu holen und so an Geschwindigkeit zuzunehmen. Zudem bot der Vorbeiflug eine willkommene Gelegenheit, die wissenschaftlichen Instrumente an Bord zu testen. Das Kamerasystem von Dawn lieferte beim Vorbeiflug detaillierte Bilder der Mars-Oberfläche.

Vesta und Ceres – die Riesen im Asteroidengürtel

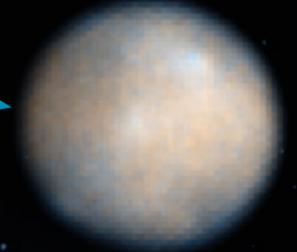
Vesta und Ceres sind die zwei massenreichsten Körper im Asteroidengürtel – und könnten unterschiedlicher kaum sein. Während Vesta aus festem Gestein besteht und einst ein heißes geschmolzenes Inneres hatte, ist Ceres viel kälter geblieben und enthält wahrscheinlich leichtflüchtige Stoffe wie Wasser. Das Asteroidenpaar steht somit stellvertretend für den Übergang, der sich im Asteroidengürtel vollzieht – von den festen, inneren Planeten zu den Gasriesen und ihren Monden, die hauptsächlich aus Helium, Wasserstoff und Methan bestehen.

Ankunft Vesta



Vesta, 530 km

Ankunft Ceres



Ceres, 950 km

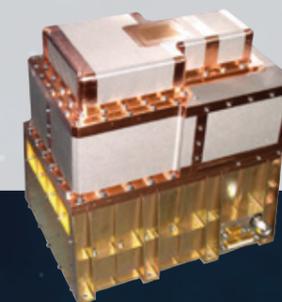
Die wissenschaftlichen Instrumente

Drei wissenschaftliche Instrumente an Bord von Dawn sollen helfen, den Kleinplaneten Vesta und Ceres ihre Geheimnisse zu entlocken: ein Kamerasystem (Dawn Framing Cameras), ein Detektor für Gamma-Strahlung und Neutronen (GRaND) und ein Spektrometer (VIR).

Framing Cameras: Das Kamerasystem besteht aus zwei baugleichen Kameras. Ihren Bildern lassen sich Informationen zur Topographie, Beschaffenheit und mineralogischen Zusammensetzung der Oberflächen entnehmen. Das Instrument wurde unter Leitung des MPS in Zusammenarbeit mit dem Institut für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt und dem Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze in Braunschweig entwickelt.



GRaND: Der Detektor für Gamma-Strahlung und Neutronen soll helfen, die Elemente Sauerstoff, Magnesium, Aluminium, Silizium, Calcium, Titan und Eisen sowie einige Spurenelemente aufzuspüren. Das Instrument wurde am Los Alamos National Laboratory (USA) entwickelt und wird vom Planetary Science Institute (USA) betrieben.



VIR: Das Spektrometer untersucht die sichtbare und infrarote Strahlung, welche Vesta und Ceres ins All reflektieren und emittieren. Aus dieser lassen sich Informationen über die mineralogische Zusammensetzung und die Temperatur der Oberfläche gewinnen. VIR wurde von der italienischen Weltraumagentur ASI zur Verfügung gestellt und wird vom National Institute for Astrophysics in Rom in Zusammenarbeit mit Selex Galileo betrieben.



Start



► Vesta – Farbige Ansichten eines Urplaneten

Von Mitte Juli 2011 bis September 2012 begleitete die Raumsonde Dawn den Asteroiden Vesta auf seiner Umlaufbahn durch den Asteroidengürtel – und fand dabei eine Welt von unvergleichlicher Schönheit. Zu Vestas Sehenswürdigkeiten zählen bizarre Krater, tiefe Rillen und der höchste Berg im Sonnensystem.

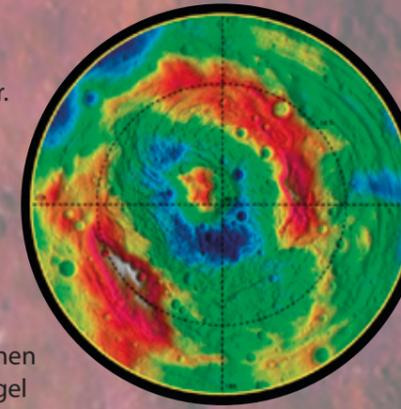
Ein Stück Vesta

Die Mission Dawn lieferte den Beweis, dass die auf der Erde gefundenen Meteoriten der HED-Gruppe Bruchstücke von Vesta sind. HED steht für die Gesteine Howardit, Eukrit und Diogenit. Ein bekannter Vertreter dieser Meteoritengruppe ist der Meteorit Millbillillie, der 1960 im Westen Australiens niederging. Das Gesamtgewicht der zahlreichen Bruchstücke beträgt mehr als 100 Kilogramm.



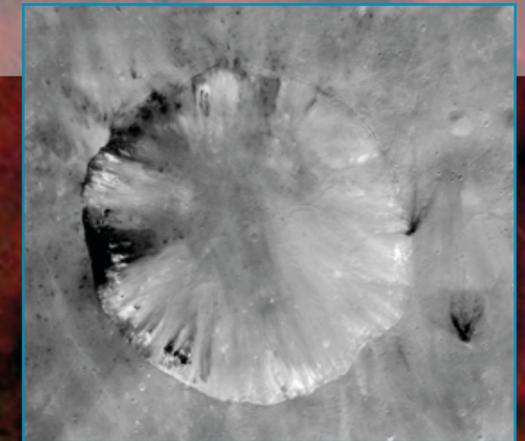
Riesige Krater, hohe Berge

Vesta hat zwei Gesichter. Während die Nordhalbkugel übersät ist von Kratern, kommen diese auf der Südhalbkugel (hier eine Höhenkarte) seltener vor. Dort finden sich zwei riesige Einschlagbecken, die einen Großteil der Südhalbkugel umgeformt haben. Mitten im so genannten Rheasilvia-Krater ragt mit 22 Kilometern der höchste Berg des Sonnensystems empor.



Das dunkle Material

Verstreut auf der Oberfläche von Vesta findet sich so genanntes dunkles Material, das Licht ebenso effizient schluckt wie Ruß. Es tritt besonders am Rand der großen Einschlagkrater der Südhalbkugel und dort an den Rändern kleinerer, jüngerer Krater auf. Das dunkle Material ist nicht nur reich an Kohlenstoff, sondern enthält auch das Mineral Serpentin. Da Serpentin hohe Temperaturen nicht überdauern kann, Vesta jedoch einst heiß und geschmolzen war, muss das dunkle Material fremden Ursprungs sein.



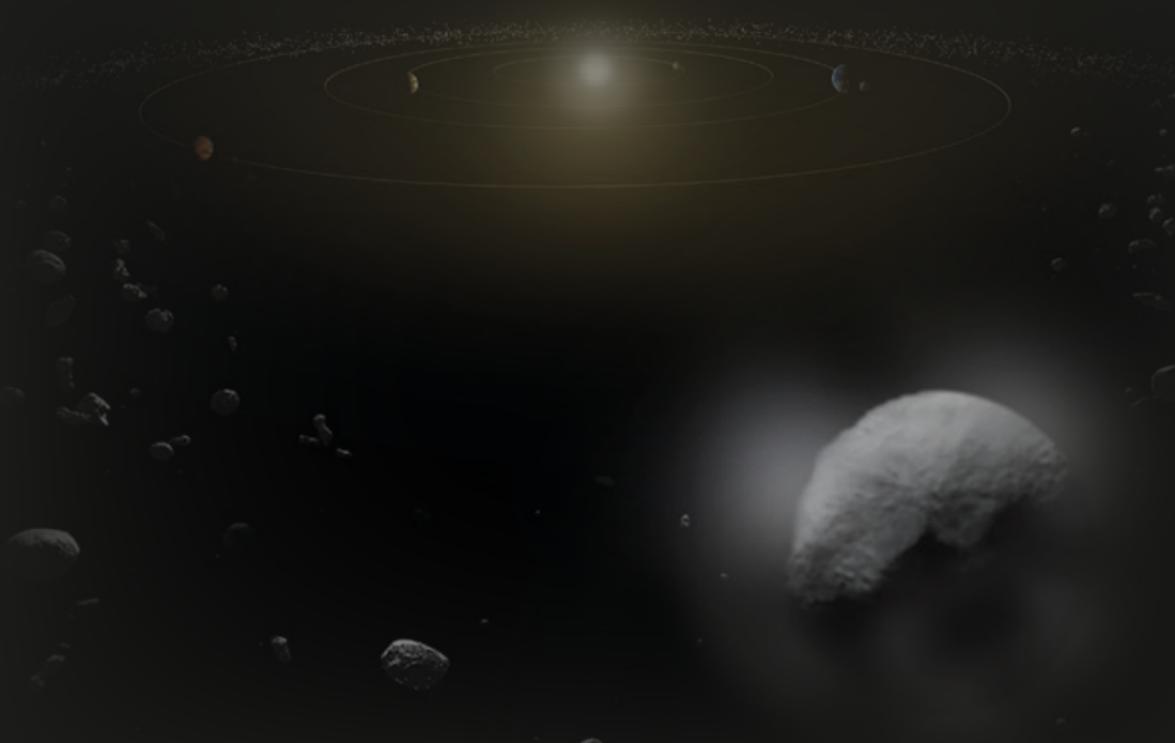
Metallischer Kern und dicke Kruste

Kurz nach ihrer Entstehung war Vesta heiß und geschmolzen. Dichtere Bestandteile konnten so ins Innere des Körpers sinken und sich dort anreichern, so dass sich – ähnlich wie bei der Erde – ein zwiebelartiger Aufbau aus mehreren Schalen ergab. Tief im Innern von Vesta findet sich ein fester Kern aus Eisen und Nickel. Sein Radius könnte mehr als 100 Kilometer betragen. Es folgen ein Gesteinsmantel und eine Gesteinskruste. Messungen deuten darauf hin, dass diese Kruste erstaunlich dick ist. Sie könnte mehr als 22 Kilometer in die Tiefe reichen. Die Kruste der etwa 24 mal so großen Erde hingegen ist nur durchschnittlich 35 Kilometer dick. Der genaue innere Aufbau von Vesta ist noch immer Gegenstand der Forschung.

Krater Aelia in Falschfarben: Mit dem bloßen Auge wären die Fließstrukturen, die sich hier in Blau und Rot vom Untergrund abheben, nicht sichtbar. Ihr Ursprung ist bisher unbekannt. Möglicherweise entstand durch den Einschlag, der den Krater erzeugte, flüssiges Material, das eine andere Mineralogie aufweist als die Umgebung.

► Ceres – Eine Welt auf Eis

Ceres ist der größte Körper im Asteroidengürtel. Mit einem Äquatordurchmesser von etwa 950 Kilometern ist der Zwergplanet sogar von der Erde aus ohne größeren Aufwand mit Amateurteleskopen zu sehen. Unter seiner Oberfläche vermuten Forscher gefrorenes Wasser.



Fontänen aus Wasserdampf

Der Zwergplanet Ceres ist nahezu kugelförmig. Bisher ist nur wenig über seine Beschaffenheit und seinen Aufbau bekannt. Die geringe Dichte des Körpers deutet darauf hin, dass Ceres im Innern keinen metallischen Kern besitzt. Forscher vermuten, dass sich unter der obersten, dünnen Schicht aus möglicherweise wasserhaltigem Tonmineralgestein eine Schicht aus gefrorenem Wasser – vielleicht in großer Tiefe zusätzlich eine aus flüssigem Wasser – erstreckt. Den Kern könnte ein Gemisch aus Gestein und Eis bilden. In seiner Zusammensetzung gleicht der Asteroid Ceres somit den Jupitermonden Ganymed und Callisto. Zudem ist Ceres möglicherweise ein Wasserdampfpucker. Messungen mit dem Infrarotobservatorium Herschel haben gezeigt, dass der

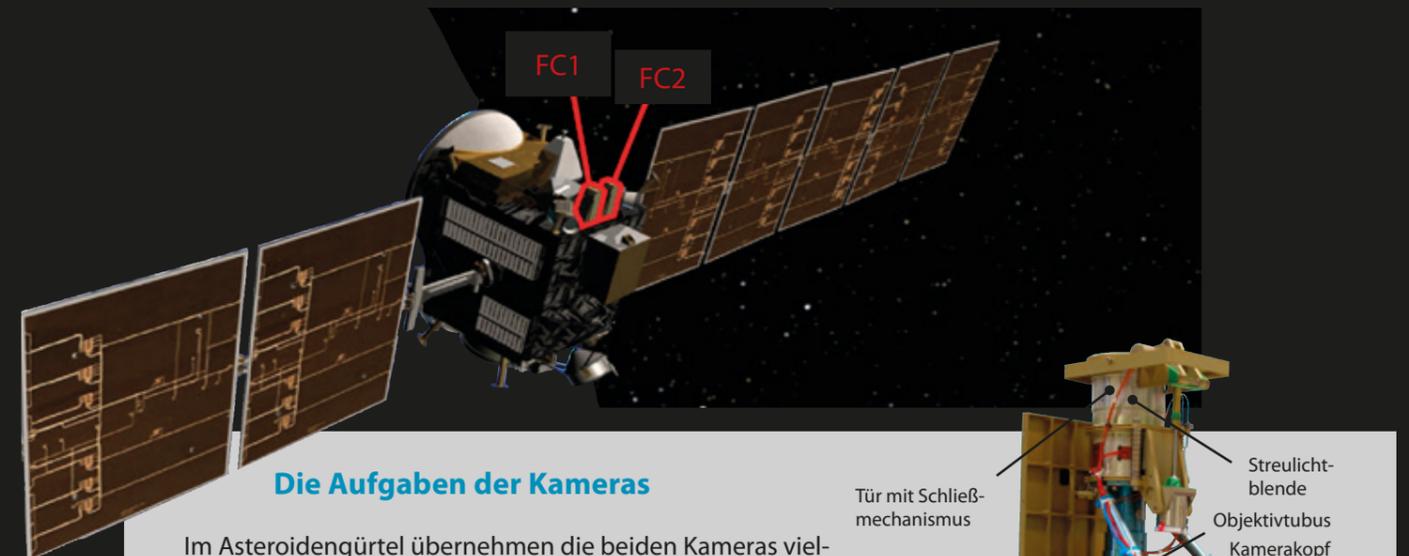
Zwergplanet in regelmäßigen Abständen Wasser emittiert. Forscher glauben, dass dies nur geschieht, wenn Ceres sich auf seiner Umlaufbahn etwas näher an der Sonne befindet.

Dawns Entdeckungsreise

Bereits im Dezember 2014 öffnet Dawn erneut die Augen und nimmt erste Bilder des noch 1,2 Millionen Kilometer entfernten Kleinplaneten Ceres auf. Nach einer nur wenige Monate dauernden Anflugphase schwenkt Dawn im März 2015 in eine Umlaufbahn um Ceres ein. Die Raumsonde wird den Kleinplaneten umkreisen und sich der Oberfläche dabei auf einen Abstand von bis zu 400 Kilometern annähern.

► Das Kamerasystem: Die Augen von Dawn

Der Erfolg der Mission Dawn hängt entscheidend von den beiden wissenschaftlichen Kameras an Bord ab. Zum einen helfen die Kamerabilder, die Sonde zu ihren Zielen und in eine sichere Umlaufbahn zu navigieren. Zum anderen lassen sich nur anhand der Aufnahmen die Oberflächen der beiden Körper gründlich charakterisieren. Die Raumsonde ist deshalb mit zwei baugleichen Kameras ausgestattet. Nach dem Motto: Doppelt hält besser.



Die Aufgaben der Kameras

Im Asteroidengürtel übernehmen die beiden Kameras vielfältige Aufgaben: Sie bestimmen unter anderem Größe und Form der beiden Körper, liefern die notwendigen Daten für topografische Karten, halten nach Monden in der Umgebung von Vesta und Ceres Ausschau und suchen nach Einschlagskratern, Furchen und Anzeichen früherer tektonischer oder vulkanischer Aktivität. Zudem erlauben die Aufnahmen Rückschlüsse auf die mineralogische Zusammensetzung der beiden Körper. Jedes Gestein besitzt eine Art charakteristischen Fingerabdruck: Je nach Wellenlänge reflektiert seine Oberfläche mehr oder weniger des einfallenden Sonnenlichtes zurück ins All. Auf diese Weise lässt sich das Gestein identifizieren.

Um diese Reflektion bei verschiedenen Wellenlängen möglichst genau zu bestimmen, enthalten die Kameras je ein Filterrad mit sieben Farbfiltern. Jeder Filter greift einen anderen Wellenlängenbereich aus dem reflektierten Licht heraus – und erzeugt so ein Bild in einem bestimmten Farbbereich.

Der Aufbau der Kameras

Bevor das einfallende Licht das Filterrad erreicht, passiert es die Streulichtblende und das Linsensystem im Objektivtubus. Erst der Kamerakopf enthält das Filterrad und den CCD-Sensor mit der zugehörigen Elektronik zum Auslesen. Ein Radiator kühlt den CCD auf -60 Grad Celsius, um das Bildrauschen zu verringern.

Technische Daten der Kameras

- Belichtungszeiten: 1 ms bis 3,5 Std.
- Gesichtsfeld: 5,5 Grad x 5,5 Grad
- Speicher: 8 GBit dRAM
- CCD-Sensor: 1024 Pixel x 1024 Pixel
- Filterrad: sieben schmalbandige und ein klarer Filter
- Wellenlängenbereich: 0,4 – 1,0 μm
- Brennweite: 150 mm
- Größe: 42,2 cm x 21,5 cm x 19,6 cm
- Gewicht: 5,5 kg

Mission Dawn

Die Mission Dawn wird vom Jet Propulsion Laboratory (JPL) der amerikanischen Weltraumbehörde NASA geleitet. JPL ist eine Abteilung des California Institute of Technology in Pasadena. Die University of California in Los Angeles ist für den wissenschaftlichen Teil der Mission verantwortlich.

Das Kamerasystem

Das Kamerasystem an Bord der Raumsonde wurde unter Leitung des MPS in Göttingen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Berlin und dem Institut für Datentechnik und Kommunikationsnetze in Braunschweig entwickelt und gebaut. Das Kamera-Projekt wird finanziell von der Max-Planck-Gesellschaft, dem DLR und NASA/JPL unterstützt. Das MPS betreibt die Kameras während des Missionsverlaufs und wertet die Bilder wissenschaftlich aus.

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung

Das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS) in Göttingen ist neben der NASA-Mission Dawn an zahlreichen laufenden und zukünftigen Weltraummissionen beteiligt. Zu ihnen zählen Rosetta, Cassini, Bepi Colombo, JUICE, InSight, Solar Orbiter und PLATO.

Kontakt:

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
Justus-von-Liebig-Weg 3
37077 Göttingen
Tel.: +49 551 384 979-0
E-Mail: presseinfo@mps.mpg.de
www.mps.mpg.de; www.dawn.mps.mpg.de

Dr. Andreas Nathues
Framing Camera Lead Scientist
Tel.: +49 551 384 979-433
E-Mail: Nathues@mps.mpg.de

Dr. Birgit Krummheuer
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Tel.: +49 551 384 979-462
E-Mail: Krummheuer@mps.mpg.de

Bildquellen:

Titel: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA • NASA/JPL-Caltech/UCLA/McREL
Seite 2/3: NASA • NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA • MPS • NASA/McREL/
UCLA (W. K. Hartmann) • HST • UCLA • ASI/INAF/Selex Galileo
Seite 4/5: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA • MPS
Seite 6/7: ESA/ATG medialab • NASA/JPL/JHU/HAST • NASA/JPL-Caltech/UCLA/
MPS/DLR/IDA • NASA/JPL-Caltech/UCLA/McREL/MPS • MPS

