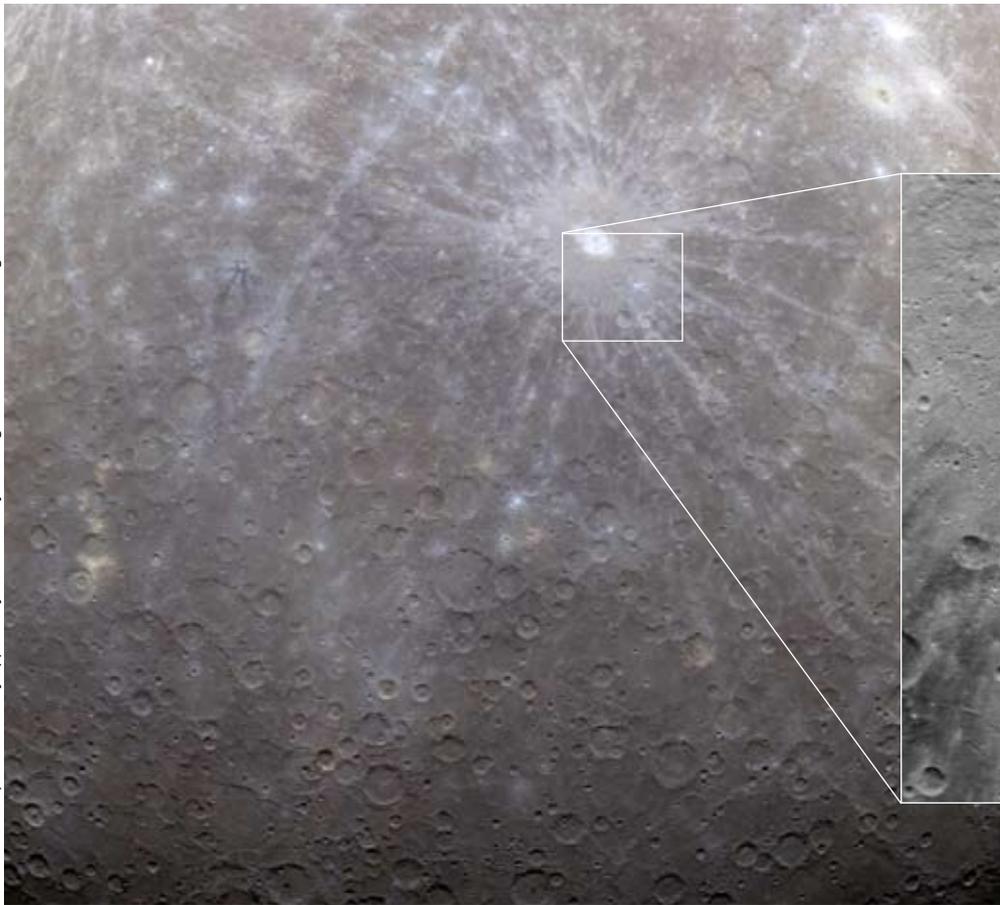




Als die US-Sonde Messenger ihre Kameras in der Umlaufbahn um Merkur aktiviert hatte, machte sie noch während der folgenden Umrundung Aufnahmen der Oberfläche. Das erste Bild, das die Sonde zur Erde funkte, gehört zu einer Sequenz von acht Belichtungen durch verschiedene Filter. Die hier gezeigte Version ist ein Farbbild von dieser ersten abgelichteten Region auf Merkur (links). Im oberen Bildbereich liegt zentral der nach dem französischen Komponisten Claude Debussy benannte Krater Debussy. Nie zuvor waren die strahlenartigen Strukturen in der Umgebung dieses Kraters, der einen Durchmesser von 80 Kilometern hat, so detailliert fotografiert worden. Die schmalen Strahlen entstanden durch Materialauswürfe als Folge des Einschlags. Der Ausschnitt rechts demonstriert die hohe Auflösung der neuen Aufnahmen.

NASA / Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory / Carnegie Institution of Washington



Merkur – ein fast vergessener Planet im Fokus

Mitte März dieses Jahres erhielt Merkur seinen ersten künstlichen Satelliten. Nach einer langen Reise traf die US-Raumsonde Messenger beim sonnennächsten Planeten ein und erforscht diesen nun ein Jahr lang. Merkur ist unter den Planeten im Sonnensystem in vielerlei Hinsicht extrem und außergewöhnlich.

Stets den sonnennächsten Planeten Merkur im Visier, reiste die US-amerikanische Raumsonde Messenger sechseinhalb Jahre lang durch das innere Sonnensystem. In der Nacht auf den 18. März 2011 fand endlich das mit Spannung erwartete historische Ereignis statt: Messenger schwenkte erfolgreich in eine Umlauf-

bahn um Merkur ein. Nach der US-Raumsonde Mariner 10, die in den Jahren 1974 und 1975 an Merkur dreimal nur vorbeiflog, ist Messenger erst die zweite irdische Besucherin beim innersten Planeten unseres Sonnensystems – und die erste, die ihn nun während eines Jahres als Satellit umrundet.

Die Vorbeiflüge von Mariner 10 gaben der Merkur Oberfläche bereits ein grobes Gesicht: Die Sonde fotografierte eine zerklüftete Kraterlandschaft mit ausgedehnten Ebenen, die von langen Hügelketten unterbrochen sind – der Oberfläche unseres inaktiven alten Erdmonds verblüffend ähnlich. So eindrucklich die Bilder von Mariner 10 auch waren, die damalige Technik war noch nicht so weit fortgeschritten, um genügend Details aufzu-

lösen und der geologischen Geschichte Merkurs auf die Schliche zu kommen. Da die Sonde dreimal an der gleichen Seite des Planeten vorbeiflog, erfasste sie auch nur gerade 45 Prozent der Oberfläche. Obwohl der sonnennächste Planet seine gut gehüteten Geheimnisse noch nicht preisgab, geriet er nach Mariner 10 zunächst wieder in Vergessenheit.

33 Jahre lang zog Merkur einsam seine Bahn ohne Besuch von der Erde. Unentwegt tüftelten derweil aber Wissenschaftler und Ingenieure der US-amerikanischen Weltraumbehörde NASA an neuen Technologien, um ein Raumfahrzeug zu konstruieren, das die extremen Bedingungen in einer Umlaufbahn um den sonnennächsten Planeten überleben kann. Die technischen Hürden, die es zu neh-

W I S wissenschaft in die schulen!

Didaktische Materialien zum Thema für die Arbeit mit Schülern der Oberstufe finden Sie kostenfrei unter www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1070006.



sie an der Erde, zweimal an der Venus und dreimal an Merkur, ihrem späteren Ziel, vorbei. Ohne diese nahen Vorbeiflüge hätte sich Messenger mit so hoher Geschwindigkeit auf sein finales Reiseziel, den Merkur, zu bewegt, dass kein Antriebssystem der Welt sie genügend abbremsen und auf eine Umlaufbahn um den Planeten hätte bringen können.

Während des Abbremsmanövers in 155 Millionen Kilometer Entfernung von der Erde feuerte die Sonde 15 Minuten lang mit ihrem Triebwerk in Richtung der Vorwärtsbewegung und verlangsamte so ihre Geschwindigkeit gegenüber Merkur um 860 Meter pro Sekunde. Dadurch war sie langsam genug, um sich vom Gravitationsfeld des Planeten einfangen zu lassen.

Das heikle Unterfangen glückte perfekt: Die angestrebte stark exzentrische und beinahe polare Umlaufbahn stimmt mit der erreichten bis auf kleine Abweichungen weit innerhalb der Toleranzgrenzen überein. Angepeilt war eine Bahnneigung von 82,5 Grad relativ zu Merkurs Äquator. Die Neigung des ersten Bahndurchlaufs betrug schließlich 82,52 Grad.

Der geringe Fehler von nur zwei Hundertstel Grad dürfte zu verschmerzen sein.

Die nahezu polare Bahn von Messenger wird durch gelegentliche Triebwerkszündungen sonnensynchron gehalten. Dies bewirkt, dass auf die beiden Solarsegel der Sonde zu jedem Zeitpunkt genügend Sonnenlicht trifft und stets optimale Beleuchtungsverhältnisse herrschen. Um ihre Instrumente zu schonen, wurde die Form der Bahn so gewählt, dass sich Messenger nur beschränkte Zeit in geringem Abstand über dem heißen Planeten aufhält. Für einen Umlauf um Merkur benötigt die Sonde rund zwölf Stunden, dabei nähert sie sich seiner Oberfläche bis auf 200 Kilometer und entfernt sich von ihr im äußersten Punkt der Bahn bis zu 15 200 Kilometer.

Merkur wirft viele Fragen auf

Ausgerüstet mit sieben wissenschaftlichen Instrumenten und einem Radiowellen-Experiment fühlt Messenger dem kleinsten, sonnennächsten und daher auch schnellsten Planeten des Sonnensystems ein Jahr lang auf den Zahn. Die Aufnahmen aus der Umlaufbahn schließen

men galt, waren beachtlich: Hitzeresistent, leicht und kompakt musste der erste künstliche Satellit von Merkur sein.

Die in der Folge entwickelte Sonde Messenger erfüllt all diese Anforderungen. Sie ist so leicht, dass sie beim Start 600 Kilogramm Treibstoff mitführen konnte, ohne das erlaubte Startgewicht zu überschreiten. Genügend, um später beim Einschwenken in die Umlaufbahn um Merkur stark abzubremesen zu können. Dank eines Hitzeschildes aus Keramikfasern, hinter dem ihre Instrumente bei Raumtemperatur arbeiten, widersetzt sich Messenger der versengenden Sonneneinstrahlung. Die Sonne erscheint in der Merkurumlaufbahn bis zu gut dreimal so groß und fast elfmal so hell wie bei der Erde.

7,9 Milliarden Kilometer weiter

Das erste Etappenziel ihrer jahrzehntelangen Arbeit erreichten die Entwickler von Messenger am 3. August 2004, als die Sonde an Bord einer Delta-II-Trägerrakete von der *Cape Canaveral Air Force Station* in Florida erfolgreich ihre lange Reise zum Merkur antrat. Um in die unwirtliche heiße Umgebung im Innersten des Sonnensystems vorzustoßen, legte sie 7,9 Milliarden Kilometer zurück und umkreiste die Sonne insgesamt 15-mal. Einmal flog

Ausschreibung: Reiff-Preis für Amateur- und Schulastronomie 2011



Mit diesem Förderpreis möchte die Reiff-Stiftung ein amateur- oder schulastronomisches Projekt auszeichnen, für dessen Durch- oder Fortführung das zweckgebundene Preisgeld in Höhe von **3000 Euro** bestimmt ist.

Es können sich sowohl Einzelpersonen als auch Arbeitsgemeinschaften bewerben. Nach Abschluss des geförderten Projekts wird von den Preisträgern ein didaktisch wirksamer, zum Selbst- und Weitermachen anregender Bericht erwartet, der sowohl im *VdS-Journal* als auch in *Sterne und Weltraum* veröffentlicht werden soll.

In der Preis-Jury sind Amateur-, Fachastronomen und Schuldidaktiker vertreten. Der Preis wird am 12. November 2011 auf der Bochumer Herbsttagung (BoHeTa) verliehen.

Weitere Informationen: www.reiff-stiftung.de

Ihre Bewerbung für den Reiff-Preis sollte enthalten:

- eine kurze Beschreibung der Arbeitsgruppe beziehungsweise ihrer Mitglieder (maximal eine Seite);
- eine Beschreibung der bisher durchgeführten Projekte, inklusive Verweise auf bisherige Veröffentlichungen im *VdS-Journal*, *Sterne und Weltraum*, etc., falls vorhanden (maximal zwei Seiten);
- eine Beschreibung des geplanten Projekts, einschließlich der Angabe, wofür das Preisgeld eingesetzt werden soll (maximal drei Seiten).

Die Bewerbung ist bis zum **10. Oktober 2011** zu richten an:

Dr. Jakob Staude (Kurator), Max-Planck-Institut für Astronomie, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. E-Mail: preis@reiff-stiftung.de



Diese Aufnahme von Merkur aus einer Distanz von 450 Kilometern zeigt die Oberflächenstrukturen eines 84 Kilometer breiten und vorher noch nie fotografierten Gebiets in der Nähe des Nordpols. Die Oberfläche ist hier übersät von sekundären Kratern, die von einem außerhalb dieses Gesichtsfelds liegenden Einschlag herrühren.

die letzten weißen Flecken auf Merkurs Landkarte, die nach den Vorbeiflügen von Mariner 10 und Messenger hauptsächlich in den Polregionen noch verblieben sind.

Elf Tage nachdem Messenger in die Umlaufbahn eingeschwenkt war, aktivierte die Sonde ihre Instrumente und funkte erste Bilder zur Erde. Anfang April begann sie mit der systematischen detaillierten Kartierung der Merkur Oberfläche.

Während der ein Jahr dauernden Primärmission wird Messenger den Merkur 700 Mal umrunden und dabei rund 75 000 Bilder liefern. Dabei bildet die Kamera der Sonde die Oberfläche des Planeten dreidimensional ab. Die Höhenunterschiede vermisst sie zudem mit einem Laseraltimeter, wodurch sich eine dreidimensionale topografische Karte erstellen lässt.

Merkur gehört zu den erdähnlichen felsigen Planeten so wie Venus und Mars. Er ist unter diesen der dichteste und derje-

nige mit der ältesten Oberfläche, aber im Gegensatz zu den anderen noch kaum erforscht. Mit einem Durchmesser von 4878 Kilometern ist er nur wenig größer als der Erdmond. Seine Umlaufbahn um die Sonne weist die größte Exzentrizität von allen Planeten des Sonnensystems auf, und die täglichen Temperaturschwankungen an seiner Oberfläche reichen von +430 Grad Celsius auf der Tagseite bis zu -170 Grad Celsius auf der Nachtseite. Da die Polachse von Merkur beinahe senkrecht auf seiner Bahnebene steht, liegen manche Kratermulden nahe den Polregionen stets im Schatten bei eisigen Minustemperaturen.

Im Verhältnis zu seiner Größe besitzt Merkur einen riesigen Eisenkern, der 60 Prozent seiner Gesamtmasse ausmacht und 75 Prozent seines Radius einnimmt. Die Kerne der anderen felsigen Planeten haben nicht annähernd einen so großen Anteil an ihren Massen und Volumina.

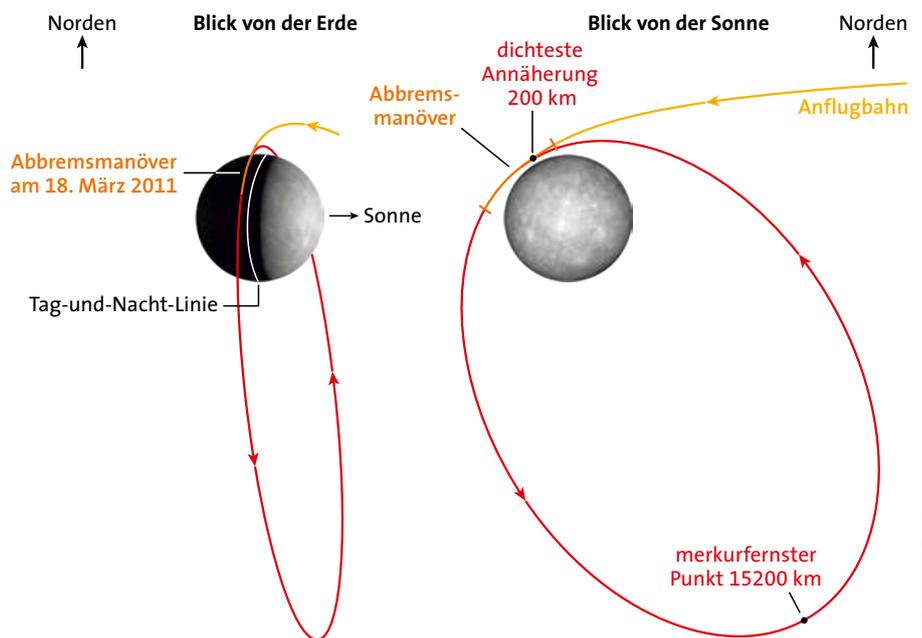
Auch scheint Merkurs Kern teilweise aufgeschmolzen zu sein, denn ihn umgibt wie die Erde ein globales Dipolmagnetfeld. Jenes der Erde wird nämlich von Strömungen im flüssigen Metall des äußeren Erdkerns erzeugt, der den festen inneren Kern umschließt.

Um den Ursprung von Merkurs Magnetfeld zu finden, ist Messenger mit einem Magnetometer ausgerüstet, das die Feldstärke und räumliche Verteilung des Feldes ermittelt. Innerhalb von nur fünf Tagen verdreifachte Messenger in der Umlaufbahn die Zahl der Feldmessungen im Vergleich zu den Daten, die nach den insgesamt sechs vorangegangenen Vorbeiflügen an Merkur zur Verfügung standen.

Die Rätsel, die der extreme ungewöhnliche Planet immer noch aufwirft, sind zahlreich: Warum ist dieser Planet so außergewöhnlich dicht? Was hat es mit seinem Magnetfeld auf sich? Befindet sich an seinen Polen tatsächlich gefrorenes Eis, so wie manche Forscher vermuten? In seinem Inneren scheint Merkur einem jungen dynamischen Planeten wie der Erde zu ähneln, außen aber sieht er aus wie der inaktive alte Erdmond. Um diesen Widerspruch aufzulösen und die Vorgänge in und auf Merkur besser zu verstehen, sammelt Messenger nun emsig Informationen über Merkurs Kruste, seine geologische Vergangenheit, die Zusammensetzung seiner dünnen Atmosphäre und seiner aktiven Magnetosphäre und auch über seinen inneren Aufbau.

RAHEL HEULE ist Physikerin und freie Autorin.

Nach einem viertelstündigen Bremsmanöver schwenkte die US-Raumsonde Messenger am 18. März 2011 in eine Umlaufbahn um Merkur ein. In der linken Teilgrafik ist die Lage der Bahn von der Erde aus gesehen dargestellt, die rechte Grafik zeigt die Bahn aus der Sicht eines hypothetischen Beobachters auf der Sonne. Während ihrer jeweils zwölf Stunden dauernden Umläufe nähert sich die Sonde der Merkur Oberfläche bis auf 200 Kilometer und entfernt sich bis zu 15 200 Kilometer von ihr.



NASA / SuW-Grafik