Merkur im Visier : erste Resultate der Messenger-Mission

Autor(en): **Brüderlin, Roger**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **66 (2008)**

Heft 348

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-897851

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Merkur im Visier

Erste Resultate der Messenger-Mission

Von Roger Brüderlin

Vor gut vier Jahren, am 3. August 2004, startete die Messenger-Sonde zum Merkur. Am 14. Januar 2008 flog Messenger zum ersten Mal in einer Höhe von 200 km an Merkur vorbei. Die ersten Resultate werfen neues Licht auf das Wesen des innersten Planeten.

Merkur ist in jeder Hinsicht ein Extremfall unter den terrestrischen Planeten. Als kleinster Planet im Sonnensystem hat er eine überdurchschnittlich grosse Dichte, die älteste Oberfläche, es herrschen die grössten Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht und ausserdem ist er am wenigsten erforscht. Vom genaueren Verständnis der Eigenschaften von Merkur erhofft man sich ein besseres Verständnis von der Entstehung der Planeten in unserem Sonnensystem.

Die hohe Dichte von Merkur – wenn die Kompression durch die Gravitationskraft berücksichtigt wird, ist Merkur sogar etwas dichter als die Erde – legt den Schluss nahe, dass der Eisenkern des Planeten überdurchschnittlich gross ist und rund 75 % Prozent des Planeten ausmacht. Verschiedene Theorien versuchen diese Zusammensetzung zu erklären. Jede dieser Theorien würde eine andere Oberflächenzusammensetzung des Planeten voraussetzen:

(1) Vor der Entstehung von Merkur hat der Sog des Gasnebels, in dem das Sonnensystem entstand, die leichteren und schwereren Elemente mechanisch sortiert und dabei die leichteren Elemente aus der Region, in der Merkur entstehen sollte, dezimiert. Das bedeutet, dass die Kruste von Merkur wohl aus Silikaten besteht, aber das Verhältnis von Silikat und Eisen zugunsten von Eisen verschoben ist.

(2) Die grosse Hitze in der Nähe der jungen Sonne und das heisse Gas in der Umgebung haben die leichteren Elemente in der Kruste des jungen Merkur verdampfen lassen. Das würde bedeuten, dass kaum mehr flüchtige Elemente auf Merkur zu finden sind.

(3) Ein grosser Einschlag hat dem jungen Planeten den Mantel entrissen. Das würde bedeuten, dass die Kruste heute kaum Elemente aufweisen sollte, die in der Entstehungszeit dort angereichert worden wären. Dazu gehören Aluminium und Kalzium.

Messenger soll deshalb die Oberflächenbestandteile von Merkur genauer analysieren.

Insgesamt möchte man die geologische Vergangenheit von Merkur genauer kennen lernen. Bisher ist umstritten, ob der Planet je vulkanisch aktiv war oder nicht.

Merkurs Magnetfeld und v. a. dessen Quelle sind ebenfalls von Interesse. Neben der Erde ist der innerste Planet der einzige terrestrische Planet, der ein bipolares Magnetfeld besitzt. Von der genauen Vermessung des Feldes verspricht man sich u. a. Aufschlüsse über den vermutlich teilweise flüssigen Kern des Planeten.

Kernfragen der Mission

Warum Merkur? Ein Planet, der ähnlich aussieht wie der Mond, eine von Kratern übersäte Oberfläche, auf der Sonnenseite eine mörderische Hitze, auf der Schattenseite eine Eiseskälte. Was verspricht man sich von einer Mission zu einem solch unwirtlichen Planeten?

Merkur in Zahlen

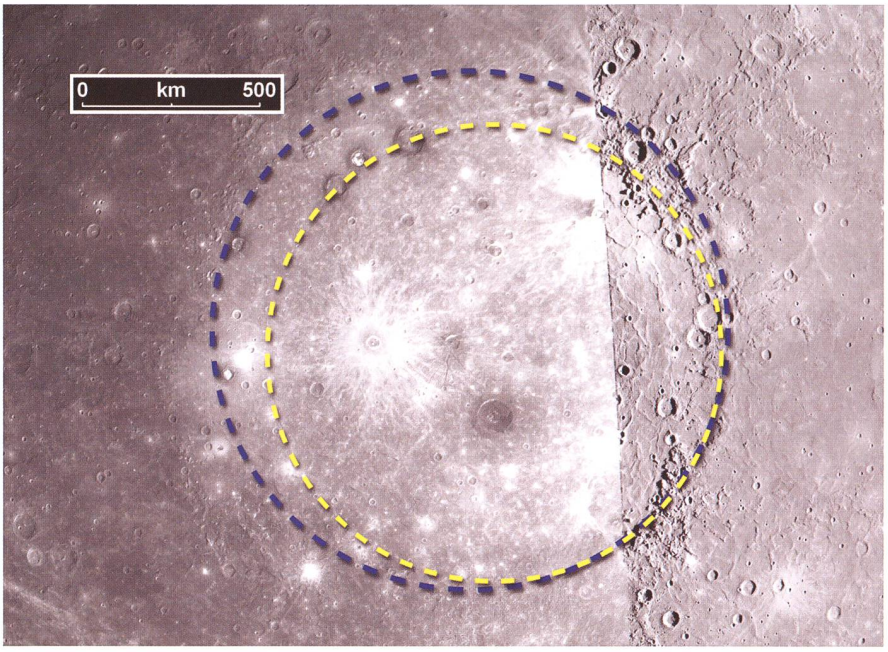
Durchmesser:	4878 km
Oberflächentemperatur:	Min. -170°C Max. 440°C
Umlaufszeit:	88 Tage
Rotationsperiode:	58 Tage 16 h
Neigung der Rotationsachse:	0.01°
Mittlere Dichte:	5.43 g/cm³
Mittlere Entfernung zur Sonne:	57.9 Mio. km
Mittlere Umlaufgeschwindigkeit:	47 km/h

Die wichtigsten Zahlen und Fakten zu Merkur im Überblick

Erste Bilder nach über 30 Jahren

Mariner 10 flog 1975 zum letzten Mal an Merkur vorbei und funkte Bilder vom Planeten zur Erde. Die Auflösung der Aufnahmen war im Vergleich zu heute deutlich geringer (vgl. Figur 1). Ausserdem hatte Mariner auf allen Vorbeiflügen immer nur dieselbe Region des Merkur fotografiert. Deshalb waren bis Anfang dieses Jahres nur rund 45 % der Planetenoberfläche bekannt. So war man gespannt, als Messenger am 14. Januar dieses Jahres zum ersten Mal an Merkur vorbeiflog. Die neuen Bilder eröffnen einen detaillierteren Blick auf die Planetenoberfläche.

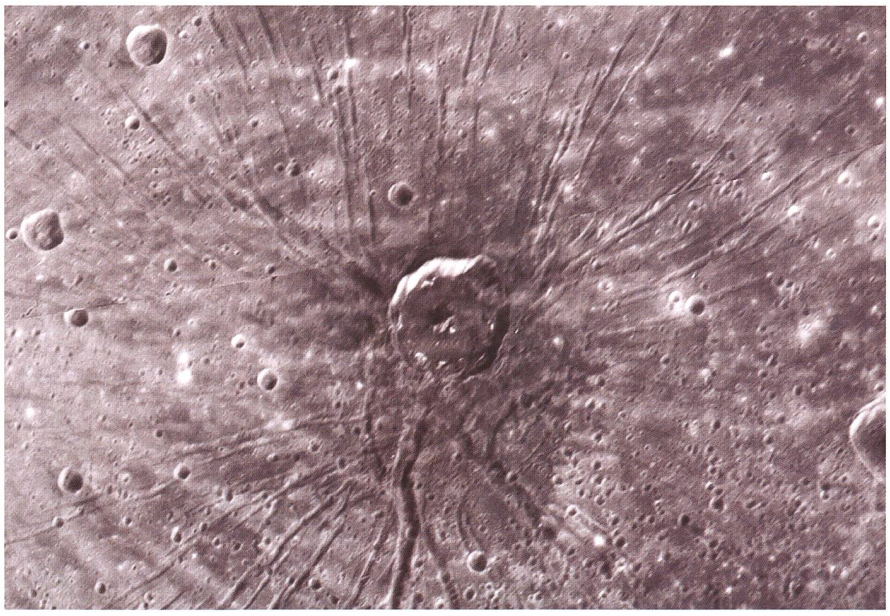
Eine der interessantesten Regionen auf dem Merkur ist das Caloris Basin. Es handelt sich dabei mit 1550 km Durchmesser um den drittgrössten bekannten Einschlagkrater im Sonnensystem (Figur 1). Die neuen Bilder von Messenger zeigen, dass Caloris Basin um rund 20 % grösser ist als bisher angenommen. Beim Überflug von Mariner 10 lag es teilweise im Nachtschatten, sodass nur eine Schätzung der Gesamtgrösse möglich war.
Innerhalb von Caloris Basin liegt die sogenannte «Spinne» (Figur 2), ein Krater, von dem aus spinnenförmig Rinnen radial nach aussen verlaufen. Bisher gibt es nur Vermutungen über die Entstehung der Spinne. Es könnte sein, dass die Kruste unterhalb des Kraters angehoben wurde und dadurch radiale Risse entstanden sind. Es wäre aber auch möglich, dass die Rinnen bereits vorhanden waren, als der Krater zufälligerweise an dieser Stelle entstand.



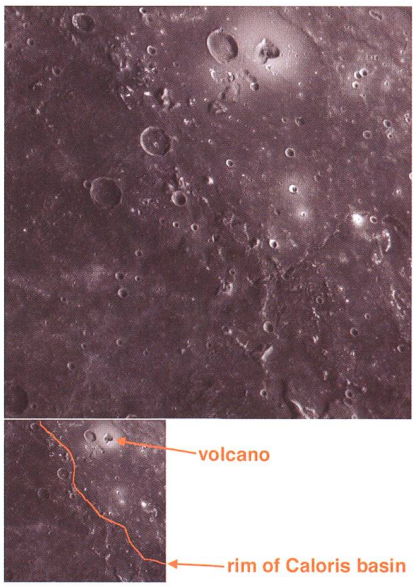
Figur 1: Caloris Basin in einer Kombination von Aufnahmen von Messenger (rechts) und Mariner 10 (links). Gelb die ursprünglich angenommene Grösse, blau die neu gemessene Grösse. Gut erkennbar ist die unterschiedliche Qualität der Aufnahmen .

Vulkane und Runzeln

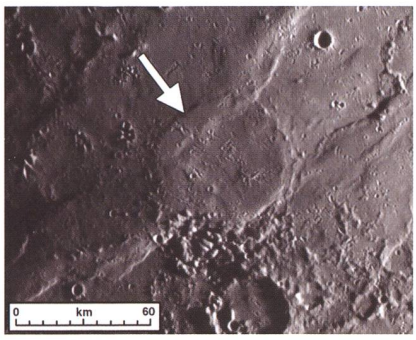
Die Merkuroberfläche sieht auf den ersten Blick aus wie diejenige des Mondes. Geologisch alte, von Kratern zerklüftete Strukturen werden von jüngeren, mit weniger Kratern durchsetzten Gebieten durchbrochen. Die geologisch jüngeren Gebiete könnten durch vulkanische Aktivität entstanden sein.
Seit den 70-er Jahren dauert die Kontroverse um die Entstehung der flachen Ebenen auf der Merkuroberfläche an. Die eine These besagt, dass dieselben Mechanismen wie auf dem Mond relevant und die Ebenen durch den Auswurf von Material bei grossen Einschlägen zustande gekommen seien. Andere Forscher gehen davon aus, dass die Ebenen durch Lava aus vulkanischer Aktivität gebildet wurden. Nur fehlten bisher zum Beweis der zweiten These Anhaltspunkte für vulkanische Strukturen auf den Bildern von Mariner 10.
Die neuen Bilder zeigen nun aber Strukturen, die die zweite Theorie favorisieren (Figuren 3 und 4).
Bei den hellen Strukturen um die Krater in Figur 3 könnte es sich um Auswurfmaterial von erloschenen Vulkanen handeln.
In Figur 4 sind ringförmige, erhöhte Strukturen erkennbar. Man geht davon aus, dass solche Ringe entstehen, wenn ein Krater durch Lava vollständig aufgefüllt wird. Wenn danach horizontale Kräfte in der Oberfläche wirken, kann der aufgefüllte Krater in Form einer ringförmigen Erhöhung wieder sichtbar werden, da die Druckkräfte im verborgenen Kraterring konzentriert



Figur 2: Die im Sonnensystem einzigartige «Spinne» im Caloris Basin.



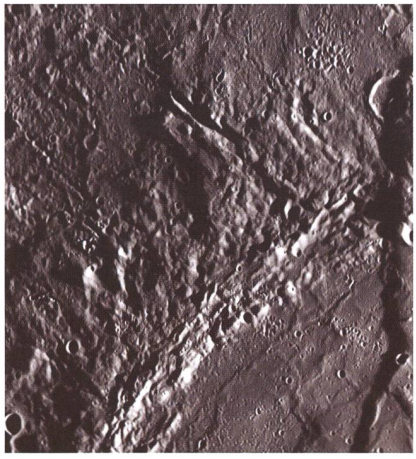
Figur 3: Die hellen Strukturen um die Krater sind evtl. vulkanischer Natur.



Figur 4: Ringförmige Erhebungen deuten auf vulkanische Aktivität hin.

werden. Auch hier hat man also einen wichtigen Hinweis darauf gefunden, dass Merkur einst vulkanisch aktiv war und seine Oberfläche dadurch wesentlich geprägt wurde.

Bereits auf den Bildern von Mariner 10 waren längere Klippen erkennbar, von denen man annahm, dass sie durch Schrumpfung des ganzen Planeten bei der Abkühlung entstanden sind. Wenn der Schrumpfungsprozess aber die Ursache sein sollte, dann müssten diese Runzeln überall auf dem Planeten zu finden sein. Messenger wird genügend Bildmaterial liefern, um diese These zu überprüfen. Sicher ist, dass diese Klippen sich über Hunderte von Kilometern erstrecken können (Figur 5). Spektroskopische Daten werden über die Zusammensetzung der Oberfläche in der Gegend der Klippen Auskunft geben und damit weitere Hinweise über deren Entstehung liefern.



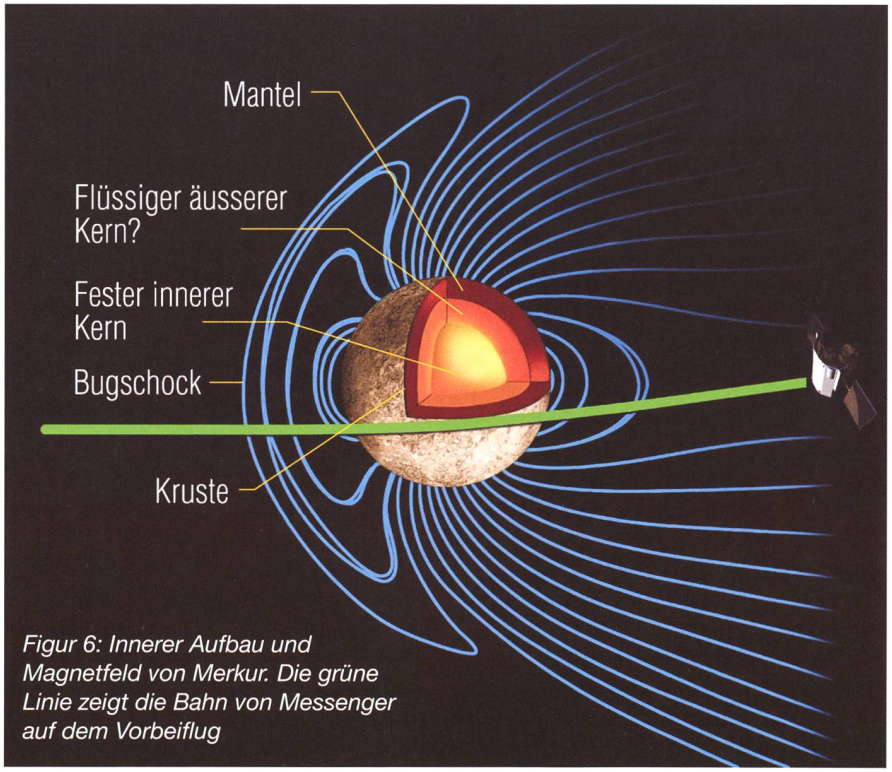
Figur 5: Lange Klippen (rechts am Bildrand) zeugen vermutlich vom Schrumpfungsprozess des Planeten. Das Bild zeigt einen Ausschnitt von je ca. 200 km Breite und Höhe.

Magnetfeld und flüssiger Kern

Mariner 10 hat das Magnetfeld von Merkur ausgemessen und dabei entdeckt, dass es demjenigen der Erde ähnlich ist, wenngleich deutlich schwächer. Dennoch war überraschend, dass Merkur ein bipolares Magnetfeld besitzt. Sollte das Magnetfeld tatsächlich ähnlich demjenigen der Erde sein, so müsste es im Kern des Planeten aufgrund eines Dynamoeffektes entstehen (Figur 6). Erste Messungen von Messenger zeigen nun, dass sich das Magnetfeld seit dem Vorbeiflug von Mariner 10 nicht verändert hat. Allerdings fehlen noch genauere Daten, um die These des Dynamos in Merkurs Kern definitiv zu bestätigen. Dennoch sind die Beobachtungen mit einem solchen Mechanismus vereinbar.
Immerhin würde das Vorhandensein eines Dynamos im Inneren von Merkur bedeuten, dass ein Teil des Kerns noch immer flüssig ist. Dann wäre aber zu erklären, warum der relativ kleine Planet im Verlaufe seiner langen Geschichte noch nicht ganz ausgekühlt und erstarrt ist, denn die Temperatur des Planeten ist inzwischen unter den hohen Schmelzpunkt von Eisen gefallen. Wenn sich aber noch andere chemische Elemente mit einem niedrigeren Schmelzpunkt im Kern befinden, ist es denkbar, dass ein Teil des Kerns noch immer flüssig ist.

Offene Fragen

Die Merkurmission hat erst begonnen. Die ersten Resultate sind vielversprechend. Die spektrale Untersuchung der Oberfläche wird möglicherweise zeigen, welche der Theorien für die Erklärung des überdurchschnittlich grossen Eisenkerns richtig ist.
Die Rotation eines Planeten mit einem flüssigen Kern weist andere Eigenschaften auf als die einer durch und durch festen Kugel. Wenn die Kruste auf dem flüssigen Kern «schwimmt», werden die Drehbewegungen von Kruste und Kern teilweise entkoppelt. Die Trägheit der schwimmenden Kruste macht sich durch Unregelmässigkeiten in der Rotationsbewegung der beobachtbaren Oberfläche bemerkbar. Diese Librationsbewegungen, die bei einem teilweise flüssigen Kern deutlich grösser sein müssen als bei einem vollkommen festen Körper, soll Messenger präzise vermessen. Kombiniert mit einer präzisen Vermessung des Gravitationsfeldes sollen die Resultate Antworten auf die Frage geben, wie viel flüssiges Material in Merkurs Kern steckt.
Radarbilder der Nordpolregion von Merkur zeigen bisher nicht identifiziertes Material. Möglicherweise handelt es sich um Wassereis. Da die Polregionen wegen der zur Bahnebene nahezu senkrechten Rotationsachse des Planeten kaum



Figur 6: Innerer Aufbau und Magnetfeld von Merkur. Die grüne Linie zeigt die Bahn von Messenger auf dem Vorbeiflug

Sonnenlicht empfangen, ist es denkbar, dass dort Wassereis lagert. Es könnte sich aber auch um Schwefel handeln. Interessant ist dabei, dass mit der Identifikation der Ablagerungen weitere Erkenntnisse über die Existenz von flüchtigen Elementen im inneren Sonnensystem gewonnen werden können.

Merkur ist von einer extrem dünnen Gashülle (Exosphäre) umgeben. Bekannte darin enthaltene Elemente sind bisher Wasserstoff, Helium, Sauerstoff, Natrium, Kalium und Kalzium. Man möchte genauer erfahren, woher diese Stoffe kommen, denn die Gashülle müsste unter der Wirkung des Sonnenwindes und wegen der nur geringen Gravitationskraft von Merkur bereits seit längerer Zeit verschwunden sein. Wasserstoff und Helium finden sich im Sonnenwind. Die Anwesenheit anderer Elemente lässt sich aber nicht so einfach erklären. Man vermutet eine Kombination von verschiedenen Effekten wie z. B. Diffusion aus der Planetenoberfläche oder Überreste von Mikrometeoriten. Erste Beobachtungen von Messenger haben Wasserstoff und Natrium nachgewiesen, die auf der sonnenabgewandten Seite des Planeten einen dünnen Schweif bilden. Die Resultate weiterer Messungen werden mit den Daten aus der spektralen Untersuchung der Merkuroberfläche kombiniert. Damit erhofft man sich, die Herkunft der Exosphäre erklären zu können.
Man darf gespannt sein, was die weiteren Vorbeiflüge an Merkur zu Tage fördern. Jedenfalls darf man bereits Mitte Oktober dieses Jahres mit neuen, vielleicht spektakulären Bildern vom Merkur rechnen.

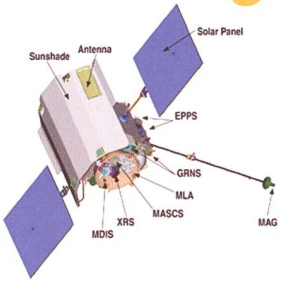
Roger Brüderlin
Tüfwisstrasse 11
CH-8185 Winkel b. Bülach

Zeitplan der Messenger-Mission

MErcury **S**urface, **S**pace **EN**vironment, **GE**ochemistry, and **R**anging

Start	3. August 2004
Erster Vorbeiflug an Merkur	14. Januar 2008
Zweiter Vorbeiflug an Merkur	6. Oktober 2008
Dritter Vorbeiflug an Merkur	29. September 2009
Eintritt in Merkurumlaufbahn	18. März 2011

Messenger soll ein Jahr lang in der Merkurumlaufbahn bleiben.



Internet

http://www.nasa.gov/mission_pages/messenger/main/index.html (Englisch)
http://messenger.jhuapl.edu/ (Englisch)

Öffentliche Vorführungen in Zürich
Aula Kantonsschule Hottingen,
Minervastrasse 14, 8032 Zürich
Freitag, 28. November
18:30 Reise durch das Sonnensystem
20:00 Première Mission Saturn!
Samstag, 29. November
18:30 Mission Saturn!
20:00 A Star is Born, Episode II

PLANETARIUM ZÜRICH
unterwegs

Öffentliche Vorführungen in Zug
Aula Kantonsschule Zug,
Lüssiweg 24, 6300 Zug
Donnerstag, 2. Oktober
18:30 Mars, der Rote Planet
20:00 Fahrt durch die Milchstrasse
Freitag, 3. Oktober
18:30 Reise durch das Sonnensystem
20:00 A Star is Born, Episode II
Eintrittspreise pro Vfg:
Erwachsene: Fr. 15.-
AHV/Legi: Fr. 12.-
Kinder bis 16J: Fr. 8.-

Einführung in die Astronomie
Ein Wochenendkurs im Planetarium
Aula Kantonsschule Hottingen
Samstag, 29. November
14:00 - 17:00 Beobachtung, Fernrohre
Sonntag, 30. November
9:30 - 12:00: Planeten, Bewegungen
14:00 - 17:00: Sterne, Kosomolgie
Infos/Anmeldung:
www.planetarium-zuerich.ch/asku.php
info@planetarium-zuerich.ch
Tel 044 462 34 10
Kosten:
Fr. 240.-, Kursunterlagen inklusive

Vorschau: internat. Astronom. Jahr 2009
16. - 18. Januar - Kongresshaus Zürich
www.planetarium-zuerich.ch