

Einladung zum Pressegespräch

„Kometen. Die Mission Rosetta“

Eine Reise zu den Ursprüngen des Sonnensystems

Anlässlich der neuen Sonderausstellung im NHM Wien von 09. Mai – 12. September 2018:

Pressegespräch am Dienstag, 8. Mai 2018, um 10.30 Uhr im Planetariumssaal mit:

Univ.-Prof. Dr. Christian Köberl, Generaldirektor des NHM Wien

Dr. Ekkehard Kührt, DLR, Abteilungsleitung, Institut für Planetenforschung, Asteroiden und Kometen

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) zeigt in Kooperation mit dem NHM Wien, warum Kometen so faszinierend sind und wie die Rosetta-Mission ihre Geheimnisse erforschte.

Kometen sind eisige Boten aus den Außenbezirken unseres Sonnensystems, die hauptsächlich aus Staub und Eis bestehen, und, wenn sie in das innere Sonnensystem vordringen, durch die Sonne zum Ausgasen gebracht werden und den so typischen Schweif entwickeln.

Die Idee, eine Raumsonde mit Lander zu einem Kometen zu schicken, wurde vor 32 Jahren geboren. Bei der Mission der Europäischen Weltraumorganisation ESA sollte eine Raumsonde um einen Kometen kreisen und ihn auf seinem Weg durch das innere Sonnensystem begleiten. Weiters sollte der von einem Konsortium unter Leitung des DLR entwickelte Lander ein Labor auf einem Kometen aufsetzen und Messungen durchführen. Die passenden Namen für Sonde und Lander waren schnell gefunden: Mit Rosetta erinnerte man an den Stein von Rosetta, mit dessen Hilfe die ägyptischen Hieroglyphen entschlüsselt werden konnten. Zusammen mit den Inschriften eines Obelisken aus dem Tempel von Philae gelang es Jean-François Champollion 1822, die bis dahin völlig rätselhaften Zeichen zu entziffern.

Insgesamt 21 Instrumente flogen mit Rosetta und Philae zum Kometen 67 P/Churyumov-Gerasimenko: Die internationalen Wissenschaftler-Teams (auch mit österreichischer Beteiligung) wollten unter anderem herausfinden, wie sich der Komet zusammensetzt, welche physikalischen Eigenschaften er hat, was wir von ihm über die Entstehung unseres Planetensystems lernen können und, ob Kometen einst Wasser und wichtige Bausteine des Lebens auf die Erde brachten.

Die internationale Mission startete am 2. März 2004. Zehn Jahre dauerte die Reise durch das Weltall, bei der die Rosetta-Sonde bei nahen Vorbeiflügen an Erde und Mars Schwung holte und auf Churyumov-Gerasimenko zuflog. Am 6. August 2014 erreichte Rosetta ihr Ziel, und am 12. November 2014 erfolgte dann mit Philae die erste Landung auf einem Kometen.

Alle diese Stationen dokumentiert die Ausstellung, in der auch ein Modell der Rosetta-Raumsonde im Maßstab 1:4 sowie ein Modell des Philae-Landers in Originalgröße gezeigt werden. Ein weiterer Protagonist der Mission, der Komet Churyumov-Gerasimenko, steht – 4,3 Meter mal 3,6 Meter groß und somit im Maßstab 1:1000 – als Größenvergleich auf einem Ausschnitt des Stadtplans von Wien.

Akkreditierungen zum Pressegespräch bitte an: presse@nhm-wien.ac.at

Pressematerial zum Download: www.nhm-wien.ac.at/presse/ausstellungen2018/rosetta

Rückfragehinweis NHM Wien:

Mag. Irina Kubadinow

Leitung Kommunikation & Medien,

Pressesprecherin

Tel.: ++ 43 (1) 521 77 DW 410

Mobil: 0664 415 28 55

irina.kubadinow@nhm-wien.ac.at

Mag. Verena Randolf

Kommunikation & Medien

Pressereferentin

Tel.: ++ 43 (1) 521 77 DW 411

Mobil: 0664 6216140

verena.randolf@nhm-wien.ac.at

Zur Ausstellung

Ab 09. Mai ist die Sonderausstellung, die das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Kooperation mit der Max-Planck-Gesellschaft zusammengestellt hat, im Naturhistorischen Museum Wien zu sehen. Highlight der Schau: ein über vier Meter großes Modell des Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko im Maßstab 1:1000, das in Saal 17 zu sehen ist. Die Besucherinnen und Besucher erfahren alles Wissenswerte über Kometen und die europäische Raumfahrtmission Rosetta. Die Sonde war 2004 auf ihre lange Reise gestartet, hat zwischen 2014 und 2016 den geheimnisvollen "Schweifstern" erforscht und dabei die Landesonde Philae auf ihm abgesetzt.

Auf 550 Quadratmetern Ausstellungsfläche können die Besucherinnen und Besucher neben originalgetreuen Modellen des Zielkometen, der Rosetta-Sonde, des Rosetta-Steins und der Landesonde Philae alles über die Ziele und den Verlauf der Mission erfahren. Die Ausstellung informiert auch über die Rolle von Kometen bei der Entwicklung des Sonnensystems.

In einer Vitrine mit zwölf Objekten aus der Sammlung des NHM Wien wird die Entstehung der ältesten festen Materie im Sonnensystem, die beim Abkühlen des heißen „Solargases“ kondensierte, veranschaulicht.

Kometen galten neben den "berechenbaren" Planeten über Jahrtausende, zumindest bis zur Erfindung des Fernrohres, als rätselhafte Objekte des Nachthimmels und waren entsprechend mit mythologischen Deutungen befrachtet. Erst seit dem Beginn der Raumfahrt vor 60 Jahren haben die Wissenschaftler ein 'Werkzeug' an der Hand, das es ihnen ermöglicht, mit Raumsonden diese rätselhaften Körper zu entschlüsseln.

Die Ausstellung beschreibt die Geschichte der Kometenforschung von Plato bis zum Vorbeiflug der ESA-Pioniersonde Giotto am Halleyschen Kometen 1986. Diese erste Begegnung war der Auslöser für die Idee der viel komplexeren Rosetta-Mission. Einen Schwerpunkt der Ausstellung bildeten umfangreiche Erläuterungen der wissenschaftlichen Ergebnisse der Mission Rosetta. Kometen sind Zeugen der Planetenentstehung vor viereinhalb Milliarden Jahren und ihre Erforschung deshalb von unschätzbarem Wert, um die Frühzeit des Sonnensystems entschlüsseln zu können.

„Kometen waren seit langer Zeit ‚Zeichen am Himmel‘ und haben die Menschen oft verschreckt, da sie die Ordnung des Himmels gestört haben,“ meint NHM Wien-Generaldirektor **Christian Köberl**, der selbst seit den 1990er Jahren an der Rosetta-Mission beteiligt war. *„Sie wurden als Ankündigung von Kriegen oder Krankheiten gesehen. Heute verstehen wir, dass Kometen Zeitzeugen aus der Entstehungszeit des Sonnensystems sind. Sie helfen uns nachzuvollziehen, welche Prozesse zur Entstehung unseres Sonnensystems und der Erde geführt haben und sind daher nicht nur spektakulär zum Ansehen, sondern bringen auch wertvolle wissenschaftliche Erkenntnisse. Die Rosetta-Mission, mit der ersten erfolgreichen Landung auf einem Kometen, ist der erste Schritt zur detaillierten Vor-Ort Erforschung dieser ‚haarigen Schweifsterne“.*

„Die Rosetta-Beobachtungen von Churyumov-Gerasimenko über einen längeren Zeitraum hinweg und aus nächster Nähe trugen wesentlich dazu bei, ein deutlicheres Bild von den Vorgängen zu erhalten, die zur Planetenentstehung führten“, erklärt **Prof. Dr. Tilman Spohn** vom DLR-Institut für Planetenforschung, dessen Wissenschaftler für die Gestaltung der Ausstellung und deren Inhalte verantwortlich sind. *„Wir verstehen jetzt besser, wie Kometen ‚funktionieren‘, wie sie ihre Atmosphäre, die Koma und den typischen Schweif bilden. Zudem haben wir beobachtet, dass sie aus viel mehr Staub als Eis aufgebaut sind, hochporös sind und auch komplexe Kohlenwasserstoff-Verbindungen mit sich führen“.* Eine überraschende Entdeckung der Mission war, dass das Wasser der Ozeane der Erde nicht vom Eis von Kometen wie Churyumov-Gerasimenko stammt. *„Das und viele andere Ergebnisse zeigen und erklären wir in der Ausstellung“,* erläutert Professor Spohn.

Die Besucher können den Kometen „Tschuri“ auf mehreren, jeweils neun Quadratmeter großen hinterleuchteten Schautafeln gewissermaßen aus allernächster Nähe betrachten und die enorme Vielfalt seiner zerklüfteten Landschaft sehen. Dramatischer Höhepunkt der Mission war die Landung des kleinen Forschungsmoduls Philae auf der Kometenoberfläche, die an mehreren Stationen ausführlich geschildert und an Modellen nachvollzogen werden kann. *„Wir wollten in der Ausstellung auch zeigen, dass nur das Zusammenwirken von hunderten von Wissenschaftlern, Ingenieuren, Technikern und Planern, also von Menschen, die von einer Idee begeistert sind, ein solches Projekt überhaupt möglich macht“*, so **Dr. Ekkehard Kührt**, Planetenforscher am DLR und zuständig für den wissenschaftlichen Anteil des DLR an der Mission mit Rosetta und Philae. *„Vielleicht ist dieser 'Funke der Inspiration', der uns bei Rosetta drei Jahrzehnte lang in Atem gehalten hat, auch auf den einen oder anderen Besucher der Ausstellung übergesprungen.“*

Zur „Rosetta“-Mission

Die Mission

Die Kometenmission Rosetta stellt einen Meilenstein in der Raumfahrt dar: Der Start, eine zehnjährige, Milliarden von Kilometern lange Reise, die präzise Ankunft und schließlich die Erforschung des Kometen „Tschuri“ - eine technologische Meisterleistung bis zum letzten Funksignal.

Das Ziel von Rosetta, der Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko, wurde bei einer Sonnenentfernung von 539 Millionen Kilometern erreicht. Selbst mit der schubstärksten Trägerrakete wäre es nicht möglich gewesen, direkt zum Kometen zu fliegen.

Im Juni 2011 wurde die Sonde wegen der großen Sonnenentfernung in eine Art Winterschlaf versetzt. Während dieser Phase bestand kein Kontakt zu Rosetta. Im Januar 2014 erwachte die Sonde wie geplant. Am 6. August 2014, mehr als zehn Jahre nach dem Start und nach einer 6,4 Milliarden Kilometer langen Reise, erreichte Rosetta ihr Ziel.

Hard Facts:

Start: 02. März 2004 um 8.17 Uhr Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana

Ankunft am Kometen Churyumov-Gerasimenko: 06. August 2014

Landung von Landegerät Philae: 12. November 2014

Missionsende: 30. September 2016

Zurückgelegte Strecke von Rosetta: 7 971 290 298 Kilometer

Zum Rosetta-Orbiter

Die Raumsonde Rosetta wurde vom europäischen Luft- und Raumfahrtunternehmen Airbus Defence and Space als Hauptauftragnehmer entworfen und gebaut. Robustheit und Zuverlässigkeit während der mehr als zehn Jahre dauernden Mission standen dabei im Vordergrund.

Die Sonde basiert auf einer quaderförmigen Aluminiumbox mit einer Bienenwaben- Struktur. Die elf wissenschaftlichen Experimente sind auf der Oberseite angebracht, die Navigationsinstrumente und Subsysteme auf der Unterseite. Die Instrumente auf dem Orbiter haben zusammen eine Masse von 165 Kilogramm. Sie dienen zum einen dazu, den Kometen aus der Distanz zu beobachten aber auch, um in direkten Kontakt mit Kometenmaterial zu kommen, Gase aufzunehmen und zu analysieren. Staubteilchen, die sich vom Kometenkern gelöst hatten, wurden eingefangen und direkt an Bord untersucht.

Nach der Ankunft von Rosetta im August 2014 in einem Abstand von über 400 Millionen Kilometern zur Erde beobachtete der Orbiter den Kometen zunächst ein Jahr lang bis zu dessen maximaler Annäherung an die Sonne. Anschließend führte die Bahn den Kometen mit der Sonde als Begleiter wieder aus dem inneren Sonnensystem heraus.

Das Gesamtgewicht der Sonde beträgt etwa drei Tonnen: Zwei Tanks fassten insgesamt 1670 Kilogramm Treibstoff und Oxidationsmittel. Sie wurden für die Geschwindigkeitsänderungen bei den Bahnmanövern sowie die Lageregelung mittels 24 Düsen benötigt. Die Kleintriebwerke erbrachten jeweils eine Leistung von zehn Newton – das entspricht etwa der Kraft, die benötigt wird, um einen Sack voller Äpfel zu halten.

Zwei je 14 Meter lange Solarpaneele erzeugten eine maximale elektrische Leistung von 1500 Watt. Für die korrekte Lage- und Positionsbestimmung sorgten je zwei mitgeführte Sonnensensoren, Sternsensoren und Navigationskameras.

Philae – das Landegerät der Rosetta-Mission

Philae verfügte nicht über ein eigenes Antriebssystem, sondern flog nach dem Abtrennen von der Muttersonde Rosetta auf einer ballistischen Bahn zur Kometenoberfläche. Am 12. November 2014 setzte der Lander auf dem Kometen Churyumov-Gerasimenko auf – als das erste menschengemachte Objekt, das je auf einem Kometen landete.

Das dreibeinige Landegestell war über eine Art Stoßdämpfer, der eine weiche Landung unterstützen sollte, mit dem Hauptkörper verbunden. Auf der Kometenoberfläche sollte die Verankerung der Sonde

durch zwei Harpunen, die mittig unter dem Sondenkörper ins Kometeneis geschossen werden sollten, sowie drei Eisschrauben in den Landegestellfüßen gewährleistet werden. Das gelang allerdings nicht.

Das Ziel: Komet 67P/Churyumov-Gerasimenko

Den Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko, später meist kurz ‚Tschuri‘ genannt, war 1969 von Swetlana Gerassimenko und Klim Tschurjumow entdeckt worden und gehört zu den Kometen der Jupiterfamilie mit maximalem Sonnenabstand in der Nähe der Jupiterbahn. Erste Bilder des Kometenkerns im Jahr 2003 ließen einen ovalen Himmelskörper von dreimal fünf Kilometer Größe vermuten.

Fakten zum Kometen 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO:

Umlaufzeit um die Sonne: 6,44 Erdenjahre

Dauer eines Kometentages: 12,4 Stunden

Maße: 4,3 km x 2,6 km x 2,1 km

Masse: ca. 10 Milliarden Tonnen

Dichte: ca. 500 kg/m³ (eine ähnliche Konsistenz wie Kork)

Entfernung von der Erde bei der Ankunft am 6. August 2014:
404 523 422 Kilometer

Entfernung von der Erde zu Missionsende am 30. September 2016:
719 742 176 Kilometer

Die Resultate der Mission

Traumhafte Bilder von einem zerklüfteten, tiefschwarzen Kometen, der bei der Annäherung an die Sonne zunehmend ausgast und gewaltige Gasströme mit Kometenmaterial ins All schleudert. Das Wissen, dass Kometen keine „schmutzigen Schneebälle“ aus lockerem Material sind, sondern eisige, poröse Staubbälle mit einer unerwartet harten Oberfläche. Und die Erkenntnis, dass Kometen wie Churyumov-Gerasimenko wohl doch nicht das Wasser auf die Erde gebracht haben.

Die Idee

Noch während der Mission Giotto zum Kometen Halley in den Jahren 1985/86 wurde eine gewagte Idee geboren: Die Wissenschaftler wollten einen Kometen nicht nur während eines raschen Vorbeifluges untersuchen, sondern ihn mit einem Orbiter über einen längeren Zeitraum im inneren Sonnensystem begleiten. Der Komet sollte erreicht werden, bevor er seine Aktivität entwickelt, um dann mit ihm bis zu seinem sonnennächsten Punkt zu fliegen, wo er am meisten Staub und Gas verliert. Danach kann die Raumsonde die wieder abnehmenden Staub- und Gasausbrüche untersuchen.

Ein Labor sollte mit einem Landegerät auf dem Kometen abgesetzt werden, um diesen Kometen über mehrere Wochen vor Ort zu untersuchen. Als wissenschaftliche Hauptziele wurden die Erforschung der kometaren Aktivität und die Gewinnung neuer Erkenntnisse zur Entwicklung des Sonnensystems formuliert. Eine solche Mission würde auch im Wissenschaftsprogramm der Europäischen Weltraumorganisation ESA eine herausragende Rolle spielen.

1994 beschloss die ESA, dass es zu einem mehrmonatigen Rendezvous mit einem Kometen kommen soll, mit der Möglichkeit zur Mitnahme von ein oder zwei kleinen Landegeräten. Die Mission Rosetta war geboren.

Wie funktioniert Rosetta?

Rosettas quaderförmiger Satellitenkörper hat Kantenlängen von 2,80 Meter mal 2,10 Meter mal 2,0 Meter, ferner eine große Antenne zur Datenübertragung und je zwei seitlich angebrachte Solarpaneele zur Stromerzeugung. Die gesamte Spannweite beträgt 32 Meter. An der Seite befestigt, führte es das ungefähr 100 Kilogramm schwere Landemodul Philae mit. Drallräder stabilisieren die Raumsonde in alle drei Raumrichtungen. Die Startmasse betrug drei Tonnen, davon waren die Hälfte Hydrazin-Treibstoff und Oxidator.

Die beiden je 14 Meter langen Solarpaneele lieferten während der Mission elektrische Energie für das System und die Instrumente. In der dreifachen Sonne-Erde-Entfernung war das eine Leistung von etwa einem Kilowatt. Für die Übertragung der Daten zur Satellitensteuerung und der Experimentergebnisse sorgten eine bewegliche Parabolantenne mit 2,20 Meter Durchmesser und 28 Watt Sendeleistung sowie kleinere Antennen mit geringerer Kapazität. Die Datenrate für Kommandos von der Erde zu Rosetta betrug 2 Kilobit pro Sekunde – umgekehrt konnte Rosetta mit einer Rate zwischen 5 und 20 Kilobit pro

Sekunde – einem Bruchteil der Rate heutiger Mobilfunkverbindungen – Daten zur Erde übertragen, abhängig von der Entfernung der Sonde zur Erde.

Die Steuerung von Rosetta oblag dem Raumfahrt-Kontrollzentrum der ESA in Darmstadt. Die Kommunikation zwischen Sonde und Bodenstation erfolgte über die drei ESA-Empfangsstationen in Spanien, Argentinien und Australien. In kritischen Phasen konnte die ESA auch auf die Antennen des Deep Space Network der NASA zurückgreifen. Die Landesonde Philae hingegen wurde vom Lander Control Center beim DLR in Köln und vom Science Operations and Navigations Center der französischen Weltraumagentur CNES in Toulouse betrieben und gesteuert.

Tour durchs Innere Sonnensystem

Da Rosetta den Kometen auf seiner Bahn um die Sonne begleitete, musste die Route an die des Kometen angepasst werden. Dies erforderte große Änderungen in der Geschwindigkeit und Richtung. Sie wurden praktisch erzielt, indem die Sonde durch nahe Vorbeiflüge an Erde und Mars Schwung holte – also durch ein sogenanntes Swing-by-Manöver: Dabei übertrug der massereiche Planet einen unmerklich kleinen Teil seiner Bewegungsenergie auf das vergleichsweise winzige Raumschiff. Dadurch ergab sich jedoch eine sehr lange Flugzeit von circa zehn Jahren. Rosetta umrundete dabei auf ähnlichen Bahnen wie die Planeten mehrfach die Sonne und näherte sich dabei immer wieder mit hoher Geschwindigkeit einem der inneren Planeten an. Dreimal holte Rosetta auf diese Art bei den genau berechneten, sehr nahen Vorbeiflügen Schwung an der Erde und einmal beim Mars.

Die Bahn der Sonde führte immer tiefer ins Sonnensystem. Das mehrmalige Durchkreuzen des Asteroidengürtels konnte dabei genutzt werden, um zwei Asteroiden – Šteins und Lutetia – während kurzer Vorbeiflüge zu untersuchen. Außerdem gelang es 2005, Aufnahmen vom Kometen Tempel 1 zu machen und damit die Deep Impact-Mission der NASA zu unterstützen. Rosetta hat bis zur Ankunft bei 67P/Churyumov-Gerasimenko etwa 6,4 Milliarden Kilometer zurückgelegt und den Kometen bis September 2016 auf weiteren 1,6 Milliarden Kilometern begleitet.

Winterschlaf und Aufwachen

Trotz der riesigen Solarpanels mit einer Fläche von 64 Quadratmetern war von vornherein klar, dass für die sonnenfernsten Abschnitte der Reise nicht genug elektrische Leistung zur Verfügung stehen würde, um Rosetta aktiv zu halten. Daher wurde die Sonde für etwa zweieinhalb Jahre in eine Art Winterschlaf (Hibernation) versetzt. Nur das Heizsystem, ein ‚Wecker‘ und der Radioempfänger blieben in Betrieb. Die Sonde war während dieser Zeit spinstabilisiert, das heißt, Rosetta rotierte um die eigene Achse und behielt dann wie ein Kreisel eine stabile Lage im Raum bei. Das war notwendig, um das Maximum an Stromerzeugung in dieser großen Entfernung zur Sonne zu ermöglichen.

Kontakt mit der Erde gab es in diesem Zeitraum nicht. Am 20. Januar 2014 kam es zu einem der emotionalsten Momente der Mission: Würde auf Rosetta ‚der Wecker klingeln‘ und das Raumschiff automatisch wieder den Betrieb aufnehmen? Und sich dann mit einem vorgegebenen Funksignal auf der Erde melden?

Alles funktionierte reibungslos: Rosetta erwachte wie erwartet, nahm seine Systeme autonom in Betrieb und orientierte sich zuerst mit seinen Sternenkameras am Fixsternhimmel. Die Sonde wusste dadurch, wo die Sonne, ihre Energiequelle, steht und drehte die Solarpaneele in ihre Richtung. Nachdem genügend Strom erzeugt war, wurde die Hauptantenne zur Erde ausgerichtet und der Funkverkehr nach 31 Monaten Pause wiederaufgenommen. Als das erste Trägersignal über eine Stunde später, um 19:18 Uhr, im Kontrollzentrum der ESA in Darmstadt eintraf, war der Jubel grenzenlos.

Annäherung und Ankunft

Nun war Rosetta fast am Ziel. Schon lange vor dem Rendezvous am 6. August 2014 wurde ‚Tschuri‘ aus Millionen von Kilometern Entfernung von der OSIRIS Kamera erfasst. Aus einer Distanz von 570.000 Kilometern konnte der Kern zum ersten Mal auf den Bildern aufgelöst werden. Völlig überraschend zeigte sich ein Körper mit einer komplexen Gestalt.

Mit der Annäherung wurden immer mehr Details auf dem Kern sichtbar: Er rotiert mit einer Periode von 12,4 Stunden, also ist der Kometentag nur halb so lang wie ein Erdtag. Die Rotationsachse ist um 52 Grad gegenüber der Umlaufbahn geneigt, das verursacht starke Jahreszeiten. Vor und nach der Ankunft war nur der Norden zu sehen, der Süden lag zunächst in der Finsternis einer ‚Polarnacht‘.

Rosetta war mit unglaublicher Präzision auf Kurs. Zuletzt musste die Sonde weit ausholen, um sich der Umlaufbahn des Kometen mit möglichst geringem Geschwindigkeitsunterschied anzunähern. Später wurde sie von dem winzigen Gravitationsfeld des Kometen ‚eingefangen‘, um ihn fortan wie ein Satellit zu umkreisen. Allerdings waren dabei ständig Korrekturen mit Hilfe der Steurdüsen notwendig. All diese komplizierten Manöver meisterte die ESA. Auch die Instrumente an Bord lieferten große Mengen wertvoller Daten. Mit hoher Priorität wurde die detaillierte Kartierung des Kometen begonnen. Schon in etwas mehr als drei Monaten sollte die Landung auf ‚Tschuri‘ erfolgen.

Ein Bild von einem Kometen

Wissenschaft und Öffentlichkeit waren fasziniert von den Aufnahmen, die Rosetta zur Erde funkte. Churyumov-Gerasimenko offenbarte eine exotische, bizarre Kometenwelt. Sofort ins Auge fallen die beiden durch eine Art ‚Hals‘ getrennten Teile, die zur besseren Orientierung als ‚Kopf‘ und ‚Körper‘ bezeichnet werden. Derart ausgeprägt kannte man dies von keinem anderen Kometen oder Asteroiden. Die gesamte Oberfläche zeigt erstaunlich unterschiedliche Landschaftsformen. Neben glatten, staubbedeckten Ebenen ragen schroffe, zerklüftete Steilwände und Grate empor. Zahlreiche Gruben und Senken sind das Ergebnis der bei jedem Umlauf in Sonnennähe einsetzenden Aktivität von ‚Tschuri‘. Staub, der sich mit dem verdampfenden Eis löst, wird offensichtlich nicht vollständig ins Weltall mitgerissen, sondern fällt zum Teil auf die Kometenoberfläche zurück und bildet dort sanft gewellte, gelegentlich an Dünen erinnernde Flächen.

Vielerorts liegen große fels- oder staubbedeckte Brocken bis zur Größe von kleinen Häusern wie Findlinge in der Landschaft. Am Fuß mancher Abhänge haben sich Geröllfelder gebildet. Blankes Eis dagegen findet sich nur an wenigen Stellen. Mancherorts spalten mehrere hundert Meter lange Risse die Landschaft, vermutlich das Ergebnis großer Temperaturunterschiede, die zu Spannungen im Körper des Kometen geführt haben. Wegen der sich durch die Aktivität ständig verändernden Oberfläche sind Krater von Meteoriteneinschlägen nicht sichtbar.

Suche nach einem Landeplatz

Die unerwartet raue Oberfläche ließ Bedenken aufkommen, ob man auf dem Kometenkern sicher würde landen können. Im August 2014, nach der ersten Erkundung aus dem Orbit, begann die Diskussion über geeignete Landestellen. Für die Ingenieure war eine möglichst sichere Landung das oberste Ziel. Deshalb sollte die Landestelle möglichst wenige Hindernisse aufweisen. Darüber hinaus waren Sonnenscheindauer und Ausrichtung zur Sonne von Bedeutung für die Energieversorgung des Landers.

Für die Forscher galten etwas andere Prioritäten, denn die Landestelle sollte auch wissenschaftlich möglichst spannend sein. So wollten sie die Kometenaktivität aus nächster Nähe untersuchen und allen Instrumenten gute Beobachtungschancen bieten. Mitte September wurden die endgültige Landestelle Agilkia und eine Reservelandestelle ausgewählt. Acht Wochen später war es so weit. Wie sich im Nachhinein herausstellte, war Agilkia eine ausgezeichnete Wahl. Allerdings gelang die Landung am 12. November nicht wie geplant.

Mittwoch, 12. November 2014 – der Tag X

Auf diesen Tag haben die Teams jahrelang hingearbeitet. Das Landemodul Philae soll auf dem Kometen aufsetzen. Um 6:06 Uhr MEZ wurde Rosetta aus der 30 Kilometer hohen Umlaufbahn auf einen Beinahe-Kollisionskurs mit ‚Tschuri‘ gebracht, um Philae in Richtung der vorgesehenen Landestelle Agilkia abstoßen zu können. Um 9:35 Uhr MEZ wurde Philae bei einer Kometenentfernung von 22,5 Kilometern vom Orbiter getrennt und schwebte ‚Tschuri‘ mit einer Geschwindigkeit von zunächst 19 Zentimetern pro Sekunde entgegen. Der Abstieg erfolgte ‚ballistisch‘, also im freien Fall und dauerte sieben Stunden. Das Manöver konnte jetzt nicht mehr beeinflusst werden, zumal Signale von der Erde zum Ort des Geschehens 28 Minuten benötigten.

Die OSIRIS-Kamera an Bord von Rosetta funkte währenddessen Bilder zur Erde, die zeigten, dass die drei Landebeine vollständig ausgeklappt sind. Die geringe Anziehungskraft des Kometen beschleunigte Philae auf einen Meter pro Sekunde, das ist knapp Schrittgeschwindigkeit. Exakt wie berechnet setzte Philae um 16:34 Uhr in Agilkia auf, nur etwa hundert Meter neben dem vorgesehenen Landeplatz. Der Empfang des sogenannten ‚Touchdown-Signals‘ um 17:03 Uhr, das den Bodenkontakt anzeigt, löste im Kontrollzentrum großen Jubel aus. Auch die Harpunen, die Philae im Eis des Kometen verankern sollten, schienen funktioniert zu haben. Der Funkkontakt blieb zunächst stabil, doch irgendetwas stimmte nicht ... Philae war noch in Bewegung.

Wo versteckt sich Philae?

Schon bald nach Philaes erstem Kontakt mit dem Kometen war klar, dass etwas nicht ganz wie geplant verlaufen war. Das zeigten Telemetriedaten des Solargenerators sowie Messungen des Magnetometers und des MUPUS-Sensors: Philae bewegte sich! Was war geschehen?

Die Harpunen, die Philae an der Landestelle Agilkia hätten verankern sollen, hatten keinen festen Halt, auch die Eisschrauben an den Füßen des Landers konnten sich nicht in den Boden drehen. Wegen der geringen Schwerkraft hat der auf der Erde knapp 100 Kilogramm schwere Philae auf dem Kometen nur eine Gewichtskraft von knapp zwei Gramm. Daher prallte Philae wieder ab (wenn auch mit sehr niedriger Geschwindigkeit), stieg bis auf 150 Meter Höhe, kam wieder auf den Boden, hüpfte ein zweites Mal und landete zwei Stunden später und etwa einen Kilometer entfernt an einer Stelle, die dann ‚Abydos‘ getauft wurde.

Bilder vom Orbiter zeigen Philae im Landeanflug, Spuren in Agilkia nach der Bodenberührung und den weiterhüpfenden Lander. Zusammen mit den Messungen an Bord konnte so der Weg gut nachverfolgt werden. Immerhin war Philae unbeschädigt und baute über Rosetta den Funkkontakt zur Erde auf. Das erste Bild von Abydos zeigt Strukturen, die an eine dunkle Felsspalte erinnern. Abydos war ein sehr schlecht beleuchteter Ort, der nur etwa eine Stunde und 20 Minuten des zwölfstündigen Kometentages von der Sonne beschienen wurde: Das war zwar lang genug, um nicht zu stark abzukühlen, doch zu kurz, um die Batterien wieder aufzuladen – aber immerhin geeignet, um alle Instrumente zumindest einmal in Betrieb zu nehmen.

Letzter Kontakt mit Philae

Bald war klar, dass Philae wohl nur mit dem Strom, den die mitgeführte Primärbatterie unmittelbar nach der Landung für 64 Stunden liefert, Experimente und Messungen durchführen kann. Zum Aufladen der Akkumulatoren war die Sonnenscheindauer zu kurz. An eine Fortsetzung über diese Zeitspanne hinaus war vorerst nicht zu denken.

Nach einer ersten wissenschaftlichen Sequenz fiel Philae, wie befürchtet, wegen der tiefen Umgebungstemperaturen und mangels Strom zum Heizen in eine Art Winterschlaf. Allerdings näherte sich der Komet samt seinem irdischen Besucher nun immer mehr der Sonne an. Die Einstrahlung auf den Solargenerator wurde entsprechend stärker und so sendete Philae am 13. Juni 2015 doch noch ein Lebenszeichen.

Leider kam es aber nur zu kurzen, sporadischen Kontakten, dem letzten am 9. Juli 2015. Weitere Experimente waren trotz aller Bemühungen nicht möglich. Es bleibt unklar, ob Philaes Elektronik durch die tiefen Temperaturen Schaden genommen hat, oder ob der Lander vielleicht gekippt ist, sodass die Antennen verdeckt waren. Als der Komet im August 2015 seinen sonnennächsten Punkt erreichte und seine Aktivität stark zunahm, musste die Muttersonde Rosetta sich zur Sicherheit so weit von ‚Tschuri‘ entfernen, dass kein Funkkontakt zwischen Orbiter und Philae mehr möglich war. Auch als Rosetta ab November 2015 wieder näher an den Kometen heranfliegen konnte, blieb ein Lebenszeichen von Philae aus.

Ende September 2016 bekam Philae Besuch: Die ESA ließ auch den Rosetta Orbiter sanft auf der Kometen Oberfläche aufsetzen. Damit endete die herausragende Mission. Die Auswertung der Daten indes wird noch viele Jahre weitergehen.

Österreichischer Beitrag zu Rosetta

Österreichische Organisationen haben sowohl an den wissenschaftlichen Instrumenten wie auch am Bau des Flugkörpers selbst wesentlich mitgearbeitet. Das Grazer Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW), mit teilweiser finanzieller Unterstützung durch die ASA bzw. FFG, ist an fünf Instrumenten beteiligt: zwei davon auf dem Lander (MUPUS, ROMAP) und drei auf dem Orbiter (MIDAS, COSIMA, RPC-MAG). Die Firma RUAG Space Austria entwickelte eine spezielle Thermalisolation sorgte gemeinsam mit speziellen Heizelementen für die Aufrechterhaltung für die Schlafphase des Satelliten. Auch NHM Wien-Generaldirektor Christian Köberl war (in seiner Funktion als Professor an der Universität Wien) seit Mitte der 1990er Jahre im Team des MIDAS-Experimentes. Das NHM Wien ist auch an einer Untersuchung von Analog-Material (Meteoritenstaub) zu Kometenstaub mit Hilfe des COSIMA-Experimentes (Projektleitung Prof. K. Varnuza, TU Wien; Projektfinanzierung: FWF) beteiligt.

Nähere Infos dazu finden Sie hier: https://www.ffg.at/Rosetta/Beitrag_Oesterreich

Information

Öffnungszeiten:

Do–Mo, 9.00–18.30 Uhr | Mi 9.00–21.00 Uhr | Di geschlossen

Eintritt:

Erwachsene	€ 10,00
bis 19 Jahre & Freunde des NHM Wien	freier Eintritt
Ermäßigt	€ 8,00
Gruppen (ab 15 Personen) pro Person	€ 8,00
Studenten, Lehrlinge, Soldaten & Zivildienstler	€ 5,00
Jahreskarte	€ 27,00
Digitales Planetarium	€ 5,00
Ermäßigt	€ 3,00

Über das Naturhistorische Museum Wien

Eröffnet im Jahr 1889, ist das Naturhistorische Museum Wien - mit etwa 30 Millionen Sammlungsobjekten und mehr als 750.000 Besucherinnen und Besuchern im Jahr 2017 - eines der bedeutendsten naturwissenschaftlichen Museen der Welt. Seine frühesten Sammlungen sind über 250 Jahre alt, berühmte und einzigartige Exponate, etwa die 29.500 Jahre alte Venus von Willendorf, die vor über 200 Jahren ausgestorbene Stellersche Seekuh, riesige Saurierskelette sowie die weltweit größte und älteste Meteoritenschauausstellung mit dem Marsmeteoriten „Tissint“ und die anthropologische Dauerausstellung zum Thema „Mensch(en) werden“ zählen zu den Höhepunkten eines Rundganges durch 39 Schausäle. Zum 125. Jubiläum des Hauses wurde 2014 ein Digitales Planetarium als weitere Attraktion eingerichtet. Seit 2015 ist die generalsanierte Prähistorische Schauausstellung wieder zugänglich. In den Forschungsabteilungen des Naturhistorischen Museums Wien betreiben etwa 60 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aktuelle Grundlagenforschung in den verschiedensten Gebieten der Erd-, Bio- und Humanwissenschaften. Damit ist das Museum wichtiges Kompetenzzentrum für öffentliche Fragen und eine der größten außeruniversitären Forschungsinstitutionen Österreichs.

Die Ausstellung wird von den Österreichischen Lotterien, Jahrespartner des NHM Wien, unterstützt.



Wir danken dem Kaffeesponsor der Pressekonferenzen des NHM Wien:



**Spargeldinner im
Naturhistorischen Museum Wien**

25. April bis 13. Juni 2018
jeden Mittwoch ab 19 Uhr

Information, Reservierung & Gutscheine
via www.food-affairs.at

Food affairs
FEINE ESSKULTUR

Rahmenprogramm:

NHM Wien Thema

Kometen. Die Mission Rosetta

Führung durch die Ausstellung

Die Weltraummission Rosetta erforschte den Kometen Churyumov-Gerasimenko. Die Sonde startete am 02. März 2004 vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guyana und erreichte den Orbit des Kometen im August 2014. Sie begleitete ihn mehr als zwei Jahre auf seinem Weg um die Sonne. Im November 2014 setzte sie die Lande-Einheit Philae am Kometen ab. Philae war die erste Sonde, die je auf einer Kometenoberfläche gelandet ist.

Die Führung „Kometen. Die Mission Rosetta“ zeigt Technik, Herausforderungen und Forschungsergebnisse dieser Mission, aber auch die Faszination von Kometen, die hauptsächlich aus Eis und Staub bestehen.

Sonntag, 13. Mai, 15.30, Gabor Herbst-Kiss
Sonntag, 20. Mai, 15.30 Stefan Wallner
Sonntag, 24. Juni, 15.30: Christoph Goldmann
Sonntag, 15. Juli, 15.30: Gabor Herbst-Kiss
Sonntag, 12. August, 15.30: Christoph Goldmann
Sonntag, 9. September, 15.30: Gabor Herbst-Kiss

Von Sternschnuppen, Kometen und Asteroiden

Sonntag, 17. Juni 2018, 15.30

Julia Walter-Roszjár

Manchmal fällt uns nicht nur die Decke auf den Kopf, sondern ab und an auch ein Bruchstück aus der Frühgeschichte des Sonnensystems. Und wenn es nicht zu uns kommt, dann machen wir uns auf den Weg. Julia Walter-Roszjár gibt eine Führung zu den ältesten Objekten im Sonnensystem und einen Einblick in aktuelle Raumfahrtprojekte.

Meteoriten und Kometen

Mittwoch, 01. August 2018, 17.00

Franz Brandstätter

Asteroiden (die Mutterkörper fast aller Meteoriten) und Kometenkerne sind Relikte aus der Frühzeit unseres Sonnensystems und dadurch von großem Interesse für die Forschung. In einer Kombi-Führung durch die Ausstellung „Kometen. Die Mission Rosetta“ und die Meteoritensammlung erfahren Sie, was uns Meteoriten über die Beziehung zwischen diesen unterschiedlichen Himmelskörpern erzählen.

The smell of comets and meteorites - A look into the fourth dimension

Mittwoch, 05. September 2018, 17:00 Uhr

Ludovic Ferrière

What a comet smells like? and why? What about meteorites? What does space smell like? What do the other planets in our Solar System smell like? These are some of the questions that will be addressed during this special tour given in the framework of the “Comets. The Rosetta Mission” exhibition. The tour will be given in English.

NHM Wien Vortrag

Johannes Kepler - himmlische Lichter und irdische Schatten

Mittwoch, 09. Mai 2018, 18:30 Uhr

Christian Pinter

Vor 400 Jahren, im Mai 1618, fand Johannes Kepler das dritte Planetengesetz – und zwar in Linz. Sein Leben steckt voller Widersprüche. Der Protestant weigerte sich, Anhänger anderer Konfessionen zu verurteilen. Dennoch musste er mehrmals vor der Gegenreformation fliehen. Er arbeitete als Mathematiker dreier Kaiser. Nichts desto trotz starb er in bitterer Armut. Er lehnte die Sternzeichen-Astrologie ab. Ungeachtet dessen bemühen ihn selbst heutige Sterndeuter noch immer als ihren „Kronzeugen“. Kepler stritt für Kopernikus, überwand ihn aber gleichzeitig. In diesem Vortrag erleben wir seine Jahre in Graz, Prag oder Linz mit. Und wir erfahren von seiner letzten Reise, die in Regensburg endete.

NHM Wien Digitales Planetarium

Live zu den Sternen: Reise durch die Nacht

Astronomen präsentieren im Digitalen Planetarium den aktuellen Nachthimmel über Wien, während der Ausstellungsdauer (09. Mai bis 12. September 2018) mit einem Schwerpunkt zur Rosetta-Mission.

Mittwoch, 17.00, Sonntag, 14.00 und 16.00

NHM Wien Kids & Co, ab 6 Jahren

Abenteuer im Weltall

Mach dich mit den Sonden Rosetta und Philae in unserer Ausstellung „Kometen. Die Mission Rosetta“ auf eine Forschungsreise durch unser Sonnensystem bis zum Kometen Tschuri. Gemeinsam suchen wir nach Antworten auf brennende Fragen: Wie findet die Sonde Rosetta zum Kometen und woher nimmt sie die Energie? Woraus besteht ein Komet und warum riecht er nach Pferdemist, Marzipan und faulen Eiern?

Termine an Wochenenden und in den Sommerferien:

Donnerstag, 10. Mai, Samstag, 12. Mai und Sonntag, 13. Mai, 14.00

Samstag, 19. Mai, Sonntag, 20. Mai und Montag, 21. Mai, 14.00

Samstag, 28. Juli und Sonntag, 29. Juli, 15.00

Termine im Rahmen des Ferienspiels von wienXtra

Montag, 23. Juli

Mittwoch, 25. Juli bis Freitag, 27. Juli

Montag, 30. Juli

Mittwoch, 1. August bis Freitag, 3. August

10:00, 10:20, 10:40, 11:00, 15:00, 15:20, 15:40, 16:00

Angebote für Gruppen

Führung durch die Ausstellung

Dauer: 50 Minuten

Kosten: 4 Euro/Person, mindestens 60 Euro (exklusive Eintritt)

Pressebilder (1/5)



Rosetta und Philae

© ESA



Rosetta

© ESA



Rosetta

© ESA



Philae Landung

© ESA/ATG medialab



Rosetta und Philae am Kometen 67P.

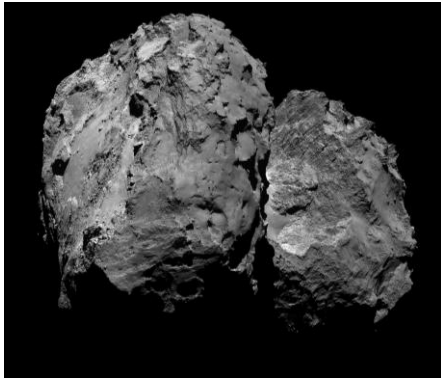
© ESA-C. Carreau/ATG medialab

Pressebilder (2/5)



Der Komet Churyumov-Gerasimenko überraschte die Wissenschaftler mit Rissen, Terrassen, Löchern, Steilhängen und sogar dünenähnlichen Strukturen.

© ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team



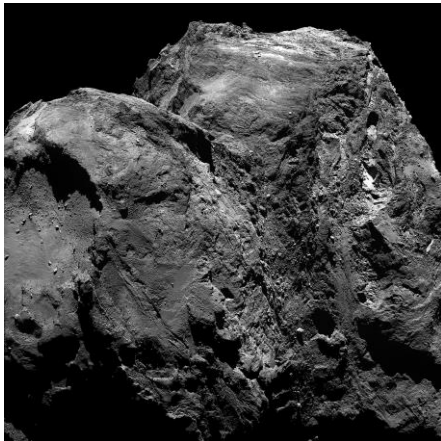
Bizarr und vielseitig ist die Landschaft von Komet Churyumov-Gerasimenko, auf die die Rosetta-Sonde hinunterblickte. Zum ersten Mal beobachtete eine Raumsonde einen Kometen aus einer Umlaufbahn heraus.

© ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team



Mit der zunehmenden Annäherung des Kometen Churyumov-Gerasimenko an die Sonne verdampften die gefrorenen Bestandteile und rissen Kometenstaub mit sich ins All.

© ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team



Komet Churyumov-Gerasimenko besteht aus zwei miteinander über einen "Hals" verbundenen Teilen, die wie Kopf und Körper einer Badeente wirken. Diese Form ist für Kometen untypisch.

© ES/Rosetta/MPS for OSIRIS Team

Pressebilder (3/5)



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell des Steins von Rosetta

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher

Pressebilder (4/5)



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher



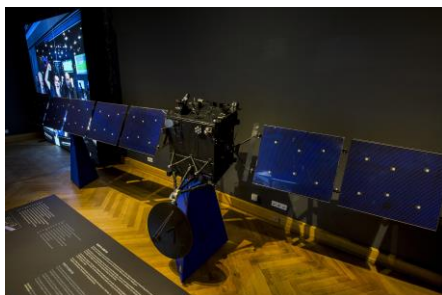
Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell der Rosetta-Raumsonde

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell der Rosetta-Raumsonde

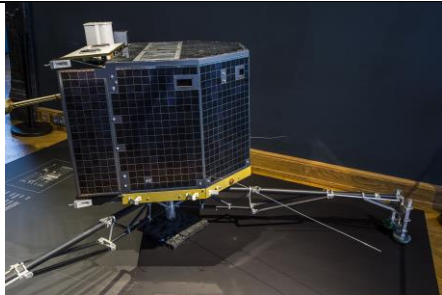
© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher

Pressebilder (5/5)



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell des Landers Philae

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell des Kometen Churyumov-Gerasimenko

© NHM Wien, Kurt Kracher



Ausstellungsansicht im Naturhistorischen Museum Wien
Modell des Kometen Churyumov-Gerasimenko am Stadtplan von Wien

© NHM Wien, Kurt Kracher