

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 74 (2016)  
**Heft:** 392

**Artikel:** Rosetta und "Philae" haben wertvolle Ergebnisse geliefert : viele neue Erkenntnisse über Kometen  
**Autor:** Baer, Thomas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-897129>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Rosetta und «Philae» haben wertvolle Ergebnisse geliefert

## Viele neue Erkenntnisse über Kometen

■ Von Thomas Baer

*Die fgdffgWissenschaftlich wird sie aber weiterhin aktiv bleiben.*

Das Abenteuer «Rosetta» wird bald Geschichte sein, Grund genug, eine Bilanz zu ziehen. Alles in allem darf die Mission zu einer der erfolgreichsten aller Zeiten gezählt werden, hatte sie doch spannende wie heikle Situationen zu überstehen. Am Anfang hatte man Pech, als

nicht wie geplant am 13. Januar 2003 zum Kometen 46P/Wirtanen gestartet werden konnte. Das Ariane-5-Raketenprogramm wurde nach einer Explosion vorübergehend ausgesetzt. Das Startzeitfenster für 46P/Wirtanen verstrich, es musste ein neuer aktiver, noch nicht

ausgegaster Komet gefunden werden. Bald war mit 67P/Tschurjumow-Gerassimenko, kurz «Tschury», eine wunschgemässe Alternative gefunden. Mit einer Verzögerung von gut einem Jahr hob die Trägerrakete Ariane 5 G+ mit der 3 Tonnen schweren Sonde «Rosetta» an Bord am 2. März 2004 vom Weltraumbahnhof Kourou ab und trat ihre lange zehnjährige Reise an.

### Ein kurzweiliger Flug zu «Tschury»

Nach den notwendigen Swing-By-Manövern an Erde und Mars und dem Vorbeiflug am Asteroiden (2867) Šteins nahm die Sonde Kurs auf den Kometen. Noch in der Anfangsphase der Mission hatte Rosetta aus etwa 80 Millionen Kilometern Entfernung eine optimale Sicht auf den Einschlag der Sonde Deep Impact auf dem Kometen 9P/Tempel 1 am 4. Juli 2005. Am 10. Juli 2010 passierte sie den rund 100 km grossen Asteroiden (21) Lutetia mit 3162 km Abstand. Die Passage wurde genutzt, um die wissenschaftlichen Instrumente von Rosetta zu testen. Auch der Lander «Philae» erprobte eines seiner zehn Experimente. Eine weitere Etappe des Nervenkitzels war der «Winterschlaf» von Rosetta. Da Rosettas Energieversorgung via Solarzellen funktioniert, waren sich die Wissenschaftler bewusst, dass jenseits der Marsumlaufbahn die Strahlungintensität massiv sinkt; sie nimmt bekanntlich mit dem Quadrat der Entfernung ab. Im März 2011 konnte sie noch einen ersten Blick auf ihr Reiseziel aus einer Distanz von über 1 AE werfen, ehe die Sonde in einen Schlafmodus versetzt wurde, ein absolutes Novum in der Weltraumfahrt.

### Kann die Sonde geweckt werden?

Eine der bangsten Momente war zweifelsohne der 20. Januar 2014. Die Sonde hatte sich 31 Monate lang weiter als 660 Millionen km von der Sonne entfernt befunden. Einzig der Bordcomputer und Heizelemente zur Warmhaltung der wissenschaftlichen Instrumente waren noch in Betrieb, gewissermassen die lebenserhaltenden Organe der Sonde. Das Aufwecken aus dem «Winterschlaf» erfolgte planmässig. In den Wochen und Monaten darauf wurden alle Instrumente auf ihre Funkti-

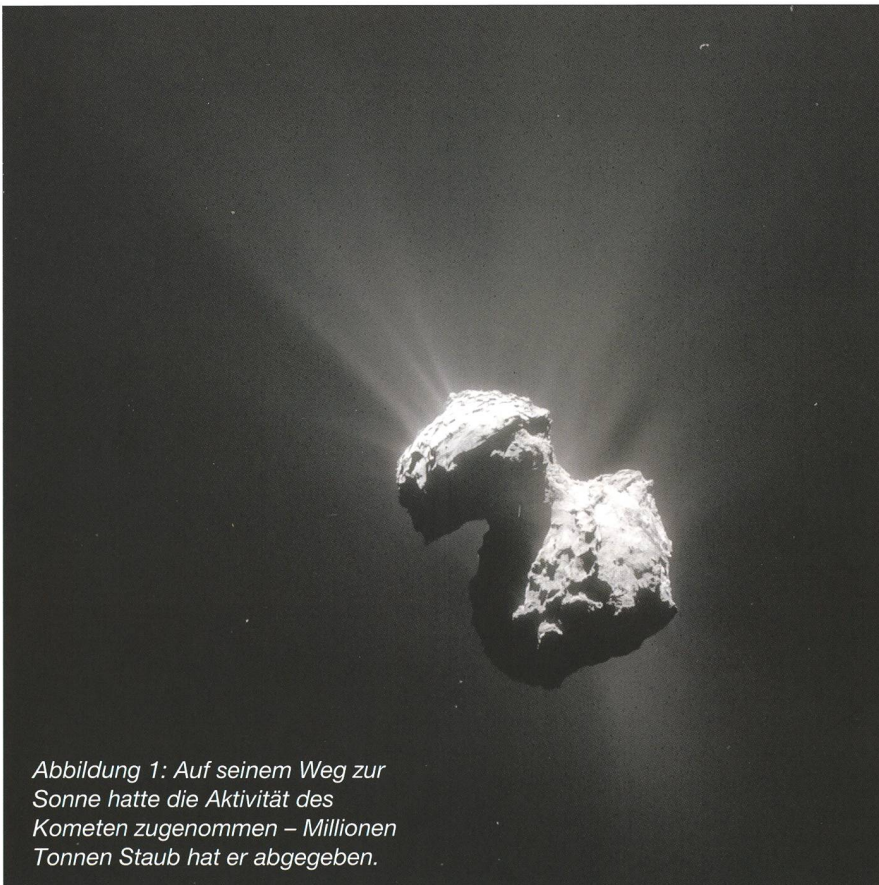


Abbildung 1: Auf seinem Weg zur Sonne hatte die Aktivität des Kometen zugenommen – Millionen Tonnen Staub hat er abgegeben.



gravitative Feld des Himmelskörpers zu ermitteln, flog Rossetta einen Kurs der Form eines Triangels. Im September brachte man die Sonde schliesslich auf eine

## Die sanften Hüpfen von «Philae»

Der Abwurf des 1 m × 1 m × 1 m messenden und rund 100 kg schweren Landers erfolgte am 12. November 2014 um 09:35 Uhr MEZ reibungslos. Mit einer Sinkrate von 1 m/s setzte «Philae» nach etwa 7 Stunden freiem Fall im Zielgebiet auf. Doch leider versagten die Anpressdü-

se und die Harpunen, welche den Lander hätten verankern sollen. So hüpfte er nach der ersten Bodenberührung mit etwa 38 cm/s wieder weg und stieg nochmals auf knapp 1 km Höhe. Nach knapp zwei Stunden setzte «Philae» ein zweites Mal auf, federte abermals ab und vollzog einen letzten Hüpfen an einen denkbar ungünstigen Ort, wo er um 18:32 Uhr MEZ, auf bloss zwei Beinen stehend, zum Stillstand kam. Bis heute gelang es noch nicht, die exakte Position des Landers ausfindig zu machen. Ärgerlich für die Kometenforscher und das Team um «Philae» war, dass durch die missliche Lage bloss anderthalb der 13 Sonnenstunden zur Aufladung der Batterien genutzt werden konnten. So schaltete «Philae» nach bloss 2¼ Tagen infolge seiner zu geringen Betriebsspannung alle Instrumente ab und brachte sich in einen Standby-Modus. Immerhin konnten davor noch rechtzeitig alle gesammelten wissenschaftlichen Daten via Rossetta zur Erde übermittelt werden. Man erhoffte sich eine mögliche «Reanimation» des Landers in grösserer Sonnennähe, doch leider schaffte es Rossetta nur noch sporadisch, den Kontakt mit «Philae» nochmals aufzunehmen.

onsfähigkeit hin geprüft und upgedatet. Auch «Philae» wurde Ende März 2014 aus seinem Tiefschlaf geholt. Nun erfolgte der Anflug auf «Tschury». Rosetta musste dabei abgebremst werden, was durch drei sogenannte Big Burns geschah, bei denen die Triebwerke annähernd 17 Stunden liefen. Die Relativgeschwindigkeit zum Kometen konnte so um 650 m/s gesenkt werden. In sechs weiteren Bremsmanövern wurde die Sonde bis zum 6. August 2014 nochmals um 100 m/s verlangsamt. Rosetta flog in rund 100 km an 67P/Tschurjumow-Gerassimenko vorbei und konnte dessen Gravitation bereits spüren. Um das

elliptische Umlaufbahn in rund 30 km Abstand. In der Folge senkte man sie langsam auf 10 km ab und kartierte dabei die Oberfläche von «Tschury» auf der Suche nach einer geeigneten Landestelle für «Philae». Landeplatz J schien den Wissenschaftlern am besten zu behagen, eine abwechslungsreiche, aber nicht sonderlich zerklüftete Landschaft ohne steilen Abhänge, durch die Sonne gut beleuchtet.



Bild: ESA/ROSETTA/MPS FOR OSIRIS TEAM

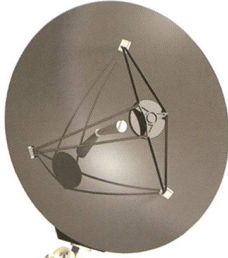
Abbildung 2: Eine besonders heftige Fontäne wurde am 29. Juli 2015 beobachtet (rechts). Der Komet dampfte im Anflug Richtung Sonne stark aus. Die gewaltigen Staubfontänen lassen auf die Prozesse unter der Oberfläche von 67P/Tschurjumow-Gerassimenko schliessen. Pro Sekunde wurden einige Hundert Kilogramm Kometenmasse ins All geschleudert. Ausgangsort dieser Staubfontänen könnten schachtartige Vertiefungen sein, wie jene in der linken Aufnahme. Die Wissenschaftler haben einen Blick von bis zu 210 Metern in das Innere von «Tschury». An den Innenseiten der Vertiefungen sind zum Teil geschichtete Strukturen erkennbar. Die hier gezeigte Aufnahme entstand im September 2014 aus einer Entfernung von 28 Kilometern zur Kometenoberfläche.

## Beobachtungen mit Rosetta

Die aussergewöhnliche Form von «Tschury», die an einen angebissenen Apfel oder einen Knochen erinnert, lässt vermuten, dass zwei Körper vor 4.5 Milliarden Jahren

«sanft» zusammengestossen sind oder aber die dünne «Halspartie» aufgrund der geologischen Zusammensetzung einen stärkeren Massenverlust erfuhr als die beiden «Köpfe».

Das Instrument VIRTIS konnte im Bereich des thermischen Infrarot aufzeichnen, dass die Kometenoberfläche eisfrei ist. Ebenso konnte organisches Mate-



rial nachgewiesen werden, jedoch keine Stickstoffverbindungen. Mit MIRO (Microwave Spectrometer for the Rosetta Orbiter) konnten die Temperaturen knapp unter der Kometenoberfläche gemessen und damit auf einen lockeren wärmespeichernden Untergrund geschlossen werden.

Dasselbe Instrument registrierte im Sommer 2014 auch Wasserausgasungen im Halsbereich des Kometen von 0.3 bis 1.2 kg/s.

Das Massenspektrometer ROSINA der Universität Bern arbeitete perfekt und untersuchte die ausgestossenen Gase. Es handelt sich vornehmlich um Wasser und Kohlendioxid sowie das flüchtigere Kohlenmonoxid. In der Koma konnte erstmals molekularer Stickstoff nachgewiesen werden.

Mit der Annäherung ans Perihel im August 2015 traten auch vermehrt Jets auf, die unverhofft begannen und von wenigen Stunden über mehrere Tage hinweg aktiv waren. Es waren hauptsächlich Staubfontänen, bestehend aus mikrometergrossen Partikeln. Die OSIRIS-Kamera entdeckte mehrere fast kreisrunde Hohlräume, die nach ersten Analysen vermutlich die Aus-

gangsregionen für die beobachteten Staubfontänen sind (vgl. Abb. 2).

## Die Resultate von «Philae»

Schon während des Abstiegs von «Philae» am 12. November 2014 wurden optische und Infrarotaufnahmen gemacht. «Tschury» besitzt kein Magnetfeld, wie die Messungen mittels Magnetometern ergaben.ROLIS (Rosetta Lander Imaging System) hat gezeigt, dass das Landegebiet «Agilkia» von einer bis zu zwei Meter mächtigen Schicht Regolith, ein aus physikalischer und chemischer Verwitterung geprägtes Material, bedeckt ist. Von Körnern in Kieselsteingrösse bis zu Felsblöcken von einigen Metern war alles dabei.

Während fast 63 Stunden konnte «Philae» trotz seiner ungünstigen Lage einen Grossteil der Experimente automatisch durchführen. Und die Wissenschaftler waren überrascht, welche organischen Stoffe der kleine Lander finden konnte: Methyl-Isocyanat, Aceton, Propionaldehyd und Acetamid. Solche organischen Verbindungen von Kometen könnten wesentlich zur Entstehung des Lebens auf der Erde

beitragen haben, da sich aus ihnen Zucker und Aminosäuren, also die Grundbausteine des Lebens, entwickeln können. Ob wirklich Kometen das Leben auf die Erde gebracht haben, darüber kann auch zum jetzigen Zeitpunkt nur spekuliert werden. Doch wenn solche Moleküle durch Einschläge auf einen Planeten gelangen, so wird diese Theorie immerhin bestärkt.

Inzwischen haben die Forscher auf Bildern über hundert Bereiche von einigen wenigen Metern Ausdehnung entdeckt, bei denen es sich um Ablagerungen von gefrorenem Wasser handelt. Diese Entdeckung deckt sich mit der Vermutung, dass sich das Wassereis unter einer dunklen Staubschicht verbergen könnte.

## Mission bis Herbst 2016

Eigentlich war das Ende der Rosetta-Mission auf Dezember 2015 geplant. Da die Sonde aber nach wie vor spektakuläre Resultate lie-

fert und sich besser «Gesundheit» erfreut, wird die Mission laut ESA bis September 2016 verlängert.

**Thomas Baer**  
Bankstrasse 22  
CH-8424 Embrach

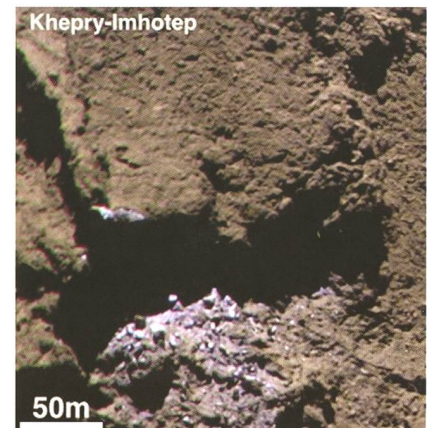
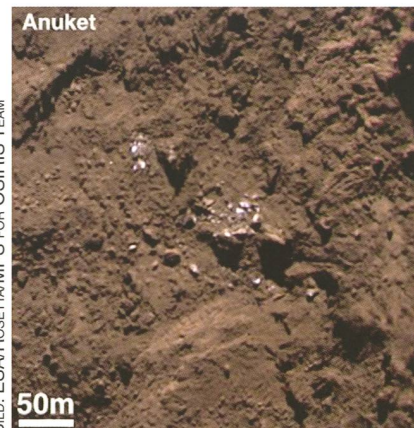


Abbildung 3: Bei den weissen Flecken in den Ausschnittsvergrösserungen könnte es sich um Wassereisablagerungen direkt auf der Kometenoberfläche handeln.