

Unendliche Weiten ...

Rosetta ist angekommen. Nach langer Reise durchs All bis zum Kometen 67P/Churyumov-Gerasimenko – von den Forschenden liebevoll «Tschuri» genannt – hat der Weltraumorbiter sein Ziel erreicht. Mit an Bord sind hochkomplexe Empa-Sensoren aus Metall-Keramik, eingebaut in zwei Massenspektrometer.

TEXT: Cornelia Zogg / BILDER: ESA

Vor mehr als zehn Jahren startete die Raumsonde Rosetta ihre Reise ins Weltall mit dem Ziel, nicht nur den Kometen während eines Jahres zu begleiten, sondern erstmals einen Lander (Philae) auf der Oberfläche eines Kometen abzusetzen – ein grosses Unterfangen und der ganze Stolz der European Space Agency (ESA). Vor kurzem ist das letzte Bremsmanöver geglückt, das es der Raumsonde ermöglicht, den Zielkometen 67P/Churyumov-Gerasimenko von allen Seiten zu erfassen. Kometen gelten als primitive Blöcke in unserem Sonnensystem und haben möglicherweise Wasser oder sogar einfache Bauteile für Leben auf die Erde gebracht. Viele grundlegende Fragen zu den riesigen, aus Staub und Eis bestehenden Klumpen sind noch offen, und Rosetta wird helfen, sie zu beantworten. Erste Bilder des Kometen aus 12.000 Kilometern Entfernung zeigen, dass «Tschuri» aus zwei Klumpen besteht, die über einen «Hals» verbunden sind. Dies gibt dem Kometen das Aussehen einer riesigen Badeente.

Die Empa mit an Bord

Eine der zahlreichen Gerätschaften von Rosetta entstand unter Mithilfe der Empa. Die Instrumentengruppe Rosina (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) wurde unter Leitung der Universität Bern entwickelt. Sie besteht aus zwei Massenspektrometern, einem Drucksensor (der auch die Temperatur und Geschwindigkeit des Kometengases misst) sowie einer Datenverarbeitungseinheit. Die Berner Forschergruppe holte die Empa ins Boot, die die Entwicklung und Herstellung der Ionen-optischen Sensoren für die beiden Spektrometer übernahm. Diese sollten nicht nur leicht sein, sondern auch den harschen Bedingungen im Weltraum standhalten.

Rosina soll nach dem kosmischen Rendezvous mit dem Kometen Ionen und Neutralgastteilchen in der (extrem dünnen) Atmosphäre und in der Ionensphäre von 67P/Churyumov-Gerasimenko analysieren. Denn dies erlaubt Rückschlüsse auf die Entstehung unseres Sonnensystems. Das Massenspektrometer DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer) hat zwei unterschiedliche Operationsmodi, einen Gasmodus zur Messung von Neutralgas-

teilchen und den Ionenmodus für die Analyse ionisierter Teilchen. Das Flugzeitmassenspektrometer RTOF (Reflectron Time of Flight) erweitert das DFMS, indem es die Sensitivität des gesamten Instrumentes erhöht. Die Massenanalyse erfolgt dabei mit einer Technik namens «Time of Flight». Die Kombination aus extrem hoher Massen- und Zeitauflösung ermöglicht Momentaufnahmen über den gesamten Massenbereich von 1 bis 1000 amu (atomare Masseneinheit).

Erfolgreiche Prozessentwicklung

Entwickelt und hergestellt wurden die Ionen-optischen Baugruppen für die beiden Massenspektrometer von einem Team um Empa-Ingenieur Hans Rudolf Elsener. Eine grosse Herausforderung war, die Vorstellungen und Anforderungen der Astrophysiker in ein multifunktionelles «weltraumtaugliches» Produkt umzusetzen, das allerhöchsten Ansprüchen genügt: Ultraleicht, mechanisch sehr robust, hochspannungsfest und hochpräzise sollte es sein.

Nebst Designanpassungen entwickelte Elsener verschiedene Prozesse, um unterschiedliche Werkstoffe wie Metalle und Nichtmetalle (Keramiken) miteinander zu verbinden. So wurden die Einzelteile nicht wie üblich miteinander verschraubt, sondern im Vakuumofen gelötet. Dabei werden die Materialien mit Hilfe von Lotwerkstoffen chemisch miteinander verbunden. Dafür sind unterschiedlichste Beschichtungen nötig, die zuvor allesamt erprobt werden mussten. Die zu fügenden Teile liegen im festen Zustand vor – einzig der Lotwerkstoff wird aufgeschmolzen und reagiert entweder mit der Beschichtung oder dem Grundwerkstoff.

Die an der Empa entwickelten Methoden und Technologien waren derart erfolgreich, dass bald weitere Weltraumprojekte folgten. Zurzeit entwickelt Elsener mit seinem Team für die russisch-indische Mondmission LUNA einen neuen Ionen-optischen Sensor für ein noch kleineres und leichteres Massenspektrometer; und für die europäisch-japanische Merkur-Mission BepiColombo fertigten die Empa-Ingenieure kürzlich ebenfalls hochkomplexe Baugruppen und Sensoren. //



Am 25. Februar 2007 flog Rosetta am Planeten Mars vorbei. Dieses «Selfie» der Sonde wurde aus einer Distanz von 1000 Kilometern geschossen, kurz vor der Annäherung auf 250 Kilometer an die Marsoberfläche. Darauf zu sehen ist einer von Rosettas Solarflügel sowie die nördliche Hemisphäre von Mars, auf welcher Details der Region Mawrth Vallis zu erkennen sind.

Bild links: Das Bild von 67P/Churyumov-Gerasimenko, aufgenommen 2014 am 16. August, 93,5 Kilometer von seiner Oberfläche entfernt. Durch seine zweigeteilte Form erinnert der Komet an eine Gummiente.

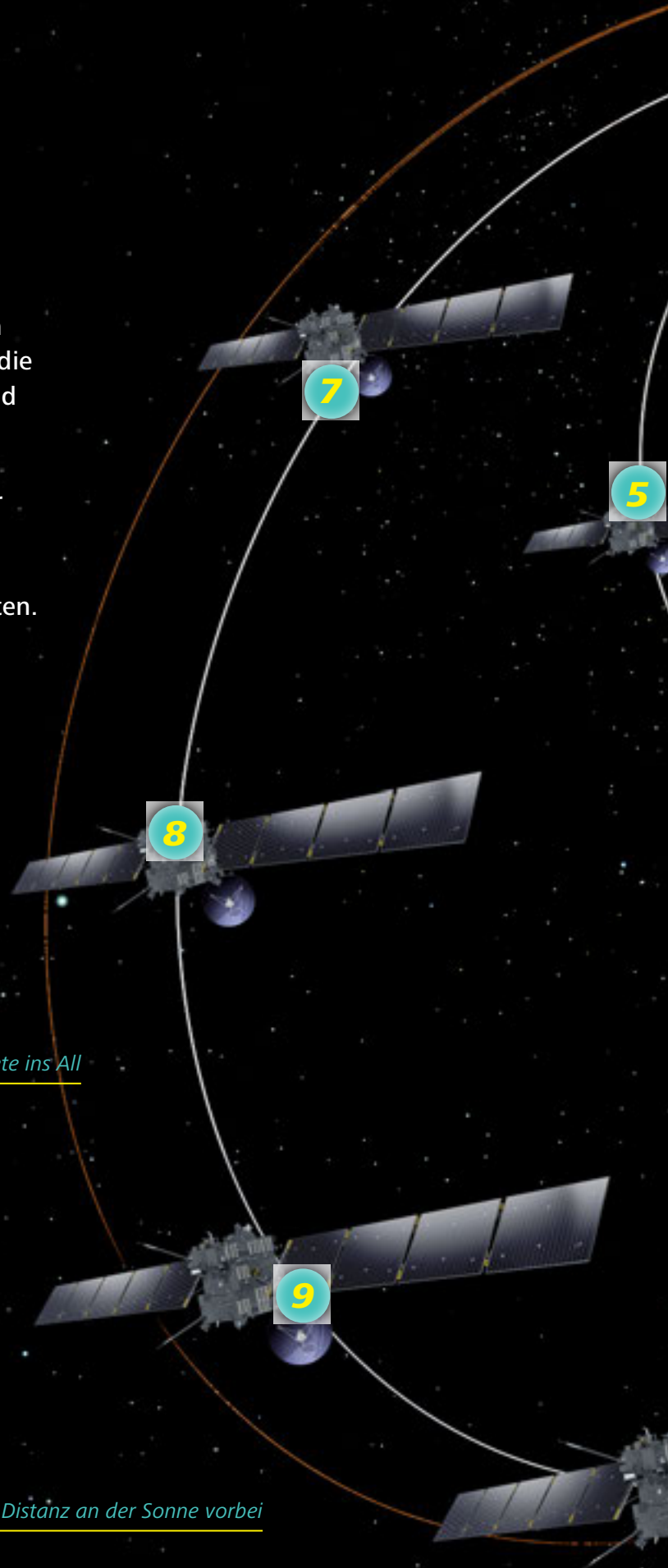
Rosetta und Philae

Der Raumorbiter Rosetta erhielt seinen Namen vom berühmten Rosettastein, der vor 200 Jahren massgeblich dazu beitrug, die ägyptischen Hieroglyphen zu entziffern. Es ist eine steinerne Stele mit einem in drei Sprachen eingemeisselten Priesterdekret (Hieratisch, Demotisch und Altgriechisch). Sie stammt aus dem Jahr 196 v. Chr. und ehrt den ägyptischen König Ptolemaios V. Der Lander Philae hat seinen Namen von einer Insel inmitten des Nils, auf der ein Obelisk steht. Dieser hatte eine zweisprachige Inschrift und half, die Hieroglyphen auf dem Rosettastein zu entziffern.

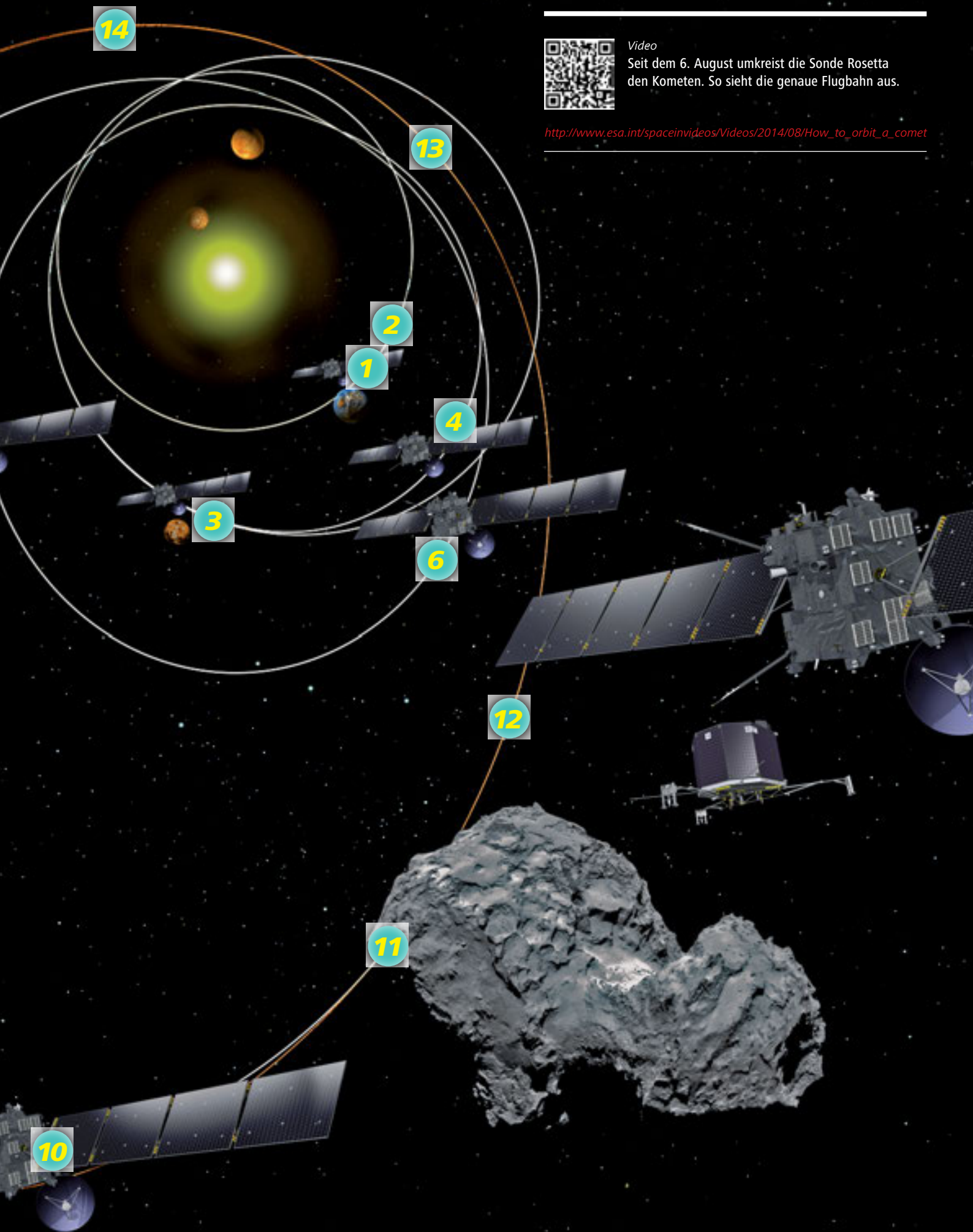
Genau wie die beiden Steine dabei geholfen haben, die ägyptischen Hieroglyphen zu entziffern, erhoffen sich die Forschenden, dass Rosetta dabei helfen kann, Kometen und das frühe Sonnensystem besser zu verstehen. Ausserdem transportiert Rosetta eine so genannte Rosetta Disk. Eine Scheibe aus Nickellegierung, auf der Informationen nicht gespeichert, sondern als Bild eingätzt wurden. Sie sollen auch in 10 000 Jahren noch lesbar sein. Auf der Rosetta Disk sind 13 000 Seiten Text in 1200 unterschiedlichen Sprachen eingätzt.

Die Reise zum Kometen

Rosetta hat eine lange Reise hinter und noch einen weiten Weg vor sich. Mittlerweile hat die Sonde den Zielkometen «Tschuri» erreicht und sucht nach einem geeigneten Landeplatz für den Lander. Rosetta und ihr Komet sind mittlerweile 405 Millionen Kilometer von der Erde entfernt und haben ihr Rendezvous erfolgreich überstanden. Rosetta wird den Kometen nun für mindestens ein Jahr begleiten.



- 1 März 2004: Rosetta startet an Bord einer Ariane-5-Rakete ins All
- 2 März 2005: Erster Erd-Gravitationsschub
- 3 Februar 2007: Mars-Gravitationsschub
- 4 November 2007: Zweiter Erd-Gravitationsschub
- 5 September 2008: Vorbeiflug an Asteroid Steins
- 6 November 2009: Dritter Erd-Gravitationsschub
- 7 Juli 2010: Vorbeiflug an Asteroid Lutetia
- 8 Juni 2011: Rosetta geht in den Tiefschlaf
- 9 Januar 2014: Rosetta wird aus dem Tiefschlaf geweckt
- 10 Mai 2014: Rendezvous-Manöver beim Zielkometen
- 11 August 2014: Ankunft am Zielkometen
- 12 November 2014: Manöver des Landers Philae
- 13 August 2015: Rosetta und «Tschuri» fliegen in kürzester Distanz an der Sonne vorbei
- 14 Dezember 2015: Geplantes Ende der Mission



Video

Seit dem 6. August umkreist die Sonde Rosetta den Kometen. So sieht die genaue Flugbahn aus.

http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/08/How_to_orbit_a_comet