

# Tschuri stinkt zum Himmel

**Raumfahrt** Europäische Planetenforscher wagen in dieser Woche eine Pioniertat: die Landung auf einem Kometen. Das riskante Manöver soll helfen, mehr über die Entstehung der Weltmeere zu erfahren – und des irdischen Lebens.

Mit ruhiger Hand lenkt Achim Zschaegge das Raumschiff durch endlose Weiten, die nie ein Mensch zuvor gesehen hat. „Derzeit befinden wir uns irgendwo zwischen Mars und Jupiter“, sagt er.

Der gelernte Physikingenieur sitzt natürlich nicht wirklich an Bord. Sein Arbeitsplatz ist ein Großraumbüro unweit des Darmstädter Hauptbahnhofs. Von dem schmucklosen Überwachungsraum aus kommandiert er die Steuerung der unbemannten Raumsonde „Rosetta“.

Zschaegge ist in dieser Nacht der diensthabende „Spacecraft Control-

ler“ (Spacon) im europäischen Satellitenkontrollzentrum. Gerade hat seine Achtstundenschicht begonnen. Als Arbeitskleidung trägt er Jeans und Pullover. Regelmäßig überwacht er die Datenkolonnen auf seinem Bildschirm. Der Spacon passt auf, dass die Sonde auf Kurs bleibt.

Wenn er über seinen Job redet, spricht aus ihm der typische Nerd, den nichts aus der Ruhe bringen kann. „Letztlich mache ich hier nichts anderes als ein Techniker im Kontrollraum eines Wasserwerks“, sagt Zschaegge lässig, „nur mit dem Unterschied, dass meine Maschine mehr als 500 Millionen Kilometer entfernt ist.“

Auch in der Unendlichkeit passieren die üblichen Pannen, nervige Computerfehler,

wie sie jeder von seinem Rechner daheim kennt. Mal wird ein Foto nicht richtig übertragen, dann wieder schaltet sich ein Messgerät ungeplant ab. Die wichtigste Regel, so Zschaegge, laute dann: „Möglichst nichts tun, Finger weg von der Tastatur.“

Natürlich könnte er im Notfall einfach die Reset-Taste drücken und den Bordcomputer von der Erde aus neu starten. Aber bis der Funkbefehl bei der Sonde ankommt, dauert es wegen der großen Entfernung fast eine halbe Stunde.

„Bis dahin hat sich die Elektronik meist von selbst wieder eingeregelt“, sagt Zschaegge. „Die Kollegen von den Erdsatelliten kriegen immer die Krise, wenn wir ihnen klarmachen, wie weit weg unsere Maschi-



„Rosetta“-Orbiter

„Philae“-Lander

Aufgrund der extrem geringen Schwerkraft des Kometen mussten die Ingenieure für den „Touchdown“ besondere Vorkehrungen treffen.

## Kometenhafter Abstieg

Die geplante Landung auf 67P/Tschurjumow-Gerassimenko

### Die „Rosetta“-Mission

Um die Umlaufbahn des Kometen 67P erreichen zu können, musste die Raumsonde zusätzlich Schwung holen, indem sie mehrmals dicht an Erde und Mars vorbeiflog (Swing-by).

**März 2004** Start an Bord einer Ariane-5-Trägerrakete

**März 2005** 1. Vorbeiflug an der Erde

**Februar 2007** Vorbeiflug am Mars

**November 2007** 2. Vorbeiflug an der Erde

**September 2008** Erkundung des Asteroiden Steins

**November 2009** 3. Vorbeiflug an der Erde

**Juli 2010** Erkundung des Asteroiden Lutetia

**Januar 2014** Nach zweieinhalbjährigem Schlafmodus beginnt „Rosetta“ die Annäherung an Komet 67P.

**Oktober** „Rosetta“ umrundet den Kometen in zuletzt nur noch 10 km Höhe. Nachdem die Oberfläche kartografiert ist, wählen die Forscher einen Landeplatz für die Tochtersonde „Philae“.

**12. November** Landung auf 67P

**Dezember 2015** Missionsende

ne ist und wie lange die Signale dorthin unterwegs sind. Für die ist ein Neustart des Bordcomputers ganz normal, aber ihre Satelliten befinden sich ja auch fast in Rufweite.“

Zschaegge gehört im Kontrollzentrum der Europäischen Raumfahrtagentur Esa zu den Veteranen. Seit über einem Jahrzehnt begleitet er „Rosetta“ auf ihrer Reise durchs Sonnensystem. Nun endlich nähert sich die Mission ihrem Höhepunkt: Die Himmelsstürmer wollen auf einem Kometen landen.

Das hat vor ihnen noch keiner gewagt. Schweifsterne gelten als schwer zu fassende Objekte. Die Forscher wollen einen fliegenden Berg erklimmen, dessen Oberfläche weniger als die Hälfte der Nordseeinsel Sylt bedeckt, der 20-mal schneller als eine Gewehrkugel durchs All rast und der,

wenn sie Pech haben, so bröselig ist wie ein Keks.

Am Mittwoch dieser Woche soll es so weit sein. 17 Jahre lang hat Zschaegges Chef, der italienische Flugdirektor Andrea Accomazzo, auf diesen Moment gewartet: „Für uns alle fühlt es sich an wie eine zweite Mondlandung.“

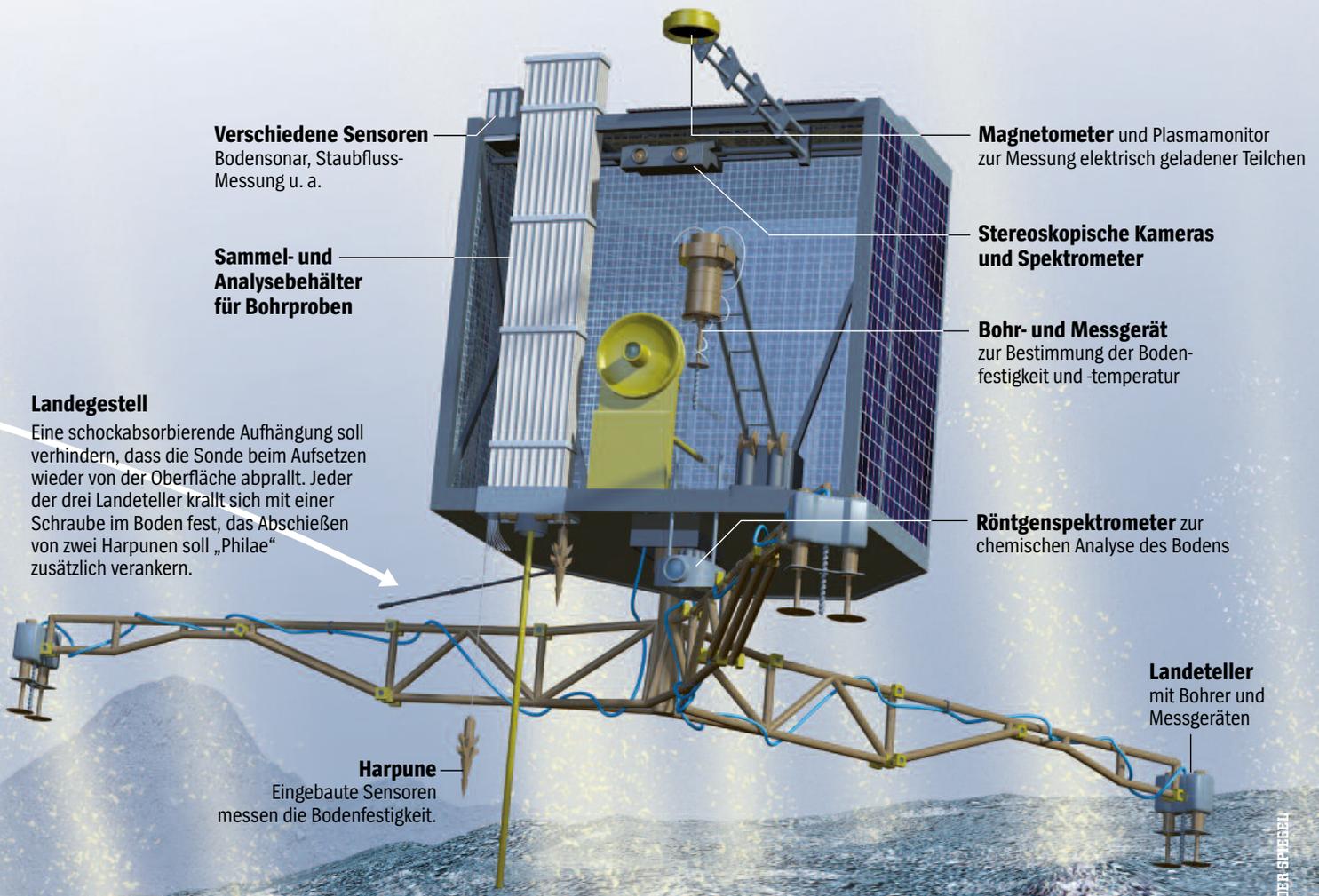
Selbst für einen Weltraumflug dauerte die Anreise ungewöhnlich lange. Als „Rosetta“ ins All geschossen wurde, war Gerhard Schröder noch Bundeskanzler. Über sechs Milliarden Kilometer hat die Sonde seit ihrem Start am 2. März 2004 zurückgelegt, umgerechnet 40-mal die Strecke von der Erde zur Sonne. Viele Forscher, die anfangs an der Mission beteiligt waren, sind längst in Rente gegangen.

Weit drang „Rosetta“ während ihres Marathonflugs in die äußeren Bereiche des

Sonnensystems vor, dorthin, wo die Sonne nur noch als eine ferne Sternenfünzel glimmt. In jener interplanetaren Düsternis bekamen die Solarzellen der Sonde zu wenig Licht – die Bordelektronik musste in eine Art Winterschlaf geschickt werden.

Zweieinhalb Jahre lang herrschte Funkstille. Erst Anfang dieses Jahres wurde „Rosetta“ wieder aufgeweckt. „Wir mussten fast eine Stunde warten, bis das erlösende Signal kam“, erinnert sich Accomazzo, der als Junge Astronaut werden wollte. „Im Kontrollraum herrschte totale Stille.“

Ein paar Wochen später zündeten die Triebwerke und brachten die Sonde auf den endgültigen Kurs zu ihrem Bestimmungsort. Anfang August kam es schließlich zum Rendezvous im Nirgendwo: „Rosetta“ ging in eine Umlaufbahn um den (nach seinen Entdeckern benannten) Ko-



### Komet 67P/Tschurjumow-Gerassimenko

Nähert sich der Komet auf seiner Umlaufbahn der Sonne, erwärmt sich seine Oberfläche, und zuvor im Eis gebundene Gase und Staubpartikel fangen an auszudünsten: Sie bilden eine flüchtige Hülle, die Koma. Nimmt die Intensität der Sonnenstrahlung weiter zu, verformt sich die Koma, und es kommt zur Ausbildung eines Kometenschweifs.



## Rendezvous mit einem fliegenden Berg, der 20-mal schneller als eine Geschurkugel durchs Weltall rast.

Raumsonde „Rosetta“ beim Umkreisen des Kometen Tschuri

meten „67P/Tschurjumow-Gerassimenko“. Wegen seines unaussprechlichen Namens nennen die Planetenforscher ihn liebevoll „Tschuri“.

Schon das Erreichen der Umlaufbahn gilt als Pioniertat. Nie zuvor war es gelungen, einen Flugkörper im Schwerfeld eines Kometen zu verankern. Bis auf 7000 Meter näherte sich die Raumsonde dem Trumm, was weniger ist als die Flughöhe von Sportmaschinen.

Die gestochen scharfen Bilder, die „Rosetta“ seither zur Erde gefunkt hat, haben die Experten in Erstaunen versetzt. Schon die unregelmäßige Gestalt des Kometen überrascht. Erwartet hatten die Wissenschaftler, dass Tschuri, wie vermutlich die meisten Vertreter seiner Art, einer überdimensionalen Kartoffel ähnelt. Tatsächlich aber besteht er aus zwei Teilen, die durch einen dünnen Hals miteinander verbunden sind. „Der Komet“, sagt Accomazzo, „sieht aus wie eine Badewannene.“

Wegen der komplizierten Form des Himmelskörpers birgt das Landemanöver ein hohes Risiko. „Es ist nicht leicht“, so Accomazzo, „einen sicheren Kurs zu berech-

nen. Klar besteht die Gefahr, dass wir den Kometen verfehlen.“

Die „Rosetta“-Sonde wird nicht selbst auf dem Kometen aufsetzen, sie bleibt in ihrer niedrigen Umlaufbahn. Stattdessen wird sie den kühlschrankgroßen Landeroboter „Philae“ abwerfen. Ganz langsam, mit Schrittgeschwindigkeit, soll er hinabsinken. Sieben Stunden dauert der Schleichflug von der Sonde bis zum Kometen.

Dass „Philae“ beim Aufprall zerschellt, steht nicht zu befürchten. Auf der Erde war der Forschungsroboter etwa hundert Kilogramm schwer. Auf Tschuri, der eine weit geringere Anziehungskraft hat, wird der Lander weniger wiegen als ein Maulwurf.

Um sich im Boden zu verankern, schießt der überwiegend in Deutschland gebaute Landeroboter zwei Harpunen in den Kometenleib – eine archaisch anmutende Technik, die an Walfänger erinnert. Bereits nach wenigen Minuten soll „Philae“ erste Panoramabilder aufnehmen; es werden Fotos sein, die um die Welt gehen.

Vorausgesetzt, die Landung klappt. „Es wird wohl noch schwieriger als erwartet“, ahnt Stephan Ulamec, der am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

in Köln das 50-köpfige Landeteam leitet. „Das Gelände ist sehr anspruchsvoll – aber wenigstens ist die Gegend, die wir ausgewählt haben, ausreichend von der Sonne beleuchtet.“

Seit voriger Woche hat das Landegebiet sogar einen Namen: Agilkia, nach einer Insel im Nil, auf der sich eine antike ägyptische Tempelanlage befindet. Die Esa wählte ihn im Rahmen eines Preisausschreibens aus.

Wie die bisher heimgefunkenen „Rosetta“-Bilder zeigen, liegen in der Nähe des Landeplatzes Agilkia haushohe Trümmer herum, die vermutlich aus schmutzigem Eis bestehen. Noch gefährlicher für den Landeroboter sind die schroffen, bis zu 200 Meter hohen Steilhänge. Ulamec: „Wenn ‚Philae‘ gegen einen solchen Abhang prallt, wird er sich überschlagen – das war’s dann.“

Auch der DLR-Ingenieur hat sein halbes Berufsleben mit den Vorbereitungen auf die Kometenlandung verbracht. Nun wird sich in dem einen Moment des Aufpralls entscheiden, ob all die Mühe vergebens war. „Die Vorstellung, dass alles an einem Kliff endet, bereitet mir Unbehagen, das ist doch logisch“, sagt Ulamec.

Doch selbst wenn die Landung schiefgehen sollte, bliebe die „Rosetta“-Mission aus Sicht der Kometenforscher ein großer Erfolg. Denn bereits die Messungen aus der Umlaufbahn haben eine Flut neuer Erkenntnisse geliefert.

Weitgehend unbekannt war beispielsweise, wie die Oberflächen von Kometen beschaffen sind. Fest steht, dass diese aus einer Mischung aus Eis und Staub bestehen. Doch ist der Untergrund eher weich wie Pulverschnee – oder fest wie Fels?

Mithilfe einer Wärmekamera hat „Rosetta“ zumindest die oberste Kometenschicht durchleuchtet. „Nun wissen wir es“, berichtet Ulamec. „Tschuri ist von Staub bedeckt, ähnlich wie unser Mond. Es kann aber sein, dass wir nach einigen Zentimetern auf hartes Eis stoßen.“

Zur Überraschung der Forscher zieht Tschuri sogar schon einen hauchzarten Schweif hinter sich her – jeden Tag hustet der Komet eine Lastwagenladung voll Dreck ins All.

Normalerweise entsteht ein Schweif erst dann, wenn sich ein solcher kosmischer Vagabund der Sonne nähert und dabei mehr und mehr auftaut. Dann verdampfen riesige Mengen des Kometenkörpers, eine vom Sonnenlicht angestrahlte Gas- und Staubwolke bildet sich – die, von der Erde aus betrachtet, wie eine Fackel am Himmel erscheint.

Was heutige Beobachter als Naturschauspiel genießen, verbreitete in früheren Zeiten noch Angst und Schrecken. Kaum einer ahnte damals, wie weit die Schweifsterne gewöhnlich von der Erde entfernt sind. Für



**Landeteam-Chef Ulamec**  
Angst vor dem Abhang

allerlei Plagen wurden Kometen einst verantwortlich gemacht: Ihre Ausdünstungen, so glaubten die Menschen, verseuchten das Brunnenwasser, versprühten Pesterreger oder ließen die Felder verdorren.

Dank der „Rosetta“-Messungen steht jetzt fest, wie ein Kometenschweif wirklich riecht: Er stinkt zum Himmel.

Mithilfe zweier Massenspektrometer an Bord hat die Sonde die Zusammensetzung der noch recht dünnen Gashülle Tschuris analysiert. Demnach müffelt der Schweif nach Schweinestall (Ammoniak) und faulen Eiern (Schwefelwasserstoff). Dazu kommt das bittermandelartige Aroma hochgiftiger Blausäure.

Die entscheidenden Rätsel jedoch, Fragen von betäubender Wucht, werden sich erst auf der zerklüfteten Oberfläche Tschuris lösen lassen. Der Landeroboter ist mit Gerätschaften ausgerüstet, um Bodenproben zu nehmen und vor Ort zu analysieren. Die genaue Zusammensetzung des Kometen könnte helfen, mehr zu erfahren über die Anfänge der Welt – und des Lebens.

In den Schweifsternen ist gleichsam die Geschichte des Sonnensystems eingefroren. Sie sind aus dem gleichen Urmaterial entstanden, aus dem vor 4,6 Milliarden Jahren die Sonne und ihre Planeten geboren wurden. Seit jener Urzeit haben sich die eisigen Brocken so gut wie nicht mehr verändert.

Von früheren Spektralanalysen aus größerer Entfernung ist bekannt, dass Kometen organische Moleküle enthalten, sogar eine Aminosäure wurde entdeckt, die zu den Bausteinen des Lebens gehört. Gelangten durch Kometeneinschläge einst Lebenssporen auf die Erde, aus denen später Pflanzen, Tiere und Menschen keimten?

Astrobiologen halten ein solches Szenario durchaus für möglich. „Wenn wir mithilfe von ‚Philae‘ die komplexen organischen Moleküle des Kometen entschlüsseln, kennen wir hoffentlich die Antwort“, sagt der Kometenforscher Hermann Bönhardt vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Göttingen. Entscheidend sei die genaue Gestalt der Moleküle, die auf dem Schweifstern vorkämen.

„Alle Lebensformen auf der Erde enthalten ausschließlich linkshändige Ami-

nosäuren, während es anderswo auch rechtshändige gibt“, erläutert Bönhardt. „Wenn die Aminosäuren von Kometen nun ebenfalls linkshändig sind, ist dies ein gewichtiger Hinweis darauf, dass diese eisigen Brocken tatsächlich die Lebensbausteine auf die urzeitliche Erde gebracht haben.“

Eine weitere Theorie besagt, dass auch das Wasser der Weltmeere wenigstens teilweise von Kometen stamme. Wie gigantische Hagelkörner prasselten die Schweifsterne demnach auf die urzeitliche Erde. Beim Aufschlagen seien die Kometen verdampft, die Ozeane entstanden. Astronomen sprechen vom „Großen Bombardement“.

Nur, stimmt das auch? Frühere, noch recht ungenaue Messungen deuten darauf hin, dass Kometeneis meist eine andere Mischung von Wasserstoffisotopen enthält als das irdische Wasser. „Aber ganz sicher ist das nicht“, sagt Kometenforscher Bönhardt. „Wir hoffen, die ‚Rosetta‘-Mission wird endlich Klarheit bringen.“

Wahrscheinlich führten die Kometen, welche die urzeitliche Erde unter Beschuss nahmen, genügend gefrorenes Wasser mit sich, um die Weltmeere zu füllen. Schon ein vergleichsweise kleines Kaliber wie Tschuri enthält schätzungsweise zehn Kubikkilometer, ein Fünftel des Bodensees. Vielleicht entstand also sämtliches Leben tatsächlich einst aus Kometenbrühe.

Gut möglich, dass ein kosmisches Geschoss später sogar zum Geburtshelfer des Menschen wurde. Vor 65 Millionen Jahren fiel über dem heutigen Mexiko ein zehn Kilometer messender Brocken vom Himmel herab. Die durch den Einschlag aufgewirbelten Staubmassen verdunkelten die Sonne, es kam zu einem globalen Temperatursturz – und zum Aussterben der Dinosaurier.

Katastrophengewinner waren die warmblütigen Säugetiere, die ihre Körpertemperatur konstant halten konnten und sich nach dem Ende der Riesenreptilien zu immer komplexeren Lebewesen entwickelten – bis hin zum Homo sapiens.

Kometen werden auch in Zukunft wieder Weltuntergänge verursachen, statistisch gesehen geschieht dies alle paar Millionen Jahre. Eine dadurch ausgelöste Blitz-Eiszeit könnte das Ende der menschlichen Zivilisation bedeuten.

Zumindest von Tschuri aber droht vorerst keine Gefahr. „In den nächsten 200 Jahren“, sagt Kometenforscher Bönhardt, „wird er die Erdbahn nicht kreuzen.“

Olaf Stampf



**Animation: Mit Eisschrauben und Harpunen**

[spiegel.de/sp462014rosetta](http://spiegel.de/sp462014rosetta)  
oder in der App **DER SPIEGEL**