

## ■ Spürnase zum Mars

Die erste ExoMars-Mission ist auf dem Weg zum Roten Planeten, um nach Spuren von Leben zu suchen.

Als der italienische Astronom Giovanni Schiaparelli im Jahre 1877 auf der Marsoberfläche feine Rillen entdeckte, spekulierte er sogleich über „Bäche, in denen goldfarbene Kieseln glitzern, Flüsse, die weite Ebenen bewässern und Ströme, die majestätisch durch das Land zum Meer fließen“. Heute wissen wir, dass der Rote Planet eine lebensfeindliche Welt ist. Doch die Hoffnung, dort Spuren von Leben zu entdecken, ist immer noch nicht ausgeräumt. Ein weiterer Schritt bei dieser Suche ist die ExoMars-Mission, eine Kooperation der ESA mit Roskosmos, der russischen Raumfahrtorganisation. Nach Mars Express<sup>§)</sup>, der europäischen Satelliten-Mission, die den Mars seit 2004 fotografiert und kartiert, stellt ExoMars den nächsten wichtigen Schritt der ESA bei der Erkundung des sonnenferneren Nachbarplaneten dar. Der am 14. März vom russischen Weltraumbahnhof in Baikonur (Kasachstan) gestartete erste Teil dieser rund zwei Milliarden Euro teuren Mission besteht aus einem Orbiter (Trace Gas Orbiter, TGO) und dem Lander Schiaparelli. Ein Team am Europäischen Satellitenkontrollzentrum ESOC in Darmstadt überwacht den Flug von ExoMars.

TGO soll aus einer Höhe von 400 Kilometern über der Mars-



Am 19. Oktober soll der Schiaparelli-Lander vom Trace Gas Orbiter der ExoMars-

Mission abkoppeln, um die schwierige Landung auf dem Mars zu absolvieren.

oberfläche die Konzentration von Spurengasen in der Atmosphäre des Roten Planeten messen, insbesondere die von Methan, das Mars Express 2004 erstmals entdeckt hat. Auch wenn Methan nur zu zehn Milliardstel in der dünnen Marsluft vorkommt, entzündet sich daran trotzdem die Fantasie der Wissenschaftler. Das Gas könnte nämlich Hinweise auf Leben liefern. Nach heutigen Erkenntnissen herrschten in der Zeit vor etwa 4,3 bis 3,8 Milliarden Jahren auf dem Mars ähnliche Bedingungen wie auf der Erde. Damals gab es demnach auf

beiden Planeten Flüsse und Ozeane und gleichermaßen die Voraussetzungen für die Entstehung von primitivem Leben. Doch der Mars wandelte sich zu einer unwirtlichen Welt. Allerdings besteht die Möglichkeit, dass sich unterirdisch Leben erhalten hat, das zumindest für einen Teil des Methans in der Atmosphäre verantwortlich sein könnte. Methan kann auch durch geologische Prozesse entstehen. Genauen Aufschluss über die Herkunft des Methans liefert die spezifische Isotopenzusammensetzung. Auf der Erde enthält das Methan, das biologischen Ursprungs ist, mehr leichtere Kohlenstoff-Isotope.

Der TGO besitzt vier Instrumentengruppen, die sich gegenseitig ergänzen: NOMAD (Nadir and Occultation for Mars Discovery) und ACS (Atmosphere Chemistry Suite) verfügen über insgesamt fünf Infrarot- und ein Ultraviolett-Spektrometer, welche die Spurengase auf dem Mars analysieren und deren Verteilung und jahreszeitliche Schwankung erfassen sollen. FREND (Fine Resolution Epithermal Neutron Detector) soll den Neutronenfluss, der von der Marsoberfläche ausgeht, messen. Dieser hängt mit dem Wasserstoffgehalt im Untergrund zusammen und könnte Hinweise auf größere

§) Physik Journal, Juli 2013, S. 7

### KURZGEFASST

#### ■ Energiewende und Gesellschaft

Die Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS ([www.energy-trans.de](http://www.energy-trans.de)) stellte im März die Ergebnisse ihrer Untersuchungen zu den gesellschaftlichen Aspekten der Energiewende vor. Die Studien der letzten fünf Jahre zeigten etwa, dass Anwohner Infrastrukturprojekte eher akzeptieren, wenn sie am Entscheidungsprozess frühzeitig teilhaben.

#### ■ Studium digitale

Das BMBF stellt 10 Millionen Euro für den Einsatz neuer Medien in der Hochschullehre zur Verfügung. Die Mittel sollen neue Lehr- und Lernformate fördern und wissenschaftliche Analysen und Studien unterstützen. Mehr auf [bit.ly/1LsewM8](http://bit.ly/1LsewM8)

#### ■ Messtechnik für Windanlagen

An der PTB entsteht ein Kompetenzzentrum für Windenergie. Das BMWi förderte das Gebäude, in dem man bis zu vier Meter große Zahnräder vermessen wird, mit 10 Millionen Euro. Die Einrichtung bietet eine umfassende Qualitätssicherung für Windanlagen.

#### ■ Mehr Geld für Bildung und Forschung

Laut Statistischem Bundesamt betragen die Ausgaben für Bildung, Forschung und Wissenschaft in Deutschland 2014 265,5 Milliarden Euro ([bit.ly/1i2xmNT](http://bit.ly/1i2xmNT)). Das Plus von 3,2 Prozent gegenüber 2013 beruht vor allem auf dem Ausbau der Kleinkinderbetreuung und Investitionen von Hochschulen und Industrie in Forschung und Entwicklung.

Mengen an Wassereis liefern. Die Kamera CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System) an Bord von TGO soll die Regionen fotografieren, die sich als potenzielle Quellen von Spurengasen erweisen.

Am 16. Oktober, wenn TGO fast den Mars erreicht hat, soll sich der Lander Schiaparelli vom Orbiter trennen und drei Tage später auf dem Mars landen. Schiaparellis Hauptaufgabe ist es, die Landetechnik für künftige Marsmissionen zu testen. Er wird aber auch mit einer

kleinen meteorologischen Messstation für einige Tage die lokalen Wetterdaten aufnehmen, insbesondere die elektrischen Eigenschaften der Marsatmosphäre.

Der ExoMars-Orbiter wird im Dezember 2017 nach einigen Bremsmanövern seine endgültige Umlaufbahn erreicht haben und dann mit den wissenschaftlichen Messungen beginnen. Außerdem soll TGO als Daten-Relais für die derzeitigen NASA-Mars-Rover Curiosity und Opportunity dienen

und diese Funktion auch für den geplanten Mars-Rover der ESA übernehmen.<sup>4)</sup> Dieser ist als zweiter Teil der ExoMars-Mission gedacht und soll auf dem Mars erstmals bis in Tiefen von zwei Metern bohren, um dort nach organischen Materialien zu suchen. Seine Finanzierung ist noch nicht in trockenen Tüchern, sodass der geplante Starttermin 2018 noch nicht gesichert ist.

Alexander Pawlak

+) Physik Journal, Januar 2015, S. 14

## ■ Im Ring auf Kollisionskurs

Der Elektron-Positron-Beschleuniger SuperKEKB in Japan ist in Betrieb gegangen.

Am Forschungszentrum KEK in Tsukuba, Japan, hat der neue Elektron-Positron-Beschleuniger SuperKEKB nach fünfjährigem Aufbau seinen Betrieb aufgenommen.<sup>1)</sup> Am 10. Februar kreisten erstmals Positronen im Beschleunigerring; gut zwei Wochen später gelang es, Elektronen in umgekehrter Richtung für mehr als hundert Umläufe zu speichern. In Zukunft sollen Elektronen und Positronen etwa vierzigmal häufiger kollidieren als an bisherigen Anlagen (KEKB, Japan und PEP-II, USA) und kurzlebige B-Mesonen und ihre Antiteilchen erzeugen. Ein B-Meson besteht aus einem u- oder d-Quark und einem Anti-b-Quark. Mit einer Lebensdauer von etwa 1,6 Pikosekunden zerfallen B-Mesonen, weil sich das Anti-b-Quark in ein c- oder u-Quark umwandelt. Teilchenphysiker weisen B-Mesonen nach, indem sie ihre Zerfallsprodukte in komplexen Teilchendetektoren messen. An SuperKEKB wird dazu der Detektor Belle II aufgebaut.<sup>2)</sup>

SuperKEKB wird erstmals „Nanobeams“ nutzen – Strahlen, deren vertikale Ausdehnung in der Kollisionszone von Elektronen und Positronen nur 50 Nanometer beträgt. Diese Technik wurde am Laboratori Nazionali di Frascati bei Rom entwickelt und getestet. Zusammen mit der Verdopplung der gespeicherten umlaufenden



Der Blick in den Beschleunigertunnel von SuperKEKB zeigt zwei Strahlführungen: Die blauen Magnete (links) ge-

hören zum Speicherring der Elektronen, die grünen (rechts) zum Speicherring der Positronen.

Teilchen erhöht sich dadurch die Zahl der Teilchen pro Zeit und Fläche in der Kollisionszone (Luminosität) um den angestrebten Faktor 40. SuperKEKB beschleunigt die Elektronen auf 7 GeV und die Positronen auf 4 GeV. Damit ist die Schwerpunktennergie der Teilchenstrahlen gerade so groß, dass Paare von B-Mesonen und Anti-B-Mesonen entstehen, sobald ein Elektron mit einem Positron kollidiert. Weil Elektronen und Positronen verschiedene Energien besitzen, sind die B-Mesonen nicht in Ruhe. Daher erhöht sich ihre Lebensdauer im Laborsystem und damit ihre Flugstrecke durch Zeitdilatation. Die Teilchenphysiker nutzen die längere Lebensdauer, um präzise

zu vermessen, wie sich die Zerfalleigenschaften der B-Mesonen und ihrer Antiteilchen unterscheiden.

Verschiedene Zerfalleigenschaften belegen eine Verletzung der CP-Symmetrie in der schwachen Wechselwirkung – bereits die Experimente BaBar, Belle und LHCb haben dies im B-Mesonen-System nachgewiesen.<sup>3)</sup> Mit dem Experiment Belle II ist es an SuperKEKB geplant, einen Schritt weiterzugehen und u. a. nach CP-Verletzung jenseits des Standardmodells oder sogar einer CPT-Verletzung zu suchen.<sup>4)</sup> „Gegenüber dem Experiment LHCb am CERN haben wir den Vorteil, dass wir die Kinematik und die Quantenmechanik des Anfangszu-

KEK, Japan

1) [www-superkekb.kek.jp](http://www-superkekb.kek.jp)

2) [belle.uni-giessen.de/belle\\_enterprise/](http://belle.uni-giessen.de/belle_enterprise/) und [belle2.desy.de](http://belle2.desy.de)

3) Physik Journal, Juli 2006, S. 33 und Dezember 2008, S. 22

4) CPT-Verletzung liegt vor, wenn die Invarianz physikalischer Gesetze bei gleichzeitiger Ladungskonjugation (C, charge), Paritätstransformation (P, parity) und Zeitumkehr (T, time) verletzt ist.