

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.⁴⁾ 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.¹⁾ 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.²⁾

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



KEK, Japan

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.³⁾ 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.⁴⁾ „Gegenüber dem Experiment LHCb am CERN haben wir den Vorteil, dass wir die Kinematik und die Quantenmechanik des Anfangszu-

1) www-superkekb.kek.jp

2) belle.uni-giessen.de/belle_enterprise/ und 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.

5) Zur deutschen Sektion gehören Forschergruppen vom Max-Planck-Institut für Physik (München), vom Halbleiterlabor der Max-Planck-Gesellschaft (München), von den Forschungszentren DESY (Hamburg) und KIT (Karlsruhe) und den Universitäten Bonn, Gießen, Göttingen, Heidelberg und Mainz sowie der LMU und TU in München.

stands genau kennen“, erklärt Sören Lange (Uni Gießen), der Sprecher der deutschen Sektion von Belle II⁵⁾ und Mitglied im Belle II Executive Board. So lassen sich in Zukunft mit Belle II auch Zerfälle vollständig rekonstruieren, bei denen Neutrinos auftreten, die der Detektor gar nicht nachweisen kann.

Eine internationale Kollaboration mit über 600 Physikern aus 23 Ländern baut den Detektor-komplex Belle II an SuperKEKB auf. Belle II ist eine Verbesserung des Belle-Detektors – das Nachweisprinzip für die B-Mesonen ist gleich, aber die Detektoren um den Kollisionpunkt (Inner Tracking System) basieren auf neuen Entwicklungen. Daran ist die deutsche Sektion von Belle II maßgeblich beteiligt, die den Silizium-Pixel-Detektor mit acht Millionen Pixeln und 50 kHz Auslesefrequenz derzeit realisiert. Zusammen mit ebenfalls in Deutschland entwickelten Algorithmen, welche die Spuren der Zerfallsprodukte rekonstruieren, erlaubt es der Pixel-Detektor, den Zerfallsvertex der B-Mesonen um einen Faktor zwei genauer zu bestimmen als es mit Belle möglich war. Das wird die systematischen Unsicherheiten bei der Bestimmung der CP-Verletzung reduzieren. Ziel des Upgrades ist außerdem, dass Belle II mit etwa 30 000 Ereignissen pro Sekunde fast hundertmal mehr Daten verarbeiten kann. Dazu tragen auch die in der deutschen Sektion entwickelten Triggeralgorithmen bei, die in Echtzeit entscheiden, ob ein Ereignis zur späteren Analyse auf Band geschrieben wird.

Belle II wird schrittweise um den Kollisionpunkt des Elektronen- und Positronenstrahls aufgebaut. Zunächst geht es darum, mit wenigen ausgewählten Detektor-komponenten den Untergrund am Interaktionspunkt zu verstehen. Anschließend wird Belle II ohne den neuen Silizium-Pixel-Detektor montiert, um letzte Optimierungen an der Strahlführung vorzunehmen. Mit dem Einbau des Pixel-Detektors soll schließlich der Experimentierbetrieb starten. „Wir gehen sehr vorsichtig vor,

um den Silizium-Pixel-Detektor vor zu hoher Strahlenbelastung zu schützen“, erklärt Sören Lange den aufwändigen Ablauf mit mehreren Umbauten. Er ist überzeugt, dass das wissenschaftliche Programm im Oktober 2018 starten kann und ebenso neue faszinierende Ergebnisse liefern wird wie die früheren B-Mesonenfabriken BaBar und Belle: „Super-KEKB und Belle II sind zusammen eine Super-B-Mesonenfabrik.“

Kerstin Sonnabend

■ Kleines groß gefördert

Das BMBF unterstützt die Mikroelektronik mit einem neuen Rahmenprogramm.

Im Alltag sind wir ständig auf Mikroelektronik angewiesen: Weder Auto noch Mobiltelefon kommen ohne sie aus. Aber auch in der Industrie wird die Digitalisierung von Arbeitsabläufen immer wichtiger. Daher fördert das BMBF den Ausbau der Mikroelektronik als deutsche Schlüsseltechnologie in den nächsten vier Jahren im Rahmenprogramm „Mikroelektronik aus Deutschland – Innovationstreiber der Digitalisierung“ mit rund 400 Millionen Euro.⁸⁾

Ziel des Rahmenprogramms ist es, die Technologiekompetenzen in Deutschland so auszubauen, dass auch in Zukunft wegweisende Entwicklungen möglich sind. Außerdem sollen kleine und mittlere Unternehmen in der Mikroelektronik gestärkt und der Nachwuchs an Fachkräften gesichert werden. Damit deutsche Unternehmen mit Mikroelektronik Zukunftsaufgaben angehen können, ist zudem vorgesehen, die nationale Förderung mit europäischen Maßnahmen wie der Forschungsinitiative „Electronic Components and Systems for European Leadership“ im Rahmen von Horizon 2020 zu verzahnen.⁴⁾ Daneben soll das Programm die Kooperation der Industrie mit deutschen Forschungseinrichtungen unterstützen: Grundlagen und Anwendungen von Mikro- und Nanoelektronik untersuchen z. B.

das Forschungszentrum Jülich, der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik und der Exzellenzcluster Center for Advancing Electronics Dresden.

„Mikroelektronik ist entscheidend für die gesellschaftliche Entwicklung“, stellt Bundesforschungsministerin Johanna Wanka fest. Ihre Anwendungen reichen vom automatisierten Fahren über die Medizintechnik bis hin zur Energieversorgung. Auch mit Blick auf die angestrebte Energiewende sei das Rahmenprogramm vor allem eine Investition in die Zukunft.

BMBF / Kerstin Sonnabend

■ Petaflops für Spitzenforschung

Das KIT hat mit ForHLR II einen weiteren Hochleistungsrechner.

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben Baden-Württembergs Wissenschaftsministerin Theresia Bauer und KIT-Präsident Holger Hanselka am 4. März einen weiteren Hochleistungsrechner in Betrieb genommen: ForHLR II ist ein Petaflop-System mit mehr als 1170 Knoten, über 24 000 Rechenkernen und 74 Terabyte Hauptspeicher; der Forschungshochleistungsrechner ergänzt das Angebot von ForHLR I, der seit September 2014 am KIT zur Verfügung steht.

ForHLR II wird Forschern helfen, Fragen zu Umwelt, Energie, Nano- und Materialwissenschaften mithilfe zeit- und speicheraufwändiger Simulationen zu klären. Das Rechnersystem ist nicht nur sehr schnell, sondern bietet auch die Möglichkeit, die Daten zu visualisieren. In 3D-Technologie lassen sich die Simulationsergebnisse auf einer Projektionsfläche von mehr als 15 Quadratmetern begutachten.

Insgesamt hat der neue Supercomputer 26 Millionen Euro gekostet, die zur Hälfte das Land Baden-Württemberg aufbrachte. Den Bau des Rechnergebäudes förderte auch der Bund: Es enthält eine energieeffiziente Warmwasserkühlung, deren Abwärme dazu dient, angrenzende Bürogebäude zu heizen.

KIT / Kerstin Sonnabend

8) www.bmbf.de/pub/Rahmenprogramm_Mikroelektronik.pdf

4) ECSEL, www.ecsel.eu/web/index.php