

■ Ende mit Anmut

Nach über 15 Jahren im Orbit ist die Klimamission GRACE zu Ende gegangen.

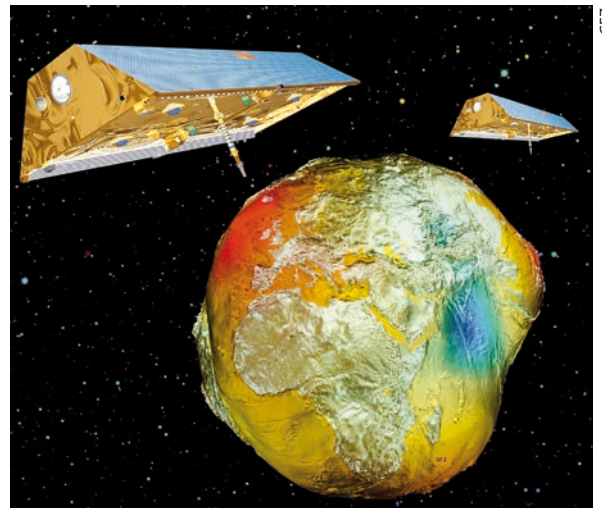
Der Ausfall von 8 der 20 Batteriezellen an Bord des Satelliten GRACE-2 hat die erfolgreiche Mission „Gravity Recovery and Climate Experiment“ (GRACE) beendet. Denn die gesunkene Kapazität der Batterie hat den weiteren wissenschaftlichen Betrieb des Satelliten verhindert. Die Mission begann im März 2002 in Kooperation des Jet Propulsion Laboratory der NASA sowie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Für die wissenschaftliche Datenauswertung waren das Zentrum für Weltraumforschung der Universität Texas sowie das Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungszentrum zuständig.

Kernstück waren zwei Zwillingssatelliten, die im engen Verfolgungsflug in der Erdumlaufbahn unterwegs waren und mithilfe von Mikrowellen den relativen Abstand zueinander und ihre Geschwindigkeit bestimmen konnten. Damit gelang es zu dokumentieren, wie sich das Schwerefeld der Erde im

Lauf der Zeit ändert. Dies erlaubte es, zahlreiche Auswirkungen des Klimawandels wie die Gletscherschmelze in Grönland und der Antarktis oder den Grundwasserrückgang in Indien und Kalifornien quantitativ zu berechnen. „Die beiden GRACE-Satelliten haben wissenschaftliche Daten geliefert, die unser Verständnis von den geophysikalischen Vorgängen der Erde neu geprägt haben“, betont Pascale Ehrenfreund, Vorstandsvorsitzende des DLR.

Zum Missionsende wird der Satellit GRACE-2 durch den Widerstand der Restatmosphäre ohne Treibstoff schnell absinken. Die Wissenschaftler gehen davon aus, den Kontakt zum Satelliten bis zu seinem Verglühen aufrecht erhalten zu können. Mit seinem Zwilling GRACE-1 sind noch einige Tests geplant, bevor auch er kontrolliert außer Betrieb gesetzt wird.

Im Frühjahr 2018 soll GRACE Follow-On starten und die wissenschaftlichen Aufgaben der nun



Die beiden Zwillingssatelliten der GRACE-Mission dokumentierten 15 Jahre lang die Veränderung des Erdschwerefeldes.

beendeten Mission übernehmen. Die beiden neuen Satelliten werden zusätzlich zu den Mikrowellen aber auch ein Laser Ranging Interferometer einsetzen, welches die Messgenauigkeit weiter erhöhen soll.

Maika Pfalz / DLR

USA

Reaktorprogramm Meitner

Mit 20 Millionen Dollar will das Department of Energy (DOE) die Entwicklung neuer Kernreakorteknologie im Programm MEITNER (Modeling-Enhanced Innovations Trailblazing Nuclear Energy Reinvigoration) fördern.¹⁾ Gegenwärtig erzeugt Kernenergie in den USA etwa ein Fünftel der Elektrizität, wobei die Kraftwerke für Netzstabilität sorgen, indem sie verlässlich die Grundlast tragen. Doch die konventionellen Leichtwasserreaktoren sind überaltert. Stilllegungen lassen die elektrische Leistung der US-Kernkraftwerke bis 2050 um knapp 21 GW abnehmen. Der Bau neuer Reaktoren, wie der beiden Kraftwerksblöcke der Vogtle Electric Generating Plant in Georgia, für die das DOE Bürg-

schaften über 12 Milliarden Dollar gegeben hat, ist sehr zeitaufwändig und kostspielig.

Hier soll das MEITNER-Programm Abhilfe schaffen. Die Advanced Research Projects Agency-Energy (ARPA-E) des DOE wird die Arbeit verschiedener Teams koordinieren, die unter anderem für die Modellierung und Simulation sowie wirtschaftlich-technische Analyse zukünftiger Kernkraftwerke zuständig sind. Ziel ist es, die Baukosten erheblich zu verringern sowie die Bauzeit und Inbetriebnahme deutlich zu verkürzen. Das soll z. B. durch modulare und fortschrittliche Fertigungstechniken erreicht werden, bei denen der Großteil der Konstruktionsarbeiten bereits in der Fabrik geschieht. Dazu sind innovative und fortgeschrittene Reaktortech-

nologien nötig, die für größtmögliche Betriebssicherheit sorgen. Die Betriebskosten wiederum könnten durch den Einsatz von Robotern, hochentwickelten Sensorsystemen, modellgestützter Fehlerdiagnose oder sicheren Netzwerken zur autonomen Kontrolle sinken.

Mehr Fachveröffentlichungen

Weltweit wurden 2014 knapp 2,3 Millionen begutachtete wissenschaftliche Fachartikel in Zeitschriften, Büchern und Tagungsbänden veröffentlicht – 19 Prozent stammten aus den USA, 17 Prozent aus China und fünf Prozent aus Deutschland. Gemeinsam lagen die EU-Staaten vor den USA und China. Dies geht aus einer Studie der National Science Foundation

1) <https://arpa-e.energy.gov/?q=arpa-e-programs/meitner>

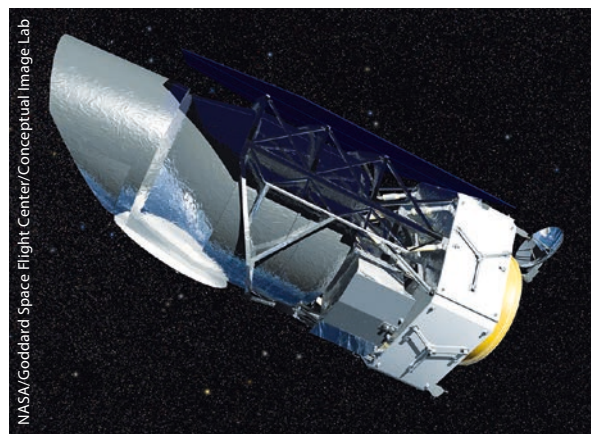
2) www.nsf.gov/statistics/2018/nsf18300

3) Physik Journal, April 2013, S. 14

4) <https://assets.documentcloud.org/documents/4163844/Scientists-Letter-to-Congress-on-Iran-Deal.pdf>

(NSF) hervor.²⁾ Demnach konnten die Entwicklungsländer Brasilien, Indien und Iran ebenso wie China zwischen 2004 und 2014 mit zweistelligen jährlichen Wachstumsraten glänzen, während die USA und Deutschland klar unter dem weltweiten Zuwachs von sechs Prozent lagen. Der Anteil der Veröffentlichungen von internationalen Kollaborationen, also Artikeln mit Institutsadressen aus mindestens zwei Ländern, hat in dem Zeitraum von 30 auf 35 Prozent zugenommen. Am häufigsten veröffentlichten US-Autoren gemeinsam mit Kollegen aus China, Großbritannien, Deutschland und Kanada.

Der Anteil der Physik bei den weltweit veröffentlichten Fachartikeln lag 2014 bei neun Prozent. In den USA und in der EU war er mit 7,5 bzw. 8,8 Prozent unterdurchschnittlich, in China mit 10,6 Prozent und in Japan mit 13,6 Prozent klar überdurchschnittlich. Die Studie untersuchte auch den Impact-Faktor, den die zwischen 2003 und 2013 veröffentlichten Artikel haben. Dazu wurde für jedes Land das am meisten zitierte Artikelprozent ermittelt und die entsprechende Zitatzahl mit dem weltweiten Durchschnitt verglichen. Spitzenreiter waren hier die Schweiz, die Niederlande und Schweden, noch vor den USA, deren Topartikel alle mehr als anderthalbmal so häufig zitiert wurden wie der Durchschnitt aller Spitzenartikel. Unterdurchschnittlich waren Indien, Japan und China, deren Fachartikel allerdings seit 2010 mit Riesenschritten ihren Impact vergrößert haben.



Beim Bau des Wide Field Infrared Survey Telescope muss gespart werden.

Abgespecktes Teleskop

Das Wide Field Infrared Survey Telescope (WFIRST), das ab Mitte der 2020er-Jahre die Dunkle Energie und Exoplaneten erforschen soll, wird zu teuer und gefährdet dadurch andere Projekte. Die voraussichtlichen Kosten liegen mit 3,6 Milliarden Dollar etwa 12 Prozent über dem Plan. Daher hat ein unabhängiges Expertengremium empfohlen, Zielsetzung und Komplexität von WFIRST zu verringern. Das Projekt sei komplizierter als ursprünglich vorgesehen, weil z. B. die wissenschaftliche Leitung zwischen dem Space Telescope Science Institute in Baltimore und dem Caltech in Pasadena aufgeteilt wurde. Die Exoplanetenforscher haben für das Teleskop einen Koronografen gefordert, der die Beobachtbarkeit der Exoplaneten verbessert. Außerdem soll WFIRST mit „Starshade“ kompatibel sein, um die von Exoplaneten umkreisten Sonnen noch besser auszublenden. Schließlich erfordert die Verwendung des 2,4-Meter-Spiegels, den das National Reconnaissance Office des Pentagons der NASA geschenkt hat,³⁾ einen aufwändigeren Transport als der ursprünglich vorgesehene 1,5-Meter-Spiegel. All dies hat die Komplexität und damit die Kosten in die Höhe getrieben.

Das Expertengremium schlägt vor, die entscheidenden Komponenten von WFIRST wie die Weitfeldkamera, den großen Spiegel und den Koronografen möglichst beizubehalten, aber insgesamt kostensparende Verkleinerungen vorzunehmen. Falls nötig, müsse man auch auf den kleineren Spiegel zurückgreifen. Bis zum Februar 2018 soll ein überarbeitetes Projekt-design vorliegen.

ITER ohne Iran

Das internationale Nuklearabkommen hat dem Iran in Aussicht gestellt, für den streng kontrollierten Verzicht auf seine Kernwaffenambitionen die verhängten Sanktionen aufzuheben und die Mitarbeit bei internationalen Großforschungs-

projekten zu erlauben. Während die Europäer eine Mitarbeit des Irans bei ITER befürworten, blockieren die USA diesen Schritt. Da im ITER-Rat einstimmige Entscheidungen nötig sind, können die USA ein Veto gegen eine Beteiligung Teherans einlegen – obwohl ITER keine sensible Nukleartechnologie einsetzt. Die Blockade ist nicht nur für den Iran enttäuschend, sondern auch für die ITER-Organisation, da man sich von einer zukünftigen Vollmitgliedschaft des Irans zusätzliche Mittel versprochen hatte.

US-Präsident Trump hat das Nuklearabkommen mit dem Iran



Die Bauarbeiten des International Thermonuclear Experimental Reactor ITER in Cadarache gehen gut voran.

als einen der schlechtesten Verträge überhaupt bezeichnet. Er sei nicht im Interesse der USA und müsse nachverhandelt oder aufgegeben werden. Daraufhin haben die europäischen Staaten an die USA appelliert, das Nuklearabkommen zu respektieren. Nach Trumps Erklärung kann der US-Kongress neue Sanktionen gegen Teheran verhängen oder eine Neuverhandlung der aus Sicht der USA unzulänglichen Vertragsteile verlangen. Als Reaktion darauf haben mehr als 90 hochrangige US-Wissenschaftler, unter ihnen mehrere Physik-Nobelpreisträger, in einem offenen Brief erklärt, dass eine Neuverhandlung unrealistisch sei und die USA ein Vertragspartner bleiben sollten.⁴⁾ Die verantwortlichen Stellen im Iran haben erwartungsgemäß erklärt, dass sie an einer Neuverhandlung nicht interessiert sind.

Rainer Scharf