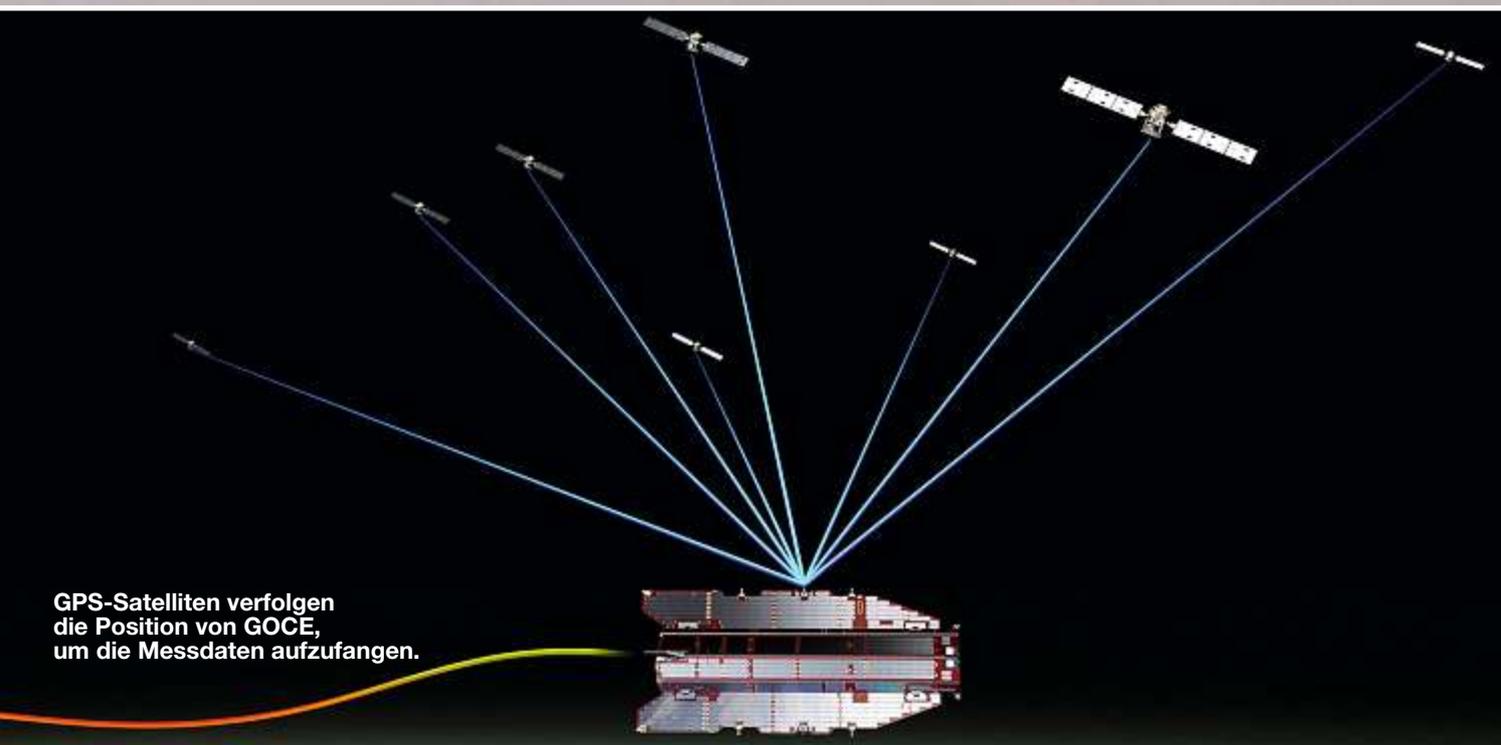




Senatssaal, 16. März: Die Spannung steigt. Gebannt verfolgt das Publikum die Übertragung der Startvorbereitungen auf einer Leinwand; im Vordergrund (v.l.): Prof. Hans-Peter Bunge, Ordinarius für Geophysik der LMU, Dr. Johannes Ihde, Leiter der Abteilung Geodäsie am Bundesamt für Kartografie und Geodäsie, Frankfurt, und Dipl.-Ing. Albert Zaglauer, Projekt-Manager bei EADS-Astrium; dahinter ganz rechts: TUM-Vizepräsidentin Prof. Liqiu Meng.



GPS-Satelliten verfolgen die Position von GOCE, um die Messdaten aufzufangen.

Forschen im Weltall



Das Projekt GOCE sprengt den normalen universitären Rahmen. An der hochkarätigen Raumfahrtmission sind Wissenschaftler der TUM federführend beteiligt. Der Satellit sendet Daten von unschätzbarem wissenschaftlichem Wert. TUM-Ordinarius Prof. Reiner Rummel ist der geistige Vater einer Weltraummission, von der die bisher exaktesten Daten zur Erdgravitation zu erwarten sind.

Endlich ist es soweit: Der Satellit GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer) kreist im Weltall. Nachdem im September 2008 ein Problem im Navigationssystem der Trägerrakete den Start verhindert hatte und auch der zweite Versuch am 16. März 2009 sieben Sekunden vor dem Abheben abgebrochen werden musste, flog die Rocket-Trägerrakete mit GOCE exakt 24 Stunden später, am 17. März 2009 um 15:21 Uhr, vom russischen Plesetsk aus ins All.

Eineinhalb Stunden lang blieb es dann noch spannend: Würde der Satellit seine Erdumlaufbahn in 283 Kilometern Höhe unverfehrt erreichen und seine Arbeit aufnehmen? Gegen 17 Uhr all-

gemeines Aufatmen: Die ersten Signale! Nicht nur den Wissenschaftlern des ESA-Zentrums im italienischen Frascati fiel ein Stein vom Herzen, auch ihre Kollegen an der TUM ließen die Sektklässer klingen. Sie hatten den Start auf einer Leinwand im Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie verfolgt. Dessen Ordinarius, Prof. Reiner Rummel, ist einer der Initiatoren von GOCE, Sprecher der GOCE Mission Advisory Group und Vorsitzender des European GOCE Gravity Consortiums (s. Interview auf S. 10). Dieser »Think Tank« aus zehn europäischen Instituten aus sieben Ländern hat die europäische Weltraumbehörde ESA bei der Realisation der GOCE-Mission beraten und wird auch die wissenschaftlichen Daten in den kommenden Monaten auswerten. Die ESA-Mission kostet circa 350 Millionen Euro.





GOCE ist der erste von sechs Satelliten des ESA-Programms »Living Planet«. Er soll das Schwerfeld der Erde in einer bisher unerreichten Detailgenauigkeit vermessen, das Geoid – die Bezugsfläche aller Höhensysteme unseres Planeten – kartieren und wichtige Referenzdaten für Ozeanographie, Geophysik und die Erforschung der Meere liefern. Wissenschaftler erwarten von dieser höchst anspruchsvollen Mission Daten in bisher unerreichter Auflösung und Genauigkeit. Das hochpräzise Messgerät an Bord erreicht eine räumliche Auflösung von 100 Kilometern, bisherige Missionen lieferten ein wesentlich gröberes Raster von etwa 500 bis 1 000 Kilometer. Das technische Herzstück ist ein sogenanntes Gravitations-Gradiometer.

Die Gravitation, eine der Grundkräfte der Natur, beeinflusst viele dynamische Prozesse sowohl im Erdinneren als auch an und über der Erdoberfläche. Eine genaue Kenntnis des Gravitationsfeldes der Erde trägt entscheidend dazu bei, Prozesse im Erdinneren und somit die Physik und die Dynamik von Erdbeben und Vulkanismus besser zu verstehen. Obwohl in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche Schweremessungen auf der Erde durchgeführt wurden, bietet der Zugang zum Weltraum nun die einzigartige Möglichkeit, detaillierte Daten des gesamten globalen Gravitationsfeldes zu erfassen.

Angesichts unübersehbarer Klimaänderungen sind die von GOCE gesendeten Daten wichtig für ein besseres Verständnis des Systems Erde. Die Karte des Geoids wird erheblich exaktere Referenzen für Klimastudien liefern, Veränderungen des Meeresspiegels, der Ozeanströmungen und Untersuchungen der Dynamik der Eiskappen eingeschlossen. Durch diese Messungen wird es erstmals möglich, die Oberflächenzirkulation der Weltmeere global mit deutlich verbesserter Detailgenauigkeit zu erfassen. Bisher hatte man sie hauptsächlich aus mathematischen Modellrechnungen erschlossen. Genauere Referenzsysteme sind deshalb so wichtig, weil die Meeresströme 50 Prozent zum Wärmehaushalt der Erde beitragen. Sollte sich zum Beispiel der Verlauf des Golfstroms ändern, werden sich in Europa die Temperaturen deutlich ändern. Mit dem dank GOCE erreichbaren Referenzsystem wird die Wissenschaft solche Veränderungen der Meeresströme genauer erkennen.

Aber auch das Vermessungswesen wird von den Daten aus dem All enorm profitieren. Die nun verfügbare hochgenaue Referenzfläche lässt sich mit Messungen von Satellitennavigationssystemen kombinieren, so dass jeder Nutzer in Zukunft Meereshöhen

Steckbrief GOCE

Name: Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer

Länge: rund fünf Meter

Gewicht: etwa eine Tonne

Antrieb: zwei Niedrigleistungs-Xenon-Ionentriebwerke – ein Haupt- und ein Reservetriebwerk – mit jeweils 1 bis 20 mN Schubkraft (entspricht etwa dem menschlichen Ausatmen)

Design: schlank und pfeilförmig – perfekt aerodynamisch; Außenseite ohne ausfahrbare oder bewegliche Komponenten

Material: ultrastabile Werkstoffe auf Kohlefaserbasis

Messsystem: hochmodernes Elektrostatisches Gravitations-Gradiometer (EGG) mit sechs hochsensiblen Beschleunigungsmessern, paarweise angeordnet an drei senkrechten Achsen (eine Art »Weltraumfederwaage«)

Messprinzip: Gemessen wird nicht die Schwerkraft selbst, sondern die winzigen Schwerkraftunterschiede zwischen den Beschleunigungsmesser-Paaren, deren Abstand voneinander jeweils 50 cm beträgt.

auf den Zentimeter genau übermittelt bekommt. Zudem machen die äußerst exakten Daten auch die Planungen in Tunnel-, Straßen- und Brückenbau einfacher.

Da die Gravitation mit steigendem Abstand von der Erdoberfläche abnimmt, wird GOCE auf einer sehr niedrigen Umlaufbahn – in 265 Kilometer Höhe – um die Erde kreisen. In dieser Höhe sind die Reibungskräfte der Atmosphäre bereits deutlich spürbar, was die Steuerung und Energieversorgung des Satelliten zu einer besonderen Herausforderung macht. Deshalb ist die Mission auf voraussichtlich 20 Monate beschränkt, denn nur so lange reicht der mitgeführte Treibstoff. Diese Zeit reicht aber aus, um alle wesentlichen Messdaten über die Erdgravitation und das Geoid zu erfassen. GOCE wird alle 90 Minuten einmal um die Erde kreisen.



ESA-AOES Medialab

Schließlich wird der Satellit beim Eintritt in die Atmosphäre nahezu vollständig verglühen.

Den Stolz der TUM formulierte Präsident Prof. Wolfgang A. Herrmann: »Die Geodäsie ist ein wissenschaftliches Kraftzentrum unserer Universität. Hier zeigt sich wieder, dass kreative, methodisch-wissenschaftliche Ansätze den effizientesten Beitrag zum technischen Fortschritt leisten, wenn man die richtigen Köpfe hat.« Mit Prof. Rummel und seinem Team habe auch das TUM Institute for Advanced Study (TUM-IAS) im Rahmen der Exzellenzinitiative einen großartigen Start genommen – »wie die Rakete in der russischen Taiga«.

Der Start des Satelliten fand in den Medien starken Widerhall. Presse, Hörfunk, Fernsehen und Internet berichteten ausführlich. So schrieb die Süddeutsche Zeitung am 18. März 2009:

»Das Experiment kann nur dann gelingen, wenn GOCE auf einer Bahn bleibt, die per GPS ständig bis auf den Zentimeter genau verfolgt wird. In der Flughöhe von nur 250 Kilometern Höhe gibt es jedoch noch so viele Luftteilchen aus der Atmosphäre, dass sie den fünf Meter langen Satelliten trotz seiner Stromlinienform abbremsen. Ein Ionentriebwerk gleicht die Luftreibung mit sanftem Schub aus. ›Das Zusammenspiel der Bahnkontrolle mit einem Ionentriebwerk ist in dieser Form neu«, sagt Karl-Otto Hienrwadel, GOCE-Projektmanager des Raumfahrtunternehmens Astrium.«