

# COUNTDOWN

## ERDBEOBACHTUNG:

GOCE – ein neues Bild der Erde

EARTH OBSERVATION

GOCE – a New View of the Earth

| 3



### EDITORIAL

Technikbegeisterung beim Nachwuchs wecken  
Editorial

Wake a Passion for Technology in the Young Generation

| 2

### IM FOKUS

Japan – Raumfahrt im Land der aufgehenden Sonne  
In Focus

Japan – Spaceflight in the Land of the Rising Sun

| 28

### FORSCHEN IN SCHWERELOSIGKEIT

ANITA seit einem Jahr auf der ISS  
Microgravity Research

ANITA on the ISS for one year

| 22

### GESCHICHTE

Raumfahrtforschung in der DDR (1957-1990)

History

Astronautics Research in the German Democratic Republic (1957-1990)

| 38

### SATELLITEN-KOMMUNIKATION

Deutsche Vorbereitung auf Galileo: SEA GATE  
Satellite Communications

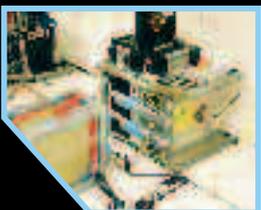
German Preparation for Galileo: SEA GATE

| 24

### RAUMFAHRT-KALENDER

Space Calendar

| 46



## Technikbegeisterung beim Nachwuchs wecken

Raumfahrt fasziniert! Diese Faszination erfasst weite Kreise in allen Teilen der Gesellschaft. Wir, die wir tagtäglich mit Raumfahrt zu tun haben, wissen das aus eigener Anschauung. Für viele von uns ist die Begeisterung für die Weiten des Alls, spannende Forschungsfragen und Spitzentechnologie wesentlicher Antrieb unserer Arbeit.

Diese Begeisterung möchte das DLR auch jungen Menschen vermitteln. Deshalb führt die Raumfahrt-Agentur Mitte September das „Space Triangulation Symposium“ durch. Dabei handelt es sich um einen zweitägigen wissenschaftlichen Schülerkongress, der in Berlin stattfindet. Für die Schüler ist diese Veranstaltung der Abschluss und Höhepunkt eines Wettbewerbs, in dessen Rahmen sie seit Sommer 2007 die Flughöhe der Internationalen Raumstation (ISS) errechnet haben. Hierfür mussten sie das mathematische Verfahren der Triangulation anwenden.



Dr. Ludwig Baumgarten ist Mitglied des DLR-Vorstandes und verantwortlich für die Raumfahrt-Agentur in Bonn

Dr. Ludwig Baumgarten is a member of the DLR Executive Board and responsible for the Space Agency in Bonn

Über zwanzig Schülerteams mit ihren Lehrern, insgesamt 120 Teilnehmer, haben sich an diesem Wettbewerb beteiligt. Sie dokumentierten ihre Wettbewerbsbeiträge in Projektberichten, die von Fachleuten geprüft wurden. Bei dem Symposium muss jede Gruppe nun ihre Ergebnisse vor einer Expertenjury präsentieren.

Für die Schüler ist dieses Projekt ein Erlebnis: Im Jahr der Mathematik konnten sie selbst herausfinden, dass diese Naturwissenschaft keine trockene Theorie ist, sondern spannende Anwendungsmöglichkeiten besitzt. Auf diesem Weg möchten wir schon früh eine Technikbegeisterung bei den Schülern wecken, denn die Qualitäten unserer jungen Köpfe sind entscheidend für ein rohstoffarmes Land wie Deutschland. Das DLR investiert damit in die Zukunft.

Dies tun wir auf vielfältige Weise: Für Schüler aller Altersstufen gibt es die „School\_Labs“ an verschiedenen Standorten des DLR. Studenten haben die Möglichkeit, eigene Experimente in der Schwerelosigkeit durchzuführen. Dafür stellen wir ihnen in unserem REXUS/BEXUS-Programm Forschungsraketen und -ballone zur Verfügung. Nach dem Studium bietet das DLR mit seinem Doktorandenprogramm die Möglichkeit zur weiteren wissenschaftlichen Qualifikation.

Ich hoffe, ich hoffe, auch Sie lassen sich von unserer Begeisterung für die Raumfahrt anstecken. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre der vorliegenden „Countdown.“

## Awakening a Passion for Technology in the Young Generation

Space is fascinating! This fascination embraces wide sections of every part of society. Those of us who are involved in space every day know this from personal experience. For many of us, the wonder of the vastness of space, the fascinating areas of research, and the cutting-edge technology are major driving forces behind our work.

The DLR wants to share this passion with the young generation. It is to this end that the Space Agency is hosting the "Space Triangulation Symposium" in mid-September. This symposium will take place as a two-day scientific conference for school students to be held in Berlin. For the students, this event marks the final stage and highlight of a competition to calculate the orbital height of the International Space Station (ISS) that they have been working on since summer 2007. In order to make these calculations, they had to use of the mathematical technique of triangulation.

More than 20 student teams with their teachers, 120 participants altogether, have taken part in this competition. They documented their competition entries in project reports, which were then assessed by experts in the field. At the symposium, every group must make a final presentation of their results in the presence of an expert jury.

For the students this project is an outstanding experience. In the "Year of Mathematics," they have the chance to discover for themselves that this natural science is not just dry theory, but also has exciting applications. Thus we hope to awaken an early passion for technology in the students, for the quality of our young minds is of decisive importance in a country like Germany that is poor in natural resources. The symposium is just one example of how the DLR is investing in the future.

We strive to achieve this aim in a variety of ways. For younger students there are the "School\_Labs" at various DLR locations across Germany. College students are being given the opportunity to carry out their own experiments in zero gravity. We are making the necessary research rockets and balloons available as part of our REXUS/BEXUS program. The DLR has also established a doctorate program that offers the opportunity to obtain post-graduate scientific qualifications.

I hope you are ready to be inspired by our passion for space, too. In this spirit, enjoy reading this issue of the COUNTDOWN.

Ludwig Baumgarten

## GOCE – ein neues Bild der Erde

Ihr Schwerfeld in unerreichter Genauigkeit

Von Sabine Lange und Dr. Bernd Vennemann

Mit den Satelliten ERS-1/2 und ENVISAT hat Europa höchst erfolgreiche Missionen zur wissenschaftlichen Erdbeobachtung initiiert. Gerade in Zeiten des noch lange nicht vollständig verstandenen Klimawandels benötigt die Forschung kontinuierlich neue Erdbeobachtungen. Um dies zu gewährleisten, startet die Europäische Weltraumorganisation ESA im Rahmen ihres Programms „Living Planet“ nun den Satelliten GOCE (Gravity and Steady-State-Ocean Circulation Explorer). Er wird auch die Umsetzung von EU-Maßnahmen in den Bereichen Klima, Umwelt und Forschung unterstützen.

Als erster der neuen Umweltspezialisten wird GOCE voraussichtlich am 10. September 2008 von Plesetsk im Norden Russlands gestartet. Wenn nach der Kalibrierungsphase die ersten Messdaten im Erdbeobachtungszentrum der ESA in Frascati (ESRIN) eingehen, wird Europa eine große technologische Herausforderung gemeistert haben: GOCE wird das Schwerfeld der Erde in bislang unerreichter

Detailgenauigkeit vermessen und wichtige Referenzdaten für die Ozeanographie und Geophysik sowie die Erforschung des Meeresspiegels liefern.

GOCE im All, künstlerische Darstellung (ESA)

GOCE in space, artist's view (ESA)

## GOCE – a New View of the Earth

Its Gravity Field in Unparalleled Accuracy

By Sabine Lange and Dr. Bernd Vennemann

The European ERS-1/2 and ENVISAT satellites have become highly successful scientific Earth observation missions. Now more than ever, at a time of climate change that is still far from being understood, the world of research has a continuous need for new Earth observation systems. To ensure these requirements are met, the European Space Agency, ESA, is currently preparing to launch the GOCE (Gravity and steady-state-Ocean Circulation Explorer) satellite as part of its "Living Planet" program. GOCE will also support the implementation of various EU measures relating to the climate, the environment, and research.

As the first of a new generation of environmental specialists, GOCE is expected to lift off from Plesetsk in northern Russia on 10 September 2008. When the first measurement data will arrive at the ESA Center for Earth Observation in Frascati (ESRIN) following completion of the calibration phase, Europe will have overcome an enormous technological challenge. GOCE will measure the Earth's gravitational field at a level of detail never previously achieved and will supply important reference data for oceanography, geophysics, and the study of sea levels.

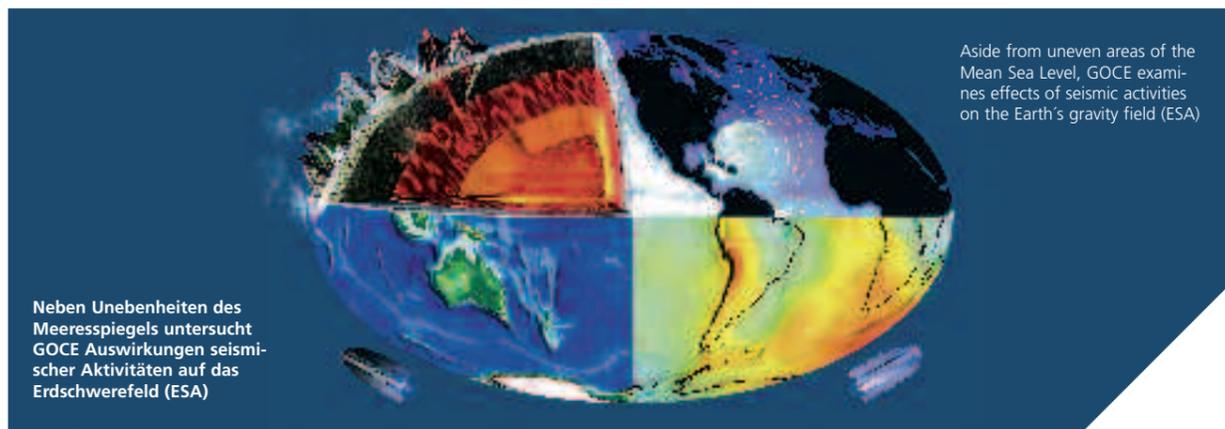
### The force that shapes our planet

Gravity is one of the four fundamental forces that affect all natural phenomena: electromagnetism, the strong nuclear force, the weak nuclear force, and gravitation. Although gravitation is relatively weak in magnitude, it affects our lives and the processes of nature. The force of gravity is by no means equal everywhere on Earth. In fact, it reflects the mass distribution of the Earth system, which makes it an important source of information about the internal composition of our planet, its dynamics, and the way it is changing. Isaac Newton also considered these fundamental questions: from the behavior of rotating fluids he was able to deduce that a world that a rotating world cannot be spherical. Instead, it must bulge out towards the equator. This gives it the form of an ellipsoid – in this case a rotational ellipsoid.

### Die Kraft, die unseren Planeten formt

Die Schwerkraft gehört zu den vier Fundamentalkräften, die auf alle Phänomene der Natur wirken: die elektromagnetische Kraft, die starke und schwache Kernkraft sowie eben die Gravitation. Obwohl die Schwerkraft verhältnismäßig schwach ist, beeinflusst sie unser Leben und die Vorgänge in der Natur maßgeblich. Die Gravitation auf der Erde ist keinesfalls überall gleich stark. Sie spiegelt die Massenverteilung im Erdsystem wider, dadurch wird sie zu einer bedeutenden Informationsquelle über den inneren Aufbau, die Entwicklung und Dynamik unseres Planeten. Bereits Isaac Newton stellte diesbezügliche Überlegungen an: Aus dem Verhalten rotierender Flüssigkeiten folgte er, dass eine Erde, die sich dreht, nicht kugelförmig sein könne. Vielmehr müsse sie sich zum Äquator hin aufwölben. Dadurch erhielt sie die Form eines Ellipsoids – man spricht hier auch vom Rotationsellipsoid.

Newton hatte Recht. Wir wissen schon lange, dass der Erdradius am Äquator um 21 Kilometer größer ist als an den Polkappen. Wir wissen auch, dass auf unserem Planeten eine mittlere Schwerebeschleunigung von etwa 9,81 Metern pro Quadratsekunde ( $m/s^2$ ) in Richtung Erdmittelpunkt wirkt. Kurz wird dieser Wert auch als „g“ bezeichnet. Er beschreibt die Beschleunigung, die jeder Körper bei reibungslosem Fall auf der Erde erfährt. Zu Stande



Aside from uneven areas of the Mean Sea Level, GOCE examines effects of seismic activities on the Earth's gravity field (ESA)

Neben Unebenheiten des Meeresspiegels untersucht GOCE Auswirkungen seismischer Aktivitäten auf das Erdschwerefeld (ESA)

kommt er durch das Zusammenwirken der reinen Gravitationsbeschleunigung auf Grund der Massenanziehung sowie der Zentrifugalkraft der rotierenden Erde. Der Zentrifugalanteil ist auf unserem Planeten jedoch gering. Weitere viel kleinere Schwankungen entstehen durch die Gezeiten von Sonne und Mond.

### Der kleine Unterschied

Wäre die Erde eine gleichmäßig geformte Kugel von homogener Dichte, dann würde an jedem Punkt dieselbe Schwerebeschleunigung wirken. Tatsächlich jedoch schwankt die Massenverteilung sowohl im Inneren der Erde als auch an ihrer Oberfläche. Durch die Rotation und die Ellipsoidform ist sie an den Polen größer als am Äquator. Die Dichteverteilung im Erdinneren und die Topographie bewirken weitere eher regionale Variationen. An der Erdoberfläche kann man diese Unterschiede leicht erkennen: Fast 20 Kilometer Höhenunterschied liegen zwischen dem Himalaja und der Challenger-Tiefe im Marianengraben. Die Unterschiede führen dazu, dass das tatsächliche Schwerefeld von dem eines Ellipsoids abweicht.

Allein auf Grund der Ellipsoidgestalt und der Drehung der Erde schwankt der g-Wert zwischen  $9,78 m/s^2$  am Äquator und  $9,83$

Newton was right. We have known long since that the radius of the Earth at the equator is 21 kilometers larger than at the polar caps. We also know that the average acceleration due to gravity on our planet is approximately 9.81 meters per second squared ( $m/s^2$ ) towards the center of the Earth. This value is known as 'g' in short. It describes the acceleration that every body will experience in free fall in the absence of friction. This acceleration results from the combination of acceleration purely due to the gravitational attraction of massive bodies and the centrifugal effect of the rotating Earth. The contribution made by the centrifugal effect on this planet is, however, very low. Additional, much smaller fluctuations occur as a result of the tides of the Sun and the Moon.

### The little difference

If the Earth were a perfectly formed sphere of homogeneous density, the acceleration due to gravity would be equal at every point. In fact, the mass distribution varies both inside the Earth and at its surface. Due to the effects of rotation and the elliptical shape, it is greater at the poles than at the equator. The density distribution inside the Earth and its topography produce other, more regional, variations. The differences at the surface of the Earth are easy to comprehend: there is almost 20 kilometers difference in height between the Himalayas and the Challenger depth in the Mariana

Trench. The differences mean that the actual gravitational field deviates from that of a true ellipsoid.

Just the combined effect of the Earth's ellipsoidal shape and its rotation cause the value of g to vary between  $9.78 m/s^2$  at the equator and  $9.83 m/s^2$  at the poles. Regional variations in gravity are created by mountains and valleys, deep-sea trenches and ocean ridges. Similar fluctuations are also caused by density variations inside the Earth. These fluctuations, or anomalies, in the gravity field are reflected in the equipotential surfaces of the Earth's gravity field, and thus also in the geoid. Equipotential surfaces are essentially the same as level surfaces; every flat surface of water at rest is part of an equipotential surface. The geoid corresponds to the surface of the oceans in a state of perfect rest, which is without the influence of winds, waves, storms, currents, high and low pressure areas, or external forces such as the gravitational pull of the Sun and the Moon. It is therefore the ideal datum surface for elevation and is used as the basis of the familiar 'height above sea level'. It is also the datum surface used for the ocean topography caused by the large-scale current systems of the world's oceans, however, this variation is no more than one to two meters. The differences between the geoid and the Earth

$m/s^2$  an den Polen. Regionale Variationen der Schwere entstehen durch Berge und Täler, Tiefseeergräben und Ozeanrücken. Aber auch Dichtekontraste im Erdinneren verursachen derartige Schwankungen. Die Schwankungen oder Anomalien des Schwerefeldes spiegeln sich in den Niveaulflächen des Erdschwerefeldes wider und damit auch im Geoid. Die Niveaulflächen sind nichts anderes als Horizontalflächen; jede ruhende Wasseroberfläche ist Teil einer Niveaulfläche. Das Geoid entspricht der Meeresfläche im Zustand perfekter Ruhe, also ohne Einwirkung von Winden, Wellen, Stürmen, Strömungen oder Hoch- und Tiefdruckgebieten sowie äußeren Kräften wie zum Beispiel der Gravitation von Sonne und Mond. Es ist daher die ideale Bezugsfläche für Höhen, den bekannten Höhenangaben über Normalnull (NN). Es ist aber auch Bezugsfläche der Ozeantopographie, die nur circa ein bis zwei Meter beträgt und durch die großen Strömungssysteme der Weltmeere verursacht wird. Die Abweichungen des Geoids vom Erdellipsoid betragen bis zu minus 100 Meter südlich von Indien – man spricht auch vom „indischen Loch“ – und bis zu plus 80 Meter in Neuguinea. Geoid und Schwereanomalien sind daher von großem ozeanographischen Interesse, sie dienen Geophysikern zum Auffinden von Bodenschätzen und Geodäten und Vermessungsingenieuren zur Schaffung homogener Höhensysteme sowie zur Umwandlung von „GPS“-Höhen in Meereshöhen.

### Entwicklung der Weltraum-Geodäsie

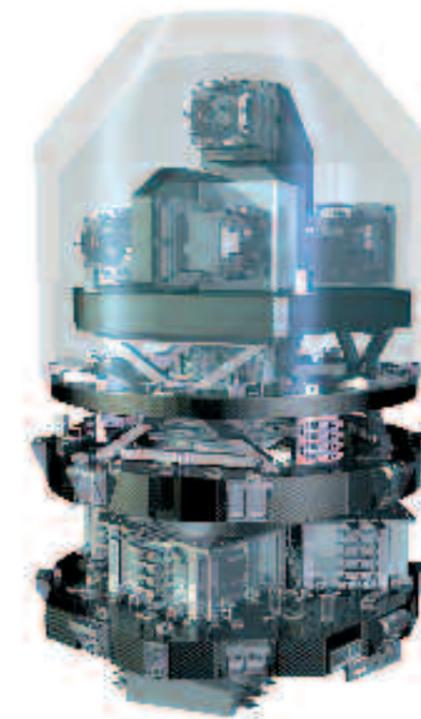
Lange erschwerte eine sehr unterschiedliche Datenqualität und ungleiche Datenverteilung das Verständnis und die Auswertung dieser Vorgänge. Die Kenntnis über das Erdschwerefeld basierte auf folgenden drei Quellen: sehr genauen, aber lückenhaften bodengebundenen Schweremessungen, Satellitenaltimetrie mit guter Abdeckung der Ozeane, aber Abweichungen der gemessenen Ozeanoberfläche vom Geoid (hauptsächlich durch Meeresströmungen), sowie Analysen der Satellitenbahnen von den eigens dafür entwickelten Satelliten ETALON, STARLETTE, LAGEOS und GFZ1 und vielen nicht-geodätischen Satelliten.

Seit Newton 1687 in seiner Philosophiae Naturalis Principia Mathematica das Gravitationsgesetz formulierte, haben Wissenschaftler mit vielen Experimenten das Schwerefeld der Erde beobachtet. Gravimeter nennt man das Instrument, mit dem Schwere gemessen wird. Bis vor ungefähr 30 Jahren bediente man sich vor allem so genannter relativer Gravimeter. Nach dem Prinzip der Federwaage messen sie Schweredifferenzen zwischen Geländepunkten. Heute gibt es Gravimeter, die absolute Schwerewerte liefern. Sie sind ohne Kalibrierung an jedem Ort der Erde einsetzbar. Ihre Messgenauigkeit liegt bei fast einem Milliardstel g.

ellipsoid range from a low of -100 meters to the south of India – referred to as the "Indian Low" – and up to +80 meters in New Guinea. Therefore, geoid and gravity anomalies are of great interest from an oceanographic point of view; they also allow geophysicists to locate mineral resources, help geodesists and land surveyors to create uniform height systems, and permit GPS heights to be converted into heights above sea level.

### Development of space geodesy

For a long time, the understanding and evaluation of the processes discussed above have been impeded by the very variable quality of the data available and its uneven distribution. Our knowledge of the Earth's gravity field is based on the following three sources: very precise, but fragmentary, ground-based gravity measurements; satellite altimetry with good coverage of the oceans, but with deviations between the measured ocean surface and the geoid (mainly due to ocean currents); and analyses of the orbits of the ETALON, STARLETTE, LAGEOS, and GFZ1 satellites that were specifically designed for this purpose, as well as the orbits of many non-geodetic satellites.



GOCE's Gravitationsgradiometer (ESA/AOES-Medialab)

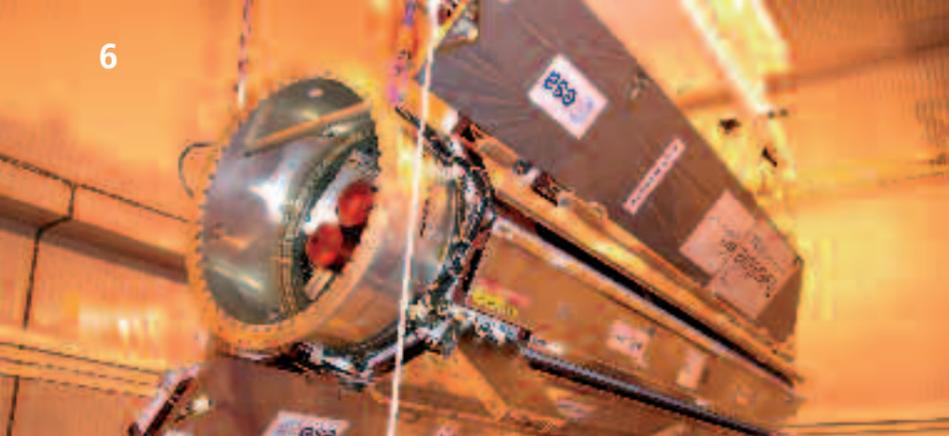
GOCE's gravitation gradiometer (ESA/AOES Medialab)

Since Newton enunciated the law of gravitation in his 1687 work Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, scientists have used many experiments to monitor the gravitational field of the Earth. An instrument that measures gravity is known as a gravimeter. Until about thirty years ago, the so-called relative gravimeter was the main instrument of choice. Based on the same principle as a spring balance, it is used to measure differences in the gravity field between various points in the survey area. Today we also have gravimeters, which produce absolute gravity readings. These can be deployed at any point on Earth without calibration and have a measurement accuracy of almost one billionth of a g.

### Pioneers of gravity field measurement by satellite

Geodesy has been launched into the 21st century with a new generation of low-flying satellites that use high-

precision measuring instruments to determine the three-dimensional structure of the Earth's gravity field. The German CHAMP satellite was launched into orbit in 2000. Besides measuring the Earth's gravity field, this satellite also measures the magnetic field. This mission utilizes the so-called "high-low satellite-to-satellite tracking" technique (hl-SST). This technique determines the orbital path of CHAMP, which orbits the Earth at an altitude of just 400 kilometers, by using GPS satellites at an altitude of 20,000 kilometers. This enabled global gravity models of the Earth's structures to be refined to a spatial resolution of approximately 700 kilometers. As happens when small objects are viewed through a fixed-focus lens, the smaller structures remained poorly defined. The main achievement of this first major mission in the field of



Links: GOCE bei Tests im Reinraum (ESA)

Left: GOCE function tests inside the clean room (ESA)

Rechts: Mehrere Bodenstationen haben GOCE im Blick (ESA)

Right: Several ground stations are monitoring the GOCE satellite (ESA)

### Pioniere der Schwerefeldmessung via Satellit

Mit einer neuen Generation niedrig fliegender Satelliten, die mit hochpräzisen Messgeräten die dreidimensionale Struktur des Erdschwerefeldes erfassen, ist die Geodäsie ins 21. Jahrhundert gestartet: Im Jahr 2000 wurde der deutsche Satellit CHAMP in den Orbit gebracht. Neben dem Schwerefeld der Erde vermisst er auch deren Magnetfeld. Die Mission nutzt das so genannte high-low satellite-to-satellite-tracking-Verfahren (hl-SST): Mit Hilfe von GPS-Satelliten in 20.000 Kilometern Höhe wird die Bahn des in nur 400 Kilometern Höhe kreisenden CHAMP erfasst. Dadurch konnten weltumspannende Schwerkraftmodelle für Erdstrukturen von circa 700 Kilometern räumlicher Ausdehnung bereits deutlich verbessert werden. Wie kleine Gegenstände, die man durch ein Objektiv mit festgelegter Brennweite betrachtet, bleiben feinere Strukturen unscharf. Diese erste bedeutende Mission der Weltraum-Geodäsie brachte vor allem große Verbesserungen für Regionen, die schwer zugänglich sind und bisher kaum vermessen waren, wie etwa die Polarregionen. CHAMP wurde in wesentlichen Teilen in den östlichen Bundesländern gefertigt.

Seit 2002 erfasst das Satellitenpaar von GRACE, der deutsch-amerikanischen Nachfolgemission von CHAMP, das Schwerefeld der Erde. GRACE misst die kleinen zeitlichen Änderungen im Erdschwerefeld, die mit klimarelevanten Phänomenen zusammenhängen, wie die jahreszeitlich bedingten Variationen im globalen Wasserkreislauf, die zu- und abnehmenden Eisdecken in den Polargebieten oder auch Naturkatastrophen wie Fluten oder Erdbeben. Die Satelliten arbeiten nach dem low-low satellite-to-satellite oder ll-SST-Prinzip. Sie umrunden die Erde auf identischen Bahnen in ungefähr 450 bis 500 Kilometern Höhe in einem Abstand von circa 200 Kilometern. Mit einem Mikrowellenverfahren wird ununterbrochen der Abstand beider Satelliten zueinander gemessen. Unregelmäßigkeiten des Schwerefeldes lassen sich so sehr genau analysieren: Wenn sich der erste Satellit beispielsweise einer Region mit erhöhter Schwerkraft annähert, wird er geringfügig beschleunigt und der Abstand zu seinem Verfolger vergrößert sich. GRACE erfasst Strukturen von 300 bis 500 Kilometern Ausdehnung.

### GOCE geht ins Detail

Vor dem Hintergrund unübersehbarer Klimaänderungen und ihrer gravierenden Bedeutung für unseren Lebensraum startet Europa nun den Satelliten GOCE. Er soll ein Abbild des Erdschwerefeldes von bisher unerreichter Detailgenauigkeit erstellen: GOCE wird das Schwerefeld mit einer räumlichen Auflösung von 100 Kilometern vermessen und Schwereanomalien mit einer Genauigkeit von  $10^{-6}$  g (ein Millionstel g) erfassen. Das Geoid wird mit einer Genauigkeit von ein bis zwei Zentimetern ermittelt werden. Mit diesem ehrgeizigen Ziel stellt GOCE das Maximum des gegenwärtig technisch Machbaren dar.

space geodesy was to provide significant improvements for hard-to-reach regions, such as the polar regions, that had hardly ever been measured before. A significant proportion of the parts for CHAMP were manufactured in the former East Germany.

The twin GRACE satellites, the German-American follow-up mission to CHAMP, have been measuring the Earth's gravity field since 2002. GRACE measures small temporal changes in the Earth's gravity field, which are associated with phenomena that affect the climate, such as seasonal variations in global water circulation, the expansion and shrinkage of the polar ice caps, and natural catastrophes such as floods and earthquakes. The satellites work on the "low-low satellite-to-satellite," or "ll-SST," principle. They circle the Earth in identical orbits at an altitude of approximately 450 to 500 kilometers and are separated by a distance of about 200 km. A microwave technique is used to continuously measure the distance between the two satellites. This allows irregularities in the gravity field to be analyzed very precisely. For example, when the first satellite approaches a region with increased gravity it accelerates very slowly, thus increasing the distance to the trailing satellite. GRACE can detect structures of a spatial resolution between 300 and 500 kilometers.

### GOCE goes into detail

Against a backdrop of massive climate change and the grave consequences this could have for the world in which we live, Europe is preparing to launch the GOCE satellite. The goal is to produce a model of the Earth's gravity field at a hitherto unrivalled level of accuracy. GOCE will measure the gravity field with a spatial resolution of 100 kilometers and record gravity anomalies with a precision of  $10^{-6}$  g (one billionth of a g). The geoid will be measured with an accuracy of one to two centimeters. With such an ambitious goal, it is no wonder that GOCE pushes the limits of what is technically possible today.

GOCE combines both new technology and new scientific methods. The mission is therefore a milestone for research and development in Europe. No fewer than 51 European companies and institutes have had a hand in bringing this project to fruition. A European-made GPS receiver is carried on board GOCE that can continuously determine the position of the satellite with centimeter precision. This receiver is primarily used to map out the large-scale structures in the Earth's gravity field. In addition, the satellite is also the first to feature a gravity gradiometer, which exploits the principle of differential acceleration measurement. Equipped with three pairs of accelerometers, this instrument represents state-of-the-art technology. Operating at an altitude of 260 km in a state of weightlessness, it is able to measure the Earth's gravity field more precisely than ever before. It will be possible to resolve small-scale fluctuations in the gravity field of around 100 kilometers spa-

GOCE verbindet neue Technologie mit einer neuen wissenschaftlichen Methode. Die Mission ist somit ein Meilenstein der europäischen Forschung und Entwicklung. Nicht weniger als 51 europäische Unternehmen und Institute sind an der Realisierung dieses Projektes beteiligt. An Bord von GOCE wird ein in Europa hergestellter GPS-Empfänger eingesetzt, über den die Position des Satelliten kontinuierlich zentimetergenau bestimmt wird. Auf diese Weise werden vor allem die großskaligen Strukturen im Erdschwerefeld erfasst. Darüber hinaus ist erstmalig auf einem Satelliten auch ein Gravitationsgradiometer installiert. Es beruht auf dem Prinzip der differentiellen Beschleunigungsmessung. Bestückt mit drei Paaren von Beschleunigungsmessern repräsentiert dieses Instrument den neuesten Stand der Technik. In etwa 260 Kilometern Höhe, im Zustand der Schwerelosigkeit, misst es das Erdschwerefeld mit bisher unerreichter Genauigkeit. Kleinskalige Schwankungen des Gravitationsfeldes mit etwa 100 Kilometern räumlicher Ausdehnung werden dabei aufgelöst. So erhoffen sich die Ozeanographen beispielsweise nun eine Antwort auf die Frage, ob für den Wärmetransport innerhalb des globalen Strömungssystems die Wirkung vieler kleiner Wirbel die gleiche ist wie die weniger großer.

Die Schwerkraftsignale werden umso stärker, je mehr man sich der Erde nähert. GOCE wurde daher so konstruiert, dass er die Erde in möglichst geringer Höhe umkreisen kann. Seine Umlaufbahn ist mit einer Höhe von etwa 260 Kilometern die wohl niedrigste Bahn, auf der ein wissenschaftlicher Satellit je flog. Die Rest-Atmosphäre in dieser Höhe stellt das Material des Satelliten dabei auf eine harte Probe und wirkt sich auf seinen Treibstoffverbrauch aus. Die Reibungskräfte, die in dieser niedrigen Flughöhe zu einem schnellen Abtauchen des Satelliten führen würden, kompensiert ein Ionentriebwerk, das so genannte Drag-free-System. Über die Lageregelung wird die gewünschte Orientierung der Instrumente bezüglich der Erde erreicht.

Für den Bau des Satelliten wurden absolut formstabile Materialien verwendet. Durch eine optimierte Thermostatisierung, mit der man die Temperatur im Satelliten möglichst gleichmäßig verteilt, wird das Gravitationsgradiometer seine Messung störungsfrei durchführen können.

GOCE: Technische Daten	
Geplante Missionsdauer:	20 Monate
Orbit:	etwa 260 Kilometer
Dauer einer Erdumrundung:	90 Minuten
Sonnensynchrone Umlaufbahn	
Neigung:	96,5 Grad
Gewicht:	1.100 Kilogramm
Größe:	5 x 1 Meter
Xenontreibstoff:	40 Kilogramm
Räumliche Auflösung:	100 Kilometer
Geoid-Genauigkeit:	1-2 Zentimeter
Flugkontrolle:	European Space Operations Centre (ESOC), Darmstadt
Bodenstation:	Datendownload durch die Kiruna Bodenstation, Schweden
Datenprozessierung Archivierung:	Erdbeobachtungs-Hauptquartier und der ESA (ESRIN), Frascati/Italien

tial resolution. Now, oceanographers hope, for example, to be able to answer the question of whether several small circulations have the same effect within the global circulation system as a few larger ones.

Because gravity signals become stronger the closer one is to Earth, GOCE was designed to orbit the Earth at the lowest possible altitude. Its orbital height of around 260 kilometers is certainly the lowest orbit of any scientific satellite to date. The residual atmosphere at this altitude will place a lot of strain on the satellite's materials and will have an effect on its fuel consumption. The frictional forces at this low altitude that would otherwise cause the satellite to quickly lose height will be compensated for by an ion drive known as the Drag-free System. The position controller will ensure the instruments are correctly orientated with respect to the Earth.

The satellite has been constructed of fully dimensionally stable materials. The gravity gradiometer will be able to carry out measurements interference-free, thanks to the optimized temperature control system, which ensures the temperature gradient inside the satellite is equally distributed to the highest possible extent.



GOCE: Technical data	
Planned mission duration:	20 months
Orbit:	around 260 kilometres
Orbital period:	90 minutes
Sun-synchronous orbit	
Inclination:	96,5 degrees
Mass:	1,100 kilograms
Dimensions:	5 x 1 metres
Xenon propellant:	40 kilograms
Spatial resolution:	100 kilometres
Geoid accuracy:	1-2 centimetres
Mission control:	European Space Operations Center (ESOC), Darmstadt, Germany
Ground station:	Data download by Kiruna ground station, Sweden
Data processing and archiving:	ESA Earth Observation headquarters (ESRIN), Frascati, Italy

### Start und Missionsablauf

Ebenso wie Entwicklung und Bau des Satelliten sind Start und Mission ein europäisches Gemeinschaftsunternehmen: Eurockot, die Betreibergesellschaft der Trägerrakete Rockot, ist ein deutsch-russisches Joint-Venture zwischen EADS (51 Prozent) und dem Khronichev Space Center. Die Rakete wird von Plesetsk, 800 Kilometer nördlich von Moskau, gestartet, Start und Abkopplung von der Trägerrakete wie auch der weitere Flug werden vom European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt überwacht.

Im nordschwedischen Kiruna werden die Rohdaten in der Command and Data Acquisition Facility (CDAF) empfangen und gesammelt. Die CDAF verfügt über eine spezielle Bodenantenne mit Aufnahme- und Nachführmodulen, Einrichtungen für Datenspeicherung beziehungsweise Erstbearbeitung und Schnittstellen für die Datenverteilung. Außerdem behält man von hier aus die Verfassung des Satelliten im Auge. Die Lage der Bodenstation Kiruna ist für eine polnahe Umlaufbahn optimal gelegen. Durch die ERS- und ENVISAT-Missionen verfügt sie über ausreichend Routine für größere Einsätze.

Aufbereitet und archiviert werden die Daten im italienischen Hauptquartier und dezentral in der GOCE High-Level Processing Facility (HPF). Die Leitung dieser Einheit hat das Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie an der Technischen Universität München. Jeder, der GOCE-Daten benötigt, kann sich an den Benutzerdienst der ESA wenden.

Da GOCE die Erde mit einer Neigung von 96,5 Grad umkreist, werden keine Daten der Erdpole erfasst. Diese Polarlöcher werden jedoch durch Boden- oder Fluggravimeterdaten aufgefüllt. Außerdem sind GOCE-Messdaten nicht frei von zeitabhängigen Gravitationsbeiträgen wie etwa Auswirkungen der Gezeiten. Für ein unverfälschtes Bild werden diese Effekte herausgerechnet. Dazu verwenden die Geodäten Modellannahmen beziehungsweise Daten, die durch GRACE gewonnen werden.

### Ein neues Bild der Erde

GOCE wird uns ein globales, homogenes und detailgenaues Bild von Schwerefeld und Geoid geben. Erstmals sollte es möglich werden, die Oberflächenzirkulation der Weltmeere direkt und global zu erfassen, nicht aus mathematischen Modellrechnungen, sondern aus dem GOCE-Geoid, kombiniert mit dem Verfahren der Satellitenaltimetrie.

Meeresspiegeländerungen in Australien oder Südamerika werden dadurch vergleichbar mit solchen in der Nordsee oder im Mittelmeer. Weit praktischer ist jedoch, dass es mit dem GOCE-Geoid gelingen wird, aus GPS-Messungen direkt zentimetergenaue Meereshöhen zu erhalten. Das klassische Nivellement hat damit fast ausgedient. Zukünftig wird es nur mehr für kleinere Bauvorhaben angewendet werden, nicht jedoch für große nationale oder kontinentale Höhenetze.

Für die Geophysik bedeutet die GOCE-Gradiometrie ein Blick ins Erdinnere. Hier können wesentliche Beiträge zum Verständnis der kontinentalen und ozeanischen Lithosphäre erwartet werden; Voraussetzung sind kombinierte Modellierungsansätze mit Daten der Seismik, Mineralogie, Topographie und der Dynamik der Erdkruste. Weitere Anwendungsbereiche, die von den genauen GOCE-Daten profitieren werden, sind die Bestimmung der Topographie des Meeresbodens, die Bestimmung der Dicke von

### Launch and mission execution

The launch and mission are just as much a collaborative European undertaking as the development and construction of the satellite itself. Eurockot, the operating company behind the Rockot carrier vehicle, is a German-Russian joint venture between EADS (51 percent) and Khronichev Space Center (49 percent). The rocket will lift off from Plesetsk in Russia, 800 kilometers north of Moscow; the launch, separation from the carrier vehicle, and subsequent flight will be monitored by the European Space Operations Center (ESOC) in Darmstadt, Germany.

Raw data will be received and stored at the Command and Data Acquisition Facility (CDAF) in Kiruna in northern Sweden. The facilities at CDAF include a special ground antenna equipped with acquisition and tracking modules, equipment for data storage and preliminary processing, and interfaces to provide data distribution. The condition of the satellite will also be monitored from here. The ground station at Kiruna is optimally located for satellites with a near-polar orbit. Through their work on the ERS and ENVISAT missions, CDAF has now gained sufficient experience to handle larger missions.

Data will be processed and archived by the Italian headquarters and by the decentralized GOCE High-Level Processing Facility (HPF). The lead institution in this group is the Institute for Astronomical and Physical Geodesy at the Technical University of Munich. All parties that require access to the GOCE data are invited to contact User Services at the ESA.

Because GOCE orbits the Earth at an inclination of 96.5 degrees, no data will be gathered at the poles. The polar blind spots will, however, be filled in using ground- and aircraft-based gravimetric data. In addition to this, GOCE measurement data will be influenced by time-dependent gravitational factors, such as the effects of the tides. This will be taken into account during computation to produce an undistorted result. The geodesists will achieve this aim by using modeling assumptions and data obtained from GRACE.

### A new view of the Earth

GOCE will provide us with an accurately detailed, homogenous, global picture of the gravity field and the geoid. It should be possible for the first time to establish the nature of the surface circulation of the world's oceans on a global scale, not from a mathematical model, but from a combination of the GOCE geoid and satellite altimetry techniques.

This will mean that sea level changes in, say, Australia and South America can be compared with those in the North Sea or the Mediterranean. It is of considerably more practical use that the GOCE geoid will make it possible to use GPS readings to obtain sea level data with centimeter accuracy. Thus, classical leveling techniques have almost become obsolete. In future these may still be used for small-scale building work, but not for large national or international vertical reference systems.

In the field of geophysics, the GOCE gradiometry promises a glimpse inside the Earth. It is anticipated that this will make a substantial contribution to our understanding of the continental and oceanic lithospheres. The work will require a combined modeling approach comprising seismological, mineralogical and topographical data, as well as information relating to the dynamics of the Earth's crust. Further application areas that will benefit from the accurate GOCE data include: establishing the topography of the

Meereis in den Polarmeeren und die Rekonstruktion der Dichte der großen Eisschilde.

### Europa an der Spitze erdwissenschaftlicher Satellitenprogramme

Unter der Führung der italienischen Thales Alenia Space arbeiten 41 europäische Unternehmen zusammen an der Realisierung des Satelliten. In Deutschland ist EADS Astrium (Friedrichshafen) der Hauptauftragnehmer für die Satellitenplattform. „Made in Germany“ sind auch die Magnetic Torquer (magnetfeldbasierte Lageregelungselemente) für die präzise Ausrichtung des Satelliten ersetzen (Zarm Technik GmbH) und die Solarzellen von RWE Space Solar Heilbronn. Das Gradiometer wurde bei Thales Alenia Space in Frankreich gebaut, die Beschleunigungssensoren von der französischen Firma Onera hergestellt.

Die Gesamtkosten der Mission belaufen sich auf 300 Millionen Euro. Mit 66,6 Millionen Euro oder 22,2 Prozent kommt der größte Beitrag aus Deutschland. Die Bundesregierung unterstreicht durch die intensive Beteiligung ihr großes Engagement für eine nachhaltige Klimaforschung und -politik.

Dies spiegelt sich auch im Beitrag Deutschlands an der GOCE-Forschung und Entwicklung wider: Prof. Reiner Rummel, Leiter des Instituts für Astronomische und Physikalische Geodäsie (IAPG) ist Sprecher der GOCE Mission Advisory Group, einer Art GOCE-Think Tank mit zehn Wissenschaftlern aus acht Staaten, die das Projektteam in allen wissenschaftlichen Fragen der Projektrealisierung beraten. Mehrere deutsche Institute sind an der Entwicklung der High Level Processing Facility beteiligt. Die Leitung dieses Konsortiums hat das IAPG. Hier ist auch das GOCE-Projektbüro angesiedelt, das von der DLR Raumfahrt-Agentur finanziert wird. Es soll potenzielle Datennutzer akquirieren und informieren. Von großer Bedeutung ist es in diesem Zusammenhang, nationale Institutionen für die Einrichtung von Förderprogrammen zu gewinnen. So wird zum Beispiel über das Geotechnologieprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und das DFG-Schwerpunktprogramm „Massentransport und Massenverteilung im System Erde“ die Analyse und wissenschaftliche Nutzung dieser Mission unterstützt.

#### Weitere Informationen zu GOCE:

[www.goce-projektbuero.de](http://www.goce-projektbuero.de)  
[www.esa.int/esaLP/LPgoce.html](http://www.esa.int/esaLP/LPgoce.html)  
[www.geotechnologien.de](http://www.geotechnologien.de)

*Sabine Lange ist verantwortlich für die Öffentlichkeitsarbeit des deutschen GOCE-Projektbüros am Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie (IAPG) der Technischen Universität München.*

*Dr. Bernd Vennemann ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Erdbeobachtung der DLR Raumfahrt-Agentur.*

sea floor; determining the thickness of sea ice in the polar seas; and reconstruction of the density of the large ice sheets.

### European Earth science satellite programs are out in front

Under the leadership of Thales Alenia Space, 41 European companies have collaborated to produce the satellite. In Germany, EADS Astrium (Friedrichshafen) is the main contractor on the satellite platform.

"Made in Germany" also appears on the magnetic torquers (magnetic field-based positioning elements) for the precise adjustment of the satellite (Zarm Technik GmbH) and the solar cells from RWE Space Solar of Heilbronn. The gradiometer was built at Thales Alenia Space in France and the acceleration sensors by the French firm Onera.

The total costs of the mission amount to 300 million euros. The largest contribution at 66.6 million euros, or 22.2 percent, comes from Germany. The intensive contribution underlines the German Government's serious commitment to sustainable climate research and policies.

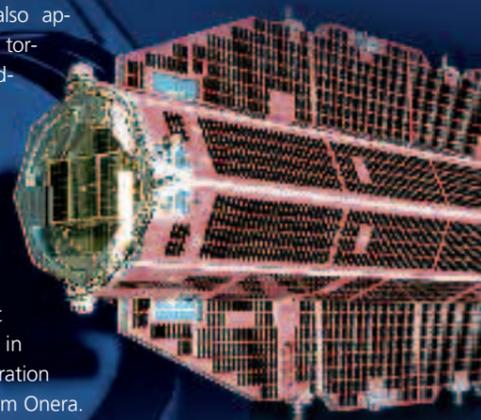
This is also reflected in the contribution made by Germany to research and development on GOCE. Prof. Reiner Rummel, head of the Institute for Astronomical and Physical Geodesy (IAPG) is spokesperson for the GOCE Mission Advisory Group, a kind of GOCE think tank consisting of ten scientists from eight countries, who advise the project team on all scientific matters relating to the implementation of the project. Several German institutes are involved in the development of the High-Level Processing Facility. This consortium is led by the IAPG, which is also home to the GOCE Project Office funded by the DLR Space Agency. The Project Office is tasked with identifying and briefing potential users of the data. It is very important in this respect to bring on board national institutions who can set up support programs. For example, the analysis and scientific application of this mission's output is being supported through the Geotechnology Program of the Federal Ministry for Education and Research (German abbreviation: BMBF) and the German Research Foundation's (German abbreviation: DFG) priority program "Mass Transport and Mass Distribution in the Earth System."

#### Further information about GOCE:

[www.goce-projektbuero.de](http://www.goce-projektbuero.de)  
[www.esa.int/esaLP/LPgoce.html](http://www.esa.int/esaLP/LPgoce.html)  
[www.geotechnologien.de/index\\_en.html](http://www.geotechnologien.de/index_en.html)

*Sabine Lange is responsible for Public Relations at the Institute for Astronomical and Physical Geodesy (IAPG) at the Technical University of Munich.*

*Dr. Bernd Vennemann works as a scientist in the Earth Observation department of the DLR Space Agency.*



Bild/picture: ESA

# Waldbrandbekämpfung aus dem All

Testsatellit BIRD hat Erwartungen übertroffen

Im Gespräch mit Dr. Eckehard Lorenz von der Einrichtung Optische Informationssysteme am DLR-Institut für Robotik und Mechatronik in Berlin-Adlershof

Von Michael Müller



Dr. Eckehard Lorenz, DLR

Man kann es schon am Mittelmeer oft genug erleben: Im Sommer haben Waldbrände Hochkonjunktur. Um ausgetrocknete, weitflächige Wald- und Buschregionen zu überwachen, schickt zum Beispiel die französische Administration sogar Pfadfindergruppen an besonders gefährdete Orte. Kamerasysteme können hier zusätzlich von Nutzen sein. Doch wie weit ist die Forschung in punkto satellitengestützte Waldbrand-Früherkennung inzwischen gediehen?

Das DLR hat mit dem Forschungssatelliten BIRD (Bispektrale Infrarot Detektion) gute Erfolge erzielt. Mit dem Projekt zur Infrarot-Fernerkundung der Erde demonstrierte das DLR-Institut für Robotik und Mechatronik in Berlin-Adlershof erstmals sein Know-how als Systemführer bei Missionen mit Kleinsatelliten. Weiterhin sind in das Projekt die Fernerkundungsstation Neustrelitz, das Raumfahrt-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen, die Mobile Raketenbasis sowie weitere DLR-Forschungsinstitute eingebunden. Mit BIRD wurde nicht nur technologisches Neuland im Bereich neuartiger Sensoren beschritten, auch das Missionskonzept mit kurzer Projektlaufzeit, kleinem Management-Team und minimalen Entwicklungs- sowie Betriebszeiten stellte eine Zäsur im Satellitenbetrieb dar. Der dabei anvisierte Kostenaufwand pro Gewichtseinheit war ebenso bemerkenswert wie das Nutzlast/Satelliten-Massenverhältnis von 33 Prozent (bisher typisch waren 15 Prozent). Der Start von BIRD erfolgte am 22. Oktober 2001 von Indien aus in einen 572 Kilometer hohen Erdborbit.

Mit Dr. Eckehard Lorenz sprachen wir über die Mission und geplante Folgeprojekte.

**Wie erkennt ein Satelliteninstrument per Infrarot einen Waldbrand aus dem All, auch bei ungünstigen Wetterverhältnissen?**

# Forest Fire Fighting from Space

Test Satellite BIRD Exceeds Expectations

An interview with Dr. Eckehard Lorenz of the Optical Information Systems facility at the DLR Institute of Robotics and Mechatronics in Berlin-Adlershof

By Michael Müller

Summer is boom time for forest fires, something that we have seen all too often on the Mediterranean. The French administration has even resorted to sending groups of Scouts out to areas of particularly high risk in its attempts to monitor large areas of dry forest and scrub. Camera systems can also be of use here. But to what extent has research moved forward as regards the early detection of forest fires using satellite-based systems?

The DLR has achieved great success with the BIRD (Bi-spectral InfraRed Detection) research satellite. This infrared Earth remote sensing project has allowed the DLR Institute of Robotics and Mechatronics in Berlin-Adlershof to demonstrate their know-how for the first time as a system leader on a small-satellite mission. Also involved in the project are the Neustrelitz Remote Sensing Ground Station, the DLR Space Operations in Oberpfaffenhofen, the Mobile Rocket Base, and other research institutes of the DLR. BIRD not only represents an excursion into new technological territory in the field of sensors, but also marks a turning point in the way satellites are operated thanks to the project's short-duration mission concept, the small management team, and the minimal development and operating times. Equally remarkable were the target cost per unit weight and the payload/satellite mass ratio of 33 percent (previously this was typically 15 percent). BIRD was launched on October 22, 2001 from India into Earth orbit at an altitude of 572 kilometers.

Dr. Eckehard Lorenz spoke to us about the mission and the follow-on projects that are being planned.

**How does infrared allow a satellite instrument to detect a forest fire from space, even if weather conditions are unfavorable?**

**Lorenz:** In contrast to the visible spectrum that we are familiar with, infrared cameras do not necessarily need sunlight to record an image, since they measure the thermal radiation that is given off by all objects. There are two spectral windows in which the atmosphere is transparent to infrared, and the cameras are designed correspondingly. Even smoke clouds are partially transparent in the infrared range, meaning that a measurement is still possible. Only clouds prevent the camera from viewing the Earth's surface. In terms of forest fire monitoring, this is actually less of a problem because the probability of a fire is lower when the sky is overcast.

**Can natural events such as forest fires and volcanic eruptions be detected even in their early stages, thereby allowing preventive measures to be introduced in good time?**

**Lorenz:** The infrared cameras on BIRD are able to detect and measure very small, nascent fires (down to five square meters). That is

Waldbrandbekämpfung in den USA (picture alliance/dpa)

Fire suppression in the United States (picture alliance/dpa)



**Lorenz:** Im Unterschied zu dem uns vertrauten sichtbaren Spektralbereich benötigen Infrarotkameras nicht unbedingt Sonnenlicht für eine Aufnahme, da sie die von allen Objekten abgegebene Wärmestrahlung direkt messen. Die Atmosphäre ist in zwei Spektralfenstern transparent für das Infrarot und die Kameras werden entsprechend darauf abgestimmt. Auch Rauchwolken sind für den Infrarotbereich teilweise durchsichtig, sodass eine Messung möglich ist. Lediglich Wolken verhindern einen Blick auf die Erdoberfläche. Bezogen auf die Beobachtung von Waldbränden ist dies jedoch ein kleineres Problem, da bei Bewölkung auch die Wahrscheinlichkeit von Bränden sinkt.

**Können Naturereignisse wie Waldbrände oder Vulkanausbrüche bereits im beginnenden Stadium entdeckt werden, damit rechtzeitig Präventionsmaßnahmen eingeleitet werden können?**

**Lorenz:** Die Infrarotkameras von BIRD sind in der Lage, sehr kleine Feuer (von bis zu fünf Quadratmetern) schon in der Entstehung zu erkennen und zu vermessen. Das ist bisher Rekord und daher hat BIRD auch weltweit sehr großes Interesse bei den für die Brandbekämpfung zuständigen Einrichtungen gefunden. Bei Vulkanen sieht es etwas ungünstiger aus, da eine Eruption in der Regel schlagartig auftritt und damit Präventionsmaßnahmen nicht rechtzeitig eingeleitet werden können. Es gibt Theorien, die besagen, dass sich eine Eruption durch leichte Erwärmungen der Umgebung ankündigen, jedoch ist dies noch nicht gesichert. Da BIRD auch solche geringen Temperaturerhöhungen messen kann,

the current record and explains why BIRD has also attracted a great deal of interest from organizations responsible for firefighting across the globe. With volcanoes, the situation is not quite so good as eruptions tend to occur suddenly, meaning it is not possible to take preventive measures in time. There are theories that suggest that an eruption is preceded by a slight increase in the temperature of the surrounding area, but this is not yet proven. Since BIRD is also able to measure slight temperature increases of this type, this is an area that we want to explore in more detail with further experiments. Measurement data from active volcanoes is also of great interest to the specialists, however, as this helps them improve their understanding of the phenomenon of volcanism.

**Should satellite-based early detection of forest fires be seen as a rival or a partner to ground-based systems?**

**Lorenz:** Ground-based systems are generally limited to one location and can only be used in relatively flat areas. Satellite-based early detection of forest fires is of global significance as it also covers very remote areas. In the USA, Canada, and Australia, often aircrafts must be used to identify forest fires. This becomes pretty expensive when large areas are involved, meaning that the cost of a satellite system with global coverage would soon be recouped, a fact that experts in the field have confirmed to us repeatedly. Unfortunately, the various multinational projects have been very hesitant to move in this direction.

wollen wir dies mit weiteren Experimenten genauer untersuchen. Aber auch Messdaten von aktiven Vulkanen finden bei Fachleuten großes Interesse, da sie das Verständnis des Phänomens Vulkanismus verbessern.

### Ist satellitengestützte Waldbrand-Früherkennung in Konkurrenz oder als Ergänzung zu erdgebundenen Maßnahmen zu sehen?

**Lorenz:** Erdgebundene Maßnahmen sind in der Regel lokal eingeschränkt und auch nur in relativ ebenen Gebieten anwendbar. Die satellitengestützte Waldbrand-Früherkennung ist global von Bedeutung, da sie auch abgelegene Gebiete erfasst. In den USA, Kanada oder auch in Australien werden häufig Flugzeuge zur Entdeckung von Waldbränden eingesetzt. Bei großen Flächen wird dies relativ teuer, sodass sich ein Satellitensystem im globalen Maßstab bald amortisieren würde, das haben uns Fachleute immer wieder bestätigt. Leider entwickeln sich die verschiedenen multinationalen Projekte in dieser Richtung noch sehr zögerlich.



Satellitenbild von Waldbränden in Kalifornien (ESA)

Picture taken by satellite shows forest fires in California (ESA)

### Welche Erfolge hat BIRD bislang erzielt?

**Lorenz:** BIRD ist ein experimenteller Satellit, der aber alle Erwartungen bei Weitem übertroffen hat. Bei den großen Waldbränden 2003 in Portugal konnten wir einen konkreten Nutzen direkt nachweisen. Entsprechende Aufnahmen mit BIRD konnten wir fast ohne Zeitverzögerungen in die Webseite des Global Fire Monitoring Center in Freiburg stellen, die weltweit von den Brandbekämpfungsorganisationen genutzt wird. Kurz darauf erhielt das GFMC aus Portugal die Bestätigung, dass die effektive Organisation der Brandbekämpfung erst durch diese Bilder möglich wurde.

Aber ein ganz anderer Aspekt der globalen Feuerbeobachtung ist noch von Bedeutung. Studien zufolge werden global bis zu 30 Prozent der Treibhausgase wie CO<sub>2</sub> durch Waldbrände verursacht. Mit der Feuerbeobachtung kann die Forschung also auch zur Verbesserung der Klimamodelle beitragen und dort, wo eine Brandbekämpfung möglich ist, auch zu einer Reduktion der Gasemission.

### Wie ist der gegenwärtige Status von BIRD?

**Lorenz:** BIRD war eigentlich nur für ein Jahr ausgelegt. Der Satellit hat aber noch bis 2004 exzellente Bilder geliefert. Erst dann kam

### Could you tell us some of BIRD's achievements to date?

**Lorenz:** BIRD is an experimental satellite, but one that has massively exceeded all expectations. The large forest fires of 2003 in Portugal gave us the opportunity to obtain a direct, tangible proof of the system's utility. Using BIRD, we were able to upload relevant images, with almost no delay, onto the website of the Global Fire Monitoring Center in Freiburg, which is used by fire fighting organizations worldwide. Shortly afterwards, the GFMC received confirmation from Portugal that organizing the firefighting effort effectively was only possible thanks to these images.

There is another completely different aspect of global fire monitoring that is also significant. According to studies, forest fires cause up to 30 percent of global emissions of greenhouse gases such as CO<sub>2</sub>. Researchers are therefore also able to use the fire monitoring system to help improve climate models and, where it is possible to fight a fire, also bring about a reduction in gas emissions.

### What is the current status of BIRD?

**Lorenz:** BIRD was actually only designed to be used for one year. Nonetheless, the satellite continued to deliver excellent images until 2004. It was only then that one of the modules failed, causing problems with the satellite control system. The infrared cameras are still working superbly to this day, but unfortunately the images are generally distorted due to the limited range of movement of the satellite.

### How big does a forest fire actually need to be before BIRD can perceive it?

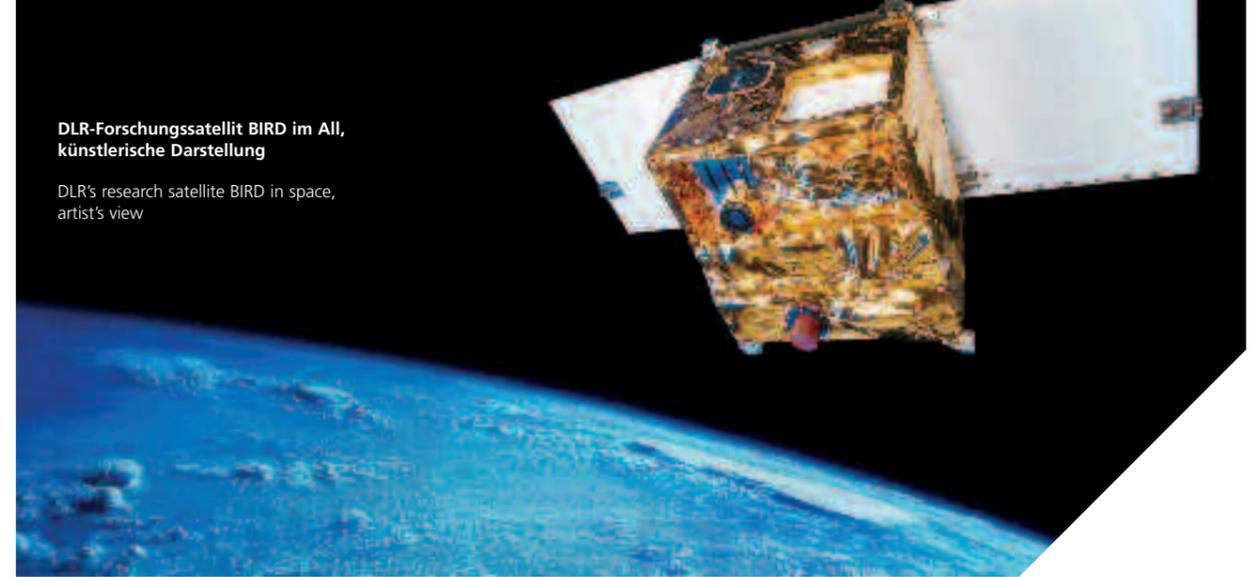
**Lorenz:** The smallest correctly measured fire that could be verified was a bonfire measuring two meters by two meters.

### And how does BIRD'S main instrument, the pushbroom sensor, work?

**Lorenz:** Standard cameras use a sensor matrix in order to capture an image. A pushbroom sensor uses just one row and uses the movement of the satellite to scan the surface of the Earth. This is the same principle as that used in a modern photocopier.

DLR-Forschungssatellit BIRD im All, künstlerische Darstellung

DLR's research satellite BIRD in space, artist's view



es zum Ausfall eines Moduls, was die Steuerung des Satelliten beeinflusste. Die Infrarotkameras arbeiten bis zum heutigen Tag hervorragend, leider sind die Bilder durch die eingeschränkte Beweglichkeit des Satelliten meist verzerrt.

### Wie groß muss ein Waldbrand eigentlich sein, damit BIRD ihn aufspüren kann?

**Lorenz:** Das kleinste Feuer, das nachweislich richtig vermessen wurde, war ein Lagerfeuer von der Größe zwei mal zwei Meter.

### Und wie funktioniert das Hauptinstrument von BIRD, der Pushbroom-Sensor?

**Lorenz:** Normale Kameras nutzen eine Sensormatrix, um ein Bild aufzunehmen. Ein Pushbroom-Sensor nutzt nur eine Zeile und scannt durch die Bewegung des Satelliten die Erdoberfläche ab. Es ist das gleiche Prinzip, wie es die modernen Kopierer nutzen.

### Wie lange dauert es in der Regel vom Zeitpunkt der Erfassung eines Brandherdes, bis die Daten prozessiert und zur Erde gefunkt sind?

**Lorenz:** Die Bilddaten sind recht umfangreich und es werden spezielle Empfangsstationen benötigt. Daher ist der Zeitraum zwischen Aufnahme und Datennutzung stark abhängig von dem Ort der Aufnahme und der Lage der nächsten nutzbaren Bodenstation. Im schlimmsten Fall können es etwa zwölf Stunden sein. Im Laufe der Arbeit mit BIRD haben wir Kontakt zu verschiedenen Bodenstationen im In- und Ausland aufgebaut und diese Zeit so deutlich reduziert. In Deutschland haben wir zwei Empfangsstationen: eine in Neustrelitz und eine in Weilheim.

### Kann man sagen, dass BIRD beziehungsweise dessen Software mittels spezieller Algorithmen zu Rauchentwicklung und -dynamik gelernt hat, verschiedene Hitzequellen zu unterscheiden und damit Forschern und Einsatzkräften einen Teil ihrer Arbeit abnimmt?

**Lorenz:** Dies kann man ohne Weiteres behaupten. Wir haben durch die Zusammenarbeit mit den Anwendern unserer Daten eine ständige Anpassung unserer Datenprodukte auf deren Bedürfnisse realisiert und so zur Verbreiterung dieser Methodik beigetragen. Der Umgang mit Fernerkundungsdaten ist ja für Feuerwehrleute noch nicht Alltag, sodass hier noch weitere Verbesserungen notwendig sind.

### How long does it usually take from the moment a fire source is detected until the data has been processed and received on Earth?

**Lorenz:** The image data is extremely detailed and requires the use of special ground control stations. The delay between capturing an image and being able to use the data therefore strongly depends on the location of the image and the position of the next suitable ground station. In the worst case, the delay can be as long as twelve hours. During the course of our work with BIRD, we have established contact with various stations at home and abroad, allowing us to reduce this time considerably. In Germany, we have two ground control stations, one in Neustrelitz and one in Weilheim.

### BIRD, or rather its software, has special algorithms relating to the formation and dynamics of smoke. Is it true to say that this has allowed the system to learn how to distinguish between different heat sources, thereby taking some of the burden off researchers and emergency response teams?

**Lorenz:** Yes, without a doubt. The collaboration with the users of our data has allowed us to continually adapt our data products to meet their requirements, which in turn has contributed to extending the reach of this methodology. Interpreting remote sensing data is still not exactly part of the day-to-day work of a fire crew, however, so there are still further improvements to be made here.

### Who – apart from the DLR – has access to the data, and how can access be obtained?

**Lorenz:** Every interested user can obtain data from us. Provision of a disaster network, such as the Global Monitoring for Environment and Security (GMES) service in Europe, is still in the development phase. BIRD has therefore only been integrated into partial ESA projects, such as FUEGOSAT in 2003.

### What exactly is FUEGOSAT?

**Lorenz:** FUEGOSAT is an initiative of those Mediterranean countries, particularly Spain, that are especially affected by forest fire problems. During a period going back over ten years, this initiative has embraced a number of different projects aimed at developing the technology and methodologies in the field, some of which we were involved in. Currently, we are discussing the integration of this initiative into GMES.

### Wer hat – außerhalb des DLR – Zugriff auf die Daten, wie kann man Zugang erhalten?

**Lorenz:** Daten kann jeder interessierte Nutzer von uns beziehen. Ein Disaster-Netzwerk ist derzeit noch im Entwicklungsstadium – in Europa etwa das Global Monitoring for Environment and Security (GMES). Daher ist BIRD nur in partielle ESA-Projekte eingebunden gewesen, etwa 2003 in FUEGOSAT.

### Worum geht es konkret bei FUEGOSAT?

**Lorenz:** FUEGOSAT geht auf eine Initiative der Mittelmeerländer, insbesondere Spanien, zurück, die ja besonders von der Waldbrandproblematik betroffen sind. Seit mehr als zehn Jahren sind hierbei diesbezüglich verschiedene Projekte zur Entwicklung von Technologie und Methodik durchgeführt worden, an denen wir auch teilweise beteiligt waren. Derzeit wird eine Einbindung dieser Initiative in GMES diskutiert.

### Zur Entdeckung welcher Waldbrände hat BIRD beigetragen?

**Lorenz:** In Australien brennt es regelmäßig um den Jahreswechsel, sodass es für diesen Kontinent bis 2004 entsprechende Daten gibt. Portugal, aber auch Spanien, Italien und auch Griechenland sind durch BIRD-Daten bedient worden. Auch den amerikanischen Kontinent hat BIRD beobachtet. Kanada und die USA haben erhebliche Probleme mit Waldbränden, aber auch Südamerika.

### Welchen Anteil hatten externe Einrichtungen – wie Fraunhofer Institut, Astro- und Feinmechanik Adlershof, Global Fire Monitoring Center Freiburg (GFMC), TU Berlin – an der Entwicklung und am Bau von BIRD?

**Lorenz:** Bis auf das GFMC sind die externen Einrichtungen mit Zuarbeiten zum Satelliten und dessen Instrumentierung beteiligt gewesen. Das GFMC hat uns bei der Anwendungs-Methodik und der Datenverbreitung maßgeblich unterstützt.

### Gab es seit dem Start von BIRD signifikante Verbesserungen der Bildauswertungs-Software?

**Lorenz:** Es gab in verschiedenen Richtungen eine ständige Verbesserung der Auswerte-Methodik und der dafür notwendigen Software. Es gab eine Reihe von ESA-Projekten mit internationaler Beteiligung, die genau in diese Richtung zielten – ein Beispiel hierfür ist ECOFIRE.

### Was sind die Erkenntnisse aus der BIRD-Mission, auch im Hinblick auf Probleme, wie etwa dem Ausfall des Haupt-sensors des Kreisel-systems für die Lageregelung?

**Lorenz:** Die BIRD-Mission sollte auch die Kostenvorteile eines Kleinsatelliten aufzeigen. Dabei muss man insbesondere lernen, den goldenen Schnitt zu finden zwischen aufwändigen Technologien und Testprozeduren einerseits und einer akzeptablen Zuverlässigkeit andererseits. Im Wesentlichen ist dies auch gelungen, denn die projektierte Laufzeit wurde von allen Komponenten deutlich übertroffen, auch von dem Kreisel-system. In diesem speziellen Fall hätte man vielleicht noch ein wenig mehr in eine redundante Auslegung investieren können.



### Gibt es – auch im Ausland – kommerzielle Interessenten für die Expertise des DLR auf dem Gebiet der Waldbrandfrüherkennung?

**Lorenz:** Definitiv ja – und es wird auch in dieser Richtung ernsthaft verhandelt. Aber dies ist ein komplizierter Prozess. Die kommerzielle Nutzung der Erderkundung steht erst am Anfang.

### Was kommt nach BIRD?

**Lorenz:** Im Rahmen des On Orbit Verification-Programms des DLR Raumfahrt-Agentur soll 2010 der TET-1-Satellit gestartet werden, dessen Technik auf BIRD basiert. Unter anderem ist unsere Einrichtung mit einer BIRD-ähnlichen Payload zur Feuerbeobachtung vertreten.

*Michael Müller ist Mitarbeiter im Bereich Unternehmenskommunikation der DLR Raumfahrt-Agentur.*



Waldbrand in Griechenland, brennendes Lagerhaus in Athen (picture alliance/dpa)

Forest fire in Greece, a burning depot in Athens (picture alliance/dpa)

### Where has BIRD helped to discover forest fires?

**Lorenz:** In Australia, fires usually burn around the New Year period, meaning that for this continent there is data up until 2004. Portugal, but also Spain, Italy, and Greece, Greece, were supplied with BIRD data. BIRD was also used to monitor the American continent. Canada and the USA have major problems with forest fires, as does South America.

### To what extent has the development and construction of BIRD been carried out by external institutions, such as the Fraunhofer Institute, Astro- und Feinwerktechnik Adlershof, Global Fire Monitoring Center Freiburg (GFMC), and the Berlin Institute of Technology?

**Lorenz:** With the exception of the GFMC, the external institutions were involved in the preparation of the satellite and its instrumentation. The GFMC provided a great deal of support in terms of application methodology and data processing.

### Have there been any significant improvements in image evaluation software since the launch of BIRD?

**Lorenz:** There has been continuous improvement of a number of different aspects of evaluation methodology and software required. A series of ESA projects have been undertaken with international participation that were specifically targeted to this area – ECOFIRE is one example here.

### What lessons have been learnt from the BIRD mission, including from problems that are not related to the sensor, such as the failure of the main sensor in the gyro system for the position controller?

**Lorenz:** One of the aims of the BIRD mission was to also demonstrate the cost benefits of a small satellite. Particularly important in this respect was to learn how to find the divine proportion between complex technologies and test procedures on the one hand, and an acceptable level of reliability on the other. For the most part, we were successful in this respect, as all components, including the gyro system, significantly exceeded their projected lifespans. In this particular case, we could perhaps have gone that little bit further and invested in a redundant design.

### Is there any commercial interest in the expertise of the DLR in the field of forest fire early detection, either in Germany or abroad?

**Lorenz:** Yes, absolutely – and this is something that we are taking very seriously. However, it's a complicated process. The use of Earth sensing for commercial purposes is still in its infancy.

### What's next, after BIRD?

**Lorenz:** The launch of the TET-1 satellite, the technology of which is based on BIRD, is planned for 2010 as part of the DLR Space Agency's On Orbit Verification program. Alongside other work, our facility is represented here in the form of a similar payload to BIRD that will be used for fire monitoring.

*Michael Müller is employed in the corporate communications department of the DLR Space Agency.*

# Sechs Jahre SCIAMACHY

Jubiläumsfeier in Vaals

Von Michael Müller

Der Ort der Jubiläumsveranstaltung für das Atmosphärenforschungsinstrument SCIAMACHY am 19. Mai 2008 hätte symbolischer nicht gewählt sein können: Das Schlosshotel Kasteel Bloemendal ist nur einen Steinwurf entfernt von dem deutsch-niederländisch-belgischen Dreiländereck in Vaals bei Aachen. Die Raumfahrtagenturen der drei Staaten waren federführend bei der Planung und Entwicklung des ESA-Erdbeobachtungssatelliten ENVISAT, der die Wissenschaft seit 2002 mit Daten in bis dahin unbekannter Qualität über Veränderungen des Weltklimas versorgt.

Das Thema „Klimaschutz“ ist in den vergangenen beiden Jahrzehnten zu einem vorrangigen politischen Ziel avanciert. Dies hob der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Peter Hintze, bei seiner Eröffnungsrede vor gut hundert an ENVISAT und SCIAMACHY beteiligten Wissenschaftlern hervor: „Um eine Nachfolgeregelung für das Kyoto-Protokoll sicherzustellen, hat die Bundeskanzlerin den Klimaschutz zu einem Hauptthema auf der G8-Konferenz 2007 in Heiligendamm erhoben. Die Verhandlungen zur Kyoto-Nachfolgeregelung begannen letztes Jahr in Bali mit großem Erfolg. Dennoch sind wir noch weit entfernt von dem, was wir erreichen wollen.“

Begonnen hat die Erfolgsgeschichte des „Schattenjägers“ – so die Bedeutung des Wortes SCIAMACHY im Griechischen – zu Beginn der 1970er-Jahre, als Forscher herausfanden, dass menschliches Handeln einen dramatischen Einfluss auf die atmosphärische Ozonschicht hat. Einer dieser Klimaforschungs-Pioniere war der heutige Chemie-Nobelpreisträger Professor Paul Crutzen, damals Leiter des Max-Planck-Institutes für Chemie in Mainz. In Vaals durfte er ebenso wenig fehlen wie Professor John Burrows vom Institut für Umweltpolitik an der Universität Bremen. Er hatte der ESA Ende der 1980er-Jahre vorgeschlagen, das Instrument in die ENVISAT-Mission zu integrieren.

## Vorteile satellitengestützter Atmosphärenbeobachtung

Satellitenmessungen haben für die Beobachtung von Luftverschmutzung, Biomasse-Verbrennung und Bränden mehrere Vorteile gegenüber terrestrischen Beobachtungssystemen: Sie liefern ein globales Bild. Zudem sind sie sehr kosteneffizient. Darüber hinaus stellen sie einen einheitlichen Datensatz bereit, der den direkten Vergleich mit Messungen aus anderen Zeiten und von anderen Orten erleichtert.

SCIAMACHY misst die von Erdboden und Atmosphäre zurückgestreute Sonnenstrahlung. Daraus lassen sich die atmosphärischen Konzentrationen einer Vielzahl von Spurengasen bestimmen. Als erstes und einziges Instrument weltweit kann SCIAMACHY systematisch Luftverschmutzungen der unteren Atmosphärenschichten von natürlichen Inhaltstoffen der darüberliegenden Schichten unterscheiden. So liefert es Informationen über die Ozonschicht, einschließlich des Ozonloches über der Antarktis. Auch können seine Daten zur Kartierung der Verteilungen von

# Six Years of SCIAMACHY

Anniversary Event at Vaals

By Michael Müller

The location of the anniversary celebrations for the SCIAMACHY atmospheric research instrument on May 19, 2008 could not have been any more symbolic: The Kasteel Bloemendal country house hotel in Vaals near Aachen is but a stone's throw from the point where the borders of Germany, the Netherlands, and Belgium meet. The space agencies of the three countries were jointly responsible for the planning and development of the ESA Earth observation satellite, ENVISAT, which has been providing scientists with data of hitherto unknown quality about the way the world's climate is changing since 2002.

Over the last two decades, the subject of "climate protection" has developed into a primary political goal. This was emphasized by the German Parliamentary Secretary of State in the Federal Ministry of Economics and Technology, Peter Hintze, during his opening speech delivered to the assembly of over one hundred scientists who have participated in the ENVISAT and SCIAMACHY projects: "In order to secure a follow-up agreement to the Kyoto Protocol, the Federal Chancellor raised the status of climate protection to be one of the main themes of the 2007 G8 Conference in Heiligendamm. The negotiations on the Kyoto follow-up agreement began last year in Bali with great success. Nonetheless, we are still far from what we want to achieve."

The success story of the "shadow hunter" – which is the meaning of the word SCIAMACHY in the Greek language – started at the beginning of the 1970s when researchers first discovered that human actions were having a dramatic effect on the atmospheric ozone layer. One of these climate research pioneers was Professor Paul Crutzen, today's Nobel Prize laureate in chemistry, who was the head of the Max-Planck Institute for Chemistry in Mainz at that time. Along with Professor John Burrows of the Institute of Environmental Physics at the University of Bremen, he was someone who simply could not be missing at Vaals. John Burrows was the man who, at the end of the 1980s, proposed to the ESA that the instrument should be integrated into the ENVISAT mission.

## Advantages of satellite-based atmospheric monitoring

Satellite measurements for the monitoring of air pollution, biomass burning, and conflagrations have many advantages versus terrestrial monitoring systems. They provide a global picture and are also very cost-efficient. Moreover, they deliver a consistent data set that makes it easy to directly compare measurements from different times and different places.

SCIAMACHY measures the sunlight that is reflected back from the Earth's surface and the atmosphere. This information can be used to determine the atmospheric concentrations of a wide range of trace gases. As the first and only instrument of its kind worldwide, SCIAMACHY can systematically differentiate air pollution in the lower layers of the atmosphere from the naturally occurring components of the layers above. In this way, it provides information on the

Kohlenmonoxid, Glyoxal und Formaldehyd verwendet werden. Diese Substanzen entstehen als direkte Umweltverschmutzung und bei Bränden; sie haben jedoch auch natürliche Quellen in der Biosphäre. Des Weiteren misst SCIAMACHY die Konzentration der Treibhaus-Gase Kohlendioxid und Methan vom oberen Rand der Atmosphäre bis hinunter auf die Erdoberfläche, wo die Emissionen entstehen. Nicht zuletzt überwacht das Instrument die Konzentration von Stickstoffdioxid. NO<sub>2</sub> entsteht als Abgas beim Verkehr, bei der Energieerzeugung sowie in der Industrie und landwirtschaftlichen Produktion. Außerdem ist Stickstoffdioxid an der Entstehung von Sommersmog beteiligt.

## CO<sub>2</sub>: Europa stagniert, Anstieg in China

Als Ergebnis der Maßnahmen, die mit dem inzwischen von 190 Staaten ratifizierten Montrealer Abkommen von 1987 und seinen Erweiterungen in Kraft gesetzt wurden, erkennt SCIAMACHY erste Anzeichen für eine Stabilisierung der Ozonkonzentration. Eine Erholung lässt sich noch nicht eindeutig feststellen, diese wird in globalem Maßstab erst Mitte dieses Jahrhunderts erwartet. Im März dieses Jahres gelang es den Umweltforschern der Universität Bremen, mit SCIAMACHY-Daten erhöhte vom Menschen verursachte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen nachzuweisen. Demnach befindet sich die höchste Konzentration des Treibhausgases über Europas Hauptballungsgebiet zwischen Amsterdam und Frankfurt. In Westeuropa erkennt das ENVISAT-Instrument nach einer Phase der

ozone layer, including the ozone hole above the Antarctic. Its data can also be used to chart the distribution of carbon monoxide, glyoxal, and formaldehyde. These substances occur as direct environmental pollution and as by-products of burning; they do also have natural sources in the biosphere. SCIAMACHY also measures the concentration of the greenhouse gases carbon dioxide and methane across a zone extending from the uppermost edge of the atmosphere right down to the surface of the Earth where the emissions originate. Last, but not least, the instrument also monitors the concentration of nitrogen dioxide. NO<sub>2</sub> emerges as an exhaust gas from vehicles and energy production, and is also given off by industrial processes and agricultural production. Nitrogen dioxide also contributes to the formation of summer smog.

## CO<sub>2</sub>: Holding steady in Europe, rising in China

As a result of the measures laid down by the Montreal Protocol of 1987 and its subsequent amendments, which have since been ratified by 190 countries, SCIAMACHY has now started to detect the first signs of ozone concentration stabilization. It is not yet possible to firmly establish that a recovery is in progress, indeed this is not expected to occur on a global scale until the middle of this century. In March of this year, environmental researchers at the University of Bremen succeeded in using SCIAMACHY data to demonstrate an increase in the concentration of anthropogenic (man-made)



Gruppenbild der Teilnehmer der SCIAMACHY-Jubiläumsveranstaltung in Vaals

Group picture of the SCIAMACHY anniversary event participants at Vaals

Verbesserung in den 1990er-Jahren nun eine Stagnation des Stickstoffdioxid-Rückganges, die größtenteils auf das gestiegene Verkehrsaufkommen zurückzuführen sein dürfte. Eine starke Zunahme bei Stickstoffdioxid sieht SCIAMACHY in Ländern mit sehr stark wachsender Wirtschaft, insbesondere in China.

#### Was kommt nach 2013?

In Europa war SCIAMACHY wegweisend für die Entwicklung ähnlicher Detektoren wie GOME auf ERS-2 und Metop. Auch könnten zukünftig SCIAMACHY-erprobte Technologien im Rahmen des EU-Projektes Global Monitoring for Environment and Security (GMES) zum Einsatz kommen. Auch außerhalb Europas haben SCIAMACHY-Daten und Auswerteverfahren entscheidend zur Planung zukünftiger satellitengestützter Treibhausgas-Missionen beigetragen, insbesondere zur CO<sub>2</sub>-Mission „Orbiting Carbon Observatory“ (OCO) der NASA und zur japanischen Mission „Greenhouse gas Observing Satellite“ (GOSAT), welche voraussichtlich Ende 2008 beziehungsweise Anfang 2009 starten werden.

Der Nachschub an Daten ist derzeit bis 2010 gesichert. Darüber hinaus sind Gespräche zwischen der ESA und den nationalen Weltraumorganisationen im Gange, die eine Verlängerung der ENVISAT-Mission bis 2013 zum Ziel haben. Darauf wies Dr. Volker Liebig, ESA-Direktor für Erdbeobachtung, bei seinem Abschlussvortrag in Vaals hin. Zu vermeiden ist in jedem Fall – so der Konsens der Teilnehmer an der SCIAMACHY-Feierstunde in Kasteel Bloemendaal – eine mehrjährige Klimadaten-Lücke zwischen dem Ende von ENVISAT und neuen europäischen meteorologischen Missionen, die nach derzeitigem Stand der Planung um das Jahr 2020 zu erwarten sind.

CO<sub>2</sub>. According to their results, the highest concentration of this greenhouse gas is located over Europe's main corridor of urbanization between Amsterdam and Frankfurt. The ENVISAT instrument has identified that the reduction of nitrogen dioxide in Western Europe has now entered a state of stagnation following a period of improvement during the 1990s. This is mainly attributable to an increased volume of vehicular traffic. SCIAMACHY has observed a sharp increase in nitrogen dioxide emissions from countries that are experiencing strong economic growth, particularly China.

#### What will happen after 2013?

In Europe, SCIAMACHY blazed the trail for the development of similar detectors such as GOME on ERS-2 and Metop. Technologies proven on SCIAMACHY could also be deployed in the future within the framework of the EU Global Monitoring for Environment and Security (GMES) project. SCIAMACHY data and evaluation methods have also made decisive contributions outside Europe to the planning of future satellite-based greenhouse gas missions, particularly NASA's CO<sub>2</sub> mission, the "Orbiting Carbon Observatory" (OCO), and the Japanese "Greenhouse gas Observing Satellite" (GOSAT), which is scheduled to be launched at the end of 2008 or early in the year 2009.

Data availability is currently assured until 2010. Looking beyond this, discussions are currently in progress between the ESA and the national space organizations with the aim of extending the ENVISAT mission until 2013. Dr. Volker Liebig, ESA Director of Earth Observation Programs, alluded to this during his closing speech in Vaals. What must be avoided at any rate – that's what the participants agreed upon at the SCIAMACHY celebrations at Kasteel Bloemendaal – was a gap of several years lost climate data between the end of ENVISAT and the new European meteorological missions coming online, something which is not scheduled in the current plan until 2020.

Michael Müller ist Mitarbeiter im Bereich Unternehmenskommunikation der DLR Raumfahrt-Agentur.

Michael Müller is employed in the corporate communications department of the DLR Space Agency.



Links: Prof. Burrows, Principal Investigator des SCIAMACHY-Instrumentes, bei seinem Vortrag, rechts: von links nach rechts: Prof. Ulrich Platt (Universität Heidelberg), Noel Parmentier (belgische Raumfahrtagentur BIRA-IASB), Dr. Volker Liebig (ESA), Peter Hintze (BMWi), Chris Buijink (Generalsekretär im Wirtschaftsministerium der Niederlande)

Left: Prof. Burrows, Principal Investigator of the SCIAMACHY instrument, during his speech, from left to right: Prof. Ulrich Platt (University of Heidelberg), Noel Parmentier (Belgian Space Agency BIRA-IASB), Dr. Volker Liebig (ESA), Peter Hintze (German Federal Ministry of Economics and Technology), Chris Buijink (Secretary General of the Netherlands Ministry of Economic Affairs)



Der DLR-Stand auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung ILA 2008 in Berlin

DLR booth at the Berlin International Air Show ILA 2008

## Großer Auftritt auf der ILA

DLR zieht positive Messebilanz

Von Michael Müller

Es war der bislang größte Auftritt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt auf der Internationalen Luft- und Raumfahrtausstellung (ILA). Rund 240.000 Besucher strömten an den sechs Messetagen Ende Mai bei hochsommerlichen Temperaturen auf das Flughafengelände in Schönefeld. An seinem Stand in Halle 9 auf dem Gelände des zukünftigen Hauptstadtflughafens Berlin Brandenburg International präsentierte das DLR auf gut 600 Quadratmetern zahlreiche Exponate aus seinen Forschungsfeldern Luftfahrt, Raumfahrt, Energie und Verkehr. Hinzu kam die in Kooperation mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) und dem Bund der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI) gestaltete Raumfahrtalle. Auf dem Vorfeld waren Teile der DLR-Forschungsflugzeug-Flotte versammelt. In Sichtweite des absoluten ILA-Publikumsmagneten, des Airbus A380, zeigte sich das DLR-Forschungsflugzeug ATRA vom Typ Airbus A320 erstmals der Öffentlichkeit.

Im Rahmen der ILA schloss das DLR für ATRA (Advanced Technology Research Aircraft) einen Wartungsvertrag mit Lufthansa Technik. In dem Übereinkommen mit zweijähriger Laufzeit geht es einerseits um die Reparatur von Komponenten sowie Übernahme von Checks am Flugzeug und den Triebwerken, andererseits um zukünftige Modifikationen des größten Mitgliedes der DLR-Forschungsflotte. Die ersten Testflüge ab Herbst dieses Jahres sollen der Erprobung lärmärmer An- und Abflugverfahren dienen. Zudem hat das DLR-Institut für Technische Thermodynamik ATRA mit einem Brennstoffzellen-

## Great Appearance at the ILA

DLR looks back on a successful Berlin air show

By Michael Müller

This year saw the German Aerospace Center's greatest appearance to date at the International Aerospace Exhibition and Conferences (ILA). Accompanied by summerlike temperatures, around 240,000 visitors came to the airport grounds in Schönefeld, Germany, during the six-day exhibition at the end of May. Covering an area of more than 600 square meters, the DLR booth in hall 9 on the site of the capital's future airport, Berlin Brandenburg International, hosted numerous exhibits showcasing the DLR's research activities in the fields of aeronautics, space, energy, and transportation. This was complemented by the Space Flight hall, presented in conjunction with the European Space Agency (ESA) and the German Aerospace Industries Association (Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V. - BDLI). Components of the DLR research aircraft fleet was displayed outside on the apron. Within sight of the ILA's main crowd puller, the Airbus A380, the DLR research aircraft, ATRA (Advanced Technology Research Aircraft), was on show to the public for the first time.

During the ILA, DLR concluded a deal with Lufthansa Technik for the maintenance of the ATRA. The agreement, which will run for two years, covers not only the repair of components and performance of checks on the aircraft and its engines, but also future modifications to what is the largest member of the DLR fleet. The first test flights starting in fall of this year are intended to serve as trials for low-noise take-off and landing procedures. In addition, to this, the DLR Institute of Technical Thermodynamics has

system von Michelin ausgestattet. Dieses übernimmt im Testbetrieb für eine Stunde pro Flug die Notstromversorgung und betreibt so – ohne jegliche Schadstoffemissionen – unter anderem die Pumpe eines Hydrauliksystems, das bei einem Ausfall der Triebwerke die Steuerflächen bewegt. Bis 2010 wird ATRA am Rumpf und in der Kabine sukzessive mit weiteren Experimenten bestückt. Auch der industriellen Forschung wird ATRA zur Verfügung stehen: Neben dem Hersteller Airbus haben auch Rolls-Royce, MTU, Liebherr und Diehl ihr Nutzungsinteresse angemeldet.

Ebenfalls während der ILA schlossen das DLR und die Firma IQ wireless GmbH eine strategische Partnerschaft. Ziel ist es, eine gemeinsame Innovationsplattform für Zukunftsbranchen und -märkte zu schaffen. Erste Früchte tragen soll die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der luft- und satellitengestützten Waldbrandfrüherkennung (siehe auch Artikel zu „BIRD“ in diesem Heft). Konkret handelt es sich um die Weiterentwicklung des erfolgreichen bodengestützten Systems „Firewatch“, das in den Wäldern Brandenburgs mit hochauflösenden optischen Sensorsystemen 700 Quadratkilometer Forstgebiet überwacht.

Auch auf europäischer Ebene wurden in Berlin Weichen gestellt: ESA und der spanische Satellitenbetreiber Hispasat unterzeichneten einen Vertrag zum Bau des Telekommunikations-satelliten „Advanced Generation 1“. Hierbei wird erstmals eine neue, in Deutschland entwickelte und mit DLR-Mitteln geförderte Satellitenplattform namens „SmallGEO“ eingesetzt. Diese ist für Nutzlasten bis 300 Kilogramm und eine Leistungsaufnahme von drei Kilowatt ausgelegt. Ende 2011 soll dieser erste SmallGEO-Satellit in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht werden. Mit Advanced Generation 1 hat die deutsche Raumfahrt-Branche – in diesem Fall OHB-System als Systemführer und Tesat Spacecom für die Nutzlast – nach über 25-jähriger Abstinenz in diesem Bereich die Kompetenz zum Bau von Telekommunikationssatelliten zurück gewonnen (siehe hierzu auch den entsprechenden Artikel in COUNTDOWN 6, Seite 32ff.).

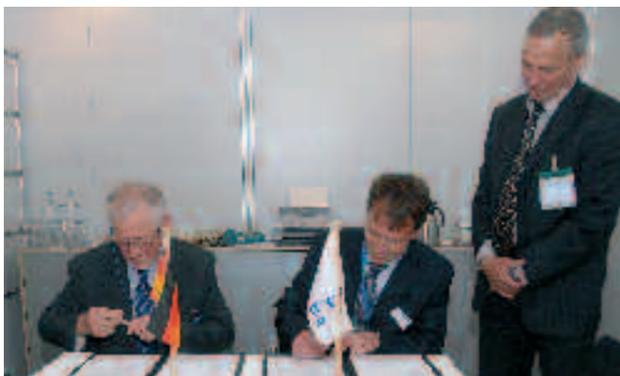
equipped ATRA with a Michelin fuel cell system. In test mode, this supplies the emergency power system for a period of one hour during each flight and operates, among other systems, the pump for a hydraulic system used to move the control surfaces in the case of an engine failure – and all this with zero pollutant emissions. Between now and 2010, ATRA will be equipped with a series of additional experiments in the cabin and on the fuselage. ATRA will also be made available for industrial research: in addition to the manufacturer, Airbus, other companies who have registered their interest include Rolls-Royce, MTU, Liebherr, and Diehl.

DLR also established a strategic partnership with the company IQ wireless GmbH during the course of the ILA. The goal here is to create a common innovation platform for emerging sectors and markets. The first fruits of this collaboration are expected to come in the field of aerial and satellite-based early detection of forest fires (see also the article on "BIRD" in this issue). Specifically, the work will involve the further development of the successful ground-based "Firewatch" system, which uses high-resolution optical sensors to monitor 700 square kilometers of forestry areas in the forests of Brandenburg.



Von links nach rechts: Andreas Schütz (DLR Unternehmenskommunikation), Prof. Johann-Dietrich Wörner (DLR Vorstandsvorsitzender), Thomas Reiter (DLR Vorstand Raumfahrtforschung und -entwicklung), Dr. Ludwig Baumgarten (DLR Vorstand Raumfahrt-Agentur und Projektträger), Prof. Joachim Szodrich (DLR Vorstand Luftfahrt)

From left to right: Andreas Schütz (DLR Corporate Communications), Prof. Wörner (DLR Chairman of the Executive Board), Thomas Reiter (DLR Executive Board member for space research and development), Dr. Baumgarten (DLR Executive Board member for the German Space Agency and DLR's project management organizations), Prof. Szodrich (DLR Executive Board member for Aeronautics)



Von links nach rechts: Prof. Reinhard Schiffel (Geschäftsführer IQ wireless GmbH), Klaus Hamacher (DLR Vorstand administratives und technisches Management), Dr. Rolf-Dieter Fischer (DLR Leiter Technologiemarketing)

From left to right: Prof. Schiffel (Executive Director IQ wireless Ltd.), Klaus Hamacher (DLR Executive Board member for administrative and technical management), Dr. Fischer (director of the DLR Technology Marketing department)

A new course was also set at the European level during the week in Berlin, with the ESA and the Spanish satellite operator Hispasat signing a contract to build the "Advanced Generation 1" telecommunications satellite. This will see the first ever deployment of the new "SmallGEO" satellite platform, which was developed in Germany with funding from the DLR. It is designed for payloads up to 300 kilograms and a power consumption of three kilowatts. The first SmallGEO satellite is scheduled to be launched into geostationary orbit towards the end of 2011. The Advanced Generation 1 deal means that the German astronautics sector – represented in this case by OHB Bremen acting as systems leader and Tesat Spacecom in charge of payload – has finally been given the opportunity to take responsibility for building a telecommuni-



Die Crew von STS 122 schildert die Höhepunkte der Mission Columbus

The STS 122 crew, describing the highlights of mission Columbus

Ein Höhepunkt der abschließenden Besuchertage war für viele Schaulustige, die an den heißen Tagen den Gang in die abgedunkelte Raumfahrthalle nicht scheuten, der Besuch der Crew von Space Shuttle-Mission STS 122, die im Februar 2008 das europäische Forschungsmodul COLUMBUS erfolgreich zur Internationalen Raumstation gebracht hatte (siehe COUNTDOWN 6, S. 14ff.). Zusammen mit seinen NASA-Kollegen Steve Frick, Alan Poindexter, Rex Walheim, Leland Melvin und Stan Love besichtigte der deutsche ESA-Astronaut Hans Schlegel unter anderem ein begehrtes 1:1-Modell des COLUMBUS-Moduls und eine Industriestudie zur Weiterentwicklung des im März zur ISS gestarteten Automatischen Transportraumschiffs ATV im Hinblick auf eine mögliche zukünftige Verwendung als Crewfahrzeug. Vor staunendem Publikum berichteten die „Space Walker“ Schlegel, Walheim und Love von ihren Erfahrungen bei den insgesamt drei Außeneinsätzen im Verlauf von STS 122. Aber auch gestandene Astronauten sind noch zu beeindruckend. Bei der Visite des Airbus A380 und der Flugshow des Kampffljets EF 2000 Typhoon, besser bekannt als „Eurofighter“, hatten sich Schlegel und Kollegen sehr interessiert gezeigt und die Gelegenheit zu privaten Erinnerungsfotos genutzt – der beste Beweis dafür, dass die ILA selbst für Brancheninsider eines der Highlights der ersten Jahreshälfte 2008 war.

Michael Müller ist Mitarbeiter im Bereich Unternehmenskommunikation der DLR Raumfahrt-Agentur.

cations satellite after a period of abstinence lasting over 25 years (see also the article on this subject starting on page 32 of COUNTDOWN 6).

One highlight of the final visitor days for the many onlookers who did not shy away from the darkened Space Flight hall on those hot days was the visit of the crew of Space Shuttle-Mission STS 122, which successfully delivered the European research module, COLUMBUS, to the International Space Station (see COUNTDOWN 6 from page 14). Together with his colleagues from NASA (Steve Frick, Alan Poindexter, Rex Walheim, Leland Melvin, and Stan Love), the German ESA astronaut Hans Schlegel took time to view several exhibits, including a full-scale, walk-in model of the COLUMBUS module and an industrial study into the further development of the Automated Transfer Vehicle (ATV) for possible future use as a crew transporter. The ATV was launched in March to supply the ISS. The "space walkers," Schlegel, Walheim, and Love, wowed the crowds with tales of their experiences during a total of three extra-vehicular activities undertaken in the course of mission STS 122. But it seems there are still ways to impress even seasoned astronauts: Schlegel and his colleagues showed keen interest in the visit of the Airbus A380 and the aerial display put on by the EF 2000 Typhoon fighter jet, better known as "Eurofighter." They also took the opportunity to get some personal souvenir photographs - perhaps the best proof of all that, even for industry insiders, the ILA was one of the most fascinating events of the first half of 2008.

Michael Müller is employed in the corporate communications department of the DLR Space Agency.

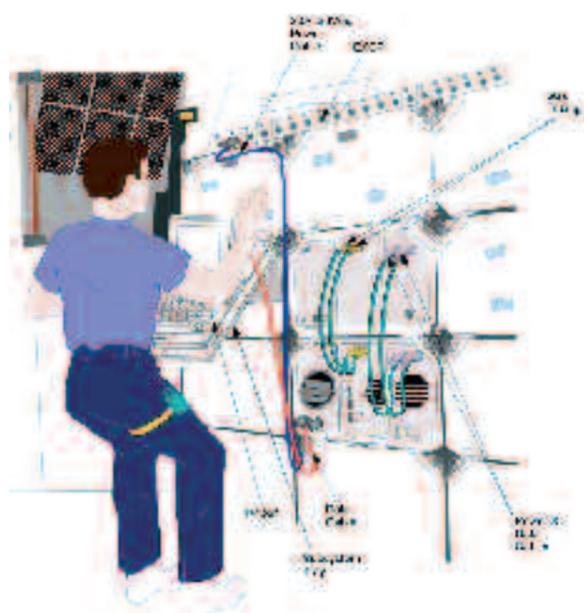
# ANITA seit einem Jahr auf der ISS

Von Norbert Henn

ANITA (Analysing Interferometer for Ambient Air), die erste europäische ISS-Infrastruktureinrichtung mit maßgeblichem deutschen Beitrag, arbeitet seit August 2007 auf der Internationalen Raumstation. Das Infrarot-Spektroskop auf FTIR-Basis (Fourier Transformed Infrared Spectroscopy) zur Analyse der Kabinenluftzusammensetzung wurde von der Firma Kayser-Threde, München, im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA gebaut.

Die ersten Entwicklungsarbeiten begannen bereits 1990. In der von der damaligen DARA – heute DLR Raumfahrt-Agentur – finanzierten Untersuchung „Trace Gas Monitoring“ wurde ein Demonstrationsmodell erstellt. Die Ingenieur- beziehungsweise Flugmodellentwicklung begann 2001 im Rahmen der ESA „General Support Technology Programme“.

Die Entwicklung gewann nicht zuletzt an Bedeutung, weil die NASA sich für das Gerät interessierte: Der an Bord der ISS befindliche „NASA Volatile Organic Analyzer“ funktionierte seit einigen Jahren nicht mehr, Luftproben mussten je nach Transportmöglichkeit zum Boden gebracht werden und konnten – nicht ganz ungefährlich für die ISS Crew – erst mit sechsmonatigem Zeitverzug analysiert werden. Nach der Fertigung des ANITA-Prototyps wurde zum Austesten der mikrogravitationskritischen Komponenten im März 2004 eine Parabelflugkampagne mit Erfolg durchgeführt.



ANITA's Position im Expressrack des Destiny-Moduls der ISS

Position of ANITA inside the express rack of the Space Station's Destiny module

# ANITA on the ISS for one year

By Norbert Henn



Das Umgebungs-luftanalyse-Interferometer ANITA

Analysing Interferometer for ambient air, ANITA

ANITA (Analysing Interferometer for Ambient Air), the first European system element on the ISS to feature a substantial German contribution, has been in operation since August 2007 on the International Space Station. The Fourier transform infrared (FTIR)-based infrared spectroscope analyzes the composition of the air inside the cabin. The instrument was built by Kayser-Threde of Munich on behalf of the European Space Agency (ESA).

The initial developmental work already started in 1990. A demonstration model was built as part of the "Trace Gas Monitoring" experiment financed by DARA, which later became today's DLR Space Agency. Development of engineering and flight models began in 2001 as part of the ESA "General Support Technology Programme."

The development gained in importance, not least because NASA had taken an interest in the device: The "NASA Volatile Organic Analyzer" installed on the ISS had not worked for a number of years, meaning that air samples had to be transported back to Earth whenever transport was available. Since this could potentially take as long as six months, this situation was not entirely without risk for the crew. The ANITA prototype successfully completed a series of parabolic flights in March 2004 to test the microgravity-critical components.

The placement on the station and details of the mission and testing were negotiated with NASA:

- ESA provided the instrument, while NASA accounts for the crew time, transportation of the device to the station, and mounting of the instrument in an EXPRESS Rack on the American Destiny module.
- NASA will receive analysis data throughout the mission.
- The flight experiment comprises an initial package of test measurements for the first ten days and a subsequent "run-until-death" phase.

ANITA was launched on August 8, 2007 on board the American Space Shuttle Endeavour (Flight STS-118).

Nachdem in Verhandlungen mit der NASA die Unterbringung auf der Station sowie die Missions- und Testdetails geklärt wurden, konnte ANITA für den Transport mit dem Shuttle vorbereitet werden. Der Start der Endeavour (Flug STS-118) erfolgte am 8. August 2007. Die Missionsvereinbarungen sind:

- ESA stellt das Instrument, NASA zahlt die Crew-Zeit, den Transport des Geräts zur Station und die Unterbringung im Express Rack des Destiny-Moduls
- NASA erhält die Analysedaten während der Mission
- Das Flugexperiment beinhaltet als Basispaket Testmessungen für zehn Tage, danach „Run-until-death“.

Nach der Inbetriebnahme zeigte sich zusätzlicher Kalibrierungsbedarf, der durch Software-Updates vom Boden aus gedeckt wurde. Während der Testkampagne erhielten ESA, Kayser-Threde und der norwegische Partner Sintef 20 Prozent der Messdaten, wobei ANITA zwei Messungen pro Stunde durchführte; 80 Prozent der Messdaten verbleiben bis zum Ende der Kampagne auf dem Experiment-Laptop an Bord der Raumstation.

Insbesondere zur Überraschung der NASA-Experten wurden Stoffe in der Kabinenluft gemessen, die man neben den anzunehmenden Standardverunreinigungen nicht erwartet hatte: So wurden zum Beispiel SF<sub>6</sub> (Schwefel-Hexafluorid) oder Spuren des Kühlmittels Freon 218 gemessen. Überrascht waren die Experten ebenfalls von der präzisen zeitlichen Auflösung der Messungen. Es konnten kleinste Veränderungen der Luftzusammensetzung bei Docking-Manövern, Öffnen der Luftschleusen oder im Verlauf bestimmter Experimente gemessen werden. Hier waren vor allem die dezentralen Messungen aufschlussreich. Dabei werden Luftproben in einen Container gesogen und von ANITA anschließend analysiert. Parallel zu den On-board-Messungen wurden ebenfalls Proben mit sogenannten „Grab Samplers“ genommen, die nach Rücktransport zum Boden als Referenzproben ausgewertet werden.

Die Mission kann schon jetzt als großer Erfolg gesehen werden; die NASA möchte das Gerät unbedingt weiter betreiben. ANITA's Messungen haben gezeigt, wie wichtig eine zeitgenaue Analyse der Atemluft an Bord der Raumstation ist. Aus diesem Grund wird bereits über ANITA-2 nachgedacht. Dieses könnte im Rahmen eines Tauschgeschäfts mit der NASA als permanente Infrastruktur für die ISS bereitgestellt werden. Darüber hinaus kann diese in Deutschland entwickelte Technologie, für die es zurzeit weltweit keine gleichwertige Alternative gibt, bei zukünftigen Langzeitmissionen zum Schutz der Astronauten eingesetzt werden. Im Rahmen des „Aurora Core-Programms“ der ESA – ein entscheidendes Programmelement bei der anstehenden ESA-Ratskonferenz auf Ministerebene im November – soll diese Perspektive untersucht werden.

Norbert Henn ist zuständig für die Raumstationsinfrastruktur und zukünftige Explorationsmissionen in der Abteilung Bemannte Raumfahrt, ISS und Exploration der DLR Raumfahrt-Agentur.



Umfangreiche Tests während einer Parabelflugkampagne an Bord des Airbus A300 Zero-G

Extensive tests during a parabolic flight campaign aboard the Airbus A300 Zero-G

Additional calibration was needed following commissioning. However, it was possible to carry this out from the ground via software updates. During the test phase, ESA, Kayser-Threde, and the Norwegian partner Sintef obtained 20 percent of the measurement data, with ANITA performing two measurements per hour; 80 percent of the data will remain stored on the experiment's on-board laptop until the end of the mission.

To the particular surprise of the NASA experts, additional substances were measured in the cabin air exceeding the standard pollution that would normally be expected. For example, measurements detected SF<sub>6</sub> (sulfur hexafluoride) and traces of the coolant Freon 218. The experts were equally surprised by the precise temporal resolution of the measurements. It was possible to measure the smallest changes in the composition of the air during docking procedures, opening of air locks, and during the course of certain experiments. The measurements of air from remote locations proved to be the most revealing. These involved drawing air samples into a container and then analyzing them using ANITA. In parallel to the on-board measurements, samples were also taken with so-called 'grab samplers,' which will be evaluated as reference samples once they have been returned to Earth.

The mission can already be regarded a great success, with NASA expressing its desire to definitely continue operating the instrument. ANITA's measurements have demonstrated the importance of a temporally precise analysis of the breathing air on board the Space Station. Therefore, ANITA-2 has already been taken into consideration. This could be supplied to form part of the permanent ISS infrastructure as part of an exchange deal with NASA. Moreover, this German-developed technology, to which there is currently no comparable alternative anywhere else in the world, can be deployed in future long-term missions for the protection of astronauts. This prospect is due to be investigated within the framework of the ESA's "Aurora Core Program," as part of a decision making process scheduled for the upcoming ESA Ministerial Council conference in November.

Norbert Henn is responsible for Space Station infrastructure and future explorative missions in Human Spaceflight, ISS and Exploration department of the DLR Space Agency.

## Deutsche Vorbereitung auf Galileo: SEA GATE

Von Dr. Oliver Funke

Mit der für das Jahr 2013 geplanten vollständigen Verfügbarkeit des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo bieten sich zahlreiche neue Anwendungsmöglichkeiten. Entscheidende Bedeutung wird Galileo insbesondere für sicherheitskritische Bereiche haben, in denen es neben einer hohen Präzision auch auf eine garantierte Verfügbarkeit der Signale ankommt. Deutschland unterstützt nachdrücklich die Entwicklung solcher neuen Anwendungen, die in der Lage sind, das sich durch Galileo bietende Potenzial erfolgreich zu nutzen. Neben der Förderung von Forschung und Entwicklung auf diesem Gebiet werden aber auch gezielt Testgebiete in Deutschland errichtet, in denen die Leistungsfähigkeit der neuen Anwendungen praxisnah getestet und demonstriert werden kann.

Bereits heute ermöglicht die im Forschungshafen Rostock errichtete Testumgebung SEA GATE eine präzise Navigation mit Galileo-Signalen und dient der Erprobung von maritimen Galileo-Anwendungen. Hierfür wurden im Forschungshafen sechs sogenannte Pseudolites (PSL) installiert, die aus jeweils einem Galileo-Signalgenerator und einer Antenne bestehen. Diese Sender befinden sich an exponierten Standorten, von denen aus der Hafeneingang weitläufig einzusehen ist, beispielsweise auf hohen Gebäuden oder Funktürmen. Sie decken sowohl den Bereich der Hafeneinfahrt als auch die Anlege- und Umschlagplätze mit Galileo-konformen Signalen ab.

Während das europäische Satellitennavigationssystem Galileo mit den Satelliten GIOVE-A und GIOVE-B erst zwei der bis 2013 geplanten 30 Satelliten im Orbit hat, können somit schon heute Galileo-Signale in der Testumgebung SEA GATE verwendet werden. Seit Mitte Mai 2008 steht SEA GATE interessierten Nutzern kostenlos zur Verfügung. Die gesendeten Signale gestatten es Entwicklern, die Empfänger und Anwendungen für Galileo unter realen Umgebungsbedingungen zu testen und auf Grundlage der Ergebnisse gezielt weiter zu entwickeln. So kann sichergestellt werden, dass bis zur Verfügbarkeit von Galileo ausgereifte Produkte entwickelt und auf den Markt gebracht werden.

Das Gesamtsystem SEA GATE besteht aus dem Sendesegment, das die sechs PSL umfasst, einer Monitor- und Kontrollstation (Monitor and Control Station, MCS), von der aus das System überwacht und konfiguriert werden kann, und schließlich einem Nutzersegment, das an Bord des Fährschiffes „Mecklenburg-Vorpommern“ installiert wurde und innerhalb des Testgebiets dem Kapitän an Bord die genaue Position anzeigt. Nachdem SEA GATE Ende Januar 2008 errichtet worden war, wurde eine mehrmonatige Testphase durchgeführt, während der die mit zwei Galileo-Empfängern ausgerüstete „Mecklenburg-Vorpommern“ eine Reihe von Testfahrten absolvierte. Die „Mecklenburg-Vorpommern“ der Scandlines GmbH ist ein sogenanntes RORO-Fährschiff (RORO: engl. „roll on, roll off“) mit Heimathafen

## German preparation for Galileo: SEA GATE

By Dr. Oliver Funke

With the full availability of the European satellite navigation system Galileo, projected for 2013, numerous new applications will become possible. Galileo will be of great significance especially in safety-critical areas where, along with high precision, guaranteed availability of signals is crucial. Germany expressly supports the development of such new applications that will be able to successfully utilize the potential offered by Galileo. In addition to supporting research and development in this field, test areas are being



Einer der im Hafen von Rostock installierten Galileo-Signalgeneratoren

One of the Galileo signal generators at the Rostock harbor

Rostock. Sie bedient im regelmäßigen Fährverkehr die Strecke von Warnemünde nach Trelleborg in Schweden. Mit einer Länge von knapp 200 Metern zählt sie zu den größeren Fährschiffen auf der Ostsee und hat eine Kapazität von bis zu 600 Passagieren. Sie verfügt über ein eigenes Deck für LKWs und kann darüber hinaus noch bis zu 50 Eisenbahnwaggons zusätzlich transportieren.

Wenn die Fähre die schmale Rostocker Hafeneinfahrt und den dahinter liegenden Seekanal passiert hat, muss sie nahezu eine 180 Grad-Kehre vollziehen, bevor sie rückwärts an den Anleger manövriert werden kann. Dabei leistet bereits jetzt das bestehende amerikanische GPS-Satellitennavigationssystem eine gewisse Unterstützung, jedoch nur mit einer Genauigkeit von ungefähr vier Metern. Diese ist für das Anlegemanöver allerdings bei weitem nicht ausreichend. Nun kann der Kapitän aber die Galileo-Signale hinzuziehen und dadurch die Genauigkeit bis in den Dezimeterbereich verbessern, was eine präzise Navigation ermöglicht.

Galileo-Empfänger an Bord: das Fährschiff „Mecklenburg-Vorpommern“

The „Mecklenburg-Vorpommern“ ferry is equipped with a Galileo signal receiver

specifically set up in Germany where the performance of these new applications can be tested and demonstrated in practical use.

The SEA GATE test environment created in the Rostock Research Port already enables precise navigation with Galileo signals, and is used to test maritime Galileo applications. For this purpose, six so-called Pseudolites (PSL), each consisting of a Galileo signal generator and an antenna, have been installed in the research port. These transmitters are situated at exposed locations that offer an unobstructed view of the port area, such as high buildings or radio towers, and cover both the port entrance area and the docking and reloading areas with Galileo-compatible signals.

Therefore, while the European satellite navigation system Galileo currently has in orbit only two of the 30 satellites planned by

Als Ergebnis der Testfahrten wurde bestätigt, dass bei einem kombinierten Empfang von GPS- und Galileo-Signalen im Anlegerbereich eine Positionierungsgenauigkeit von  $\pm 0,25$  Metern erzielt werden kann. Gerade bei schlechten Sichtbedingungen, wie etwa bei Nebel, bietet SEA GATE einen klaren Vorteil und eine wichtige Unterstützung für den Kapitän während des kritischen Anlegemanövers. Hierdurch können Zeit und damit auch Kosten eingespart werden, ohne Abstriche bei der Sicherheit hinnehmen zu müssen.

Die innerhalb der SEA GATE Testumgebung abgestrahlten Galileo-Signale können auch für viele weitere Logistik- und Umschlagvorgänge im Hafen genutzt werden, so etwa für den Containerverkehr. SEA GATE wird durch die Kontrollstation kontinuierlich überwacht. Von hier aus lassen sich bei Bedarf auch ver-

2013, namely GIOVE-A and GIOVE-B, Galileo signals can already be used today in the SEA GATE test environment. SEA GATE has been available to interested users free of charge since mid-May 2008. The transmitted signals allow developers to test the receivers and applications for Galileo under realistic environmental conditions and specifically develop them further based on the results. This ensures that mature products can be developed and brought to market by the time Galileo becomes available.

The complete SEA GATE system comprises the transmitter segment, which consists of the six PSLs, a Monitor and Control Station (MCS) from which the system can be monitored and configured, and finally a user segment that is installed on the ferry “Mecklenburg-Vorpommern” and indicates the exact position within the test area to the captain on board. The construction of SEA GATE at the end of January 2008 was followed by a test phase of several months, during which the “Mecklenburg-Vorpommern”, equipped with two Galileo receivers, completed a number of test voyages. The “Mecklenburg-Vorpommern” is what is known as a RORO ferry (RORO: “roll-on, roll-off”), owned by Scandlines GmbH and registered in Rostock. It regularly serves the ferry route from Warnemünde to Trelleborg in Sweden. With a length of almost 200 meters it is one of the larger ferries on the Baltic Sea, and has a capacity of up to 600 passengers. It has a separate deck for heavy goods vehicles and can additionally transport up to 50 railroad cars.

Once the ferry has passed the narrow entrance to Rostock port and the subsequent sea channel, it must make an almost 180-degree turn before it can be maneuvered backwards to the quay. The existing American GPS satellite navigation system already offers a certain level of assistance here, but only with an accuracy of

about four meters – far from being sufficient for the docking maneuver. Now, however, the captain can additionally use the Galileo signals to improve accuracy into the range of decimeters, enabling precise navigation.

The results of the test voyages confirmed that combined reception of GPS and Galileo signals in the quay area can achieve a positioning accuracy of  $\pm 0.25$  meters. Especially in low visibility conditions, for example in fog, SEA GATE provides a clear advantage and important aid to the captain during the critical docking maneuver. This makes it possible to save time and thus money without having to compromise on safety.

The Galileo signals emitted within the SEA GATE test environment can also be used for many other logistical and cargo handling



SEA GATE Monitor- und Kontrollstation

SEA GATE Monitor and Control Station

schiedene Galileo-Frequenzen der Pseudolites einstellen. Daten des Nutzersegments, das sich derzeit an Bord der „Mecklenburg Vorpommern“ befindet, können in der MCS aufgezeichnet, analysiert und archiviert werden.

Die SEA GATE-Signale werden täglich über 24 Stunden in das Operationsgebiet gesendet und können auch von nicht registrierten Nutzern kostenfrei empfangen werden. SEA GATE steht den Nutzern insbesondere auch für die Entwicklung und Erprobung von Anwendungen zur Verfügung und ergänzt die im Juli 2008 in Berchtesgaden fertig gestellte, sehr viel komplexere Test- und Entwicklungsumgebung GATE für landgestützte Anwendungen. Während SEA GATE nach freier Auswahl einer einzigen Galileo-Frequenz dem Nutzer im Feld auch nur diese eine Frequenz bietet, können in GATE drei verschiedene Galileo-Frequenzen gleichzeitig abgestrahlt werden. Bei der im Empfänger erfolgenden Signalauswertung kann durch geschickte Kombination der drei Frequenzen abermals eine Erhöhung der Positionierungsgenauigkeit erzielt werden. Darüber hinaus lässt sich in GATE auch der Überflug von Galileo-Satelliten innerhalb des Testgebiets simulieren. Vor diesem Hintergrund wendet sich GATE also primär an Entwickler von Galileo-Empfängern, SEA GATE hingegen speziell an Anwendungsentwickler aus dem maritimen Bereich.

Die Verfügbarkeit von Galileo wird für den Schiffsverkehr eine ähnlich hohe Bedeutung wie in allen anderen Verkehrsbereichen haben. Prognosen sagen für die kommenden Jahre einen weiteren Anstieg des Verkehrsaufkommens auch zur See voraus. Die Ostsee bietet auf Grund ihrer weitläufig nur geringen Wassertiefe größeren Schiffen wie insbesondere Tankern nur bestimmte, enge Fahrrinnen. Eine dieser Fahrrinnen ist die sogenannte Kadetrinne in der Mecklenburger Bucht, die an ihrer schmalsten Stelle, je nach Tiefgang des Schiffes, nur auf einer Breite von 500 bis 1.000 Metern schiffbar ist. Gleichzeitig ist sie mit etwa 63.000 Durchfahrten jährlich einer der am stärksten befahrenen Seewege Europas. Galileo wird hier eine präzise und zuverlässige Navigation bei jedem Wetter ermöglichen und kann somit dazu beitragen, die Zahl notwendiger Lotseneinsätze zu verringern. Weniger Schiffe benötigen dann einen Lotsen an Bord, wodurch sich die heute oft noch langen Wartezeiten bis zur Übernahme des Lotsen verkürzen lassen.

Der Seehafen Rostock bietet als Galileo-Testumgebung für maritime Anwendungen ideale Voraussetzungen, da hier verschiedene für die Navigation in Häfen relevante Faktoren gegeben sind. So weist die Hafenanlage neben der engen seeseitigen Einfahrt auch relativ geringe Fahrwassertiefen auf, was zusammen mit dem hohen Aufkommen an Schiffsverkehr eine erhebliche Anforderung

processes in the port, for example for container traffic. SEA GATE is continuously monitored by the control station, from where different Galileo frequencies for the Pseudolites can also be set, if required. Data from the user segment currently located on board the „Mecklenburg-Vorpommern“ can be recorded, analyzed and archived in the MCS.

The SEA GATE signals are transmitted into the area of operation 24 hours a day and can also be received by unregistered users free of charge. SEA GATE is specifically also available to users for developing and testing applications, and supplements the far more complex GATE test and development environment for land-based applications, which was completed in Berchtesgaden in July 2008. While SEA GATE users, having once selected a single frequency of their choice, are provided with only this particular frequency in the field, three different Galileo frequencies can be transmitted simultaneously in GATE. During the signal evaluation in the receiver, clever combining of these three frequencies makes it possible to increase positioning accuracy even further. In addition, the overflight of Galileo satellites can also be simulated within the test environment in GATE. Against this backdrop, GATE is thus primarily aimed at developers of Galileo receivers, whereas SEA GATE is aimed specifically at application developers in the maritime area.

The availability of Galileo will be of similar importance to shipping as to all other areas of transportation. According to prognoses, traffic volumes will also continue to increase at sea over the coming years. Due to the mostly shallow depths of water in the Baltic, only specific, narrow navigation channels are available to larger ships, particularly tankers. One of these shipping channels is the so-called Cadet Channel in the Bay of Mecklenburg, which, at its narrowest point, has a navigable width of only 500 to 1000 meters, depending on the draft of the ship. With approximately 63,000 passages a year it is also one of the most heavily frequented seaways in Europe. Galileo will enable precise and reliable navigation here regardless of weather conditions, and can thus contribute to reducing the number of necessary pilot assignments. Fewer ships will then require a pilot on board, making it possible to reduce the currently still very lengthy waiting times until a pilot can take over.

The sea port of Rostock offers ideal conditions as a Galileo test environment for maritime applications because a number of factors relevant to harbor navigation are given here. In addition to its narrow seaward entrance, the harbor also has a relatively shallow navigable depth, which together with the large volume of shipping traffic places high demands on the precision of any naviga-

tion an die Genauigkeit einer Navigationslösung stellt. Täglich verzeichnet der Hafen über 30 ein- und auslaufende Fährschiffe, die sowohl Reisende als auch Güter über die Ostsee nach Skandinavien und in das Baltikum transportieren. Das hohe Verkehrsaufkommen erfordert zudem, dass enge Zeitpläne eingehalten werden, womit ebenfalls hohe Anforderungen an verschiedene Logistikkabläufe verbunden sind, angefangen beim Anlegemanöver bis hin zum Abschluss der Beladung. Daneben besteht ein weiterer wichtiger Punkt im geringen Tidenhub der Ostsee. Er gewährleistet, dass für einfache Testzwecke eine zweidimensionale Positionierung ausreichend ist. Des Weiteren ist das Testgebiet selbst gut überschaubar. Dies stellt sicher, dass an den meisten Orten eine zur Präzisionsnavigation hinreichend große Anzahl an Pseudolites direkt sichtbar ist.

Deutschland nimmt beim Satellitennavigationssystem Galileo bereits heute eine europaweite Führungsrolle ein und unterstützt die frühzeitige Entwicklung neuer Anwendungen für Galileo. Das Projekt SEA GATE wird von EADS RST Rostock System Technik GmbH im Auftrag des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durchgeführt. Der nun gestartete Testbetrieb erfolgt in Verantwortung der EADS RST, zunächst bis Mai 2010. Im Anschluss hieran wird SEA GATE einem endgültigen Betreiber für die weitere Nutzung übertragen.

*Dr. Oliver Funke ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Navigation der DLR Raumfahrt-Agentur*

tion solution. The port records over 30 in- and outbound ferries a day, transporting both travelers and goods across the Baltic Sea to Scandinavia and the Baltic countries. The high volume of traffic also demands adherence to tight schedules, which is in turn associated with high requirements regarding various logistical processes, from docking maneuvers to cargo loading. A further important factor is the low tidal range of the Baltic Sea, as a result of which two-dimensional positioning is sufficient for simple testing purposes. Furthermore, the test area itself is very open, ensuring that a sufficiently large number of Pseudolites for precision navigation is directly visible from most locations.

Germany already takes a leading role in the Galileo satellite navigation system in Europe and supports the early development of new applications for Galileo. The SEA GATE project is carried out by EADS RST Rostock System Technik GmbH on behalf of the German Aerospace Center (DLR) with funding from the Federal Ministry of Economics and Technology. The test operation currently underway is being managed by EADS RST, initially until May 2010. Thereafter, SEA GATE will be transferred to a permanent operator for further use.

*Dr. Oliver Funke is a research associate at the Navigation department of the DLR Space Agency*



Überblick über das SEA GATE Testgebiet

View over the SEA GATE test area

# Im Focus: Japan

Raumfahrt im Land der aufgehenden Sonne

Von Dr. Niklas Reinke

Die Geschichte des japanischen Raumfahrt-Managements ist ebenso wechselhaft wie die des deutschen. JAXA ging 2003 aus der Fusion dreier Vorgängerorganisationen hervor, der National Space Development Agency (NASDA), dem National Aerospace Laboratory (NAL) und dem Institute of Space and Astronautical Science (ISAS). Mit ihren 1.649 Mitarbeitern an bald 20 Standorten engagiert sich die Agentur auch in ausgewählten Feldern der Luftfahrtforschung. Hochgestecktes Ziel ist hier ein Passagierflugzeug, das mit Mach-2 in fünf Stunden den Pazifik überquert, und ein Transportflugzeug, das mit Mach-5 gar nur zwei Stunden benötigen soll. Schwerpunktmäßig aber ist JAXA von der japanischen Regierung mit der Umsetzung des nationalen Raumfahrtprogramms sowie der Koordination von Weltraumforschung und -industrie beauftragt. Mit Ausnahme des bemannnten Raumtransports engagiert sich Japan in allen Bereichen der Raumfahrt, so mit großem nationalem Beitrag auf der Internationalen Raumstation und der Erforschung des Weltraums mit Raumsonden.

Das japanische Raumfahrt-Budget ist mit 260,7 Milliarden Yen (rund 1,6 Milliarden Euro) im Finanzjahr 2008 knapp doppelt so hoch wie das deutsche; das entspricht grob dem Verhältnis der Bruttonationaleinkommen beider Staaten. Hiervon stehen JAXA 187,5 Milliarden Yen (1,1 Milliarden Euro) für ein umfangreiches Programm zur Verfügung. Highlights in der Erdbeobachtung sind gegenwärtig die Missionen Alos zur Landkartierung unter anderem in Katastrophenregionen sowie der vor dem Start stehende Umweltsatellit Gosat. Er soll die Treibhausgase in der Erdatmosphäre überwachen. Für die mobile Kommunikation startete JAXA 2006 eine große Testantenne und Anfang 2008 den Satelliten Winds, der ultraschnelle Internetverbindungen bei höchster Datenübertragungsrates im Gigabyte-Bereich gewährleistet.

Für die Weltraumwissenschaften hat Japan mit der Sonde Hayabusa kürzlich den Asteroiden Itokawa untersucht. Dem gut einen halben Kilometer langen kosmischen Schutthaufen – seine Dichte entspricht nur der von Sand – sind dabei mit viel Glück auch Bodenproben entnommen worden, die 2010 zurück auf der Erde erhofft werden. Das wäre das erste Mal, dass Materie eines anderen Himmelskörpers als vom Mond von einer Weltraummission zur Erde gebracht wird. Weiterhin engagiert sich JAXA mit nationalen Raumsonden zur Erforschung der Sonne (Solar-B) und ihrer Corona (EXOS-D), des Mondes (Selene) und – gemeinsam mit der Europäischen Weltraumorganisation ESA – ab



# In Focus: Japan

Space Exploration in the Land of the Rising Sun

By Dr. Niklas Reinke

The history of Japan's spaceflight management is as varied as that of its German counterpart. JAXA was created in 2003 by the fusion of three predecessor organizations, the National Space Development Agency (NASDA), the National Aerospace Laboratory (NAL), and the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS). With its 1,649 employees at almost 20 locations, the agency is also involved in selected fields of aviation research. Here, its ambitious aim is a passenger aircraft that will cross the Pacific at Mach 2 in five hours, and a transport aircraft that is even projected to take only two hours at Mach 5. Mainly however, JAXA is tasked by the Japanese government with implementing the national spaceflight program and with coordinating space research and industry. With the exception of crewed space transport, Japan is involved in all areas of spaceflight, making, for example, a large national contribution to the International Space Station and exploring space by means of space probes.

Japan's space exploration budget of 260.7 billion yen (about 1,6 billion euros) in fiscal year 2008 is almost twice as high as Germany's; this is roughly proportionate to the gross national income of the two countries. 187.5 billion yen (1.1 billion euros) of this amount are available to JAXA for a wide-ranging program. Highlights in Earth observation currently include the Alos mission for field mapping, which is used among other things to map disaster areas, and the imminent launch of the environmental satellite GOSAT, the purpose of which is to monitor greenhouse gases in the Earth's atmosphere. In the field of mobile communications, JAXA put a large test antenna into operation in 2006, and in early 2008, launched the Winds satellite that ensures ultra-fast Internet connections at extremely high data transmission rates in the gigabyte range.

In the field of space sciences, Japan recently examined the asteroid Itokawa using the Hayabusa probe. With plenty of luck, soil samples have been taken from the approximately half a kilometer long cosmic pile of rubble, the density of which is only that of sand. The samples are expected to be back on Earth in 2010. It would be the first time that matter from an extraterrestrial source other than the Moon was brought back to Earth by a space mission. Furthermore, JAXA runs projects using national space probes to explore the sun (Solar-B) and its aurora (EXOS-D), our Moon (Selene), and, starting in 2013, Mercury (BepiColombo) in collaboration with the European Space Agency ESA. Venus and Jupiter are also prospective targets for JAXA, the latter with the help of a

2013 des Merkur (BepiColombo). Auch Venus und Jupiter werden von JAXA als Ziele angepeilt, letzterer mit Hilfe eines Sonnensegels, einer Technologie, die bis heute noch nie im Weltraum eingesetzt wurde. Schließlich betreibt Japan eigene Weltraumobservatorien für die Röntgen-(Astro-E2) und Infrarotastronomie (Astro-F).

## Kagoshima Space Center

Japan ist das kleinste Land, das sich ein aufwändiges, kostenintensives Programm für große Satellitenträger leistet. Das tun ansonsten nur Russland, die USA, Europa, China und Indien. In Japan hatte alles 1955 mit der so genannten Pencil Rocket oder Bleistift-Rakete begonnen, einem 230 Millimeter langen, horizontal abgefeuerten Stahlgeschoss, das bis zu 20 Meter zurücklegte. Zwar durchaus bescheidener in ihren Ausmaßen, hat sie dennoch denselben Nimbus, wie die deutsche A4 Wernher von Brauns für den Westen. Schon drei Jahre später testete die Universität Tokyo Raketen, die eine Höhe von 60 Kilometern erreichten. Im Februar 1970 setzte Japan mit einer L-4S seinen ersten künstlichen Trabanten Ohsumi im Erdorbit aus, drei Monate später zwar als Deutschland, dafür aber aus mehr oder weniger eigener Kraft.

**Der kommende japanische Umweltsatellit GOSAT, künstlerische Darstellung (JAXA)**

The oncoming Japanese environment observation satellite GOSAT, artist's view (JAXA)

solar sail, a technology that has never before been used in space. Finally, Japan operates its own space observatories for X-ray (Astro-E2) and infrared (Astro-F) astronomy.

## Kagoshima Space Center

Japan is the smallest country to invest in an elaborate, cost-intensive program for large satellite launch vehicles. The only other countries to do this are Russia, the USA, Europe, China, and India. In Japan, it all started in 1955 with the so-called Pencil Rocket, a 230 millimeter long, horizontally fired steel projectile that covered up to 20 meters. Although rather more modestly dimensioned, it nonetheless has the same nimbus as Wernher von Braun's German A4 does for the West. Only three years later, the University of Tokyo tested rockets that reached a height of 60 kilometers. Japan released its first artificial satellite, Ohsumi, into Earth's orbit with an L-4S in February 1970 – three months later than Germany, however, more or less unaided.

From the outset, the Japanese rocket program relied heavily on American support – and the USA on the Japanese rocket program. As in its collaborations with Western Europe, the superpower also sponsored Asian satellite states as a counterbalance to the communist world. "We are an American colony," the Japanese like to joke to this day. Japan is still dependent on certain systems-critical ITAR components from the USA – as, incidentally, is Europe –, but its national achievements are nonetheless impressive: since Ohsumi, almost 30 scientific satellites and space probes have been transported into space.

**Die japanische Mondsonde SELENE, künstlerische Darstellung (JAXA)**

The Japanese Lunar probe SELENE, artist's view (JAXA)

Das japanische Raketenprogramm baute von Anfang an stark auf amerikanische Unterstützung – und die USA auf das japanische Raketenprogramm. Wie in der Kooperation mit West-Europa förderte die Supermacht auch asiatische Satelliten-Staaten als Gegenpol zur kommunistischen Welt. „Wir sind eine amerikanische Kolonie“, wird in Japan auch heute gerne noch geschertzt. Zwar ist Japan immer noch auf gewisse systemkritische ITAR-Bauteile aus Amerika angewiesen – Europa im Übrigen auch –, doch kann sich die nationale Bilanz durchaus sehen lassen: Seit Ohsumi wurden knapp 30 wissenschaftliche Satelliten und Raumsonden in den Weltraum gebracht.

Zum Start der nationalen Projekte stellt JAXA zuvorderst die 53 Meter hohe Rakete H-IIA zur Verfügung. Sie kann bis zu 5,7 Tonnen in einen geostationären Transfer-Orbit (GTO) in 36.000 Kilometern Höhe transportieren. Mit seinen Raketen hatte Japan lange Zeit ernsthafte Schwierigkeiten. Das System H-II funktionierte in den 1990er-Jahren nicht wie gewünscht. Obwohl es technisch auf dem neuesten Stand war, verhinderten die hohe Komplexität und die damit verbundenen hohen Startkosten von 18 Milliarden Yen (108 Millionen Euro) einen kommerziellen Erfolg. Auch die Zuverlässigkeit ließ zu wünschen übrig: Von sieben Starts verliefen nur fünf nach Plan.

Um die H-II-Konstruktion auch kommerziell wettbewerbsfähig zu machen, wurden die Startkosten massiv gesenkt. Hierzu wurde das Konzept durch den Einsatz verschiedener Feststoffbooster flexibler gestaltet. Ebenso wurden das Design der bisher verwendeten Booster und die Tankkonstruktion vereinfacht. Für den Start schwerer Nutzlasten, wie dem japanischen Versorgungstransporter HTV für die Internationale Raumstation ISS, wird das Raketenystem gegenwärtig zur H-IIB aufgerüstet, für deren

For launching its national projects, first and foremost JAXA has the H-IIA rocket at its disposal, which is 53 meters high and can transport up to 5.7 tons into geostationary transfer orbit (GTO) at 36,000 kilometers. For many years, Japan encountered serious difficulties with its rockets. In the 1990s, the H-II system did not perform as intended; although it was technically state-of-the-art, its great complexity and the associated high launch costs of 18 billion yen (108 million euros) prevented commercial success. Its reliability was also questionable: Only five of seven launches were running according to plan

In order to make the H-II construction commercially competitive, launch costs were brought down massively by developing a more flexible concept using various solid matter boosters. The design of the previous boosters and the tank construction were also simplified. In order to launch heavy payloads, such as the Japanese cargo transfer vehicle HTV for the International Space Station ISS,



Kagoshima Space Center (JAXA)

Erststart Kosten in Höhe von 14,7 Milliarden Yen (89 Millionen Euro) geschätzt werden. Sie soll acht Tonnen in den GTO tragen können und 2009 erstmals starten.

Neben Großraketen werden vom Kagoshima Space Center auch Klein- und Kleinstraketen, meist zur Atmosphären- und Schwerelosigkeitsforschung, gestartet. Über 540 solcher Flüge haben JAXA und ihre Vorgängerorganisationen bislang von den beiden Weltraumbahnhöfen in Tanegashima und Uchinoura durchgeführt. Zur Verfolgung ihrer Flugbahn und der von Satelliten gibt es über die Insel verstreut zahlreiche Empfangsstationen mit ausladenden Parabolantennen.

#### Japan auf der ISS

Mit geschätzten Gesamtkosten von einer Billiarde Yen (6,4 Milliarden Euro) für Entwicklung, Bau und Betrieb der japanischen Elemente ist die ISS das kostenintensivste Betätigungsfeld Japans im Weltraum. Neben HTV beteiligt sich JAXA mit dem dreiteiligen Forschungskomplex KIBO („Hoffnung“). Nicht weniger als drei Shuttle-Flüge bedarf es, um KIBO ins All zu bringen. Neben den zwei druckbeaufschlagten Modulen erhält das Labor 2009 noch eine Forschungsterrasse, auf der Experimente unmittelbar dem Weltraum ausgesetzt und mit einem Roboterarm bewegt werden können. Das automatische japanische Transportvehikel HTV wird hierfür Nutzlasten direkt im All aussetzen können, ohne sie zuvor in das Innere der Station entladen zu müssen. Dies ist aber durchaus möglich, denn KIBO verfügt auch über eine eigene Luftschleuse, durch die Gerätschaften transferiert werden können. Das Modul heißt nicht ganz zu Unrecht „Hoffnung“: Es ist Japans erstes Weltraumlabor und deutlich größer als das europäische COLUMBUS-Modul. Dementsprechend stolz ist man auf seine bemannte Raumfahrt, das achtköpfige Astronauten Corps und den soeben beendeten elften Raumflug eines Japaners seit 1990; davon sind freilich nur zehn offiziell, denn die Sojus-Reise des Journalisten Toyohiro Akiyama als erstem Japaner im All wurde von dessen Fernsehsender bezahlt.

Für die Installation des Hauptlabors, des sogenannten Pressurized Modules (PM), wählte die NASA Japans charismatischsten Astronauten aus, den 39-jährigen Hoshide. Als Hoshide-san im Juni erstmals in das neue Labor schwebt, hält er einen Zettel in der Hand, auf dem schlicht „Welcome!!!“ steht. Mit einem breiten Grinsen verkündet er: „Dies ist ein großartiger Moment für das japanische Volk. Ein Ingenieur auf der Erde sagte, es sähe hier ziemlich leer aus, aber es ist voller Träume, und ich glaube, das ist wirklich so. Es ist ein wunderschönes Modul und wir haben jetzt neue Hoffnung für die Raumstation.“ Kommandant Mark Kelly nannte das Labor aufgrund seiner Größe und ingenieurtechnischen Qualität „den Lexus der ISS-Module“ – das immerhin lässt Raum, das europäische COLUMBUS-Labor als Porsche zu bezeichnen.

Die Japaner zeigen also deutlich Flagge im All. Das Einzige, was manchen zum Beweis ihrer Unabhängigkeit noch fehlt, ist ein eigenes Startsystem für Astronauten. Ein solches wird zwar in einer Langzeitstudie untersucht, doch intern gilt vielen der autonome bemannte Zugang zum Weltall zwar als wünschenswert, aber als zu teuer. Bereits die hohen Betriebskosten für KIBO werden in den japanischen Medien kritisch diskutiert. Vielleicht aber bietet der astronautische Raumtransport einen Ansatzpunkt für die künftige Zusammenarbeit mit anderen Mittelmächten der Raumfahrt, die sich von den dominierenden USA oder auch Russland emanzipieren wollen.

the rocket system is presently being upgraded to H-IIB, the test launch of which will cost approximately 14.7 billion yen (89 million Euro). It is to be capable of carrying eight tons to GTO, and its first take-off is planned for 2009.

Along with large rockets, small and miniature rockets, mostly for atmospheric and zero-gravity research, are also launched from Kagoshima Space Center with its two spaceports in Tanegashima and in Uchinoura. Over 540 of these flights have been carried out by JAXA and its predecessors to date. Numerous receivers with large parabolic antennae are spread across the island to observe their flight path and that of the satellites.

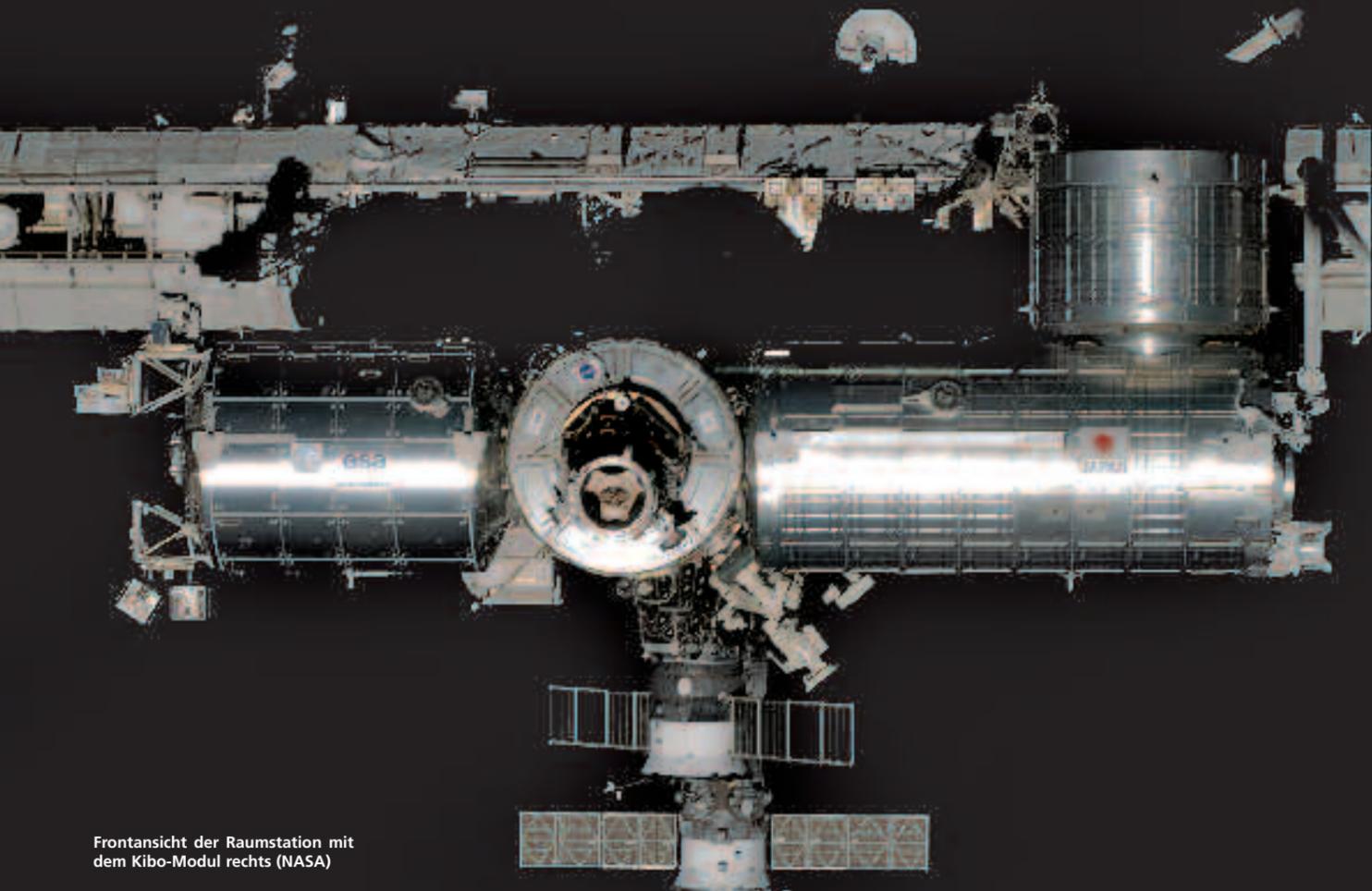
#### Japan on the ISS

With estimated total costs of one thousand billion yen (6.4 billion euros) for development, manufacturing and operations for the Japanese contribution, the ISS is Japan's most cost-intensive area of activity in space. In addition to HTV, JAXA is participating with the three-part KIBO („hope“) research complex. No fewer than three shuttle flights are required to transport KIBO into space. Along with the two pressurized modules, a research terrace will be added to the laboratory in 2009, where experiments can be exposed directly to space and moved with a robot arm. The automated Japanese transport vehicle HTV will be able to release payloads directly into space without having to unload them first into the interior of the station. It will, however, be possible to do so, as KIBO also has its own airlock through which equipment can be transferred.

The module is called „Hope,“ and not without reason: it is Japan's first space laboratory and significantly larger than the European COLUMBUS module. Accordingly, the Japanese are proud of their crewed space exploration, the eight-person astronaut corps, and the recently completed eleventh space flight of a Japanese since 1990, although only ten of these are official, as the Soyus trip taken by journalist Toyohiro Akiyama, the first Japanese in space, was paid for by his broadcasting company.

NASA selected Japans most charismatic astronaut, 39-year-old Hoshide, to install the main laboratory, the Pressurized Module (PM). As Hoshide-san floated into the new laboratory for the first time in June, he held a piece of paper in his hand that simply read „Welcome!!!“ With a wide grin he announced: „This is a great moment for the Japanese nation. One engineer down on Earth said it looks very empty, but it's full of dreams, and I really think that's what it is. It's a beautiful module, and we have a new hope on the space station.“ Commander Mark Kelly called the laboratory „the Lexus of ISS modules“ due to its size and the quality of its engineering – a description that at least leaves room to declare the European COLUMBUS laboratory the Porsche.

So the Japanese are clearly flying their flag in space. The only thing that, according to some, is still required to prove their independence is their own launch system for astronauts. Research into a system of this type is currently being conducted in a long-term study, but internally it is widely felt that while autonomous crewed access to space is desirable, it is far too expensive. The high operating costs of KIBO are already the subject of critical discussions in the Japanese media. But astronautic space transport could perhaps offer a starting point for future collaborations with other medium-sized players in space travel who would like to emancipate themselves from the dominant USA or maybe Russia.



Frontansicht der Raumstation mit dem Kibo-Modul rechts (NASA)

Frontal view of the Space Station with the Kibo module on the right (NASA)

Hauptpartner für Japan aber bleiben die USA, mit denen man später gerne auch bemannt zum Mond möchte. Gleich drei transpazifische Büros unterhält JAXA: in Washington, Houston und am Kennedy Space Center. Eine Außenstelle neben Bangkok ist Paris, von wo aus die Kontakte zur ESA und den nationalen Raumfahrt-Agenturen Europas gepflegt werden.

Japan hat sich ein neues Raumfahrt-Gesetz gegeben, das mit einer 40-jährigen Doktrin bricht: der ausschließlich zivilen Nutzung des Weltraums. Das allein ist eine Sensation. Mit dem Gesetz geht Japan einen weiteren Schritt vorwärts, die Nachkriegszeit hinter sich zu lassen, einen weiteren Schritt in Richtung realpolitischer Normalität. Doch man wird nicht erwarten dürfen, dass sich nun schnell etwas ändern wird, aber sicherlich mittelfristig. Japan arbeitet bürokratisch sehr langsam, aber auch besonders gründlich. Zunächst wird man nun einen Arbeitskreis zur Ausarbeitung der Ausführungsvereinbarungen zum Gesetz bilden, der bis ins nächste Jahr hinein tagen dürfte. Das Thema Space & Security ist durch den Kabinettsausschuss „Strategic Headquarters for Space Development and Utilization“ zwar direkt bei Premierminister Yasuo Fukuda aufgehängt, doch hat dieser am 17. Juni seinen Wissenschaftsminister, Fumio Kishida, auch mit der Verantwortung für die strategische Entwicklung der japanischen Raumfahrt betraut.

However, the country's main partner will remain the USA, with which Japan is hoping to undertake a crewed expedition to the moon sometime in the future. JAXA has no fewer than three trans-Pacific offices: in Washington, Houston, and at the Kennedy Space Center. Another branch office besides Bangkok is located in Paris, from where contacts to ESA and Europe's national space agencies are maintained.

Japan has given itself a new space law that breaks with a 40-year doctrine: the exclusively civilian use of space. The sheer fact is a sensation. With this law, Japan is taking another step towards leaving the post-war era behind, another step towards politically realistic normality. Things cannot be expected to change quickly, but in the medium-term they certainly will. Japan's bureaucracy works very slowly, but also extremely thoroughly. Initially, a working group will be formed to negotiate the implementing agreements for the new law; it will probably hold meetings until into next year. The issue of Space & Security is supervised directly by Prime Minister Yasuo Fukuda through the "Strategic Headquarters for Space Development and Utilization" cabinet board; however, on June 17 Fukuda assigned responsibility for the strategic development of Japanese space exploration to his science minister, Fumio Kishida.

### Kommentar: Japans neues Raumfahrt-Gesetz

Am 21. Mai verabschiedete die Diet, das japanische Parlament, ein neues Raumfahrt-Gesetz. Dieses „Fundamental Space Law“ könnte gravierende Folgen für die künftige Entwicklung der japanischen Raumfahrt haben.

Bei JAXA besteht die Meinung, dass sich das japanische Raumfahrt-Budget durch das neue Gesetz nicht erhöht, sondern lediglich neu verteilt wird. Dass hieße, dass Sicherheitsapplikationen zu Lasten von Forschung und ziviler Anwendung gingen. Dann würde dieses Gesetz allerdings nicht die Raumfahrtindustrie stärken, die fast identisch mit der wehrtechnischen Industrie ist. Insofern ist von einem mittelfristigen Anstieg des in den letzten Jahren ohnehin real gesunkenen japanischen Raumfahrt-Budgets auszugehen. Ob dies wiederum eine Erhöhung des japanischen Verteidigungsetats zur Folge haben wird oder eine Umverteilung im Militärhaushalt, ist offen. Ebenso ist offen, ob das von JAXA verantwortete Budget steigen wird oder ob JAXA seinen bisherigen Aufgabenkatalog behalten und nur Personal zum Management von sicherheitsspezifischen Programmen abstellen wird.

Sollte sich ein größeres Dual-Use-Programm etwa bei Aufklärungssystemen abzeichnen, wird man das Thema an JAXA delegieren müssen. Es ist nur schwer vorstellbar, dass die japanische Regierung hierfür eine andere, gar neue Einrichtung wählen wird. Das würde der Politik der Konzentration, die 2003 zur Gründung der JAXA geführt hat, widersprechen. Allerdings hat JAXA erst im März 2008 ihre Probezeit, ihren ersten 5-Jahres-Plan, beendet. Wenn es ernsthafte Probleme mit KIBO, HTV oder dem neuen Träger H-IIB geben sollte, dann ist die Zukunft der Organisation JAXA ungewiss. Da für das Thema Space & Security zudem erst einmal Haushaltsgelder eingestellt werden müssen, wird das Thema vor dem Fiskaljahr 2009, vielleicht sogar erst 2010, ohnehin kaum brisant. Ab dann wird man wahrscheinlich Arbeitspakete an JAXA übertragen.

### Comment: Japan's new space law

On May 21, Japan's parliament, the Diet, passed a new space legislation. This "Fundamental Space Law" could have significant consequences for the future development of Japanese space exploration.

It is widely assumed at JAXA that the Japanese space budget will not increase as a result of the new law, but only be redistributed. This would mean that security applications would be financed to the detriment of research and civilian applications. If that were the case, however, this law would not strengthen the space industry, which is nearly identical with the defense industry. Therefore, the Japanese space budget, which in real terms has fallen in recent years anyway, can be expected to increase in the medium-term. Whether this in turn results in an increase in the Japanese defense budget or a redistribution of the military budget remains to be seen. It also remains to be seen whether the budget managed by JAXA will increase, or whether JAXA will retain its previous remit and only assign personnel to manage security-specific programs.

If a larger-scale dual-use program, for example, in the field of reconnaissance systems, were to emerge, this subject would have to be delegated to JAXA. It is hard to imagine that the Japanese government would choose another, perhaps even entirely new organization for this purpose; that would contradict the policy of concentration that led to the founding of JAXA in 2003. However, JAXA only recently completed its trial period in March 2008; its first five-year plan. If serious problems would arise with KIBO, HTV, or the new H-IIB launch vehicle, the future of the JAXA organization would be uncertain. Moreover, as budget funds will first have to be allocated for the topic of Space & Security, the issue is unlikely to become relevant before the 2009 fiscal year, perhaps not even until 2010. From then on, work packages will probably be assigned to JAXA.

#### Wichtigste Punkte des „Fundamental Space Law“:

- Aufhebung des seit 1969 bestehenden Verbots der militärischen Nutzung des Weltraums. Es gilt nach wie vor der UN-Weltraumvertrag; der Imperativ der „friedlichen Nutzung“ wird jetzt – im Einklang mit inzwischen fast allen Unterzeichnerstaaten – nicht mehr als "nicht militärisch" sondern als "nicht aggressiv" interpretiert. Es sollen keine Waffen im Weltraum stationiert werden, was gerade noch im Einklang mit der pazifistischen Verfassung Japans steht.
- Raumfahrt zur Sicherung des internationalen Friedens und der internationalen Sicherheit sowie Gewährleistung der nationalen Sicherheit Japans (Maßnahmen: Satelliten-aufklärung und möglicherweise aktive Beteiligung beim Aufbau des amerikanischen Raketenabwehrschirms).
- Bekenntnis zur internationalen Verantwortung.
- Zur Umsetzung wird ein "Strategic Headquarters for Space Development and Utilization" eingerichtet, das direkt dem Kabinett berichtet.

#### Main points of the "Fundamental Space Law"

- Lifts the ban on military utilization of space that had been in place since 1969. The UN Outer Space Treaty remains in effect; the imperative of "peaceful use" is now – in accordance with meanwhile almost all signatory states – no longer interpreted as "non-military" but as "non-aggressive." No weapons are to be stationed in space, keeping just within the boundaries of Japan's pacifist constitution.
- Space exploration to secure international peace and international security as well as to ensure Japan's national security (measures: satellite reconnaissance and possibly active participation in developing the American Missile Defense System).
- Acknowledgement of Japan's international responsibility.
- "Strategic Headquarters for Space Development and Utilization" reporting directly to the cabinet set up to implement these policies.

Zunächst aber ist Japans neues Raumfahrt-Gesetz als ein politisch wichtiges Zeichen zu werten. Japan hat sich damit in die moderne Welt begeben und zeigt, dass es nicht nur um die eigene Sicherheit besorgt, sondern auch internationale Verantwortung mitzutragen bereit ist. Die USA drängen Japan seit Jahren, mehr für ihre eigene Sicherheit auszugeben, die ja im Wesentlichen von den USA garantiert wird. Dabei hat Japan – neben den USA und Großbritannien – das drittgrößte Verteidigungsbudget der Welt, etwa 50 Milliarden Dollar jährlich. Die Doktrin der Selbstverteidigungskräfte ist aber aufgrund der geographischen Lage und des Artikels 9 der japanischen Verfassung („Lossagung vom Krieg“; Friedensimperativ) besonders schwer. Klar ist, dass China (Anti-Satelliten-Test 2007) und Nord-Korea (kontinuierliche Tests von Mittelstreckenraketen und Atom-Ambitionen seit 1998) zunehmend als Sicherheitsrisiko gesehen werden. Man will für einen Ernstfall vorbereitet sein und Möglichkeiten besitzen, amerikanische Aufklärungsinformationen eigenständig verifizieren zu können, bevor man militärische Maßnahmen ergreift.

Neben dringend benötigten, verbesserten Aufklärungssatelliten ist mit dem neuen Raumfahrt-Gesetz auch eine aktive Beteiligung am amerikanischen Raketenabwehrsystem möglich. Die japanische Raumfahrt, Verteidigung und Wirtschaft sind extrem dicht an Washington orientiert. Es wäre daher folgerichtig, wenn es den USA gelingen würde, auch im Sicherheitsbereich eigene Interessen durch den Partner Japan finanzieren zu lassen. Japan hat sich unter der Regierung Koizumi 2003 zur Unterstützung des amerikanischen Raketenabwehrschirms entschlossen, jetzt könnte das

For the time being, however, Japan's new space law must be seen as a politically significant signal with which Japan has entered the modern world and indicated that it is not solely concerned with its own security, but also prepared to shoulder international responsibility. The USA have been urging Japan to spend more on its own security, which, after all, has been guaranteed mainly by the USA for years; this despite the fact that Japan has the world's third-largest defense budget – along with the USA and Great Britain – of approximately 50 billion dollars a year. The doctrine of the Self Defense Forces, however, is particularly difficult due to Japan's geographical location and Article 9 of the Japanese constitution (“Renunciation of War”; peace imperative). It is clear that China (anti-satellite test in 2007) and North Korea (continuous testing of medium-range missiles and nuclear ambitions since 1998) are increasingly seen as security risks. Japan wants to be prepared for any emergency and have means of independently verifying American reconnaissance information before taking military action.

In addition to urgently required improved reconnaissance satellites, the new space law will also enable active participation in the American Missile Defense System. Japan's space exploration, defense, and economy are very closely aligned to the USA. It would therefore be only logical if the USA were to succeed in also having their interests in the field of security financed by their partner Japan. Japan took the decision to support the American Missile Defense System under the Koizumi government in 2003; now this could be substantiated by means of operative hardware. This would significantly benefit the USA, as it would mean that

mit operativer Hardware konkretisiert werden. Das käme den USA sehr zugute, da somit Frühabwehrsysteme auch auf japanischem Boden installiert werden könnten, worauf die USA bislang, mit Ausnahme von Okinawa, keinen Zugriff haben. Japan ist also auch in der neuen amerikanischen Doktrin, wie schon im Kalten Krieg und wie damals auch West-Europa, Ort der Vorwärtsverteidigung der USA – und könnte mit der Umsetzung des neuen Gesetzes zum wichtigsten Verteidigungspartner der USA avancieren. Letztlich ermöglicht dieses Gesetz der japanischen Industrie, wehrtechnische Aufträge auch aus den USA anzunehmen und damit das eigene technologische Wissen zu erweitern. Dies dürfte der wichtigste Grund für die Verabschiedung des Gesetzes gewesen sein, denn Japan – lange Zeit führende asiatische Wirtschaft- und Raumfahrtnation – rangiert inzwischen hinter China und Indien, und Süd-Korea holt auf.

early defense systems could also be installed on Japanese ground, to which the USA have so far had no access except in Okinawa. As was previously the case during the Cold War, and was also true of Western Europe at that time, Japan remains a location of preemptive defense for the USA in the new American doctrine – and with the implementation of this new law it could advance to become America's most important defense partner. Ultimately, the law enables Japanese industry to also accept defense contracts from the USA and thus expand their own technological knowledge. This may well have been the main reason for passing this law, as Japan, for many years Asia's leading economic and space nation, now ranks behind China and India, and South Korea is rapidly catching up.

*Dr. Niklas Reinke arbeitet in der DLR-Unternehmenskommunikation und ist Öffentlichkeitsbeauftragter der DLR Raumfahrt-Agentur.*

*Dr. Niklas Reinke works for DLR Corporate Communications and is responsible for the PR unit within the DLR Space Agency.*

#### Weitere Punkte, die vom Gesetz hervorgehoben werden:

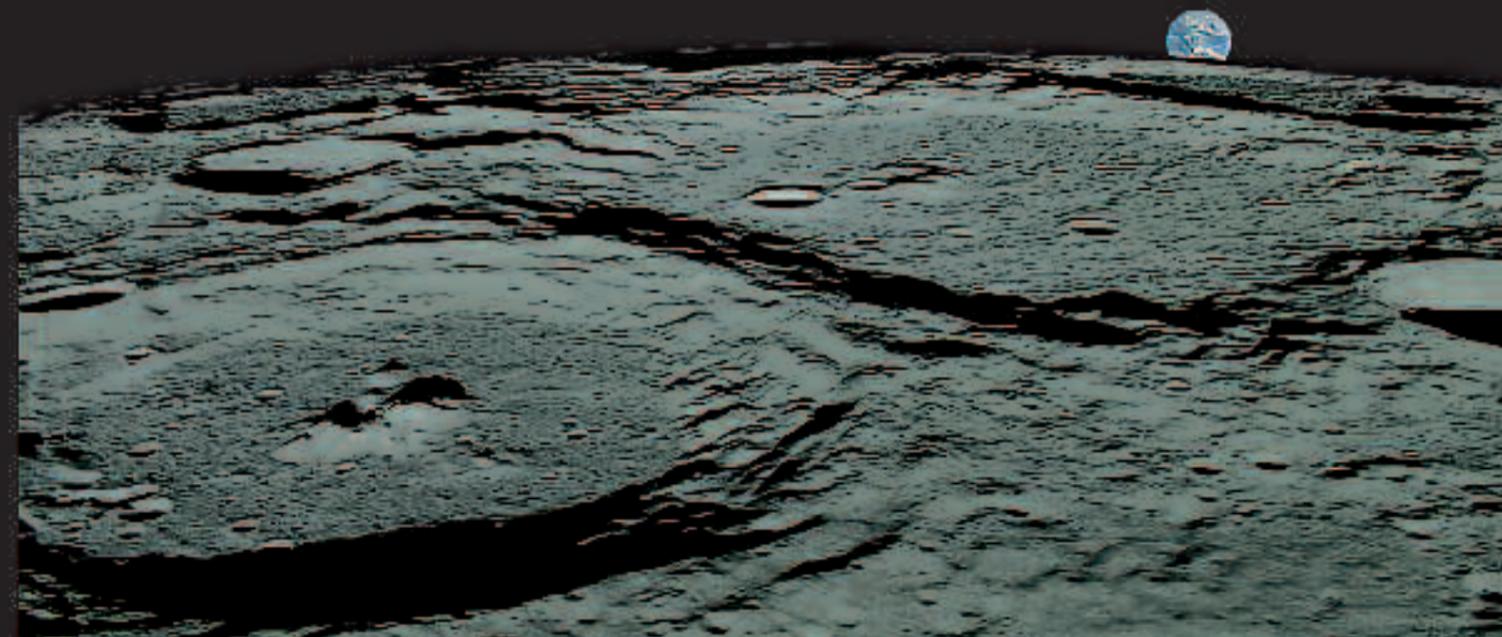
- Raumfahrt soll das Leben der Bürger im Einzelnen und der Gesellschaft im Gesamten verbessern sowie "Träume verwirklichen helfen"; Einsatz für Katastrophen-Management und Bekämpfung der Armut (Maßnahmen: verlässliche Informations- und Telekommunikationssysteme, Erdbeobachtung und Satellitennavigation, Grundlagenforschung, Bildung und "Motivation zur Selbstbildung").
- Systematischer Einsatz der Raumfahrt zur Fortentwicklung der technologischen Kapazität und internationalen Wettbewerbsfähigkeit der japanischen Industrie (Maßnahmen: Sicherung des autonomen Zugangs zum All, regelmäßige ambitionierte Raumfahrt-Missionen, Technologietransfer, Industrialisierung).
- Raumfahrt zur Fortentwicklung der positiven Rolle Japans in der internationalen Staatengemeinschaft im Dienste der Interessen Japans (Maßnahmen: internationale Forschung und Anwendung, Exploration).
- Raumfahrt zum Schutz der Umwelt (Maßnahmen: Erdbeobachtung, internationale Programme und Verträge).

#### Additional points stressed by the law:

- The aim of space exploration is to improve the life of citizens as individuals and of society as a whole, and to "help make dreams come true," use for disaster management, and to fight poverty (measures: reliable information and telecommunication systems, Earth observation and satellite navigation, basic research, education, and "motivation for self-education").
- Systematic use of space exploration to further develop the technological capacity and international competitiveness of the Japanese industry (measures: securing autonomous access to space, regular ambitious space missions, technology transfer, industrialization).
- Space exploration to advance the positive role of Japan within the international community in order to further Japan's interests (measures: international research and application, exploration).
- Space flight to protect the environment (measures: Earth observation, international programs and treaties).

#### Mondoberfläche von der Kamera an Bord von SELENE fotografiert (JAXA)

Surface of the Moon, picture taken by the camera aboard SELENE (JAXA)



## DLR vernetzt KMU mit Raumfahrt-Konzernen

Große Beteiligung an Bremer Raumfahrtindustrietagen

Von Dr. Thomas Weißenberg

Eigentlich kennt man sich in der deutschen Raumfahrtgemeinde. Und das muss man auch, wenn man sein Unternehmen voranbringen will. Auf dem relativ kleinen, institutionell geprägten Raumfahrtmarkt sollten Informationen über neue Projekte und technologische Entwicklungen schnell die Runde machen. Meistens ist dies auch der Fall. Dass die vom DLR ins Leben gerufenen Raumfahrtindustrietage aber genau ins Schwarze trafen, zeigte schon der Dialog der deutschen Raumfahrtindustrie im Arbeitskreis Raumfahrt KMU. Die DLR Raumfahrt-Agentur wollte die großen Systemhäuser EADS Astrium GmbH und OHB Technology AG und deren Zulieferer in einen intensiven Austausch bringen. Denn im Zusammenspiel der beiden großen Unternehmen mit der Vielzahl kleiner und mittlerer Komponenten- und Bauteillieferanten schlummert noch erhebliches Kooperations- und Geschäftspotenzial. Dabei besteht speziell für die Raumfahrt-KMU ein Bedarf an zusätzlicher Unterstützung und Vernetzung.

Die Gründe dafür sind vielfältiger Natur:

- Erstens gibt es eine Reihe kleiner oder neuer Raumfahrtunternehmen, die noch nicht über ausgebaute und etablierte Kontakte zu den großen Systemhäusern verfügen.

## DLR forges Links between SMEs and Space Corporations

Bremen Space Industry Conference enjoys good turnout

By Dr. Thomas Weißenberg

People tend to know each other in the German space community. And you need to as well, if you want to bring your business forward. In the relatively small space market, characterized by institutional players, it is to be expected that information about new projects and technological developments spread like wildfire. This is usually what happens, too. The discussion within the German space industry's 'Space SME Working Group' demonstrates clearly that the Space Industry Conference initiated by the DLR really hit the target. The DLR Space Agency's idea was to bring together the large systems houses, EADS Astrium GmbH and OHB Technology AG, and their suppliers to engage in an intensive exchange of ideas. The reason for this was that there are a lot of untapped business opportunities and potentials for collaboration between the two large firms and the numerous small to medium-sized component suppliers. Particularly in the case of the space SMEs, there is a need for additional support and networking.

The reasons for this are manifold:

- Firstly, there are numerous small and new space businesses that do not have well-developed, established contacts to the major systems houses.



Die Teilnehmer der von der DLR Raumfahrt-Agentur organisierten Raumfahrt-Industrietage in Bremen

Participants of the Space Industry Days at Bremen, organized by DLR's Space Agency

- Zweitens bieten die großen Luft- und Raumfahrtmessen wie die ILA oder Le Bourget gerade für Raumfahrt-KMU zu wenige Gelegenheiten, sich zu präsentieren oder neue Kontakte zu knüpfen.
- Drittens ändern sich Projekte und der daraus resultierende Bedarf der Systemhäuser teils sehr rasch, so dass ein aktueller Überblick selten in Gänze geboten wird. Hinzu kommt, dass auch die konkreten Ansprechpartner aufgrund von Umstrukturierungen oder Personalfuktuation häufig wechseln.

Vor diesem Hintergrund fanden am 12. und 13. Juni die ersten Raumfahrtindustrietage in Bremen statt. Lokaler Gastgeber des ersten Tages war die EADS Astrium, während der zweite Tag in den Räumlichkeiten von OHB stattfand. Mit über hundert Teilnehmern und etwa fünfzig vertretenen Unternehmen und Forschungseinrichtungen waren die ersten Raumfahrtindustrietage ein voller Erfolg. Wichtiger aber als die hohe Teilnehmerzahl waren die konstruktive Atmosphäre und der Wille aller Teilnehmer, die Veranstaltung zum eigenen Vorteil zu nutzen.

In sechs Themengebieten stellten zunächst die beiden großen deutschen Systemanbieter die Anforderungen aktueller und künftiger Entwicklungen vor. Die Projektleiter lieferten kurze Überblicke zu den Themen Robotik und Rover, Experimente unter Schwerelosigkeit, Stromversorgung und Leistungselektronik, Software Onboard- und Ground-Simulation, Antriebe für Satelliten sowie Kamerasysteme und Sensorik. Im Anschluss standen die Projektleiter zusammen mit ihren Mitarbeitern für die bilaterale Diskussion mit Vertretern der Raumfahrt-KMU zur Verfügung. Diese Gespräche verlagerten sich zunehmend in die Ausstellungshallen, die von vielen Unternehmen für eine kleine Fachausstellung und als Gesprächsrahmen genutzt wurden. Zentral wurden Unternehmensprofile der Anbieter zur Verfügung gestellt. Dies unterstützte die Kontaktaufnahme zusätzlich. Erfreulich war insbesondere die Tatsache, dass nicht nur die etablierten und gemeinhin bekannten Unternehmen Präsenz zeigten, sondern dass auch neue, in einschlägigen Fachkreisen gänzlich unbekannte Firmen den Weg nach Bremen gefunden hatten.

So zeigten sich die Teilnehmer der ersten Raumfahrtindustrietage vom Konzept und vor allem vom Ergebnis der Veranstaltung sehr überzeugt. In vielen Gesprächen konnten neue Kontakte geknüpft, Kooperationspotenziale ausgelotet und konkrete Vereinbarungen zur Zusammenarbeit getroffen werden. Für die DLR Raumfahrt-Agentur, für die Raumfahrt-KMU und auch für die großen Systemanbieter waren die zwei Tage ein voller Erfolg. In nicht zu engen Zeitabständen sollen künftig auch weitere, bislang nicht angesprochene Themenfelder der Raumfahrttechnologie behandelt werden. Es ist vorgesehen, Raumfahrtindustrietage an alternierenden Raumfahrtstandorten in Deutschland durchzuführen. So könnte es durchaus sein, dass man sich bereits Ende des Jahres im Münchener Raum wieder zusammen findet. Das Ziel, die Zusammenarbeit zwischen den „Großen“ und den „Kleinen“ weiter zu verbessern, bleibt bestehen.

*Dr. Thomas Weißenberg ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Raumfahrt-Strategie der DLR Raumfahrt-Agentur.*

- Secondly, the large aerospace exhibitions, such as the International Aerospace Exhibition (ILA) and Le Bourget, offer very few opportunities for these space SMEs to present themselves and make new contacts.
- A third reason is that projects and the requirements they generate can sometimes change very quickly at the systems house, meaning that it is rarely possible to get an up-to-date overview of the market. On top of this is the problem of frequent staff changes as a result of restructuring and varying personnel requirements.

It was against this background that the first Space Industry Conference took place in Bremen on June 12 and 13. The first day was hosted by the local company EADS Astrium, while the second day took place at the premises of OHB. With over one hundred participants representing around fifty companies and research facilities, the first Space Industry Conference proved to be a total success. More important than the large number of attendees, however, was the constructive atmosphere and the declared intention of all participants to use the event to their advantage.

The large German system suppliers first gave a presentation of the requirements of their current and future developments in six different application areas. The project leaders provided a short overview of each of the areas, which were: Robotics and Rovers, Experiments Under Weightless Conditions, Power Supplies and Power Electronics, On-board and Ground Simulation Software, Satellite Drives, and Camera Systems and Sensors. The project leaders and their teams then made themselves available for two-way discussions with the representatives of the space SMEs. A number of these discussions gradually ended up relocating to the exhibition halls where many of the companies had set up small trade stands, which in turn provided a good basis for discussions. Company profiles of the various suppliers were made available centrally. This provided an additional starting point for making contacts. Particularly gratifying was the fact that not only the well known, established companies made an appearance, but also new companies previously completely unknown to the other experts in their respective fields had found their way to Bremen.

The participants of the first Space Industry Conference were well convinced of the concept, but most of all appreciated the outcome of the event. Many of the discussions led to new contacts being made, to possible cooperative ventures being sounded, and even to concrete agreements to collaborate. The two days were a total success for the DLR Space Agency, the space SMEs, and the major system suppliers alike. Future events, which should not take place at too frequent intervals, should also deal with additional subject areas that have not been previously discussed. It is planned to hold future Space Industry Conferences at different space-related venues throughout Germany. In fact, there is a possibility that we will get together again in the Munich area before the end of the year. The goal of further improving the collaboration between the 'giants' and the 'minnows' remains unchanged.

*Dr. Thomas Weißenberg works as a scientific assistant in the Space Strategy department of the DLR Space Agency.*



Hammer und Zirkel - das Staatswappen der DDR (picture alliance/dpa)

Hammer and compass - the German Democratic Republic's national coat of arms (picture alliance/dpa)

## Geschichte der deutschen Raumfahrt

### Teil 6: Raumfahrtforschung in der DDR (1957-1990)

Von Dr. Niklas Reinke

Mit der Raumfahrt werden technologische Höchstleistungen seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts assoziiert: Sputnik, der Mensch auf dem Mond, interplanetare Missionen, die Internationale Raumstation. Deutsche Ingenieure und Wissenschaftler trugen maßgeblich zu diesen Erfolgen bei. Wie sich Raumfahrt in Deutschland und im internationalen Umfeld entwickelt hat, schildert die Artikelserie „Geschichte der deutschen Raumfahrt“.

Dreißig Jahre sind es her, dass NVA-Jagdflyer Sigmund Jähn als erster Deutscher in Kooperation mit der Sowjetunion die Erde im All umrundet hat. In der stets auf innere und äußere Rechtfertigung der eigenen staatlichen Existenz bedachten Rhetorik seiner Heimat DDR ist er zum Heros der Ziele ihres Regimes stilisiert worden: „Sigmund Jähn – das ist im dreißigsten Jahre des Bestehens unserer Deutschen Demokratischen Republik der lebendige Beweis für die Richtigkeit unseres Weges, für die Sieghaftigkeit der Ideen des Sozialismus/Kommunismus.“ Das Volk hat hierüber in letzter Konsequenz anders entschieden.

Auch im „anderen Deutschland“ ist die Nachkriegszeit durch Demontage und Verbot der Luft- und Raumfahrtforschung geprägt und die DDR erholt sich hiervon noch langsamer als die Bundesrepublik. Eine raumfahrtpolitische Konzeption oder gar Vision gibt es im Politbüro zudem nicht, ebenso wenig wie eine Raumfahrt-Lobby. Als sozialistischer Musterstaat und westliches

## German Astronautics – A History

### Part 6: Space Research in the German Democratic Republic (1957-1990)

By Dr. Niklas Reinke



Im Mittelpunkt deutscher Geschichte: das Brandenburger Tor zur Zeit des Mauerbaus (1961) ...

In the center of German history: the Brandenburg gate during rise (1961) ...

Since the second half of the 20th century, astronautics has been associated with eminent technological achievements: Sputnik, humans on the Moon, interplanetary missions, the International Space Station. German engineers and scientists contributed greatly towards all these successes. The development of astronautics in Germany and its international environment will be described in this series of articles entitled 'German Astronautics – A History'.

It has been thirty years since the East German Air Force fighter pilot Sigmund Jähn became the first German, in cooperation with the Soviet Union, to orbit the Earth in space. In his homeland, the German Democratic Republic, he was styled as a hero who embodied the aspirations of the regime. With language typical of the constant rhetoric

used by the GDR to justify its own existence as a nation, both at home and abroad, he was thus described as follows: "Sigmund Jähn – living proof, in this the thirtieth year of existence of our German Democratic Republic, of the justness of our cause, of the certain victory of the ideas of socialism and communism." The populace ultimately decided rather differently in this respect.

The post war years in the "other Germany" were also characterized by deconstruction and a ban on aerospace research, with East Germany taking even longer to recover than West Germany. Moreover, the Politbüro had neither an astronautics strategy, nor even a view to creating one, and just as little as a space lobby. As

Bollwerk des Warschauer Paktes begibt man sich – meist auf sowjetischen Wunsch hin, aber auch durchaus freiwillig – eng an die Seite Moskaus, so dass erhebliche Teile der DDR-Raumfahrtressourcen fester Bestandteil des sowjetischen Potenzials sind. Paradoxerweise schränkt gerade dieser Treuekurs die Möglichkeiten der DDR-Wissenschaft nachhaltig ein, da man gänzlich vom Programm des großen Bruders abhängig ist. Die Tschechoslowakei und Bulgarien hingegen legen mit eigenständigeren Forschungsprojekten dar, dass durchaus auch größere Freiräume im System der RGW (Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe; Pendant des ehemaligen Ostblocks zur Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft) bestehen. Auch hinsichtlich der Kooperation mit nichtsozialistischen Ländern zeigen einige RGW-Staaten weitaus weniger Zurückhaltung als die DDR.

Die offizielle Geschichtsschreibung der DDR lässt deren Raumfahrtengagement mit dem Flug von Sputnik 1 1957 beginnen, den man, wie in zahlreichen anderen Staaten auch, mit eigenen Observatorien optisch und per Funk verfolgt. Tatsächlich führt der Start des ersten künstlichen Erdtrabanten zu politischen und gesellschaftlichen Reaktionen des Westens, die von Moskau in ihrer Heftigkeit keinesfalls erwartet worden sind, und zu dem folgenden Technologie-Wettlauf.

In diesen bindet die Sowjetunion ihre Satellitenstaaten ebenfalls ein, so wie die USA ihren internationalen Partnern wissenschaftliche und auch technologische Starthilfen gewähren. Das Kooperationsverhältnis ist dabei gleichfalls von der Systemmacht dominiert, allerdings mit dem Unterschied, dass sich die westeuropäischen Staaten von diesem Zustand im Laufe der Zeit emanzipieren dürfen und können. Nachdem es in der Folge von Stalins Tod am 17. Juni 1953 in der DDR und am 23. Oktober 1956 in Ungarn zu Aufständen gekommen war, ist Moskau hingegen bemüht, die RGW-Partner durch eine Beteiligung auch an den sowjetischen Erfolgen im Weltraum enger an sich zu binden. So wird der Aufsehen erregende Flug des zweiten Menschen im All, German Titow, der 17-mal die Erde umrundete, von Chruschtschow persönlich auf den 6. August 1961 festgelegt. Auf diese Weise will er vom unmittelbar bevorstehenden Bau der Berliner Mauer ablenken und DDR-Staatschef Ulbricht ideologische Schützenhilfe leisten.

Die Kooperation zwischen der DDR und der Sowjetunion läuft zunächst hauptsächlich über deren Akademien der Wissenschaft (AdW) und beschränkt sich in den Jahren 1957 bis 1961 auf Einzelvorhaben der Observation und Dokumentation sowjetischer Missionen sowie deren wissenschaftlicher Auswertung. Die hierzu

a model socialist state and the western stronghold of the Warsaw Pact countries, the GDR was closely allied to Moscow – mainly at the behest of the Soviets, but not entirely unwillingly – meaning that a substantial portion of the potential resources for astronautics became part of the Soviet capability. Paradoxically, it is exactly this path of loyalty that held back the opportunities for science in the GDR in the long term, as the country was entirely dependent on the policies of the Big Brother. By contrast, Czechoslovakia and Bulgaria proceeded with more independent research projects, which certainly also corresponded to the greater liberties within the Comecon system (Council for Mutual Economic Assistance, the Eastern Bloc's answer to the European Economic Community). A few of the Comecon countries also showed much less restraint than the GDR in their dealing with non-socialist countries.

The official historical record of the GDR's involvement in astronautics started with the flight of Sputnik 1 in 1957, which, like many other countries, it tracked from its own observatories using optical and radio techniques. Indeed, the launch of the Earth's first artificial satellite led to considerable political and social reaction from the West, the intensity of which was entirely unexpected by Moscow, and was the trigger for the technology race that followed.

The Soviet Union also included its satellite states in this endeavor, as did the USA with its international partners, by kick-starting their scientific and technological development programs. The collaborative relationships here were similarly dominated by the superpower, with the difference, however, that the Western European countries were free to, and able to, emancipate themselves from this situation over the course of time. By contrast, following the uprisings that arose in the GDR following Stalin's death on June 17, 1953 and in Hungary on October 23, 1956, Moscow moved to tie in its Comecon partners more closely through their participation in Soviet achievements in space. With this in mind, Khrushchev personally ordered the sensational flight of the second man in space, Gherman Titov, who orbited the Earth 17 times on August 6, 1961. The aim was to divert attention from the imminent construction of the Berlin wall and to provide ideological support to the head of state of the GDR, Walter Ulbricht.

The cooperation between the GDR and the Soviet Union was initially mainly centered on the Academy of Sciences and, in the period 1957 to 1961, limited to the sole task of observation, documentation, and scientific evaluation of Soviet missions. The research institutions of the East German academy recruited to this



... und des Mauerfalls (1989) (picture alliance/dpa)

... and fall (1989) of the Berlin Wall (picture alliance/dpa)



**Oben: Astrophysikalisches Observatorium auf dem Potsdamer Telegrafenberg (picture alliance/dpa)**

The Astrophysical Observatory on the „Telegrafenberg“ at Potsdam (picture alliance/dpa)

**Unten: Sternwarte Potsdam-Babelsberg (picture alliance/dpa)**

Babelsberg Observatory at Potsdam (picture alliance/dpa)

herangezogenen Forschungseinrichtungen zur Weltraumforschung – oder: Kosmoswissenschaft – der ostdeutschen Akademie verteilen sich im Dreieck Potsdam, Berlin und Thüringen. Namentlich waren in Potsdam das Astrophysikalische Observatorium sowie das Geodätische Institut auf dem Telegrafenberg, die Sternwarte und das Astronomische Recheninstitut in Babelsberg involviert; im Raum Berlin das Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung sowie das Institut für Optik und Feinmechanik in Berlin-Adlershof, das Zentrum für Wissenschaftlichen Gerätebau in Berlin-Treptow und das Institut für Kernforschung Miersdorf bei Zeuthen; in Thüringen schließlich die Akademie-Sternwarte Sonneberg. Großen Anteil an der Forschung der Akademie besitzt von Anfang an zudem die Universitäts-Sternwarte Jena sowie das VEB Kombinat Carl Zeiss Jena, das mit 25 Betrieben und 70.000 Beschäftigten vor dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik eines der weltweit größten feinmechanisch-optischen Unternehmen ist.

Am 22. Juni 1960 erfolgt die Gründung der „Astronautischen Gesellschaft der DDR“, die einige Aufmerksamkeit verdient. Zum einen kann sie gegen den Willen des Partei- und Staatsapparates, der Raumfahrt noch mit Raketenbau gleichsetzt, welcher gemäß des Potsdamer Abkommens verboten ist, durchgesetzt werden. Zum anderen gelingt der Gesellschaft am 17. August desselben Jahres die Aufnahme in die Internationale Astronautische Föderation. Letzteres gleicht einer politischen Sensation, da sich die DDR ansonsten vergeblich bemüht, gegen die westdeutsche sogenannte Hallstein-Doktrin internationale Anerkennung zu erlangen. Lediglich der Delegierte der Bundesrepublik, Werner Büdeler für die „Deutsche Gesellschaft für Raumfahrt und Raketentechnik“ (DGRR, der späteren DGLR), der von Verkehrsminister Seehofer zur Durchsetzung der Doktrin angehalten worden ist, votiert gegen die Aufnahme der Gesellschaft als stimmberechtigtes Mitglied. Als Aufgaben hat sich die Astronautische Gesellschaft der DDR gesetzt, „die friedliche Erforschung und Nutzung des Weltraums zu fördern, zur internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet beizutragen und Kenntnisse über die friedliche Weltraumforschung zu vermitteln (...)“. Seit 1979 firmiert sie unter dem Namen „Gesellschaft für Weltraumforschung und Raumfahrt der DDR“ (GWR), die sich schließlich zum 31. Dezember 1991 auflöst, woraufhin ein Teil der etwa 300 Einzelmitglieder in die „Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal-Oberth e.V.“ (DGLR) wechselt.

Ab 1961 erfolgt eine sporadische Zusammenarbeit der DDR mit der Sowjetunion und anderen sozialistischen Staaten in den Bereichen der Atmosphärenforschung und Meteorologie. Maßgeblich beteiligt sind hieran fünf Institute der Akademie sowie des Meteorologischen Dienstes der DDR, wobei die Zugehörigkeit der Kosmosforschung innerhalb des Wissenschaftsapparates aufgrund des systemimmanenten Organisationsaktivismus häufig wechselt, ohne dass sich real etwas verändert. Als bedeutende Erfolge dieser Periode können die Entwicklung eines automatischen Bildübertragungssystems für Wettersatelliten genannt werden sowie 1963 die Aufnahme des Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik der DDR in das COSPAR (Committee for Space Research). Mit ihren Qualifikationen in den Bereichen Feinmechanik, Optik, Infrarottechnik und Bildverarbeitung ist die ostdeutsche Forschung und Entwicklung nicht zuletzt auch für das militärische Raumfahrtprogramm der Sowjetunion von Interesse.

field of astronautics formed a triangle comprising Potsdam, Berlin, and Thuringia. These were namely: in Potsdam, the Astrophysical Observatory and the Geodetic Institute on the Telegrafenberg hill, as well as the Observatory and Astronomical Computing Institute (Astronomisches Recheninstitut) in Babelsberg; in Berlin, the Heinrich-Hertz Institute for Oscillation Research and the Institute of Optics and Precision Engineering in Berlin-Adlershof, the Center for Scientific Equipment Design in Berlin-Treptow, and the Miersdorf Institute for Nuclear Research near Zeuthen; and in Thuringia, the Sonneberg Academy and Observatory. From the start, a large proportion of research at the academy was also shared by the University Observatory, Jena, and the conglomerate VEB Carl Zeiss, Jena, which, with 25 factories and 70,000 employees, was one of the world's largest precision mechanical-optical companies prior to the unification of the GDR with the Federal Republic of Germany.

June 22, 1960 saw the establishment of the "Astronautical Society of the GDR," an event which earns a certain degree of attention. The first upset was that this was achieved against the will of the Party and state apparatus, which still equated space flight with missile building, an activity forbidden under the Potsdam Agreement. In addition to this, the society was accepted as a member of the International Astronautical Federation on August 17 of the same year. This latter event was nothing short of a political sensation, as the GDR's attempts to win recognition in the face of the West German Hallstein Doctrine had been futile until then. On instruction from the Minister of Transport, Seehofer, to uphold the Doctrine, only the West German delegate, Werner Büdeler of the "German Society for Rocket Technology and Spaceflight" (German abbreviation DGRR, later to become the "German Society for Aeronautics and Astronautics" - DGLR), voted against their being accepted as a member of the society with voting rights. The stated goals of the Astronautical Society of the GDR were "to promote research into and utilization of space for peaceful purposes, to contribute to international collaboration in this field, and to share knowledge gained from peaceful astronautical research (...)." From 1979 until its termination on December 31, 1991, after which part of the 300 individual members changed to the "German Aerospace Society" (Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal-Oberth e.V. - DGLR), they operated under the name "Society of Space Research and Astronautics of the GDR" (German abbreviation - GWR).

From 1961 onwards, there has been a sporadic collaboration between the GDR, the Soviet Union, and other socialist states in the fields of atmospheric research and meteorology. The major contributors were five institutes of the Academy and the GDR Meteorological Service, although those involved in cosmological research within the scientific community regularly changed as a result of the intrinsic tendency of the system to do things for their own sake, without ever really changing anything. Among the noteworthy successes of this period are the development of an automatic image transmission system for weather satellites and the acceptance of the National Committee for Geodesy and Geophysics of the GDR into COSPAR (Committee on Space Research) in 1963. With expertise in the fields of precision mechanics, optics, infrared technology, and image processing, the East German research and development program was by no means only of interest to the Soviet Union's military space program.

Anzahl der Missionen	Art der Raumflugkörper	Anzahl und Typ der Raumflugkörper	Anzahl und Typ der Bordgeräte
25	Erdsatelliten	15 INTERKOSMOS (3 Versionen) 7 KOSMOS (3 Versionen) 3 METEOR	53: Photometer, Sender, Speicher, Sonden, Ionenfallen, Spektrometer, Datensammel- und Telemetriesysteme Wortformungs- und Koordinierungsblöcke, Stromversorgungs- und Elektronikblöcke, Biotelemetriesysteme
6	Raumschiffe und Orbitalstationen	2 SOJUS 2 SALUT 1 MIR 1 KWANT	18: Multispektralkameras, Mehrkanalspektrometer automatische Registratoren, Orientierungssysteme, Bordgeräte für den Flug von Sigmund Jähn
6	Tiefraumsonden	2 VENERA (Venus-Orbiter) 2 VEGA (Venus-Halley) 2 PHOBOS (Marsmonde-Passage)	8: Infrarot-Fourier-Spektrometer, Magnetometer, Bildbearbeitungskomplexe, Laserbauteile
4	Höhenforschungsraketen (487-1.512 km)	4 VERTIKAL (2 Versionen)	13: Photometer, Sonden, Interferometer, Photoelektronik, Analysatoren
38	Meteorologische Raketen (79-163 km)	38 MR-12 / M-100	77: Gerdienkondensatoren, Hochfrequenz-Kapazitätssonden, Orientierungsgeber, Sender, Sonden, Photometer, Telemetrikomplexe
<b>79 Missionen</b>		<b>79 Raumflugkörper (18 Versionen)</b>	<b>169 Bordgeräte (zum Teil identisch)</b>

Die dritte Etappe der Zusammenarbeit setzt in den späten 1960er-Jahren mit der Gründung von INTERKOSMOS ein und ist bis zum Ende der DDR gültig, mit dem Abschluss laufender Programme in den Jahren 1991 und 1992 im gewissen Sinne sogar darüber hinaus. Dem am 13. April 1967 beschlossenen Forschungsverbund INTERKOSMOS gehören die Staaten des RGW (Bulgarien, DDR, Kuba, Mongolische Volksrepublik, Polen, Rumänien, Sowjetunion, Tschechoslowakei und Ungarn) an. Die Sowjetunion stellt Trägerraketen, Satelliten und Bodenstationen für die gemeinsamen Experimente kostenlos zur Verfügung und erhält im Gegenzug sämtliche von den Experimenten der Partnerstaaten gesammelten Daten. Arbeitsgruppen existieren zu den Forschungsbereichen Kosmische Physik, Kosmische Meteorologie, Kosmisches Nachrichtenwesen, Kosmische Biologie und Medizin sowie, seit 1975, Fernerkundung der Erde mit aerokosmischen Mitteln – also von Flugzeugen und Satelliten. Ein eigenständiges nationales Raumfahrtprogramm besitzt die DDR nicht.



Neben INTERKOSMOS gehört die DDR der „Internationalen Organisation für kosmischen Nachrichtenverkehr“ (INTERSPUTNIK) an, die sich am 15. November 1971 konstituiert und den sowjetisch dominierten Gegenpol zum wenige Monate zuvor gegründeten westlichen INTELSAT-System bildet. Ein eigenes

The third phase of collaboration started in the late 1960s with the establishment of INTERKOSMOS and lasted until the final years of the GDR and, in a certain sense, even beyond that, as ongoing programs were completed in 1991 and 1992. The INTERKOSMOS research network founded on April 13, 1967 included the Comecon member states (Bulgaria, GDR, Cuba, Peoples Republic of Mongolia, Poland, Romania, Soviet Union, Czechoslovakia, and Hungary). The Soviet Union provided the carrier rockets, satellites, and earth stations for the shared experiments free of charge, in exchange for access to all data collected from the experiments by the partner countries. Research working groups were established in the fields of space physics, space meteorology, space communications, space biology and medicine, and, from 1975 onwards, earth remote sensing using aerocosmic techniques (i.e. planes and satellites). The GDR did not have an independent national space program.

In addition to INTERKOSMOS, the GDR also belonged to the "International Organization of Space Communications" (INTERSPUTNIK), which was established on November 15, 1971 and represented the Soviet-dominated rival to the West's INTELSAT system established just a few months earlier. However, INTERSPUTNIK did not operate its own satellite network, but rather made use of

Number of missions	Kind of spacecraft	Number and type of spacecraft	Number and type of on-board devices
25	Earth satellites	5 INTERKOSMOS (3 variants) 7 KOSMOS (3 variants) 3 METEOR	53: Photometers, transmitters, memory, probes, ion traps, spectrometers, data collection and telemetry systems lexicography and coordination blocks, power supply and electronics units,
6	Spacecraft and orbital stations	2 SOJUS 2 SALUT	Multispectral cameras, multi-channel spectrometers, automatic recorders, orientation systems, on-board equipment for the flight undertaken by Sigmund Jähn
6	Deep-space probes	2 VENERA (Venus orbiter) 2 VEGA (Venus-Halley) 2 PHOBOS (Martian moon mission)	8: Infrared Fourier spectrometers, magnetometers, image processing complexes, laser components
4	Altitude research rockets (487-1.512 km)	4 VERTIKAL (2 variants)	13: Photometers, transmitters, interferometers, photoelectronics, analyzers
38	Meteorological rockets	38 MR-12 / M-100	77: Gerdien capacitors, high-frequency capacitance probes, orientation sensors, transmitters, probes, photometers, telemetry complexes
<b>79 missions</b>		<b>79 spacecrafts (18 versions)</b>	<b>169 on-board devices (partly identical)</b>

Satellitennetz betreibt INTERSPUTNIK allerdings nicht, sondern bietet sowjetische Kommunikationssatelliten zur Miete an. Seit 1976 nutzt das Ministerium für Post und Telekommunikation der DDR das INTERSPUTNIK-Netz aktiv und errichtet eine moderne Erdfunkstelle in der Nähe von Fürstenwalde. Zudem ist die DDR in fast allen relevanten internationalen Organisationen, in denen es um die Erforschung und Nutzung des Weltraums geht, vertreten. Sie ist engagiertes Mitglied im UN-Weltraumausschuss, der Internationalen Fernmeldeunion (ITU), der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) und seit September 1986 auch von INMARSAT (International Maritime Satellite, UN-Unterorganisation).

An einer Satellitenmission ist die DDR erstmals mit Kosmos 261, der am 20. Dezember 1968 unter dem programmatischen Namen „Sputnik der Freundschaft“ in den Orbit befördert wird, beteiligt. Der Satellit erforscht unter Einbeziehung von sieben Staaten die Hochatmosphäre und die Polarlichter, wobei die teilnehmenden Wissenschaftler und Techniker der DDR wertvolle Erfahrungen für die Lösung von Forschungsaufgaben, die Auswertung der Messdaten und die Ausrüstung von Raumflugkörpern gewinnen. Weitere „Sputniks der Freundschaft“ folgen mit Kosmos 321 zur Erforschung der Hochatmosphäre und Ionosphäre (Start: 20. Januar 1970), Kosmos 348 zur Untersuchung des Einflusses der Sonnenaktivität auf die Hochatmosphäre (13. Juni 1970) und Kosmos 381 zur Ionosphärenforschung (2. Dezember 1970).



rented Soviet communications satellites. From 1976 onwards, the Ministry of Post and Telecommunications of the GDR has made active use of the INTERSPUTNIK network and has set up a modern ground communications station near Fürstenwalde. Moreover, the GDR was represented in almost every international organization that had a relevant involvement in the exploration and utilization of space. The country was an active member of the UN Committee on Space Exploration, the International Telecommunication Union (ITU), the World Meteorology Organization (WMO) and, from September 1986, was also a member of INMARSAT (International Maritime Satellite, a UN subsidiary organization).

The first satellite mission that involved the GDR was Cosmos 261, which was put into orbit on December 20, 1968 under the program name "Sputnik of Friendship." With the involvement of seven countries, the satellite was designed to study the upper atmosphere and the polar lights and allowed the participating scientists and engineers from the GDR to gain valuable experience in solving research problems, evaluating measurement data, and outfitting spacecraft. Further "Sputniks of Friendship" were to follow: Cosmos 321 for the study of the upper atmosphere and ionosphere (launch: January 20, 1970); Cosmos 348 for the investigation of the effects of solar activity on the upper atmosphere (June 13, 1970); and Cosmos 381 for ionospheric research (December 2, 1970).

Mit dem Start des Satelliten Interkosmos-1 zur Erforschung der Sonne und des interplanetaren Plasmas am 14. Oktober 1969 vom Kosmodrom Kapustin Jar südlich von Wolgograd - zu dem das Institut für Elektronik der AdW einen Photometer zur Erforschung der Kurzwellenstrahlung der Sonne beisteuert - wird die DDR erstmals im Weltraum präsent. Insgesamt 25 Interkosmos-Trabanten werden bis 1992 gestartet, die allesamt auf dem Satellitenbus der sowjetischen Kosmos-Serie basieren; an 15 beteiligt sich die DDR. Ab November 1970 folgen zudem atmosphärische und meteorologische Versuche mit der sowjetischen Höhenforschungsrakete Vertikal sowie den Wetterraketen MR-06 und M-100.

Lediglich etwa 40 Millionen Mark der DDR (etwa fünf Millionen Euro) stehen der ostdeutschen Weltraumforschung in ihren letzten beiden Jahrzehnten für diese Programme jährlich zur Verfügung, ein im Vergleich zur Bundesrepublik äußerst bescheidener Betrag, der auch hinter den wirtschaftlichen Möglichkeiten der DDR zurückbleibt. Damit aber beteiligt sich die ostdeutsche Weltraumforschung an zuletzt immer aufwändigeren Missionen wie den Sonden zur Venus (Venera), der internationalen Halley-Observation (Vega) oder den letztlich gescheiterten Sonden zu den beiden Marsmonden (Phobos). Bei den letzten beiden Programmen ist auch die Bundesrepublik eingebunden, womit dies die einzigen, wenn auch indirekten deutsch-deutschen Kooperationen im All werden - freilich tut die ostdeutsche Staatssicherheit alles in ihrer Macht stehende, enge wissenschaftliche Kontakte möglichst im Keim zu ersticken.

Zu nennen ist überdies die führende Qualifikation, die im Bereich der Optoelektronik vorhanden ist. Bedeutendste Konstruktion ist diesbezüglich die in den 1970er-Jahren im Auftrag der Sowjetunion vom VEB Carl Zeiss Jena für 82 Millionen Mark der DDR hauptverantwortlich entwickelte und später kontinuierlich verbesserte Multispektralkamera MKF 6. Diese gelangt auf den bemannten Orbitalstationen der Sowjetunion zur Erdbeobachtung - und damit ebenfalls zur militärischen Aufklärung - auch während des Fluges von Sigmund Jähn zum Einsatz und arbeitet in sechs verschiedenen Spektralbereichen (sichtbar und infrarot) bei einer Auflösung von zehn Metern.

Der wichtigste politische Aspekt der INTERKOSMOS-Zusammenarbeit ist der am 13. Juli 1976 von der sowjetischen Delegation eingebrachte Vorschlag, „Interkosmonauten“ zu sowje-

The GDR's first presence in space was marked by the launch of the Interkosmos-1 satellite on October 14, 1969 from the Kapustin Jar cosmodrome south of Volgograd to study the Sun and interplanetary plasma. This satellite used a photometer contributed by the Institute of Electronics at the Academy of Sciences to study the short-wave radiation of the Sun. A total of twenty-five Interkosmos satellites were launched up to 1992, all of them based on the Soviet Cosmos series satellite platform; the GDR participated in 15 of these. From November 1970, atmospheric and meteorological tests were also conducted using the Soviet altitude research rocket, Vertikal, and the MR-06 and M-100 weather rockets.

During the last two decades of the East German space research program, the annual budget was only 40 million East German marks (around 5 million euros), an extremely modest sum in comparison to West Germany and one that was not commensurate with the country's economic potential. Nonetheless, the East Germans still contributed to ever more costly missions such as probes to Venus (Venera), the international Halley observatory (Vega), and the failed probes sent to the two moons of Mars (Phobos). In the latter two programs, the Federal Republic of Germany was also involved, making these the only examples, albeit indirect ones, of German-German cooperation in space - it should be noted that the East German State Security Service did everything in its power to nip any prospect of close scientific contact in the bud whenever possible.

This article would not be complete without mentioning the leading credentials of the GDR in the field of optoelectronics. The most significant design in this regard was the MKF 6 multispectral camera developed, and subsequently continuously improved, on behalf of the Soviet Union in the 1970s, under the lead of VEB Carl Zeiss, Jena, at a cost of 82 million East German marks. This camera could operate in six different spectral bands (visible and infrared) at a resolution of ten meters, and was deployed for Earth observation use on the Soviet Union's crewed orbital station - where it was also used for military reconnaissance - and was on-board during the flight of Sigmund Jähn.

Although the missions were of little scientific significance, the most important political aspect of the INTERKOSMOS collaboration was the suggestion tabled on July 13, 1976 by the Soviet delegation to send up "intercosmonauts" to Soviet space stations.



**Oben: Vor dreißig Jahren der erste Deutsche im All: Kosmonaut Sigmund Jähn (Gerhard Kowalski)**

Top: The first German in space, thirty years ago: Cosmonaut Sigmund Jähn (Gerhard Kowalski)

**Unten: Jähn an Bord der sowjetischen Raumstation Saljut-6**

Bottom: Jähn aboard the Soviet space station Saljut-6

tischen Raumstationen zu entsenden; wissenschaftlich bleiben diese Missionen von eher geringer Bedeutung. Zwischen 1978 und 1988 nehmen Kosmonauten aus allen zehn Partnerländern an der bemannten Raumfahrt teil, darunter auch der erste Deutsche, der seinen Weg ins All findet: Sigmund Jähn. Nach zweijähriger, im eigenen Land geheim gehaltener Ausbildung im Sternenstädtchen bei Moskau, startet Jähn am 26. August 1978 mit Sojus-31 von Baikonur in Richtung der Raumstation Saljut 6 und führt dort sieben Tage lang wissenschaftlich-technische, medizinische und biologische Experimente durch. Sigmund Jähn beschäftigt sich unter anderem mit dem Zeitempfinden, der Hör- und Geschmacksempfindlichkeit in der Schwerelosigkeit, der Herstellung hochleistungsfähiger optischer Gläser sowie wissenschaftlich, volkswirtschaftlich und militärisch interessanten Aufnahmen der Erde. Elf Anlagen und 25 Versuchsanordnungen sind hierfür von deutschen Forschungsinstituten und Betrieben auf technisch und wissenschaftlich hohem Niveau konzipiert worden. Ihre Forschungsaspekte werden allerdings in den kommenden Jahren von Seiten der DDR nicht weiter vertieft. Am 3. September landet Jähn gemeinsam mit seinem Kommandanten Oberst Waleri Bykowski in der kasachischen Steppe.

Erwähnt sei schließlich, dass die Forschung der DDR aufgrund ihrer engen Verflechtung mit dem Raumfahrtprogramm der Sowjetunion in den 1980er-Jahren auch in die Entwicklung eines gegen das US-amerikanische SDI-Programm (Strategic Defense Initiative) gerichteten Projektes eingebunden ist.

Die Raumfahrtforschung im östlichen Teil Deutschlands bricht nach der Einheit Deutschlands 1990 nicht ab. Doch der folgende Eingliederungsprozess in die westdeutsche Forschungslandschaft wird für viele Beteiligte schwierig, oft schmerzhaft. Wie in vielen anderen Bereichen der gesamtdeutschen Politik in den 1990er-Jahren, zahlen sich die im Westen viele Jahrzehnte lang skeptisch betrachteten engen Beziehungen des „anderen Deutschlands“ zu Moskau auch in der Raumfahrt positiv aus: Deutschland wird zum bevorzugten Partner Russlands bei der Nutzung der Raumstation Mir. Auch in optoelektronischen Bereichen wie der Weltraumfotografie wird die in den Jahren der Teilung aufgebaute Kompetenz fortgeführt.

*Dr. Niklas Reinke ist Historiker und Politologe. Er ist Öffentlichkeitsbeauftragter der DLR Raumfahrt-Agentur*

Between 1978 and 1988, cosmonauts from all ten partner countries took part in crewed space flights, including the first German to find his way into space, Sigmund Jähn. Following a two-year training program at Star City in Moscow, which was kept secret in his own country, Jähn launched on August 26, 1978 aboard Soyuz 31 from Baikonur, headed for the Salyut 6 space station, where he spent seven days carrying out technical, scientific, medical, and biological experiments. Sigmund Jähn spent his time studying, among other things, time perception, sensitivity of hearing and taste in zero-gravity, and the manufacture of high-performance optical glass, as well as taking photographs of the earth that were of scientific, economic, and military interest. Eleven research installations and twenty-five experiments were designed for these tasks by German research institutes and companies to the highest technical and scientific standards. These areas of research were, however, not pursued further by the GDR during the following years. Jähn landed on September 3 together with his commander, Colonel Valery Bykovsky, in the Kazakh steppe.



**Geglückte Landung: Jähn und sein sowjetischer Kollege Waleri Bykowski in der kasachischen Steppe, 3. September 1978 (Gerhard Kowalski)**

Successful touchdown: Jähn and his colleague from the UdSSR, Waleri Bykowski, in the Kazakhstan veldt, September 3, 1978 (Gerhard Kowalski)

Finally, it must be mentioned that, due to the close integration of its research with the Soviet Union's space program during the 1980s, the GDR was also involved in the development of a project to counter the US-American Strategic Defense Initiative (SDI).

The space research carried out in the Eastern part of Germany did not stop as a result of the unification of Germany in 1990. However, for many persons involved the subsequent integra-

tion into the West German research community was a difficult, often painful, process. As in many other areas of pan-German politics in the 1990s, the close ties of the "other Germany" to Moscow, which had for many decades been viewed with scepticism in the West, proved to be a positive benefit in the field of astronautics, with Germany becoming a preferred partner of Russia for the use of the Mir space station. The expertise built up over the years of partition in the opto-electronic disciplines, such as space photography, also continued to be developed.

*A political scientist and historian, Dr. Niklas Reinke works for DLR Corporate Communications and is responsible for the PR unit within the DLR Space Agency.*

## Raumfahrtskalender

## Termin Ereignis

## 2008

29. September	Wiedereintritt des ATV "Jules Verne" in die Erdatmosphäre
29. September-3. Oktober	59. Internationaler Weltraum-Kongress in Glasgow, Schottland
3.-12. Oktober	BEXUS-Kampagne mit drei Experimenten deutscher Studentengruppen in Kiruna, Schweden
8. Oktober	Start STS 125 Discovery von Cape Canaveral, Instandsetzungs-Mission für das Weltraum-Teleskop Hubble
Mitte Oktober	Start Chandrayaan mit PSLV von Sriharikota. Indischer Mond-Orbiter mit dem Infrarot Spektrometer SIR-2 des Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
29. Oktober	Start Ariane 5ECA mit Hotbird 9 und NSS 9 von Kourou, Französisch-Guyana
November	Start von zwei ECOMA Höhenforschungsraketen von Andenes, Norwegen
10. November	Start STS 126, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral, USA
25.-26. November	ESA-Ratskonferenz auf Ministerebene in Den Haag, Niederlande
11. Dezember	Start Ariane 5ECA von Kourou mit Astra 1M und W2M

## 2009

Anfang 2009	SOFIA: 1. Testflug mit offener Teleskoptür
Mitte Januar	Start des ESA-Weltraumobservatoriums Herschel/Planck
Februar	13. DLR-Parabelflug in Bordeaux, Frankreich
12. Februar	Start STS 119, Space Shuttle Discovery von Cape Canaveral, USA
März	BEXUS-Kampagne mit drei Experimenten deutscher Studentengruppen in Kiruna, Schweden
15. April	Start SMOS und Proba-2 mit Rokot-KM von Plesetsk, Russland
25. April	Start TEXUS 46 (ESA) in Kiruna mit zwei deutschen Experimenten
4. Mai	Start TEXUS 47 (DLR) in Kiruna mit zwei deutschen Experimenten
15. Mai	Start STS 127, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral mit einer Außenexperiment-Plattform für das japanische ISS-Modul Kibo
30. Juli	Start STS 128, Space Shuttle Atlantis von Cape Canaveral, USA
15. August	Start Sojus 5R von Baikonur, Kasachstan (Mini Research Module 2 "MRM2")
September	14. DLR-Parabelflug
1. September	Start des japanischen automatischen ISS-Versorgungstransporters HTV-1 (H-II Transfer Vehicle) von Tanegashima, Japan
Ende September	Tag der Luft- und Raumfahrt des DLR in Köln-Porz
15. Oktober	Start STS 129, Space Shuttle Discovery von Cape Canaveral, USA
November	Start MAXUS 8 (ESA) in Kiruna mit zwei Experimenten deutscher Wissenschaftler
10. Dezember	Start STS 130, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral mit dem ISS-Modulverbindungsknoten Node 3

## Space Calendar

## Date Event

## 2008

September 29	Re-entry of ATV "Jules Verne" in the Earth's atmosphere
September 29 – October 3	59th International Astronautical Congress in Glasgow (UK)
October 3-12	BEXUS research campaign with balloons carrying three experiments from German student teams at Kiruna, Sweden
October	Launch of STS 125 Discovery from Cape Canaveral, servicing mission for space telescope Hubble
Mid-October	Launch of Chandrayaan on a PSLV rocket from Sriharikota. Moon Orbiter from India carrying the infrared spectrometer SIR-2 built by the German Max-Planck-Institute for Solar System Research
October 29	Launch of Ariane 5ECA from Kourou carrying Hotbird 9 and NSS 9
November	Launch of two ECOMA sounding rockets from Andenes, Norway
November 10	Launch of STS 126, Space Shuttle Endeavour from Cape Canaveral, USA
November 25-26	ESA council meeting at ministerial level in Den Haag, Netherlands
December 11	Launch of Ariane 5ECA from Kourou carrying Astra 1M and W2M

## 2009

Early 2009	SOFIA: 1st test flight with telescope hatch opened
Mid-January	Launch of the ESA space observatory mission Herschel/Planck
February	DLR's 13th parabolic flight campaign at Bordeaux, France
February 12	Launch of STS 119, Space Shuttle Discovery from Cape Canaveral, USA
March	BEXUS research campaign with balloons carrying three experiments from German student teams at Kiruna, Sweden
April 15	Launch of SMOS and Proba-2 on a Rokot-KM from Plesetsk, Russia
April 25	Launch of TEXUS 46 (ESA) in Kiruna carrying two German experiments
May 4	Launch of TEXUS 47 (DLR) in Kiruna carrying two German experiments
May 15	Launch of STS 127, Space Shuttle Endeavour from Cape Canaveral carrying an outdoor experimental platform for the Japanese ISS module Kibo
July 30	Launch of STS 128, Space Shuttle Atlantis from Cape Canaveral, USA
August 15	Launch of Soyuz 5R from Baikonur, Kazakhstan (Mini Research Module 2 "MRM2")
September	DLR's 14th parabolic flight campaign
September 1	Launch of the Japanese automated ISS supply transporter HTV-1 (H-II Transfer Vehicle) from Tanegashima, Japan
End of September	Aviation and Aerospace Day at the DLR headquarters in Cologne
October 15	Launch of STS 129, Space Shuttle Discovery from Cape Canaveral, USA
November	Launch of MAXUS 8 (ESA) from Kiruna carrying two experiments by German scientists
December 10	Launch of STS 130, Space Shuttle Endeavour from Cape Canaveral carrying the ISS module connection "Node 3"

# COUNTDOWN



## **Start einer H-IIA Trägerrakete der japanischen Weltraumorganisation von Tanegashima (JAXA)**

Launch of a Japanese Space Agency's H-IIA rocket from Tanegashima (JAXA)

## IMPRESSUM

AKTUELLES AUS DER DLR RAUMFAHRT-AGENTUR/TOPICS FROM DLR SPACE AGENCY · Herausgeber/Publisher: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) · Sabine Göge (ViSdP) · Dr. Niklas Reinke (Redaktionsleitung/Chief Editor) Diana Gonzalez, Michael Müller (Redaktion/Editorial Staff) · Tel.: +49 228 447-385 · Fax: +49 228 447-386 · E-Mail: [m.mueller@dlr.de](mailto:m.mueller@dlr.de) · [www.DLR.de/rd](http://www.DLR.de/rd)  
Hausanschrift/Postal Address: Königswinterer Straße 522–524, 53227 Bonn, Germany · Druck/Print : Druckerei Thierbach, 45478 Mülheim an der Ruhr, Germany · Gestaltung/Layout: CD Werbeagentur GmbH, Burgstraße 17, 53842 Troisdorf, Germany · Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe/Reprint with approval of publisher and with reference to source only · Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem Papier/Printed on environment-friendly, chlorine-free bleached paper · Alle Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben/Copyright DLR for all imagery, unless otherwise noted. Erscheinungsweise vierteljährlich, Abgabe kostenlos/published quarterly, release free of charge · ISSN 1864-6123