

COUNTDOWN [6]

EXPLORATION: ERDNAHE ASTEROIDEN Wege zur Abwehr potenzieller Gefahren

EXPLORATION:
NEAR-EARTH ASTEROIDS
Ways to avert potential Hazards

| 3

EDITORIAL

ATV Jules Verne – Meilenstein der europäischen Raumfahrt
Editorial

ATV Jules Verne – Milestone in European Spaceflight

| 2

SATELLITEN-KOMMUNIKATION

Nationale Konferenz auf dem Petersberg am 12. und 13. März
SATELLITE COMMUNICATIONS

National Conference on the Petersberg on March 12/13

| 32

EXTRATERRESTRIK: GLAST

Vor dem Start
Extraterrestriks: GLAST
Before Launch

| 10

GESCHICHTE

Die deutsche Raumfahrt 1969 – 1983
History

German Astronautics 1969 – 1983

| 36

INDUSTRIE

Raumfahrt und Mittelstand:
Die "anderen" Unternehmen
Industry

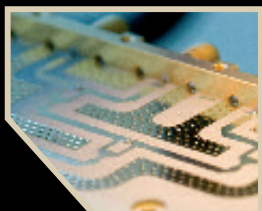
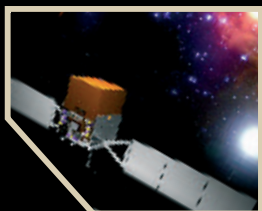
Space and SMEs: The 'other' Enterprises

| 28

RAUMFAHRT-KALENDER

Space Calendar

| 42



ATV Jules Verne – ein Meilenstein der europäischen Raumfahrt

Vor Kurzem wurden wir Zeugen einer weiteren Sternstunde der europäischen Raumfahrt: Nach erfolgreichem Start in der Nacht zum 9. März dockte das erste Automated Transfer Vehicle (ATV), ein unbemannter Raumtransporter mit Namen „Jules Verne“, am 3. April 2008 vollautomatisch an der Internationalen Raumstation ISS an.

Bei Jules Verne handelt es sich um einen Prototypen des ATV, dem bis 2013 weitere vier im Wesentlichen baugleiche Raumtransporter folgen sollen. Um die Funktionsweise von ATV abzusichern, wurden in der Zeit zwischen Start und Andocken zahlreiche Tests durchgeführt – alle mit positivem Ergebnis. Bei seiner Premiere hatte ATV 5,5

Tonnen an Nahrungsmitteln und Treibstoff an Bord. Neben der Versorgung der ISS wird Jules Verne mit seinen Haupttriebwerken die Raumstation in eine höhere Umlaufbahn heben. Nicht zu unterschätzen ist auch das Ende der Mission Jules Verne, wenn bis zu 6,5 Tonnen Abfall von der ISS auf das ATV verladen werden, um voraussichtlich Anfang September dieses Jahres in der Erdatmosphäre zu verglühen. Mit diesen vielfältigen Aufgaben wird ATV zum ständigen Unterhalt der Internationalen Raumstation beitragen.

ATV ist der jüngste eindrucksvolle Beweis für die Leistungsfähigkeit der europäischen Raumfahrt. Ein solches Großvorhaben ist nur mit der Bündelung vorhandener Kompetenzen möglich; dies hat auch bei ATV wieder hervorragend funktioniert. ATV

ist das komplexeste jemals in Westeuropa gebaute Raumfahrzeug und damit ein Meilenstein in der europäischen Raumfahrtgeschichte. Gleichzeitig hat ATV großes Potenzial für weitere Raumfahrtanwendungen. Schon jetzt haben die beteiligten Staaten mit der Ariane-5 sowie mit Columbus und ATV ein in sich stimmiges, höchst anspruchsvolles Programm der gemeinsamen Raumfahrt umgesetzt, das auf mehreren Säulen ruht.

Die Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt zeichnet für die programmatische Steuerung verantwortlich: Sie hat das ISS-Programm inklusive ATV über Jahre in den verschiedenen Gremien der ESA vertreten und wesentlich mitgestaltet. So war es möglich, sowohl die programmatischen als auch die industriepolitischen Interessen Deutschlands einzubringen.

Deutsche Unternehmen und Einrichtungen haben maßgeblichen Anteil am Erfolg von ATV. Damit ist unser Land auf bestem Wege zum Seniorpartner unter den führenden Raumfahrtnationen. Auch Forschungseinrichtungen des DLR waren an der Entwicklung von ATV beteiligt. Wir sind stolz auf die vielen Ingenieure, Wissenschaftler und alle anderen Fachleute, die zu dieser Sternstunde beigetragen haben.



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

The Jules Verne ATV – A Milestone in European Spaceflight

A short while ago, we witnessed yet another highlight in the history of European spaceflight: After a successful launch in the night of March 9, the first Automated Transfer Vehicle (ATV) named Jules Verne docked on to the International Space Station (ISS) on April 3 in a fully automated process.

Jules Verne is the prototype of the ATV series which will include another four transfer vehicles of essentially identical construction by 2013. To make sure that the ATV was functioning properly, numerous tests have been conducted during the time between its launch and the docking maneuver, all with a positive result. On its maiden flight, the ATV was carrying 5.5 tons of food and fuel. Not only will the ATVs supply the ISS, they will also use their main engines to give the Space Station's orbit an occasional boost. Nor should we underestimate the latter part of the Jules Verne mission when the ATV will be hauling up to 6.5 tons of waste away from the ISS to burn up in the atmosphere in an operation scheduled for beginning of September this year. Fulfilling all these tasks, the ATVs will contribute to the ongoing maintenance of the International Space Station.

The ATV is the most recent piece of evidence for Europe's capabilities in spaceflight. The only way to realize such a large project is to pool existing competences, an approach which worked very well indeed for the ATV project, as it has done for others before. The ATV is the most complex space vehicle ever built in Western Europe, which makes it a milestone in the history of European spaceflight. What is more, the ATV has great potential for further applications in space. It can be said, even at this early stage, that the participating states have implemented a consistent and highly ambitious joint space program which already rests on several pillars, including Ariane 5, Columbus and the ATV.

It is the Space Agency of the German Aerospace Center (DLR) which is responsible for the controlling of the space program. It has been representing the ISS program inclusive of the ATV for many years on the various governing bodies of ESA and has made key contributions to its design, so that the program now reflects Germany's programmatic as well as industrial-policy interests.

German enterprises and institutions contributed greatly to the success of the ATV. As a result, our country is well on its way to becoming a senior partner among the world's leading space nations. DLR research facilities, too, have been involved in a significant way in the development of the ATV. We are proud of the numerous engineers, scientists and project managers from various disciplines who contributed to this highlight in the history of European spaceflight.

Ludwig Baumgarten

Barringer-Krater in der Nähe von Flagstaff, Arizona, USA. Sein Durchmesser beträgt 1.186 Meter – der des Meteoriten, welcher ihn verursachte, nur 30 Meter. (NASA)

Barringer crater near Flagstaff, Arizona, USA. Its diameter is 1,186 meters – the one of the meteorite that caused it only 30 meters. (NASA)

Erdnahe Asteroiden

Wege zur Abwehr potenzieller Gefahren

Von Dr.-Ing. Christian Gritzner

Near-Earth Asteroids

Ways to avert potential Hazards

By Dr.-Ing. Christian Gritzner

Einschläge von Asteroiden und Kometen auf der Erde – und anderen Objekten des Sonnensystems – sind natürliche Vorgänge. Die Auswirkungen solcher Ereignisse, die man auch „Impakte“ nennt, reichen vom Eindringen kleinster Staubteilchen in die Erdatmosphäre bis hin zu selteneren Einschlägen größerer Körper mit der Bildung von Kratern auf der Oberfläche oder Tsunamis beim Einschlag im Meer.

In den letzten 25 Jahren hat die Erforschung der sogenannten „Kleinen Körper“ große Fortschritte gemacht. Es wurde gezeigt, dass das Artensterben vor 65 Millionen Jahren, dem auch die Dinosaurier zum Opfer fielen, höchstwahrscheinlich durch den Impact eines zehn Kilometer großen Asteroiden ausgelöst wurde. Der zugehörige Chicxulub-Krater mit 180 Kilometern Durchmesser liegt auf der Halbinsel Yukatan am Golf von Mexiko. Im Sommer 1994 trat der – statistisch gesehen unwahrscheinliche – Fall eines solchen Großimpaktes ein, als die Fragmente des drei Kilometer großen Kometen Shoemaker-Levy-9 den Planeten Jupiter trafen und insgesamt eine Energie von 300.000 Megatonnen des Sprengstoffes Trinitrotoluol (TNT) freisetzten. Wäre damals die Erde getroffen worden, hätte dies eine globale Katastrophe ausgelöst. Denn ab etwa 800 Metern bis drei Kilometern Durchmesser können Near Earth Objects (NEOs) das Erdklima derart stören, dass es weltweit zu Missernten und Hungersnöten kommen kann – abgesehen von den direkten Folgen des Impakts.

Doch auch kleine Einschläge stellen eine Gefahr dar. Am 30. Juni 2008 jährt sich zum 100. Mal das Datum des Tunguska-Ereignisses. Nach heutigem Wissensstand trat damals über der Steinigen

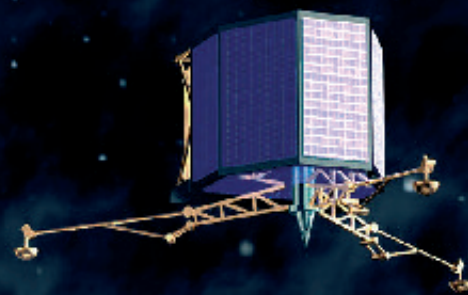
Asteroid and comet impacts on Earth – or on any other object in the solar system – are natural processes. Such events range in scale from infinitesimal dust particles penetrating into the Earth's atmosphere to less frequent hits by larger bodies which cause craters on land surfaces and tsunamis when they impact into the sea.

In the last 25 years, much progress has been made in the study of so-called small bodies. It has been shown that the general extinction of species to which the dinosaurs fell victim 65 million years ago was most probably caused by the impact of an asteroid ten kilometers in size. Measuring 180 kilometers in diameter, the Chicxulub crater, which formed at that time, is situated on the Yucatan peninsula in the Gulf of Mexico. In summer 1994, such a – statistically improbable – large-scale impact happened when the fragments of the three-kilometer comet Shoemaker-Levy 9 hit the planet Jupiter, releasing a total volume of energy equivalent to 300,000 megatons of the explosive trinitrotoluene (TNT). Had it hit the Earth instead, a global catastrophe would have followed. For near-Earth objects (NEOs) measuring between 800 meters and three kilometers in diameter will disturb the Earth's climate to such an extent that global crop failures and famines may follow – apart from the direct consequences of the impact.

Yet even minor hits are hazardous. June 30, 2008 marks the 100th anniversary of the Tunguska event. As far as we know today, it was then that a small asteroid or comet core measuring 30 to 50 meters in diameter entered the Earth's atmosphere at a speed of about 15 kilometers per second. Sudden deceleration in the lower layers of the atmosphere caused it to burst in a giant fireball,

Die europäische Rosetta-Sonde beim Landeanflug auf den Kometen Tschurjumow-Gerasimenko, künstlerische Darstellung. Die Erforschung von Kometen ist auch für die Sicherheit der Erde von grundsätzlicher Bedeutung. (ESA)

The European Rosetta sensor approaching the comet Tschurjumow-Gerasimenko, artist's impression. Research on comets is also of vital importance for the security of the Earth. (ESA)



Tunguska in Sibirien ein kleiner Asteroid oder Kometenkern von 30 bis 50 Metern Durchmesser mit einer Geschwindigkeit von etwa 15 Kilometern pro Sekunde in die Erdatmosphäre ein. Durch die Abbremsung in den tieferen Atmosphärenschichten zerbarst er in einem riesigen Feuerball und setzte seine Bewegungsenergie schlagartig frei, welche etwa 10 bis 15 Megatonnen TNT entsprach. Die dabei entstandene Druckwelle zerstörte eine Waldfläche von doppelter Größe des Landes Berlin.

releasing at a stroke its entire kinetic energy of about ten to 15 megatons TNT and causing a blast that destroyed an area of forest twice as large as the state of Berlin.

Glossar

Asteroid	Objekt aus Gestein oder Metall
Impakt	Einschlag
Komet	Objekt aus gefrorenen Gasen und Staub
Megatonne TNT	Energieangabe (1 Mt TNT=4,18x10 ¹⁵ Joule)
Meteor	Leuchterscheinung beim Atmosphäreneintritt
Meteorit	auf der Erde gefundenes Asteroidenmaterial
Meteoroid	andere Bezeichnung für Asteroid
NEO	Near-Earth Object
NEA	Near-Earth Asteroid
PHO	Potentially Hazardous Object
Planetoid	andere Bezeichnung für Asteroid

Glossary

Asteroid	Object consisting of rock or metal
Comet	Object consisting of frozen gas and dust
Megaton TNT	Energy measure (1Mt TNT=4.18x10 ¹⁵ Joule)
Meteor	Luminous phenomenon caused by atmospheric entry
Meteorite	Asteroid material found on Earth
Meteoroid	Synonymous with asteroid
Minor planet	Synonymous with asteroid
NEO	Near-Earth Object
NEA	Near-Earth Asteroid
PHO	Potentially Hazardous Object
Planetoid	Synonymous with asteroid



Zeugen der Entstehung des Sonnensystems

Asteroiden und Kometen bildeten sich vor rund 4,6 Milliarden Jahren bei der Entstehung des Sonnensystems. Die meisten bestehen aus Gestein, sie können aber auch größere Anteile an Eisen und Nickel sowie an kohlenstoffhaltigen Verbindungen aufweisen. Die Mehrzahl von ihnen befindet sich im Asteroiden-Hauptgürtel zwischen den Planeten Mars und Jupiter. Andere wurden durch den Schwerkrafteinfluss der großen Planeten auf Bahnen gelenkt, die sie in das innere Sonnensystem führen. Kometen bestehen hauptsächlich aus Wassereis, gefrorenen Gasen, Kohlenstoffverbindungen und Staub. Sie entstanden weiter außerhalb im Bereich der Gasplaneten, wo tiefere Temperaturen vorherrschen. Von dort wurden sie bei nahen Vorbeiflügen an den großen Planeten entweder in das innere Sonnensystem hinein oder aus ihm heraus geschleudert. Nähern sie sich der Sonne, so beginnt Oberflächenmaterial zu verdampfen. Die freigesetzten Gase reißen auch Staubpartikel mit sich und bilden rund um den Kometenkern eine Wolke – die Koma. Diese wird durch Sonnenwind und Strahlung von der Sonne weg gelenkt, so dass sich der Kometenschweif ausbildet, der bis zu mehreren 100 Millionen Kilometern lang sein kann.

Im Gegensatz zu den Planeten hat sich ein Teil der Kleinen Körper seit ihrer Entstehung kaum verändert und ermöglicht so einen Einblick in die Entstehung unseres Sonnensystems. Durch

Witnesses of the formative period of the solar system

Asteroids and comets formed around 4.6 billion years ago when the solar system was born. While most asteroids consist entirely of rock, some may contain comparatively large proportions of iron, nickel and carbon compounds. A majority orbits within the main asteroid belt between the planets Mars and Jupiter, where some are diverted by the gravity pull of the larger planets onto trajectories that bring them to the inner solar system. Comets largely consist of water ice, frozen gases, carbon compounds and dust. They originated in the outlying zone of the gaseous planets where lower temperatures predominate. When passing close by a large planet, they may be thrown either into the interior or out of the solar system. As they approach the Sun, the material on their surface begins to evaporate. The gases thus released, which carry dust particles with them, form a cloud around the core of the comet – the coma. Solar wind and solar radiation cause this cloud to stretch into a tail which, pointing away from the Sun, may reach a length of several hundred million kilometers.

Unlike the planets, some of the small bodies have hardly changed at all since their formation, thus enabling us to take a look at the origins of our solar system. Mathematical models lead us to the conclusion that orbits in the solar system developed over a long period of time. One of the fundamental questions in science is about how life could evolve on Earth. One related question is



Illustration des Aufschlages eines großen Asteroiden auf der Erde. In ihrer Frühzeit könnte die Erde Impakten dieser gigantischen Größe ausgesetzt worden sein. (NASA)

An illustration of a massive asteroid crashing into Earth. The Earth may have experienced such gigantic impacts in its early period. (NASA)

Modellrechnungen wird auf die Entwicklung von Umlaufbahnen im Sonnensystem über lange Zeiträume geschlossen. Eine Kernfrage der Wissenschaft ist, wie auf der Erde Leben entstehen konnte. Dazu wird untersucht, inwiefern die Kometen in der Frühzeit der Erde Wasser und organische Substanzen geliefert und so zur Entstehung von Leben auf unserem Planeten beigetragen haben könnten.

Derzeit kein lückenloses Frühwarnsystem

Aus den Häufigkeitsverteilungen von Kratern auf dem Mond kann man die durchschnittlichen Zeitabstände für Einschläge von gleichgroßen NEOs bestimmen. Durch Simulationen und Hochrechnungen aufgrund der bisherigen Beobachtungsergebnisse kann die Anzahl der erdnahen Asteroiden abgeschätzt werden. Die Kometen spielen dabei nur eine untergeordnete Rolle. So nimmt man an, dass es über eine Million NEOs gibt, die größer als 30 Meter sind. Die Zahl der NEOs, die größer sind als 100 Meter, wird mit über 100.000 beziffert. Darüber hinaus existieren theoretisch etwa tausend NEOs mit einer Größe von mindestens einem Kilometer. Die Zahl potenziell gefährlicher Objekte, die der Erde näher kommen als 7,5 Millionen Kilometer und die über 150 Meter groß sind, beträgt 929 mit Stand vom 4. März 2008. Insgesamt sind lediglich 5.214 NEOs verschiedenster Durchmesser identifiziert.

Die mittleren Impaktintervalle lassen aber keinen Rückschluss auf den nächsten Einschlag zu. Diesen kann man nur vorhersagen, indem aus den Beobachtungsdaten die zukünftige Bahn berechnet wird. Dafür reicht die Entdeckung des NEOs allein aber noch nicht aus; es sind sehr viele Einzelbeobachtungen erforderlich. Mit den heute gewonnenen optischen Beobachtungsdaten kann man für mehrere Jahrzehnte prognostizieren, ob ein NEO die Erde trifft oder verfehlt. NEOs, die in einem Abstand von mehreren Mondentfernungen die Erde passieren, können auch mit Radarteleskopen beobachtet werden. Dabei erkennen Forscher sogar Oberflächenmerkmale von bis zu zehn Metern Größe und sind zudem in der Lage, die radiale Geschwindigkeitskomponente exakt zu ermitteln. Kombiniert man optische Daten mit Radar-Daten, kann der Vorhersagezeitraum auf bis zu 100 Jahre ausgedehnt werden. Da es nicht viele Suchteleskope gibt, und die Suchprogramme oft nicht kontinuierlich betrieben werden können, gibt es zurzeit kein lückenloses NEO-Frühwarnsystem.

Verschiedenste Abwehrsysteme denkbar

Prinzipiell gibt es zwei Möglichkeiten einen NEO-Impakt zu vermeiden: Man kann entweder das Objekt zerstören oder es auf eine ungefährliche Bahn umlenken. Weil eine Zerstörung eines NEO wiederum gefährliche Trümmer erzeugen kann, kommt diese Möglichkeit nur für kleine NEOs unter 100 Metern Durchmesser in Betracht: Alle Trümmer sind in diesem Fall deutlich kleiner als 30 Meter und verglühen weitgehend in der Erdatmosphäre. Für eine Bahnänderung muss ein Abwehrsystem eine Geschwindigkeitsänderung des NEOs bewirken, welche in Richtung und Betrag dem jeweiligen Fall angepasst sein muss. Obwohl viele verschiedene Abwehrsysteme denkbar sind, erscheinen mittelfristig nur die vier folgenden Abwehrprinzipien zielführend: chemische Raketenantriebe, Impaktoren, Nuklearsprengsätze oder Sonnenspiegel.

Ein Raketenantriebssystem, wie es in heutigen Trägerraketen eingesetzt wird, könnte prinzipiell verwendet werden. Allerdings müssten viele tausend Tonnen Treibstoff zum NEO transportiert werden, was mit heutigen Trägersystemen nicht realisierbar ist.

whether comets could have brought water and organic substances to Earth in its early age, thus contributing to the development of life on our planet.

Gaps in our current early warning system

From the frequency distribution of craters on the Moon, we can determine the average interval between impacts of NEOs of a specific size. Simulations and projections based on past observation results permit us to estimate the number of near-Earth asteroids. The comets are of lower significance here. Thus, the number of NEOs larger than 30 meters is estimated at more than one million. Those larger than 100 meters are estimated to number above 100,000. Lastly, the number of NEOs with a size of one kilometer or greater is estimated in theory at about one thousand. There is a total of 929 potentially dangerous objects measuring more than 150 meters that approach the Earth closer than 7.5 million kilometers. No more than 5,214 NEOs of various sizes were actually identified by March 4, 2008.

However, mean intervals between impacts do not permit us to predict when the next will happen. Such an event can only be forecast by computing an object's trajectory from observed data. The mere discovery of an NEO is not enough by itself; instead, a great number of individual observations are needed. The optical observation data we are gathering today permit us to predict for a period of several decades whether an NEO will hit or miss the Earth. When an NEO passes the Earth at a distance several times greater than that of the Moon it may be observed with radar telescopes. This enables researchers to identify surface features as small as ten meters and to determine precisely the radial velocity component of the object. By combining optical and radar data, the period for which a forecast is valid may be extended to 100 years. Because there are not many search telescopes and search programs often have to be interrupted, there are gaps in our current NEO early warning system.

A wide variety of conceivable defense systems

Basically, NEO impacts can be avoided in two ways: One can either destroy the object or divert it to another harmless trajectory. However, as the destruction of an NEO may produce dangerous fragments, this option applies only to smaller NEOs with a diameter of less than about 100 meters, for in this case any resultant fragments will be considerably smaller than 30 meters so that most of them will burn up in the Earth's atmosphere. To change the trajectory of an NEO, the mitigation system must change the velocity of the NEO in a direction and to an extent that match the requirements of every individual case. Although many different mitigation systems are conceivable, there are only four which will serve the purpose in the medium term: chemical propulsion systems, impactors, nuclear devices and solar mirrors.

Although rocket propulsion systems like those of today's launchers could be used in principle, many thousand tons of fuel would have to be transported to the NEO, a feat that is out of the reach of today's launcher systems. Because of this performance limitation, rocket propulsion systems can be used only on smaller NEOs (up to a few hundred meters) and only with a lead time of several decades.

Impactor mitigation systems employ a projectile which hits the NEO at a high velocity, forming a crater. The US space probe 'Deep Impact' was the first to do this on July 4, 2005. As the material

Künstlerische Darstellung der Rosetta-Landeeinheit Philae auf dem Kometen Tschurjumow-Gerasimenko; die Landung ist für das Jahr 2014 geplant. (ESA)

Artist's impression of the Rosetta landing unit Philae on the comet Tschurjumow-Gerasimenko; landing scheduled for 2014. (ESA)



Wegen ihrer dadurch begrenzten Leistung sind diese Systeme nur für kleinere NEOs (bis wenige hundert Meter) bei einer jahrzehntelangen Vorlaufzeit einsetzbar.

Impaktor-Abwehrsysteme bestehen aus einem Geschoss, das mit hoher Geschwindigkeit den NEO trifft und dabei einen Krater formt. Dies wurde erstmals am 4. Juli 2005 durch die US-Raumsonde „Deep Impact“ durchgeführt. Das dabei weggeschleuderte Material erzeugt einen Impuls in die Gegenrichtung. So kann je nach Bahnkonstellation im Vergleich mit einem Raketenantriebssystem ein bis zu hundertfach höherer Impuls bei gleicher Systemmasse auf das NEO übertragen werden.

Nuklearsprengsätze können sowohl in einer gewissen Entfernung vom NEO als auch auf oder unter seiner Oberfläche gezündet werden. Bei gleichen Randbedingungen kann ein nuklearer Sprengsatz theoretisch einen bis zu 100.000-fach höheren Impuls auf den NEO aufbringen als ein Raketenantriebssystem. Ein solches Verfahren sollte selbstverständlich in möglichst großer Entfernung zur Erde angewendet werden. Neuere Analysen zeigen, dass ein aus einem Stück bestehender NEO bei einem solchen Impaktor-Einschlag oder einer Nuklearexplosion zerbrechen könnte, während ein "fliegender Geröllhaufen" den Impuls wie ein Sandsack schlucken und seine Bahn kaum ändern würde.

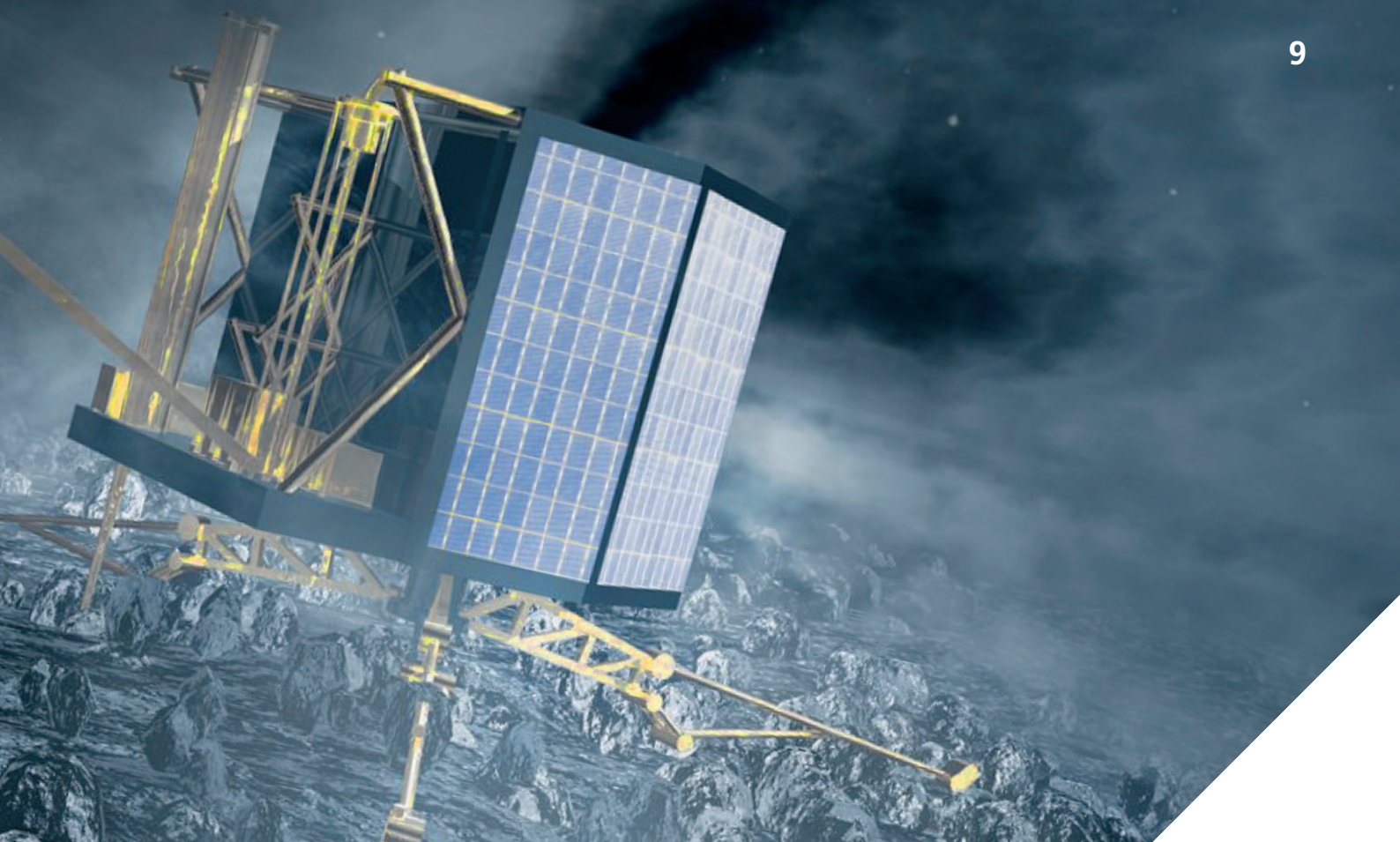
Eine Alternative zu diesen Systemen könnte ein aus Folien bestehendes Spiegelsystem sein, das in der Nähe des NEOs stationiert wäre und Sonnenstrahlung auf die NEO-Oberfläche fokussiert. Dadurch würde sich dort auf einer kleinen Fläche eine so hohe Temperatur einstellen, dass Oberflächenmaterial verdampfen und dabei - wie ein Raketenmotor - einen Schub erzeugen könnte. Der

ejected by the impact generates an impulse in the opposite direction, the thrust transmitted by an impactor may be a hundred times greater than that of a rocket propulsion system of equal mass, depending on the constellation of the trajectories.

Nuclear devices may be exploded at a certain distance from an NEO as well as on or below its surface. Given identical boundary conditions, the impulse transmitted to an NEO by a nuclear device may theoretically be up to 100,000 times greater than that of a rocket propulsion system. It goes without saying that this method should only be applied as far away from Earth as possible. Recent analyses show that monolithic NEOs might be fragmented by an impactor or a nuclear explosion, whereas a 'flying rubble pile' might absorb the pulse like a sandbag, hardly changing its trajectory at all.

Another alternative might be a system of plastic film mirrors which, stationed in the vicinity of the NEO, focuses the rays of the Sun on the NEO surface. This would cause the temperature in a small area to rise high enough for the surface material to evaporate, generating a thrust like a rocket engine. While this thrust would be low in absolute terms, the overall pulse generated during several months of operation would be enough to make the object drift past the Earth at an adequate distance after a coasting phase of several years. The problem is that the surface of the mirror would very likely be soiled by rising dust, which would severely limit its service life.

Evacuating the impact area is another conceivable approach that might be followed in the case of NEOs smaller than one kilometer, for which the consequences would not be global. On the other



absolute Schub wäre zwar gering, jedoch würde der Gesamtimpuls bei einer Betriebsdauer von mehreren Monaten ausreichen, um das Objekt nach einigen Jahren Freiflugphase in genügender Entfernung an der Erde vorbei driften zu lassen. Problematisch ist die anzunehmende Verschmutzung der Spiegeloberfläche durch den erzeugten Staub, was die Betriebsdauer extrem einschränken würde.

Prinzipiell ist es denkbar, bei NEOs, die kleiner als ein Kilometer sind, eine Evakuierung des Einschlagsgebietes vorzunehmen, denn die Folgen wären ja nicht von globalem Ausmaß. Allerdings kann wegen der vorhandenen Messungenauigkeiten der exakte Einschlagsort und -zeitpunkt erst wenige Wochen vor dem Impact ausreichend genau berechnet werden – und ob die Zeit für eine Evakuierung dann noch ausreicht, ist fraglich.

Die Impactproblematik wurde von zahlreichen Organisationen als bedeutend eingestuft: So beauftragte der US-Kongress 1991 die NASA, sich mit diesem Thema zu befassen. 1996 verabschiedete der Europa-Rat eine entsprechende Resolution. Empfehlungen seitens der Vereinten Nationen, der European Science Foundation und anderer Organisationen folgten. Neben einer Verstärkung der weltweiten Suchaktivitäten ist die eingehende Untersuchung der NEOs vor Ort und die Analyse möglicher Abwehrmaßnahmen bereits heute von großer Wichtigkeit. Würde eines Tages ein Impact vorausberechnet werden, so hätte die Menschheit zum ersten Mal in der irdischen Evolutiongeschichte die Chance, eine Naturkatastrophe mit möglicherweise globalen Folgen zu verhindern.

Dr.-Ing. Christian Gritzner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Trägersysteme in der DLR Raumfahrt-Agentur

hand, the location and time of the impact can be computed with adequate precision only a few weeks before the event because of measurement imprecision – and the question is whether the time then available will be enough for an evacuation.

The impact problem has been rated as highly important by many organizations. Thus, the US Congress ordered NASA to address the issue in 1991, and the European Council adopted a similar resolution in 1996. Subsequently, the United Nations, the European Science Foundation and other organizations made their own recommendations. Next to stepping up search activities worldwide, it is highly important even today to scrutinize NEOs on the spot and analyze possible mitigation measures. If an impact were to be forecast some day, this would offer mankind the first chance in evolutionary history on Earth to prevent a natural disaster whose consequences might be global.

Dr.-Ing. Christian Gritzner is a research associate in the launcher systems department of the DLR Space Agency

GLAST vor dem Start

Neuer Gammastrahlen-Satellit
mit deutschem Beitrag

Von Dr. Andreas von Kienlin und Dr. Roland Gräve

Das „Gamma-ray Large Area Space Telescope“ (GLAST) ist das neue Weltraumobservatorium der NASA. Es wird voraussichtlich am 3. Juni 2008 vom Raketenstartplatz der U.S. Luftwaffe am Cape Canaveral in Florida mit einer Delta II „Heavy“ in eine niedrige Erdumlaufbahn geschossen. Bei einer Mindestmissionsdauer von fünf Jahren soll es den Astrophysikern den Blick auf den hochenergetischen Himmel in zuvor unerreichter Qualität eröffnen. Denn im Universum gibt es viele exotische Phänomene und Objekte, bei denen oft unermesslich große Energiemengen, insbesondere im Gammastrahlungsbereich, freigesetzt werden. Deren Verständnis ist für die Wissenschaftler von besonderem Interesse: Durch den Blick „zurück in die Zeit“ erhofft man sich Aufschlüsse über die Entstehungsphase des Universums. Am GLAST-Projekt beteiligen sich Wissenschaftler der Arbeitsbereiche Astro- und Teilchenphysik aus mehreren Ländern. Die NASA arbeitet neben dem U.S. Department of Energy zusammen mit Instituten aus Deutschland, Frankreich, Japan, Italien und Schweden. Der Satellit wurde von der amerikanischen Firma General Dynamics in Gilbert, Arizona, gebaut. Neben dem Hauptinstrument, dem „Large Area Telescope“ (LAT), kommt der „GLAST Burst Monitor“ zum Einsatz. Er entspringt einer Kooperation des Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching mit dem Marshall Space Flight Center (MSFC) der NASA und der University of Alabama in Huntsville. Die GBM-Detektor-Hardware wurde im Auftrag des MPE von den Firmen Jena-Optronik und EADS Astrium, Friedrichshafen, gebaut und aus Geldern der DLR Raumfahrt-Agentur gefördert.

Wissenschaftliche Instrumente und Beobachtungsziele

Die beobachtende Astronomie hat in den vergangenen Jahrzehnten neben dem traditionell verfügbaren Bereich des sichtbaren Lichts weitere „Fenster“ des elektromagnetischen Spektrums aufgestoßen. So kann sie Theorien für kosmische Vorgänge entwickeln und durch Beobachtungen überprüfen. Dazu gehören auch der Radiobereich, der mit Teleskopen vom Erdboden aus zugänglich ist, die dem sichtbaren Licht angrenzenden Infrarot- und Ultraviolettbereiche sowie zu höheren und höchsten Energien hin die Röntgen- und Gammastrahlung. Die Erdatmosphäre ist in diesen Wellenlängenbereichen weitgehend undurchlässig, so dass für Röntgen- und Gammabeobachtungen satellitengestützte Teleskope entwickelt werden müssen. Als neues Auge für letzteren Spektralbereich hat die NASA GLAST entwickelt.

Das Large Area Telescope

Das Hauptinstrument, das Large Area Telescope (LAT), ist ein abbildendes Gammastrahlen-Teleskop für die systematische Durchmusterung des Himmels im Energiebereich zwischen 20 Mega-elektronenvolt (MeV) und 300 Giga-elektronenvolt (GeV). LAT soll nach neuen, unbekannten hochenergetischen Quellen, wie zum Beispiel aktive Galaxien und Pulsare, suchen. Darüber hinaus soll LAT das Problem der unidentifizierten Quellen lösen, die im Zuge der Vorgängermission EGRET entdeckt wurden. Auch soll LAT nach exotischen Elementarteilchen – Überbleibseln aus dem frühen Universum – fahnden oder heftige Ausbrüche auf der Sonnenoberfläche beobachten.

GLAST before Launch

New gamma-ray Satellite
with German Contribution

By Dr. Andreas von Kienlin and Dr. Roland Gräve

The Gamma-ray Large Area Space Telescope (GLAST) is NASA's newest space observatory. It is scheduled to be launched into a low Earth orbit on June 3, 2008 on a Delta II 'Heavy' that will take off from the US Air Force rocket base on Cape Canaveral in Florida. During its mission, which will extend over a minimum of five years, it will provide astrophysicists with views of the high-energy sky of unique quality. The universe comprises of numerous exotic phenomena and objects which often release large amounts of energy, especially in the gamma-ray regime accessible to GLAST. Scientists are particularly interested in understanding these

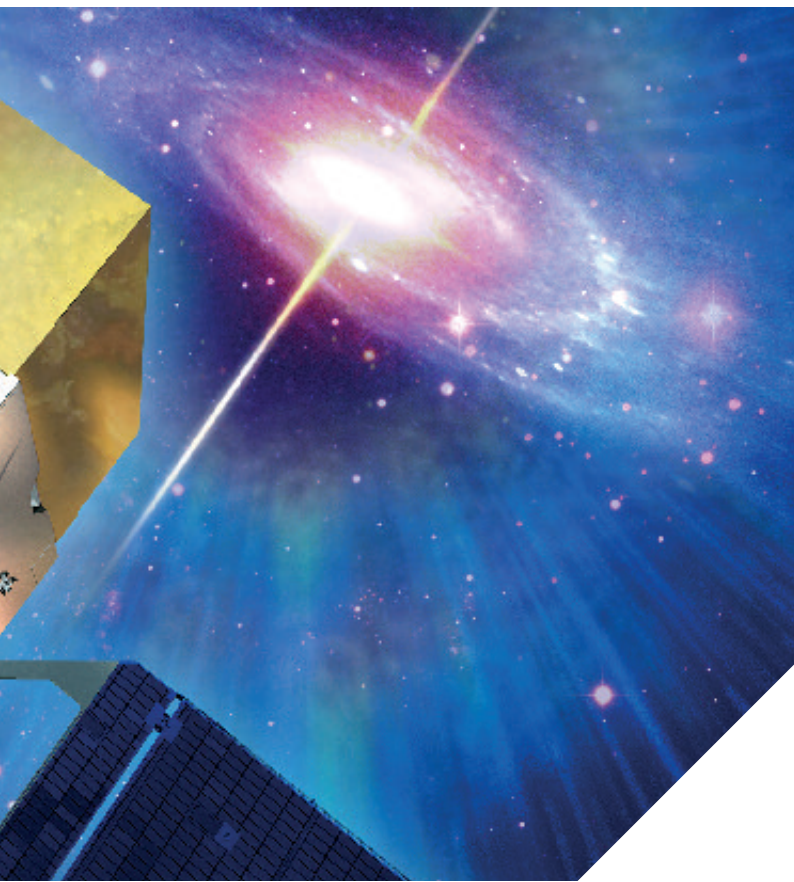


Ein aktiver Galaxiekern im Fokus von GLAST. (General Dynamics)

An active galactic nucleus in GLAST's focus. (General Dynamics)

phenomena because they hope that a 'look back in time' will tell them more about the origin of the universe. Scientists from several countries who work in the fields of astrophysics and particle physics are involved in the GLAST project. NASA and the US Department of Energy are collaborating with institutes in Germany, France, Japan, Italy, and Sweden. The satellite was built by General Dynamics, an American company located in Gilbert, Arizona. In addition to its main instrument, the Large Area Telescope (LAT), the satellite hosts the GLAST Burst Monitor, a product of cooperation between the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) in Garching, NASA's Marshall Space Flight Center (MSFC) and the University of Alabama in Huntsville. Commissioned by MPE and co-financed by the DLR Space Agency, the GBM detector hardware was built by Jena-Optronik and EADS Astrium in Friedrichshafen.

Eine der zentralen Aufgaben von LAT ist die Erforschung von aktiven Galaxienkernen. Nach heutiger Vorstellung befinden sich im Zentrum aktiver Galaxien wahre Monster, supermassive Schwarze Löcher mit einer Masse, die dem Millionen- bis Milliardenfachen der Sonnenmasse entspricht. Diese saugen Materie aus ihrer Umgebung auf. Beim Sturz der Materie in das Schwarze Loch bildet sich eine rotierende Scheibe, aus der die Materie in den Schlund des supermassiven Schwarzen Loches transportiert wird. Eine Vorgängermission zu GLAST, das Experiment EGRET, hatte bereits zahlreiche dieser so genannten Blazare entdeckt. Verglichen mit GLAST hatte EGRET aber eine wesentlich geringere Empfindlichkeit. Es besteht die Möglichkeit, dass GLAST bereits während der Durchmusterungsphase im ersten Missionsjahr Hunderte bis Tausende dieser Quellen entdeckt. Aus der höheren Anzahl und der Variation ihrer Eigenschaften erhoffen sich die Astrophysiker, mehr über die Ursachen der Emissionsvorgänge und die Art der Strahlungsquellen zu lernen.



Zum Nachweis der höherenergetischen Gammastrahlung nutzt LAT den so genannten Paarerzeugungseffekt, mit dem sich neben der Energie auch die Richtung des einfallenden Gammaquants bestimmen lässt. Bei genügend hohen Gammaenergien können aus dem masselosen Lichtteilchen zwei mit Masse behaftete Teilchen mit entgegengesetzter Ladung – das Elektron und sein Antiteilchen, das Positron – entstehen. Der Weg der beiden neu erzeugten Teilchen wird in einem Spurendetektor über die Wechselwirkung der geladenen Teilchen mit den einzelnen Detektoreinheiten verfolgt. Diese Art des Nachweises von Strahlung wird häufig in der Kern- und Teilchenphysik verwendet. Deshalb beteiligen sich am GLAST-Projekt neben Astrophysikern auch Wissenschaftler aus dem Bereich der Hochenergiephysik.

Scientific instruments and observation targets

Beyond the traditional realm of visible light, observational astronomy has thrown open a number of other 'windows' in the electromagnetic spectrum in the last few decades. Theories have been developed to describe cosmic processes, and experiments have been designed to verify them by observation. These windows include the radio waveband that is accessible to telescopes on the ground, the infrared and ultraviolet wavelengths that border on that of visible light, and X-ray and gamma radiation with their extreme energy content. As the Earth's atmosphere is largely opaque to these wavelengths, satellite-based telescopes need to be developed for X- and gamma-ray observations. GLAST was developed by NASA as a new eye for the latter spectral range.

The Large Area Telescope

The main instrument, the Large Area Telescope (LAT), is an imaging gamma-ray telescope designed to systematically scan the sky within the energy band from 20 Mega-electron-volts (MeV) to 300 Giga-electron-volts (GeV).

LAT will look for new, unknown high-energy sources such as active galaxies and pulsars. In addition, it is designed to solve the problem of the unidentified sources which its predecessor, EGRET, discovered during its mission. Lastly, it will be hunting for exotic elementary particles – remainders from the early universe – and observe violent eruptions on the solar surface.

One of LAT's key tasks will be to investigate active galactic cores. According to present-day thinking, the centers of active galaxies are occupied by veritable monsters, super-massive black holes with the mass of millions or billions of suns, which attract matter from their environment. As it drops downward, this matter forms a rotating disc from which it drifts into the super-massive black hole. One of GLAST's predecessors, the EGRET experiment, discovered quite a number of these so-called blazars. However, as EGRET's sensitivity was comparatively low, GLAST may well discover hundreds or even thousands of these sources during the survey phase in the first year of its mission. Astrophysicists hope to learn more about the causes of emission processes and the type of radiation sources from their greater number and the variation of their properties.

To detect gamma radiation at elevated energy levels, LAT uses the pair generation effect which permits determining not only the energy but also the direction of an incoming gamma quantum. If the energy level is high enough, a massless light particle may be transformed into two massive particles with opposing electrical charges – the electron and its antiparticle, the positron. A track detector traces the paths of the two newly-generated particles by registering the interaction between the charged particles and the individual detector units. This method is frequently used in nuclear and particle physics to detect radiation, which is why not only astrophysicists but also scientists from the field of high-energy physics participate in the GLAST project.

Ein spezielles Interesse der Hochenergiephysiker gilt dem Nachweis der Zerfallsstrahlung des Neutralinos, die bei etwa 47 GeV erwartet wird – einem hypothetisch existierenden Teilchen, das von Theorien der Elementarteilchenphysik vorhergesagt, aber bisher nicht experimentell nachgewiesen werden konnte. Diese Teilchen werden als viel versprechende Kandidaten für die dunkle Materie gehandelt, die nach Erkenntnissen der Kosmologie einen großen Anteil der Materie des Universums ausmachen soll.

Der GLAST Burst Monitor

Bereits bei früheren Gammaastronomie-Missionen wurden von den Wissenschaftlern die kurzen, millisekunden- bis minutenlangen Gammastrahlungsausbrüche („Bursts“) von Punktquellen am Himmel beobachtet, die so energiereich sind, dass sie zum Zeitpunkt des Ausbruchs den gesamten restlichen Gammahimmel überstrahlen. Um erste Erklärungsansätze auf eine breitere Beobachtungsbasis zu stellen, entschied die NASA, auf dem Satelliten neben dem LAT den GLAST Burst Monitor (GBM) als Sekundärinstrument einzusetzen. Er soll das Hauptinstrument beim Auffinden und Erforschen von Gammastrahlungsbliitzen unterstützen. Weil der GBM und das LAT über sieben Dekaden des elektromagnetischen Spektrums abdecken, können beide Instrumente zusammen wesentlich zur weiteren Aufklärung des so genannten Gamma Ray Burst-Phänomens beitragen.

Die gemessene Entfernung zu den Objekten, die solche Gammastrahlungsblicke freisetzen, beträgt etliche Milliarden Lichtjahre. Die Astrophysiker haben daher eigentlich nur eine Erklärung, wie so große Energie in einem so kurzen Zeitraum freigesetzt werden kann: die Bildung eines Schwarzen Loches. Für die sehr kurzen, bis zu zwei Sekunden langen Bursts sowie für die etwas längeren gibt es unterschiedliche Erklärungsmodelle: Die Vorstellung im Fall der kurzen Bursts ist, dass sich zwei Neutronensterne in einem engen Doppelsternsystem durch Abstrahlung von Gravitationswellen immer näher kommen und schließlich zu einem Schwarzen Loch verschmelzen. Im anderen Fall nimmt man an, dass das Zentrum eines großen, massereichen Sterns kollabiert, nachdem er am Ende seines Lebens all seinen Kernbrennstoff verbraucht hat – ein Schwarzes Loch entsteht. In beiden Szenarien kommt es bei der Entstehung des Schwarzen Lochs zur Ausbildung einer rotierenden Scheibe, die Materie in das Zentrum transportiert. Senkrecht zu dieser Scheibe bilden sich zwei entgegengesetzte Materieströme, die sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. In diesen wird dann auch die Gammastrahlung erzeugt, die, falls GLAST zufällig auf der Sichtlinie des Jets liegt, vom Teleskop aus beobachtet werden kann.

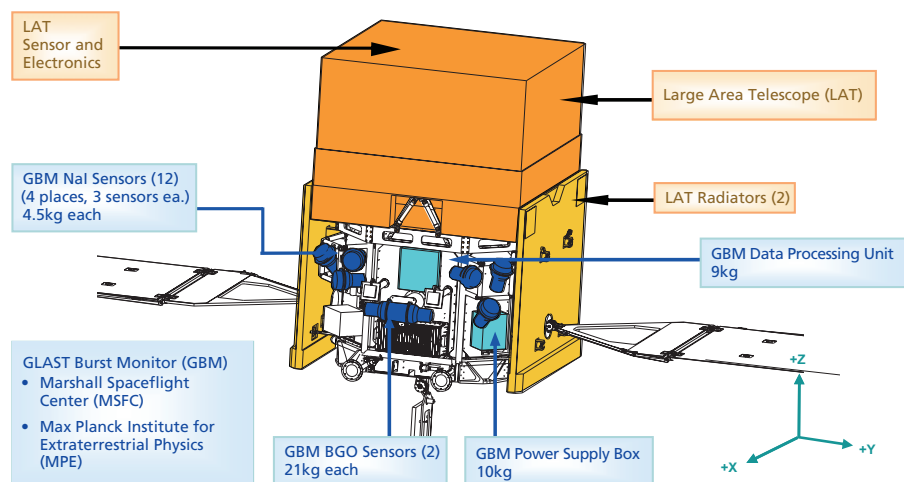
High-energy physicists are especially interested in demonstrating the decay radiation of the neutralino, which is expected to range around 47 GeV. The existence of this hypothetical particle that was theoretically predicted in elementary particle physics has not yet been demonstrated experimentally. These particles are tipped as promising candidates for providing the dark matter which, according to cosmologists, accounts for a large proportion of the matter contained in the universe.

The GLAST Burst Monitor

During previous gamma-ray astronomy missions, scientists observed brief eruptions of gamma radiation lasting anywhere between milliseconds and minutes. These eruptions are called gamma-ray bursts, point sources that release so much energy in short time periods that they briefly outshine the entire gamma-ray sky. In order to provide a broader observational foundation to explain the phenomenon, NASA decided to add the GLAST Burst Monitor (GBM) to the equipment of the satellite next to LAT. It is designed to support the main instrument in locating and investigating gamma-ray bursts. As they cover more than seven decade regions in the electromagnetic spectrum, GBM and LAT together may contribute a great deal towards a more detailed explanation.

The distance to the objects that release such bursts was measured at several billion light years. This is why astrophysicists really have only one explanation for the release of such a tremendous amount of energy in so brief a period: the formation of a black hole. There are two models to explain why some bursts are very brief, lasting no more than two seconds, while others extend over a somewhat longer period: To explain the brief bursts, it is assumed that two neutron stars in a close twin-star system gradually approach each other radiating gravitational waves and finally merging into a black hole. In the other case, it is assumed that the core of a large massive star collapses at the end of its life when all its nuclear fuel has been consumed, giving birth to a black hole. Both scenarios assume that a rotating disc forms as the black hole develops, transporting matter to the center. At right angles to this disc, two flows of matter spread in opposite directions at nearly the speed of light. It is these flows that generate the gamma radiation which the GLAST telescope can observe, provided it happens to be on the jet's line of sight.

The gamma-ray detectors are distributed around the outer parts of the satellite so that, when the radiation of a gamma-ray burst arrives, the GBM can roughly determine its location from the dif-



Das Innere von GLAST: Schematische Darstellung der Hauptinstrumente. (LAT-collaboration)

The interior of GLAST:
Schematic overview of
its main instruments.
(LAT-collaboration)

Die Gammastrahlen-Detektoren sind so um die Außenhülle des Satelliten angeordnet, dass GBM beim Auftreffen der Strahlung eines Gamma-Bursts die Position des Ausbruchs aus den Unterschieden der gemessenen Ereignisraten der einzelnen Detektoren grob bestimmen kann. Sie wird dann einerseits an das Hauptinstrument LAT übermittelt und andererseits zur Bodenstation gesendet. Dieser Burst-Alarm wird möglichst schnell weltweit an interessierte Wissenschaftler weitergegeben. So können noch während des Ausbruchs oder während seines Nachglühens, das sich über einige Tage bis Wochen hinziehen kann, Beobachtungen in möglichst vielen anderen Wellenlängenbereichen mit unterschiedlichen Instrumenten vom Boden oder von anderen Satelliten aus durchgeführt werden.

Auf Grundlage der ausgezeichneten Zusammenarbeit während der Mission des Compton Gamma-Ray Observatory bildete sich zur Umsetzung des GLAST Burst Monitors eine deutsch-amerikanische Kollaboration. Entwurf, Bau, Tests und Kalibrierung der GBM-Detektoren lagen in der Verantwortung der Wissenschaftler der Gammastrahlenastronomie-Gruppe am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE) in Garching bei München. Gebaut wurden die Detektoren und die dazu gehörige Nieder- und Hochspannungsversorgung von den Firmen Jena-Optronik GmbH und EADS Astrium. Für die Projektleitung, einschließlich der Abstimmung mit dem Satellitenhersteller und der NASA-Gesamtpjektleitung, sowie die Entwicklung des GBM-Zentralcomputers war der amerikanische Teil des Teams verantwortlich. Dieses besteht im Wesentlichen aus ehemaligen Mitgliedern des Burst-and-Transient Experiment-Teams (BATSE) vom NASA Marshall Space Flight Center sowie Wissenschaftlern der University of Alabama. Das BATSE-Team hatte mit dem Compton Gamma-Ray Observatory der NASA über eine Dauer von fast zehn Jahren erfolgreich Gammastrahlenblitze gemessen. BATSE lieferte auf diese Art und Weise wegweisende Ergebnisse. Heute hat die amerikanische Arbeitsgruppe ihren Sitz am National Space Science and Technology Center in Huntsville.

Nach dem Start des GLAST-Satelliten und seiner Inbetriebnahme im Erdorbit plant die NASA eine einjährige Durchmusterung des gesamten Himmels nach Gamma-Strahlungsquellen mit dem Large Area Telescope. Danach wird GLAST ausgewählte Quellen nach einem festgelegten Beobachtungsplan näher untersuchen. GLAST steht dann auch Gastbeobachtern zur Verfügung. Diese Phase soll mindestens weitere vier Jahre dauern. Während der gesamten Missionsdauer lauert der GLAST Burst Monitor auf kurzlebige Gamma-Strahlungsausbrüche und wird so dazu beitragen, Objekte, in denen diese Ausbrüche geschehen, zu identifizieren, genauer zu bestimmen und die physikalischen Mechanismen der Bursts zu enträtseln.

Dr. Andreas von Kienlin ist Wissenschaftler in der Gamma-Astronomiegruppe am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching. Er ist Co-Investigator des GLAST Burst Monitors (GBM) und des Spektrometers SPI der ESA-INTEGRAL Gammaastronomie-Mission.

Dr. Roland Gräve ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Extraterrestrik in der DLR Raumfahrt-Agentur

ferences between the event rates measured by the individual detectors. The result is communicated to the main instrument, the LAT, and transmitted to the ground station. Such burst alarms will be forwarded as quickly as possible to interested scientists worldwide, so that either the burst itself or its afterglow, which may persist for days and even weeks, can be studied in as many wavelengths as possible using instruments that are based either on the ground or on other satellites.

The excellent cooperation during the mission of the Compton Gamma-ray Observatory led to the formation of a German-American collaboration to implement the GLAST Burst Monitor. The scientists of the gamma-ray astronomy group at the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE) in Garching near Munich were responsible for designing, building, testing and calibrating the GBM detectors. The detectors themselves as well as their low and high-voltage power supply systems were built by Jena-Optronik GmbH and EADS Astrium. The American section of the team was responsible for developing the central GBM computing system and for managing the project, including its harmonization with the manufacturer of the satellite and NASA's global project management. Essentially, the section consists of former members of the Burst and Transient Source Experiment team (BATSE) at NASA's Marshall Space Flight Center and scientists from the University of Alabama. The BATSE team successfully measured gamma-ray bursts for almost ten years, using NASA's Compton Gamma-ray Observatory. Their work yielded landmark results. Today, the American section is located at the National Space Science and Technology Center in Huntsville.

Once the GLAST satellite has been launched and commissioned in orbit, NASA plans to use the Large Area Telescope for one year to scan the entire sky for sources of gamma radiation. Afterwards, GLAST will observe selected sources more closely, following a pre-defined schedule. From that time onwards, GLAST will also be available to guest observers. This phase is scheduled for a minimum of another four years. Constantly laying in wait for short-lived gamma radiation bursts during the entire mission, the GLAST Burst Monitor will help to identify the sources of these eruptions, analyze them more closely and solve the mystery of the physical mechanisms that control bursts.

Dr. Andreas von Kienlin is a scientist with the gamma-ray astronomy group at the Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics in Garching. He is also a co-investigator of the GLAST Burst Monitor (GBM) and the SPI spectrometer on ESA's INTEGRAL gamma-ray astronomy mission.

Dr. Roland Gräve is a scientific assistant in the extraterrestrics program of the DLR Space Agency

„Columbus funktioniert perfekt“

Mission STS 122 im zweiten Anlauf ein voller Erfolg

Von Michael Müller

'Columbus works perfectly'

At second Attempt, Mission STS 122 is a great Success

By Michael Müller



Reibungsloser Start:
Space Shuttle Atlantis mit Columbus
an Bord auf dem Weg zur ISS.
(NASA)

Smooth launch:
Space shuttle Atlantis with Columbus
on board on its way to the ISS.
(NASA)

Ein erfolversprechender Jahresbeginn für die Raumfahrt – nachdem das Space Shuttle Atlantis beim ersten Startversuch von Mission STS 122 am 6. Dezember 2007 aufgrund defekter Tanksensoren am Boden bleiben musste, gelang der Transport des europäischen Forschungsmoduls Columbus zur Internationalen Raumstation ISS reibungslos: Am 7. Februar 2008 um 20:45 Uhr Mitteleuropäischer Zeit (MEZ) hob die US-Raumfähre vom Kennedy Space Center in Florida ab. Mit an Bord: die Europäischen Wissenschaftsastronauten Hans Schlegel (Deutschland) und Léopold Eyharts (Frankreich), die das Columbus-Modul wenig später erfolgreich in Betrieb nahmen.

Columbus wird Teil der ISS

Nach mehreren Erdumrundungen dockte Atlantis am 9. Februar um 18:07 Uhr MEZ an der Raumstation an. Zwei Tage später: der erste Außeneinsatz. Knappe acht Stunden verbrachten die Amerikaner Stanley Love und Rex Walheim im Weltraum. Zunächst installierten sie in der Shuttle-Ladebucht an Columbus einen Haltepunkt mit Energie- und Datenanschluss. Anschließend überwachten sie den Transfer des Moduls mithilfe des vom Inneren der ISS aus gesteuerten Roboterarms zum Verbindungsknoten 2 „Harmony“. Dort angelangt, wurde Columbus in Docking-Position gebracht, bevor per Telemetrie-Befehl aus dem Missionskontrollzentrum in Houston 16 Verbindungsbolzen angezogen wurden. Ab 22:45 Uhr MEZ des 11. Februar 2008 war Columbus Teil der ISS.

Eyharts nimmt Europas Modul in Betrieb

Mit Atemmaske, Taschenlampe und Schutzbrille zum Schutz vor möglicherweise frei schwebenden Kleinteilen, die sich durch Vibrationen beim Start gelöst haben könnten, ausgerüstet, betrat Léopold Eyharts am 12. Februar um 15:08 MEZ als erster das „europäische Apartment“ der Internationalen Raumstation. Unterstützt von der ISS-Crew kümmerte sich der französische ESA-Astronaut um den Anschluss der Strom-, Wasser- und Datenverbindungen. Anschließend wurden Ventilatoren sowie Computer-, Video- und Audio-Hardware in Betrieb genommen. Zu diesem Zeitpunkt wurde auch das deutsche Raumfahrtkontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen im Auftrag der ESA in die Steuerung der Versorgung und Experimente von Columbus eingebunden.

Hans Schlegel als zweiter Deutscher frei im All

Dem Austausch eines Stickstofftanks von der Größe eines Kühlschranks galt die Aufmerksamkeit Hans Schlegels und Rex Walheims beim zweiten Außeneinsatz am 13. Februar. Nach Verlassen der Schleuse um 15:35 Uhr MEZ begab sich Schlegel als zweiter deutscher „Space Walker“ nach Thomas Reiter auf den circa 70 Meter langen Weg zum Gerüstsegment 1 der ISS, um den leeren Behälter abzumontieren, während sein US-Kollege den vollen Tank am Roboterarm aus der

This year, spaceflight was off to a promising start. When the first attempt to launch mission STS 122 was made on December 6, 2007, space shuttle Atlantis had to remain on the ground because of a defect in its tank sensors. But on February 7, 2008, it took off from the Kennedy Space Center in Florida at 8:45h p.m. Central European Time (CET), subsequently transporting the European research module Columbus to the International Space Station (ISS) without a hitch. Onboard members included the European research astronauts Hans Schlegel (Germany) and Léopold Eyharts (France) who successfully commissioned the Columbus module a little later.

Columbus becomes part of the ISS

Having orbited our Earth several times, Atlantis docked on to the space station on February 9 at 6:07h p.m. CET. The first Extra Vehicular Activity (EVA) followed two days later. American astronauts Stanley Love and Rex Walheim spent nearly eight hours in space. Their first task was to install a contact point with an energy and data link on Columbus while it was still in the shuttle's cargo bay. Next, they watched over the module as it was being transported to Node 2 (Harmony) by the robot arm that is controlled from the interior of the ISS. After its arrival, Columbus was placed in its docking position before a telemetry command from Houston Mission Control initiated the tightening of its 16 connecting bolts. At 10:45 p.m. CET on February 11, 2008, Columbus had become part of the ISS.

Eyharts commissions Europe's module

Equipped with respirator, pocket flashlight and goggles for protection from any small parts that might be floating around having been shaken loose by takeoff vibrations, Léopold Eyharts was the first to enter the 'European apartment' of the International Space Station on February 12 at 3:08 p.m. CET. Supported by the ISS crew, the French ESA astronaut connected power, water and data lines. Then, the ventilation system was put into operation together with the computer, video and audio hardware. At that time, on behalf of ESA the team of DLR's German Space Operations Center in Oberpfaffenhofen took over the control of the supply processes and experiments on Columbus.

Germany's second Space Walker: Hans Schlegel

During the second EVA on February 13, Hans Schlegel and

Rex Walheim devoted their attention to replacing an outside nitrogen tank the size of a refrigerator. Having left the airlock at 3:35 p.m. CET as Germany's second space walker after Thomas Reiter, Schlegel embarked on a trip of about 70 meters to detach the empty container from Truss 1 of the ISS while his colleague was maneuvering the full tank, which was suspended from the robot arm, out of the Atlantis cargo bay towards the truss. The astro-

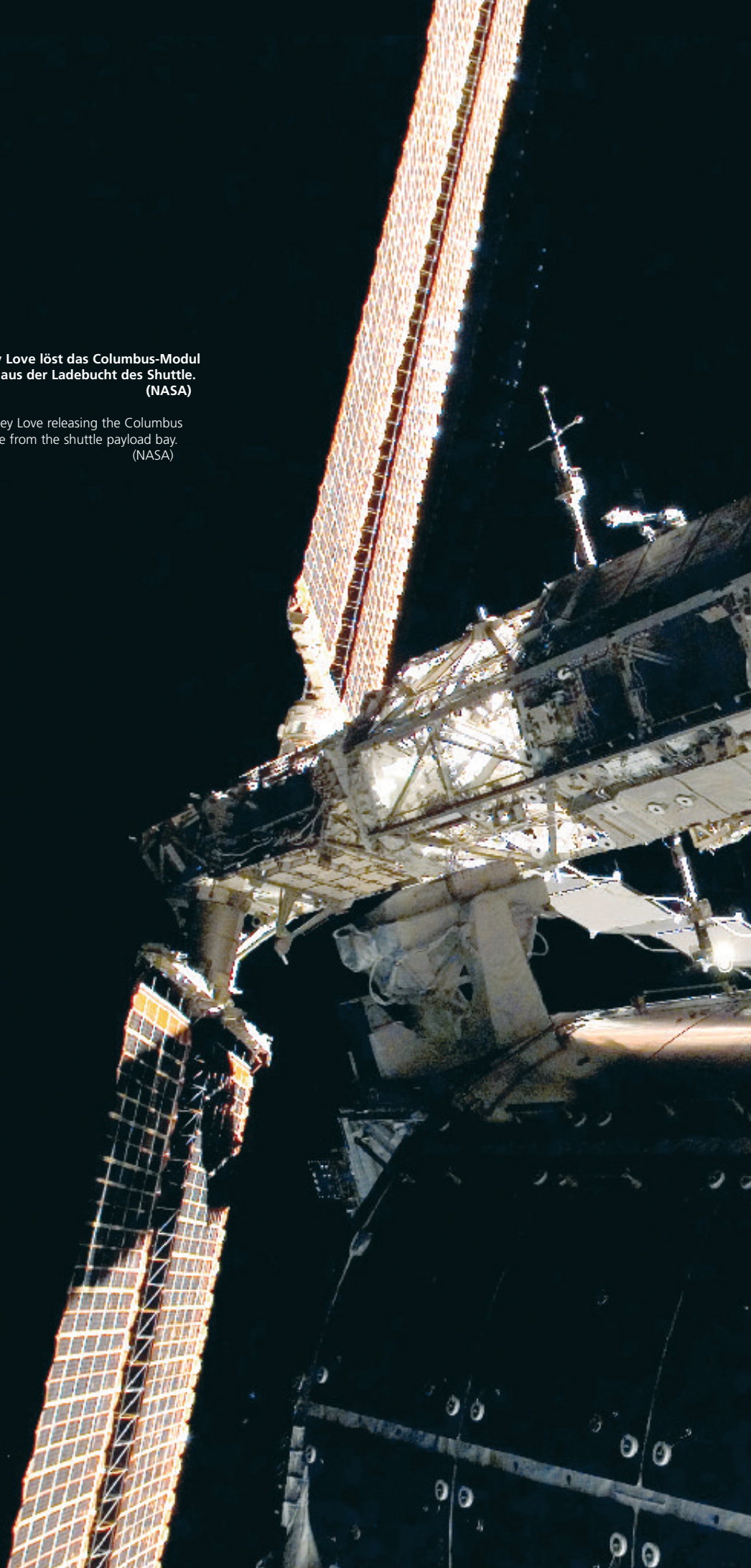


Bundeskanzlerin Merkel beim Live-Gespräch mit dem deutschen Astronauten Hans Schlegel

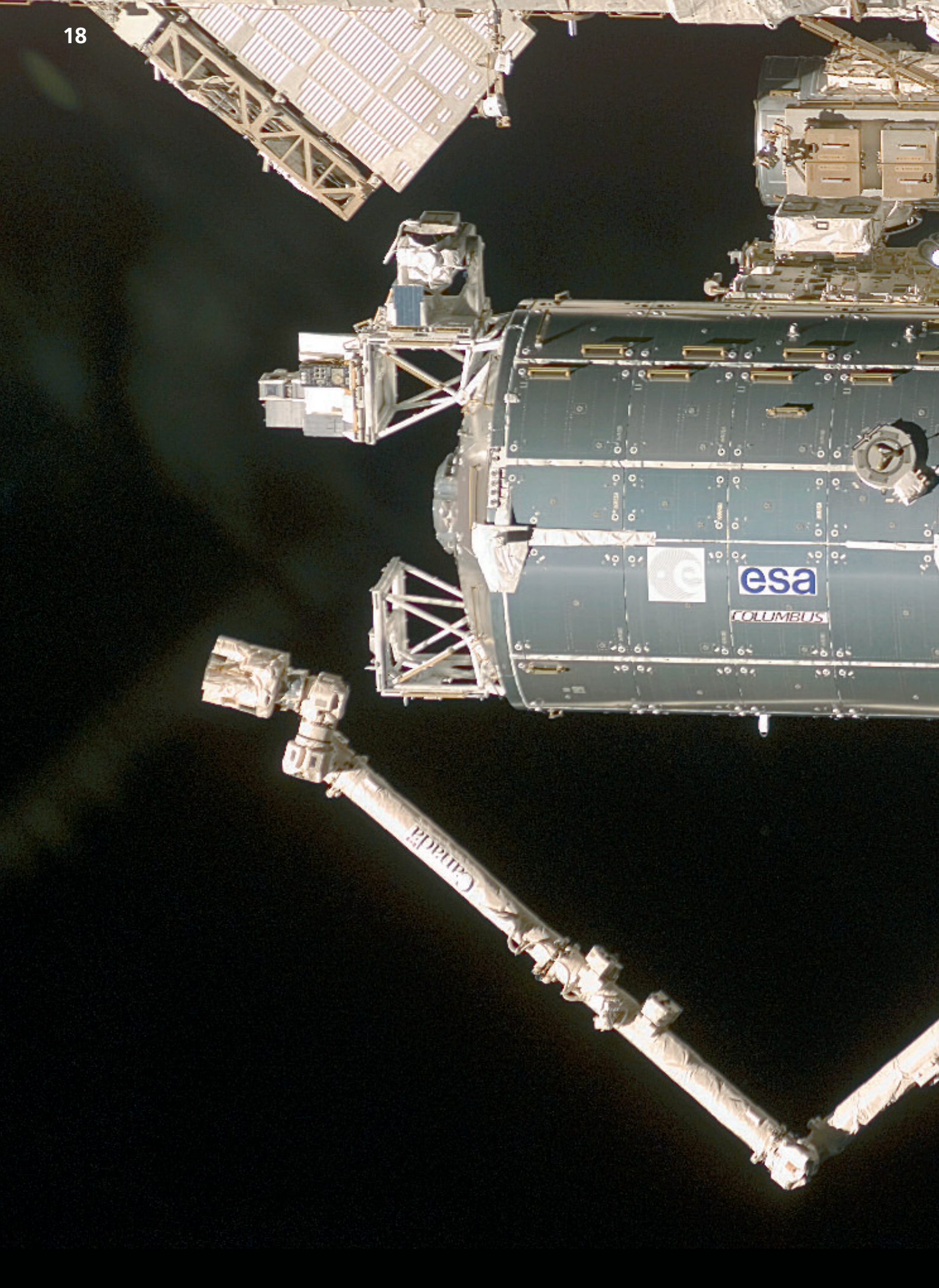
Federal Chancellor Merkel during the live call with the German astronaut Hans Schlegel

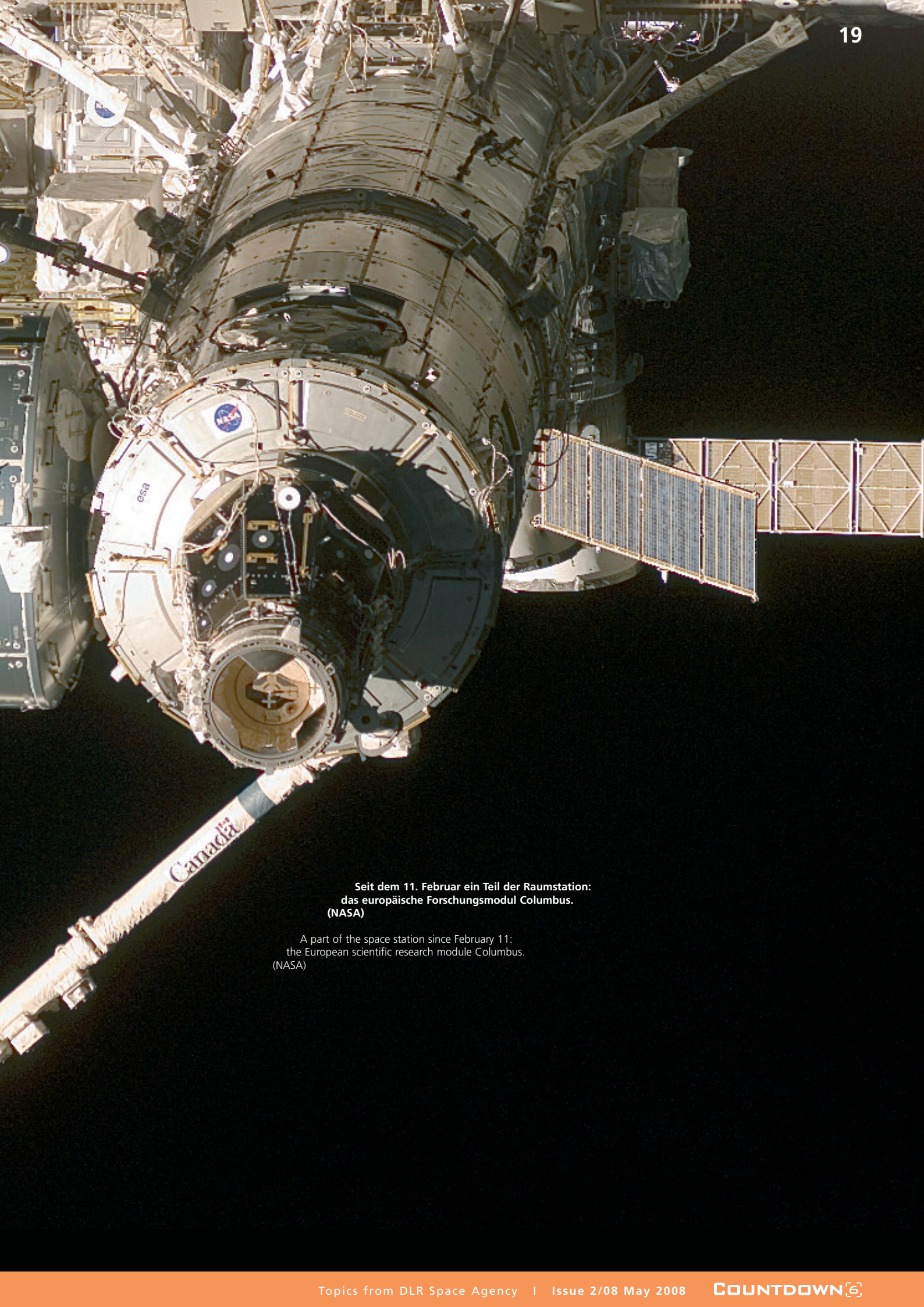
**Missionsspezialist Stanley Love löst das Columbus-Modul
aus der Ladebucht des Shuttle.
(NASA)**

Mission specialist Stanley Love releasing the Columbus
module from the shuttle payload bay.
(NASA)









Seit dem 11. Februar ein Teil der Raumstation:
das europäische Forschungsmodul Columbus.
(NASA)

A part of the space station since February 11:
the European scientific research module Columbus.
(NASA)



Die Besatzungen des Space Shuttle (grüne Polo Shirts) und Raumstation (rote Polo Shirts) im europäischen Forschungslabor Columbus. (NASA)

The joint crews of space shuttle (green polo shirts) und space station (red polo shirts) in Europe's research laboratory Columbus. (NASA)

Atlantis-Ladebucht in Richtung „Truss 1“ bugsierte. Das Verstauen des Leerguts in der Ladebucht und das Installieren des neuen Stickstofftanks verliefen schneller als geplant, so dass die Astronauten zusätzliche Aufgaben übernehmen konnten: die Abdeckung des Zapfens, an dem Columbus in der Shuttle-Ladezone verankert war, und die Inspektion des Mikrometeoriten- und Weltraummüll-Schutzschildes am Destiny-Modul. Um 22:12 Uhr MEZ kehrten Schlegel und Walheim nach sechs Stunden und 45 Minuten im All wohlbehalten ins Innere der Raumstation zurück.

Merkel nachhaltig an Forschungsergebnissen interessiert

„Copy Houston, Alpha, this is Thomas Reiter calling you from Berlin, the Federal Ministry for Economics and Technology“ – mit diesen Worten startete der DLR- Vorstand für Weltraumforschung und -entwicklung am 14. Februar die Live-Videoschaltung zwischen ISS und Bundeswirtschaftsministerium. Anschließend begrüßte Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel die ISS-Crew auf Russisch, Englisch und Deutsch. Ob Columbus schon einsatzbereit sei, war die erste Frage der deutschen Regierungschefin an Hans Schlegel, was dieser uneingeschränkt bejahen konnte: „Columbus funktioniert perfekt.“ Auch wies Schlegel auf die Bedeutung des Labormoduls für die internationale Gemeinschaft hin: Deutschland und Europa hätten nicht nur das Recht, Forschung im All zu betreiben, sondern auch die Pflicht, die Internationale Raumstation funktionsfähig zu halten. Das öffentliche Interesse an der Mission STS 122 sei groß, befand Merkel. Gleichzeitig Sorge sie sich darum, dass die Forschungsergebnisse in ähnlichem Maße wahrgenommen würden. Merkel lud Schlegel deshalb nach Berlin ein, damit dieser nach Auswertung der Experimente über die neuen Erkenntnisse berichten könne.

nauts finished stowing the empty container in the cargo bay and installing the new nitrogen tank ahead of plan, so that they were able to assume additional tasks: Covering the pin to which Columbus had been attached in the shuttle's cargo bay and inspecting the micrometeoroid and space debris shield of the Destiny module. At 10:12 p.m. CET, Schlegel and Walheim returned to the interior of the space station, having spent six hours and 45 minutes in space without mishap.

Merkel shows sustained interest in research results

'Copy Houston, Alpha, this is Thomas Reiter calling you from Berlin, the Federal Ministry for Economics and Technology' – these were the words with which the DLR Executive Board member for Space Research and Development started the live video link between the ISS and the Federal Ministry of Economics on February 14. He was followed by Federal Chancellor Angela Merkel who welcomed the ISS crew in Russian, English and German. The first question asked by the German head of government was whether Columbus was ready for operation yet, to which Hans Schlegel unequivocally replied in the affirmative: 'Columbus is working perfectly.' Pointing out that the laboratory module was of great importance for the international community, Schlegel said that Germany and Europe were not only entitled to conduct research in space but also obligated to keep the International Space Station functional. Ms. Merkel remarked that while the STS 122 mission itself was being watched by the public with great interest, she was a bit worried that the general perception of its scientific results might not be that intense. For this reason, Ms. Merkel invited Mr. Schlegel to visit Berlin after the experiment evaluation in order to report on any new insights.

Erste Experimente aktiviert

Um die Aktivierung ebendieser Experimente ging es bei dem dritten Außeneinsatz am 15. Februar, an dem neben Rex Walheim auch noch einmal Stan Love beteiligt war. In siebeinhalbstündiger Arbeit befestigten sie die strahlen- und astrobiologischen Experimentanlagen SOLAR und EXPOSE-E außen am Columbus-Modul (beide Einrichtungen wurden in der COUNTDOWN 5 vorgestellt). Den folgenden, kurzfristig zusätzlich in den Missionsablauf integrierten Flugtag nutzen die Astronauten, um die ISS mithilfe der Shuttle-Triebwerke wieder auf eine höhere Erdumlaufbahn zu bringen und um die ersten beiden Experimentracks im Inneren von Columbus, Biolab und Fluid Science Lab (auch zu diesen Experimenten gibt es nähere Informationen in der COUNTDOWN 5), zu starten.

Am 17. Februar schlossen Pilot Alan Poindexter, Langzeit-ISS-Bewohner Daniel Tani und Hans Schlegel den Schott zur ISS und traten mit Atlantis die Rückreise an. Am 20. Februar um 15:07 Uhr MEZ landete die Raumfähre dort, wo Mission STS 122 begonnen hatte, am Kennedy Space Center. Mit der Rückkehr des deutschen Astronauten fand die bedeutendste europäische Mission der bemannten Raumfahrt ihren erfolgreichen Abschluss. „Wir müssen international zusammenarbeiten und sorgsam mit den Ressourcen umgehen“, lautete das persönliche Fazit Schlegels kurz nach der Landung unter dem Eindruck der vergangenen zwei Wochen im All.

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

First experiments activated

Activating the experiments was the object of the third EVA on February 15 in which Stan Love once again took part next to Rex Walheim. In seven and a half hours of work, they attached the radiation and astrobiology experiments SOLAR and EXPOSE-E to the outer shell of the Columbus module (both facilities were presented in COUNTDOWN No. 5). The astronauts used the next day, which had been added to the mission schedule, to boost the orbit of the ISS with the aid of the shuttle's engines and initiate the first experiment racks in the interior of Columbus, Biolab and Fluid Science Lab (these experiments were also described in more detail in COUNTDOWN No. 5).

On February 17, pilot Alan Poindexter, long-term ISS resident Daniel Tani and Hans Schlegel closed the ISS airlock and set out on their return journey in Atlantis. On February 20, the shuttle landed at 3:07 p.m. CET where mission STS 122 had begun – at the Kennedy Space Center. The return of the German astronaut marked the successful end of Europe's most important astronautical mission yet. 'We need to cooperate internationally and manage our resources carefully', was Mr. Schlegel's personal conclusion drawn shortly after the touchdown, still under the impression of the two weeks he had spent in space.

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



Safe Touchdown: Mission STS-122 geht erfolgreich zu Ende. (NASA)

Safe touchdown: Mission STS-122 marks its successful end. (NASA)

Sicherheit und europäische Weltraum-Außenpolitik

Ein Kommentar von Dr. Niklas Reinke

Raumfahrt ist seit ihrer Anfangszeit eng mit Sicherheitspolitik verbunden. Bereits die erste Nutzung des Weltraums durch den Menschen, der Start einer deutschen A4 von der Ostseeinsel Usedom 1942, war zwar vom technologisch genialen Geist seiner Väter beflügelt, bezahlt aber wurde dieses historische Ereignis vom Heereswaffenamt in Berlin. Auch die späteren Supermächte USA und UdSSR verfolgten mit ihren Weltraumaktivitäten das Ziel, politische Macht und Prestige zu erlangen. Früh banden sie ihre Verbündeten in die eigenen Programme ein. Selbst für das sich emanzipierende West-Europa blieb die Weltraum-Außenpolitik in der bipolaren Ordnung des Kalten Krieges weitestgehend auf den Alliierten USA begrenzt.

Seit dem Fall des Eisernen Vorhangs aber hat sich die Welt verändert. Internationale Kooperationen werden nicht mehr rein aus bündnispolitischen Erwägungen eingegangen, sie ergeben sich aus der Nutzenabwägung unterschiedlicher politischer Faktoren – bei jedem Thema aufs Neue. Dies gilt auch für die Raumfahrt. Neben den USA bieten sich Europa heute Russland und seit einigen Jahren auch China als weitere wichtige Kooperationspartner an. Neu und wichtig ist zudem, dass sich neben der ESA mit der EU nun auch die europäische Institution in die Weltraumpolitik einbringt, die auf höchster politischer Ebene das Ziel einer Gemeinsamen Außen- und Sicherheitspolitik (GASP) verfolgt.

Militärische Erdfernerkundung aus dem All, hier der Bundeswehr-Satellit SARLupe 3. (OHB-System AG)

Military remote Earth observation from space, here the German Armed Forces' satellite SARLupe 3. (OHB-System AG)

Security and Europe's External Space Policy

Commentary by Dr. Niklas Reinke

Since its early days, spaceflight has been closely linked to security policy. Man's first approach to reach space, Germany's historic A4 rocket launch from the Baltic island of Usedom in 1942, was inspired by the technological genius of its fathers but paid for by the Army Ordinance Office in Berlin. Later on, the two superpowers USA and USSR similarly pursued the goal of obtaining political power and prestige through their space activities. Early on, they involved their allies in their national programs. Under the Cold War's bipolar world order, Western Europe, although beginning to emancipate itself at the time, found that space policy was largely reserved for its ally, the US.

Then, however, the fall of the iron curtain changed the world. No longer are international cooperation deals concluded solely on the basis of alignment-policy considerations; instead, the potential benefits of different political factors are carefully weighed in the balance as each issue arises. This also holds true for astronautics. Next to the USA, Russia and – more recently – China figure on the list of potentially important collaborators for Europe. Another novel and important fact is that ESA has been joined in the arena of space policy by the EU, the European institution which pursues the goal of a common foreign and security policy (CFSP) at the highest political level.



Akteure der europäischen Weltraum-Außenpolitik: ESA und EU

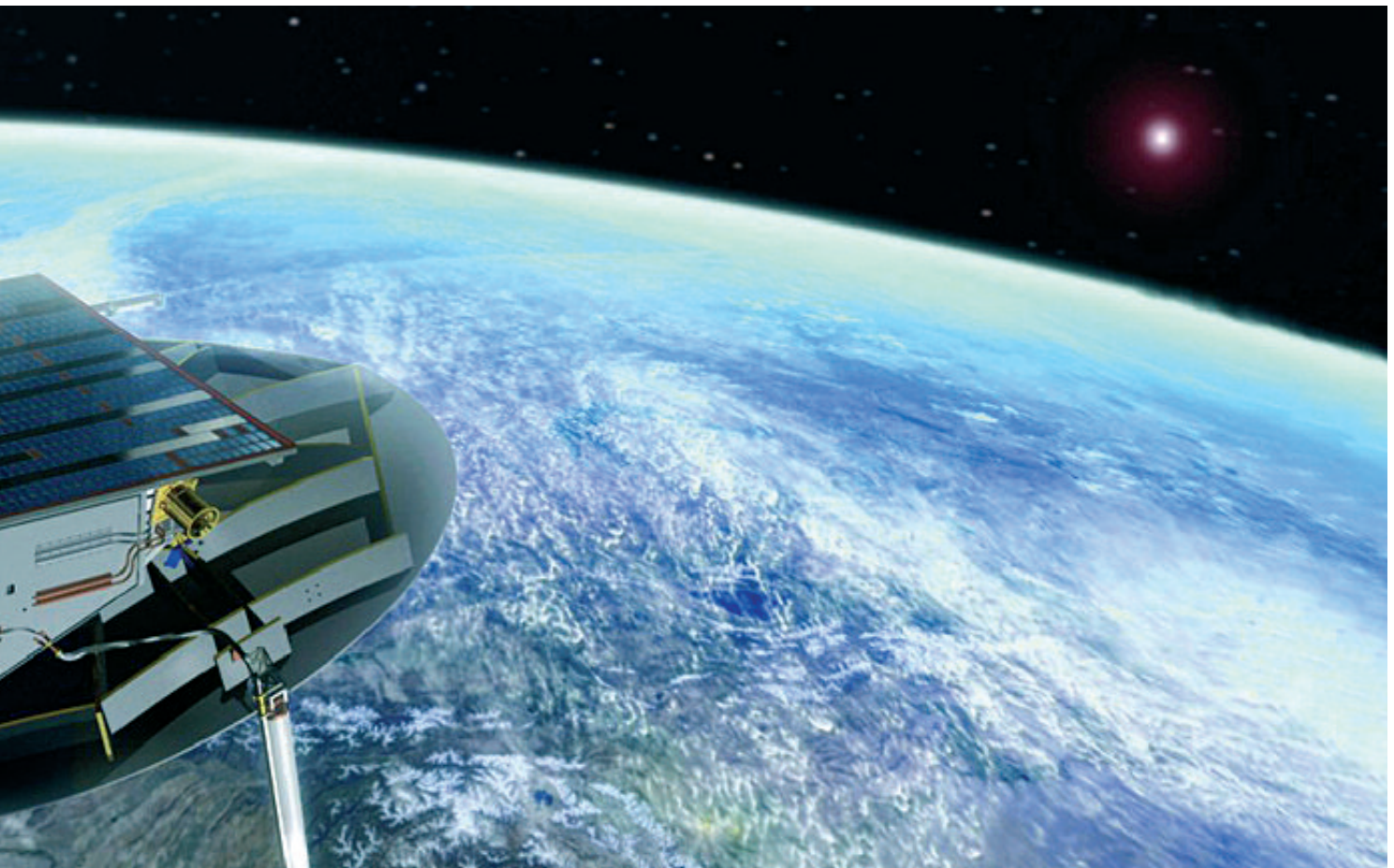
Durch die über 30jährige erfolgreiche Zusammenarbeit der westeuropäischen Staaten innerhalb der ESA ist der Alte Kontinent zu einer ernstzunehmenden Weltraummacht aufgestiegen. Die Formulierung einer einheitlichen und umfassenden Weltraumpolitik ist hiermit aber nicht verbunden gewesen. Dieses Manko hatte oft genug zu Reibungsverlusten bei ESA-Programmen geführt. Im sicherheitspolitischen Bereich hemmte die ESA zudem ihre Konvention, in der ihre Aufgabenbestimmung für „ausschließlich friedliche Zwecke“ festgeschrieben ist. Anders die EU. Eine ihrer wichtigsten Säulen ist die Harmonisierung der äußerst unterschiedlichen wirtschafts- und handelspolitischen Interessen ihrer Mitglieder. Hinzu kam seit den 1990er Jahren immer stärkere politische Verantwortung, unter anderem in den Bereichen Außen- und Sicherheitspolitik, welche die EU auch für die Formulierung einer gemeinsamen Raumfahrtspolitik geeignet erscheinen ließen.

Die institutionelle Annäherung zwischen der ESA und der damaligen EG begann 1989, wenngleich es anfangs noch Berührungängste gab. Die ESA durfte nicht erwarten, durch die Ausdehnung des Kontaktes zur EG/EU an Kompetenz zu gewinnen. Deshalb war sie zunächst darauf bedacht, ihre Unabhängigkeit gegenüber der Europäischen Gemeinschaft zu wahren. Dem Ziel verstärkter Synergie zwischen ESA und EU versuchte man mit der im November 2000 von den EU-Forschungsministern und dem Rat der ESA in Brüssel verabschiedeten gemeinsamen Raumfahrtstrategie (European Strategy for Space, ESS) näherzukommen. Deren Schwerpunkte sollten in der Nutzung von Satellitensystemen, der Förderung der wissenschaftlichen Forschung und dem Erhalt der industriellen Wettbewerbsfähigkeit liegen. Darüber hin-

Players in Europe's external space policy: ESA and the EU

In more than 30 years of successful cooperation among the west European member states of ESA, the old continent rose to the status of a serious space power, although no consistent and comprehensive space policy was formulated in the process. Often enough, this deficit has caused friction losses in ESA's programs. What is more, ESA was hampered in the field of security policy by its own convention, which describes its mission as dedicated 'exclusively to peaceful purposes'. Not so the EU. Harmonizing the widely divergent economic and trade-policy interests of its members forms one of its most important pillars. Since the 1990s, moreover, it has been assuming more and more political responsibility in, among other fields, foreign and security policy, so that it appears well placed to formulate a common space policy.

On the institutional plane, ESA and the EC, as it then was, began to move closer to each other in 1989, although contacts were initially regarded with suspicion here and there. ESA could not expect to enhance its powers by extending its contacts with the EC/EU, so that it was initially anxious to maintain its independence vis-à-vis the European Community. An attempt to increase the synergy between ESA and the EU was made in November 2000, when the EU research ministers and the ESA Council meeting in Brussels adopted the European Strategy for Space (ESS). Its objective was to concentrate on the utilization of satellite systems, the promotion of scientific research, and the preservation of industrial competitiveness. Further demands called for including defense measures related to the European Security and Defense Policy (ESDP) and to national security interests in the catalogue of ESA's duties. To realize the ESS, ESA and the EU set up a joint task force



aus wurde gefordert, Verteidigungsmaßnahmen im Rahmen der Europäischen Sicherheits- und Verteidigungspolitik (ESVP) sowie nationaler Sicherheitsinteressen in den Aufgabenkatalog der ESA aufzunehmen. Zur Realisierung der ESS wurde eine Joint Task Force von ESA und EU ins Leben gerufen und beschlossen, dass die ESA künftig auch zur Durchführung von EU-Projekten befugt sei. Bei der Tagung des Europäischen Rates im März 2000 in Lissabon wurde ein regelmäßiges Treffen des ESA-Ministerrats und des Forschungsministerrats der EU verabredet, um die gemeinsame europäische Weltraumpolitik im regelmäßig tagenden European Space Council zu beraten.

In der Raumfahrt hat die EU ein neues Betätigungsfeld gefunden, das mit seinem Identität stiftenden Charakter wie geschaffen für eine multinationale Politik ist: In kaum einem anderen Bereichen hat Europa ähnlich große gemeinschaftliche Erfolge vorzuweisen. Ihre neuen Ambitionen bekräftigte die EU 2003 mit einem Weißbuch der Kommission zur Raumfahrt. Es formuliert das außenpolitische Ziel, die Europäische Union „besser für eine globale Führungsrolle auf politischem, wirtschaftlichem und wissenschaftlichem Gebiet“ auszustatten. Mit dieser Stoßrichtung wurde die Raumfahrt schließlich als gemeinsame Aufgabe im Entwurf eines Verfassungsvertrags der EU festgeschrieben. Am 22. Mai 2007 wurde die neue Europäische Raumfahrtspolitik programmatisch verabschiedet.

Kooperation in der Satellitennavigation: Galileo

Die punktgenaue Positions- und Zeitbestimmung durch Satellitensysteme ist eine herausragende technische Errungenschaft, die inzwischen für vielfältige zivile Einsatzmöglichkeiten nutzbar ist. Lange aber war sie mit der politischen Schwierigkeit verbunden, dass die verfügbaren Systeme GPS (Global Positioning System; USA) und Glonass (Global Navigation Satellite System; Russland) vom Militär kontrolliert werden. Ungeachtet aller Versprechen könnten die Systeme also jederzeit für die zivile Nutzung gesperrt werden. 1994 beschloss die EU, das zivile System Galileo zu realisieren. Dieses soll die technischen Mängel der bestehenden Systeme überwinden und auch bislang schlecht abgedeckte Gebiete wie Nordeuropa, den Nordatlantik oder Kanada versorgen. Priorität genießt das politische Ziel der europäischen Autonomie, nicht nur hinsichtlich der Schlüsseltechnologien, sondern auch in Bezug auf Anwendungsmöglichkeiten.

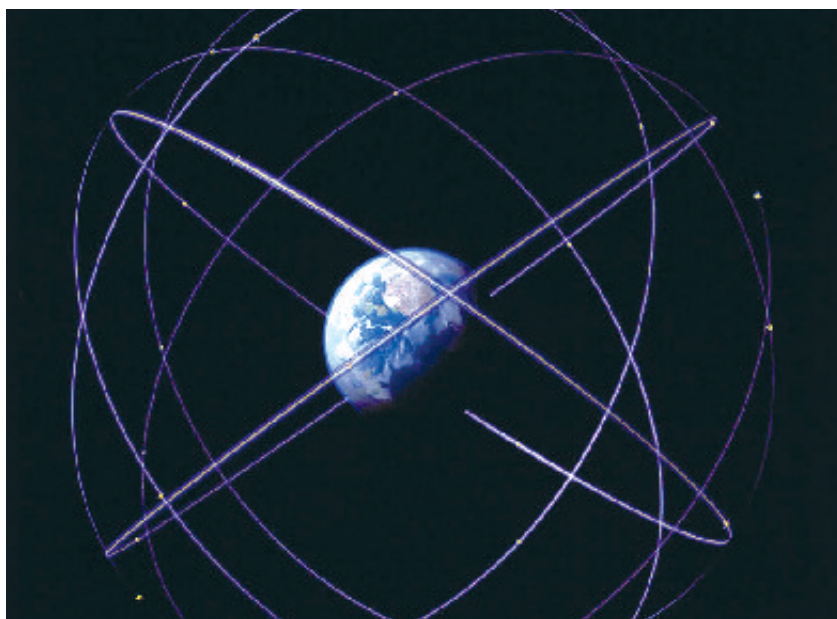
and decided to empower ESA to handle EU projects in the future. At its meeting in Lisbon in March 2000, the European Council agreed to institute regular meetings between the ESA Ministerial Council and the EU Council of Research Ministers, forming a European Space Council that would deliberate on Europe's space policy at regular intervals. In spaceflight, the EU has found a new field of action that is ideally suited for a multinational policy because it forges a common identity:

There is hardly another area where the European Community has been so successful. In 2003, the EU affirmed its new ambitions in a white paper on space travel issued by the Commission. In foreign policy, one of the goals formulated in the paper was to equip the European Union 'better for global leadership in the political, economic and scientific field'. Following the same intention, spaceflight was finally included as a Community task in the draft constitutional treaty of the EU. Europe's new space policy was ultimately adopted in the form of a program on May 22, 2007.

Cooperation on satellite navigation: Galileo

Using satellite systems to determine position and time with pinpoint precision represents an eminent technological achievement that is today being used in a wide variety of civilian applications. For a long time, however, it was difficult to do so for political reasons because the systems that were available, namely the US Global Positioning System (GPS) and the Russian Global Navigation Satellite System (Glonass) were controlled by the military. Consequently, the two systems might be barred to civilian users at any time, in total disregard of former promises. In 1994, the EU decided to realize a civilian system. Called Galileo, it was designed to overcome the technical inadequacies of the existing systems and serve areas such as northern Europe, the North Atlantic, and Canada that are not thoroughly covered today. Politically, the priority goal is to achieve European autonomy with regard to not only key technologies but also application options.

It is the expressed political will of Europe to establish Galileo as a global international standard. In June 2004, an agreement was concluded between the EU and the United States to enable GPS and Galileo to operate side by side without interference. To build the Galileo satellites, however, certain important radiation-proof components are needed which are currently made exclusively in



Schon bald stehen mit dem Galileo-System zivil ausgerichtete europäische Satellitennavigations-Dienstleistungen bereit. (ESA)

Soon the Galileo system will provide civil European satellite navigation services. (ESA)



ESA-Generaldirektor Jean-Jaques Dordain (rechts) bei der Unterzeichnung des Abkommens über die SENTINEL-Satelliten im Rahmen von GMES. (Europäische Kommission)

ESA Director General Jean-Jaques Dordain (on the right) during the signature of the SENTINEL satellite program in the frame of GMES. (European Commission)

Es ist der ausdrückliche Wille des politischen Europas, Galileo weltweit als internationalen Standard festzusetzen. Das zwischen der EU und den Vereinigten Staaten im Juni 2004 geschlossene Abkommen soll einen störungsfreien parallelen Betrieb von GPS and Galileo ermöglichen. Für den Bau der Galileo-Satelliten sind jedoch wichtige, strahlungsgeschützte Bauteile notwendig, die gegenwärtig nur in den USA produziert werden können. Diese stehen auf der ITAR-Exportliste (International Trade in Arms Regulations). Selbst mit dem geschlossenen Abkommen kann nicht ausgeschlossen werden, dass die amerikanische Regierung die Ausfuhr dieser Komponenten kurzfristig untersagt – ein Grund, weshalb die ESA bereits ein Programm zur eigenen Entwicklung der kritischen Komponenten aufgelegt hat.

Auch mit der Volksrepublik China besteht bereits seit 2003 ein Abkommen. Kernpunkte sind die finanzielle Beteiligung Chinas sowie die Kooperation bei Raum- und Bodensegmenten und der Anwendung. China will sich mit insgesamt 200 Millionen Euro einbringen – ein ganz erheblicher Beitrag zum Gesamtprogramm. Zusätzlich ist eine Zusammenarbeit bei der Standardisierung und Zertifizierung geplant. Die europäische Galileo-Kooperation mit China stößt bei in Washington auf Widerspruch. Die USA befürchten nicht nur den technologischen Aufschluss Chinas, sie stehen auch den Modernisierungsplänen der chinesischen Streitkräfte kritisch gegenüber. So wird befürchtet, Peking könne mit Galileo-Daten etwa die US-Streitkräfte insbesondere im Falle eines Krieges in der Straße von Taiwan erhöhten Gefahren aussetzen. Japan ist von der massiven Aufrüstung des Angstgegners China gleichfalls wenig angetan.

Die EU hält dem entgegen, dass es sich bei Galileo um ein rein zivil kontrolliertes System handeln wird, was sich bis in die technische Auslegung hinein widerspiegelt. Außerdem sei China ausdrücklich von allen sensiblen Daten ausgeschlossen. Der Umstand, dass Galileo-Daten zwar für Sicherheitskräfte, nicht aber für das Militär verwendet werden, zeigt aber den schwierigen Balanceakt bei der Systemplanung.

Transatlantische Kooperationsproblematik bei der Erdbeobachtung

Ein weiteres gemeinsames Vorhaben von ESA und EU stellt die im November 2000 beschlossene Umwelt- und Sicherheitsinitiative GMES dar. Da weltraumgestützte Erdbeobachtung Grundlagen zur Beobachtung, Beurteilung und Beeinflussung des globalen Wandels schafft, ist sie von natürlichem Interesse für die europäische Politik. Hinzu tritt der wirtschaftliche Faktor: Von 2005 bis 2009 erwartete die EU einen Weltmarkt von insgesamt etwa 29 Milliarden Euro für Satellitenbau und -start, Datenverkauf, Bodenstationen und nachgeordneten Service. Um für die Teilnahme ge-

the USA. These, in turn, are named on the export list of the International Trade in Arms Regulation (ITAR). Even though the aforementioned agreement has been concluded, it is not absolutely certain that the American government will not suddenly impose a ban on exporting these components – one reason why ESA has already launched a project of its own to develop these critical components.

Similarly, an agreement was concluded in 2003 with the People's Republic of China which provides for China's financial involvement and cooperation in space and ground segment engineering as well as in application. China plans to contribute a total of 200 million Euros – quite a considerable share of the overall cost. Further plans provide for cooperation on standardization and certification. Europe's Galileo cooperation with China met with disapproval in Washington. The US not only fears that China's technology might catch up, it also maintains a critical attitude towards the modernization plans of the Chinese armed forces. It is feared, for instance, that US forces might be exposed to increased risks if Galileo data became available to Beijing, particularly in case of a war in the Taiwan Strait. Japan, too, feels uncomfortable with the massive armament drive of its old opponent.

The EU, in turn, argues that Galileo will be a system under exclusively civilian control, a fact that was reflected even in its technology design. Europe further maintains that China has been expressly barred from access to any sensitive data. However, the fact that Galileo data will be available to security forces but not to the military shows how much of a tightrope act it is to put the system in place.

Transatlantic cooperation problems in Earth observation

Another joint ESA/EU project is GMES, an environment and security initiative that was adopted in November 2000. It is only natural that space-based earth observation should be of interest in European politics because it provides the background for observing, assessing and influencing global change. Then again, there is the economic factor: The EU expects that the global market for building and launching the satellites, selling the data, and operating ground stations and downstream services will reach a total volume of about 29 billion Euros in the period from 2005 to 2009. To prepare for participation in that market, existing data evaluation and networking systems must be improved. In addition, new long-term observation capacities for viewing the earth from various angles will have to be developed to optimize the system on an ongoing basis.

GMES started out as a process controlled by the EU (politically) and by ESA (technically) which was cast in the form of a program at the Berlin meeting of the ESA Ministerial Council in December 2005.

rüstet zu sein, muss eine bessere Auswertung und Vernetzung bestehender Daten erfolgen. Um das System kontinuierlich zu optimieren, müssen außerdem neue langfristige Beobachtungskapazitäten mit unterschiedlichen Blickwinkeln auf die Erde entwickelt werden.

GMES startete als ein durch EU (politisch) und ESA (technisch) gesteuerter Prozess, der auf der ESA-Ministerratskonferenz im Dezember 2005 in Berlin als Programm festgeschrieben wurde. Es zielt auf ein Netz von boden-, luft- und weltraumgestützten Erd-daten ab. Dies wird zur Umsetzung von globalen Schlüsselaufgaben, wie beispielsweise der Erfüllung des Kyoto-Protokolls, von hervorgehobener Bedeutung sein. Aufgrund der diesbezüglich zurückhaltenden amerikanischen Politik muss Europa hier noch stärker tätig werden. Die ursprüngliche Bezeichnung von GMES, Global Monitoring for Environmental Security, wurde früh in Global Monitoring for Environment and Security umbenannt, um die Bedeutung europäischer Sicherheitsbestrebungen hervorzuheben, man denke nur an Katastrophenmanagement, Migrationsströme oder die Knappheit der Ressource Wasser.

Bei dieser Anforderung liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Diensten, die relevante Informationen liefern, sowie auf Instrumenten zur Unterstützung der Entscheidungsfindung. Hierbei wird auch die internationale Kooperation gesucht, doch eher eine mit Entwicklungs- oder Schwellenländern, als die mit den großen Weltraumnationen. Zwar werden bedeutende zivile wissenschaftliche Programme von der ESA geleitet, mit einer unmittelbaren partnerschaftlichen Verbindung zur NASA, doch herrscht keine Parität zwischen Europäern und Amerikanern. Gerade im Verteidigungsbereich gibt es einen solchen multinationalen Rahmen nicht – allenfalls einige Dienstleistungsvereinbarungen im Rahmen der NATO. Stattdessen hat jedes europäische Land eine unmittelbare bilaterale Beziehung zu den USA. Es ist offensichtlich, dass diese Konstellation die technologische Lücke im Weltraumbereich zwischen den USA und Europa vergrößert. In Washington verfolgt man den Kurs, den Weltraum als Grundlage der amerikanischen Militärdominanz zu betrachten. Dies macht es unwahrscheinlich, dass die USA diese Kapazitäten großzügig auch ihren Alliierten zur Verfügung stellen. Dies geschieht höchstens in beschränktem Maße und nur ad hoc sowie bei der Erfüllung amerikanischer politischer, wirtschaftsstrategischer und operationeller Prioritäten.

Neben strategischen Problemen gibt es aber auch gemeinsame transatlantische Interessen bei der Erdbeobachtung. Im Februar 2005 verabschiedeten 65 Staaten sowie wichtigste mit Erdbeobachtung befasste internationale Organisationen auf dem 3. Erdbeobachtungsgipfel in Brüssel einen Zehnjahresplan für den Aufbau eines globalen Erdbeobachtungssystems (Global Earth Observations System of Systems, GEOSS). Die Initiative hierzu war auf dem G8-Gipfel von Evian im Juni 2003 von den USA als offensichtliche Antwort auf GMES angeregt worden. Gleichzeitig kann GEOSS aber auch als Reaktion auf den Anschlag vom 11. September 2001 und die in seiner Folge im Wandel begriffene internationale Sicherheitspolitik gesehen werden.

The objective is to establish an Earth data network of ground, air and space-based stations. It will be of eminent importance in the implementation of global key functions, such as monitoring compliance with the Kyoto protocol. To address America's political reserve in this regard, Europe will have to step up its efforts. The original name of GMES, Global Monitoring for Environmental Security, was changed early on to Global Monitoring for Environment and Security to highlight the importance of Europe's security endeavors in fields like disaster management, migration flows or water scarcity. Efforts in this regard focus on developing services to generate relevant information and tools to support decision-making.

While international cooperation is being sought in this field, it targets developing and emerging countries rather than any of the major space nations. Although important civilian scientific programs are being run by ESA in direct and friendly cooperation with the NASA, there is no parity between Europeans and Americans. Especially in the field of defense there is no multinational framework save for a small number of service agreements concluded within the NATO. Instead, each European country maintains direct bilateral relations with the USA. It is obvious that this constellation tends to increase the gap between the USA and Europe in the field of space technology. The course pursued by Washington is to regard space as the foundation of America's military dominance. Because of this, the US is unlikely to make its capacities available to its allies on any generous scale. If it is granted at all, such assistance

is either limited and restricted to individual cases, or it serves America's priorities in politics, economic strategy and operations.

Next to strategic problems, however, there are common transatlantic interests in Earth observation. At the 3rd Earth Observation Summit held in Brussels in February 2005, 65 states adopted a plan to set up

a Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) together with major international organizations involved in Earth observation. The initiative had been launched by the USA at the Evian G8 summit in June 2003, obviously in response to GMES. Alternatively, GEOSS may be seen as a reaction to the attacks of September 11, 2001 and the changes in international security policy they entailed.

GEOSS is designed to improve our ability to observe the ecological condition of the Earth system, deepen our understanding of global processes, and provide better facilities to predict geological activity. The information it produces will provide a sustainable foundation for decisions by politicians and NGOs. Although the US deserves praise for its initiative, it is obviously one of many attempts – most of them successful – to involve other states in America's own programs as a vehicle for influencing the limited capacities of its partner states: The program will cost the EU about five billion Euros until 2013, to be paid from GMES funds.

„Die transatlantischen Partner müssen zu einer neuen Ausrichtung ihrer Sicherheits- und Weltraumkooperationen finden“

“The transatlantic partners will have to agree on a reorientation of their cooperation in space and security policy.”

Durch GEOSS sollen die Beobachtung des ökologischen Zustandes des Systems Erde verbessert, das Verständnis globaler Prozesse vertieft und die Möglichkeiten zur Vorhersage geologischer Aktivitäten erweitert werden. Die gewonnenen Informationen werden die Entscheidungsfindung von Politik und NGOs auf eine langfristig ausgerichtete Basis stellen. Bei aller Löblichkeit der amerikanischen Initiative ist doch unverkennbar, dass sie einer von vielen, meist erfolgreichen Versuchen der USA ist, andere Staaten in eigene Programme einzubinden, um die limitierten Kapazitäten der Partnerstaaten beeinflussen zu können: Die EU wird das Programm bis 2013 etwa fünf Milliarden Euro kosten, die aus dem GMES-Topf zu zahlen sind.

Fazit

Raumfahrt hat stets übergreifenden Zielen gedient. Nun erhält sie auch für Europa eine wachsende außen- und sicherheitspolitische Bedeutung. Bei allen in diesem Sinne verfolgten Initiativen zeichnet sich das Bestreben ab, die Vorsprünge der USA in Schlüsselbereichen aufzuholen. Dies unterstreichen die Kooperationen mit China und Russland in den Bereichen Navigation und Träger, die sowohl von politischen als auch wirtschaftlichen Motivationen getrieben sind.

Dabei ist es interessant zu beobachten, dass die Kooperationen das Ziel verfolgen, Alternativen zu amerikanischen Systemen – und damit eigene Souveränität – zu entwickeln. Russland und China wiederum sehen in der Kooperation mit Europa eine Möglichkeit, die ungeliebte Allmacht Amerikas zu untergraben. Gleichwohl bleiben die USA der wichtigste sicherheitspolitische Partner Europas. Da eine globale Weltordnung ohne die USA nicht denkbar ist, müssen die transatlantischen Partner zu einer neuen Ausrichtung ihrer Sicherheits- und Weltraumkooperationen finden. Die USA bedürfen hierfür eines besseren Verständnisses der europäischen Interessen und Sensibilitäten, Europa benötigt eine stringenter und tatenkräftigere gemeinsame Weltraum-Außenpolitik.

Die Tagespolitik der auf kurzfristige politische und wirtschaftliche Erfolge zielenden, auf Wiederwahl bedachten europäischen Regierungen herrscht hierfür noch zu deutlich vor. Die Kooperation mit Russland bei Raketenträgern kann sich für die gebeutelten europäischen Forschungsbudgets als Kosten sparend erweisen; ein möglicher Rückgang von Know-how oder Aufträgen der europäischen Industrie muss aber gleichfalls im Auge behalten werden. Über die langfristige Bedeutung einer sicherheitspolitischen Kooperation mit China bei Galileo wird zu wenig nachgedacht.

Europa als zweitwichtigster Akteur in der Weltraumpolitik muss drei miteinander verbundene Probleme angehen: den deutlich zu geringen Umfang der europäischen Weltraumausgaben, den Mangel an Übereinstimmung bei Zielen und Visionen sowie die strukturellen Probleme auf der Angebotsseite. Nur dann können die hohen Ziele des Weißbuchs erreicht werden. Europa sollte darüber hinaus den USA eigene Führungsvorschläge unterbreiten, damit die transatlantische Kooperation weiterhin fruchtbar bleibt. Wenn Europa in Weltraumfragen mit einer Stimme spricht, wird es auch in den USA als Partner interessanter werden.

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

Conclusion

Spaceflight has always served a variety of overarching goals. Now, its significance for Europe's foreign and security policy is growing as well. In virtually all initiatives pursued in this context, the endeavor to catch up with the USA in certain key areas is clearly discernible. A case in point is Europe's cooperation with China and Russia on navigation and launchers, which is driven by both political and economic motivations.

It is interesting to note that cooperation serves the purpose of developing alternatives to the American systems and thus promote Europe's sovereignty. On their part, Russia and China believe that cooperating with Europe is one way of undermining America's odious omnipotence. Still, the US is Europe's most important partner in security policy. As no global order is conceivable without the involvement of the USA, the transatlantic partners will have to agree on a reorientation of their cooperation in space and security policy. On the part of the USA, this calls for a more profound understanding of Europe's interests and sensitivities, while Europe itself needs a more stringent and active foreign policy in space affairs.

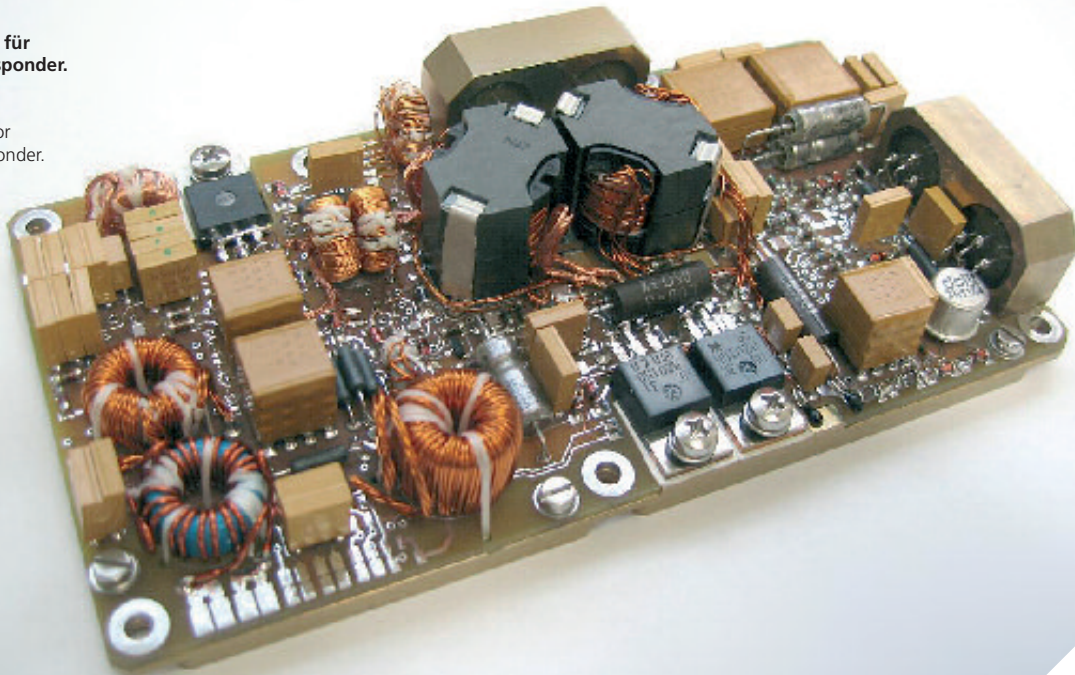
Aiming for quick political and economic success and anxious to be reelected, Europe's governments are still too preoccupied with day-to-day politics to arrive at such a policy. While cooperation with Russia in the field of launchers may bring relief to hard-pressed research budgets, Europe needs to keep an eye on the possibility that its industry might lose out in terms of know-how or order volume. Moreover, not enough consideration is being given to the long-term implications of security-policy cooperation with China within the Galileo project.

As the second most important player in space policy, Europe needs to tackle three interwoven problems: The fact that its space expenditures are unmistakably inadequate, the lack of harmony in its goals and visions, and its structural problems on the supply side. Only if these three are taken care of, Europe can attain can Europe attain the ambitious targets it has set itself in its white paper. Moreover, it should submit management proposals of its own to the USA to ensure the continued fruitfulness of transatlantic cooperation. Once it talks with one voice, Europe will become a more interesting partner for the US in space issues.

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

**DC/DC-Konverter für
Galileo SAR-Transponder.
(ASP GmbH)**

DC/DC converter for
Galileo SAR transponder.
(ASP GmbH)



Raumfahrt und Mittelstand

Die "anderen" Unternehmen

Von Uwe Soltau

Raumfahrtindustrie in Deutschland – da denkt jeder zuerst an die beiden großen Unternehmen EADS Astrium und OHB Technology. EADS Astrium ging deutscherseits aus der Daimler Tochter DASA hervor, einem Zusammenschluss der traditionellen Firmen ERNO, MBB und Dornier System. OHB Technology besteht aus OHB System, OHB Teledata, MT Aerospace und Kayser-Threde. Die beiden Firmen Astrium und OHB haben unterschiedliche Unternehmensphilosophien: OHB ist ein Systemhaus, das Komponenten und Subsysteme von Fremdunternehmen bezieht. Astrium hingegen entwickelt und produziert viele Einzelteile selbst. Doch trotz der hohen Fertigungstiefe, zum Beispiel bei Solargeneratoren, benötigt auch Astrium Zulieferer.

Es lohnt sich also die Frage, wer diese anderen, kleinen und mittelständischen Unternehmen in der deutschen Raumfahrt-Branche sind. Allein bei der ESA sind über 150 Unternehmen und Einrichtungen aus Deutschland als Raumfahrtanbieter registriert. Dieser Artikel kann daher lediglich eine kleine Auswahl widerspiegeln.

Die eigentümergeführte **Advanced Space Power Equipment GmbH (ASP)** in Salem-Neufrach am Bodensee mit seinen 35 Mitarbeitern besteht erst seit 2004, beschäftigt aber Experten mit zum Teil mehr als 20 Jahren Berufserfahrung in der Raumfahrt. ASP entwickelt und produziert Stromversorgungen, zum Beispiel Spannungsregler und -verteiler, Konverter und Hochspannungsverstärker für Radar und Kommunikationssatelliten. Gegenwärtig realisiert ASP in Zusammenarbeit mit der Firma **RHe Microsystems** in Radeberg einen Konverter mit hohen Strömen und niedriger

Space and SMEs

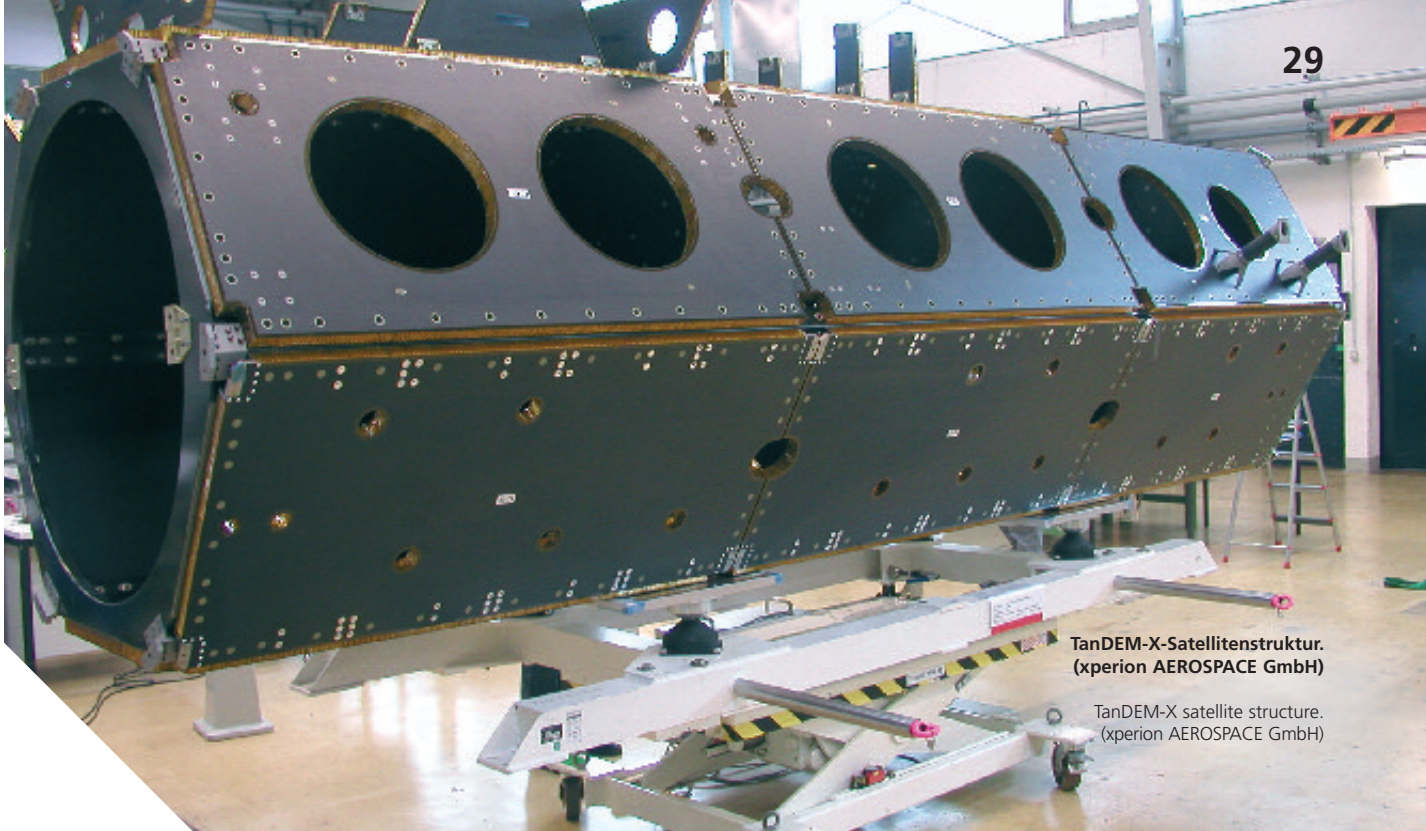
The 'other' enterprises

By Uwe Soltau

Space industry in Germany – when this subject comes up, the two big enterprises EADS Astrium and OHB Technology come to mind first. In Germany, EADS Astrium evolved from DASA, a Daimler subsidiary amalgamating the traditional companies ERNO, MBB and Dornier System. OHB Technology incorporates OHB System, OHB Teledata, MT Aerospace and Kayser-Threde. Astrium and OHB follow different corporate philosophies: OHB is a system prime which procures components and subsystems from outside contractors. Conversely, Astrium develops and produces many parts in-house. Yet even Astrium needs component suppliers despite its great manufacturing depth in, for instance, solar generators.

So it is worthwhile to ask ourselves about the other small and medium-sized enterprises in the German space sector. More than 150 enterprises and institutions from Germany are registered as space suppliers with ESA alone. Thus, only a small selection of them can be reflected within the frame of this article.

Domiciled in Salem-Neufrach on Lake Constance, **Advanced Space Power Equipment GmbH (ASP)**, an owner-managed company with a workforce of 35, was incorporated only in 2004. Nevertheless, some of the experts it employs have more than 20 years' professional experience in the space sector. ASP develops and produces power supply systems including voltage regulators and distributors, converters and high-voltage amplifiers for radar and communications satellites. At present, ASP is cooperating with **RHe Microsystems** of Radeberg on a low-voltage high-current converter with a typical power output of c. 2 to 3 volts and



TanDEM-X-Satellitenstruktur.
(xperion AEROSPACE GmbH)

TanDEM-X satellite structure.
(xperion AEROSPACE GmbH)

Spannung (Low Voltage High Current) auf, die typischerweise Ausgänge mit circa zwei bis drei Volt und circa 20 Ampere bieten. Durch die Hybridisierung, eine Fertigungstechnik mit höherer Bauteildichte, können große Stückzahlen preiswert angeboten werden. Dieser Konverter ist besonders zur Versorgung schneller Rechner geeignet, da er die Erhöhung der Taktfrequenz erlaubt. Die DLR Raumfahrt-Agentur fördert diese Innovation im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums. Nachdem das Design des Konverters bereits erarbeitet wurde, liegt nun der Arbeitsschwerpunkt in der Realisierung des Hybrids bei der Firma RHe. ASP hat bereits einen Auftrag der Firma EADS Astrium zur Verwendung dieses neuartigen Designs in Massenspeichern erhalten.

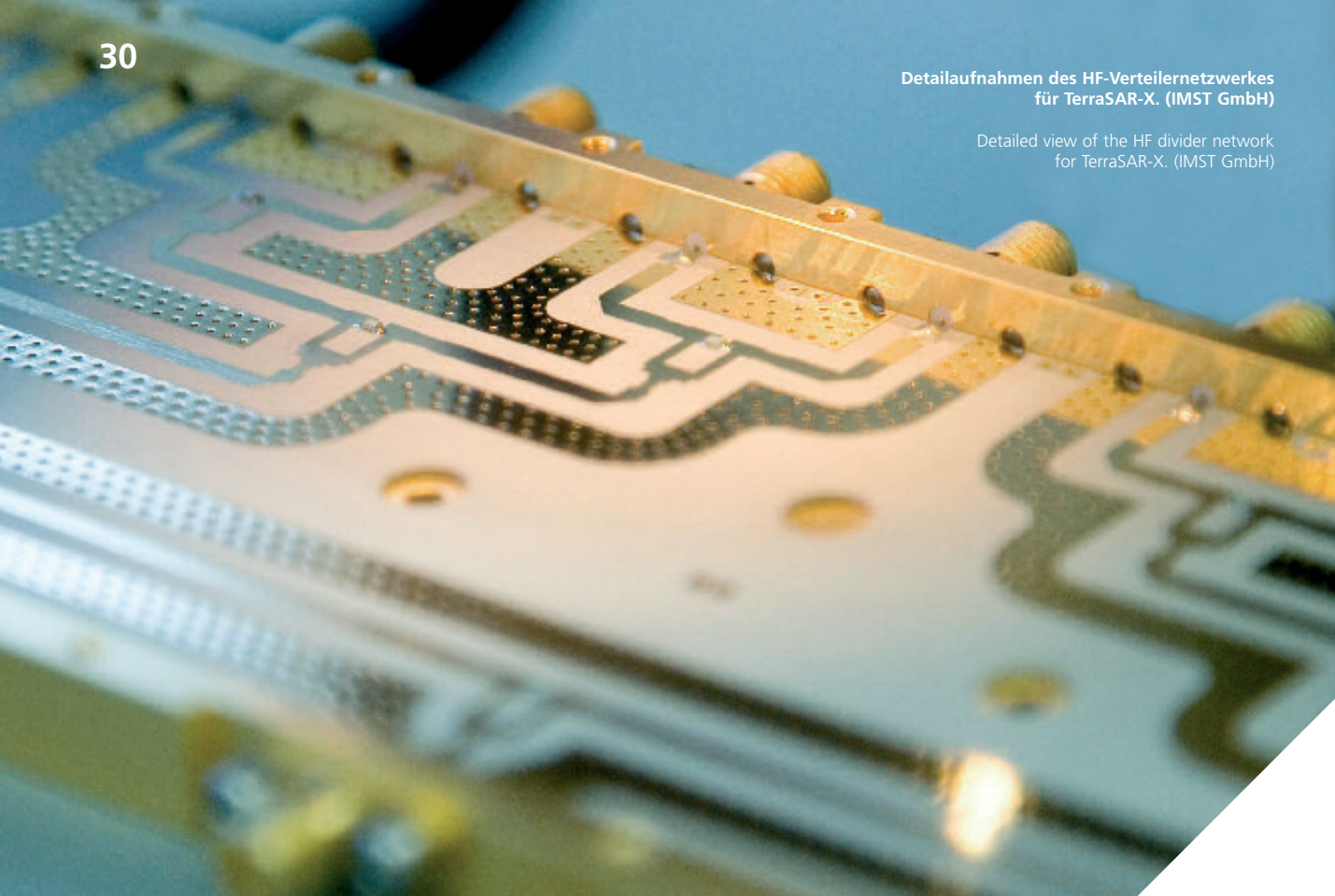
Auch die **xperion AEROSPACE GmbH** in Immenstaad am Bodensee ist ein eigentümergeführter Mittelstandsbetrieb. Entstanden im Jahr 2004 im Zuge der Ausgründung einer EADS-Abteilung, verfügt xperion über große Erfahrung im Bau von anspruchsvollen kohlefaserverstärkten Strukturen (CFK) für die Raumfahrt-Industrie weltweit. Die Produktpalette des mittlerweile über 50 Mitarbeiter großen Fertigungsbetriebs umfasst duomere und

c. 20 amperes. Hybridization, a manufacturing technology which increases component density, permits producing large batches at attractive prices. Such converters are best employed in the power supply systems of fast computers because they allow higher clock frequencies. Acting on behalf of the Federal Ministry of Economic Affairs, the DLR Space Agency supports this innovation. Now that the design of the converter has been finalized, work concentrates on realizing the hybrid at RHe. EADS Astrium has already placed an order with ASP to use this innovative design in mass memories.

xperion AEROSPACE GmbH in Immenstaad on Lake Constance is another owner-managed medium-sized enterprise. Set up in 2004 as a spin-off of an EADS department, xperion is highly experienced in the manufacture of sophisticated carbon fibre reinforced plastic structures (CFRCs) for the space industry worldwide. Meanwhile the company employs more than 50 people, and its product portfolio includes duomer and thermoplastic CFRC components such as complete satellite assemblies support structures for solar systems and telescope structures as well as antennae, antenna support structures and truss structures for launchers. In

Innovation	Unternehmen	DLR-Förderkennzeichen
Elektronisch steuerbare Antenne	IMST GmbH	50YB0710
Niedrigspannung-Konverter	Advanced Space Power Equipment GmbH	50YB0704
Satellitenstruktur TerraSAR-X	xperion AEROSPACE GmbH	HV 50 EP 0104
Dreifach-Übergangs-Solarzelle	AZUR Space Solar Power GmbH	50JR0442 / 50JR0641

Innovation	Company	DLR grant number
Electronically Controlled Antenna	IMST GmbH	50YB0710
Low Voltage High Current Converter	Advanced Space Power Equipment GmbH	50YB0704
Satellite Structure TerraSAR-X	xperion AEROSPACE GmbH	HV 50 EP 0104
Triple Junction Solar Cell	AZUR SPACE Solar Power GmbH	50JR0442 / 50JR0641



thermoplastische CFK-Strukturbauteile wie beispielsweise komplette Satellitenstrukturen, Tragstrukturen für Solaranlagen, Teleskop-Strukturen sowie Antennen, Antennentragstrukturen und Streben für Trägerraketen. Darüber hinaus bedient man auch Kunden abseits der Raumfahrt mit großflächigen CFK-Bauteilen für Papiermaschinen sowie für die Automobilindustrie und messtechnische Anwendungen. Eine entsprechende Infrastruktur ermöglicht es xperion zudem, CFK-Serienbauteile in hoher Stückzahl für den Airbus A380 und A340 zu fertigen.

Ein weiteres Beispiel für ein relativ junges Unternehmen ist die **IMST GmbH**. Seit ihrer Gründung vor 15 Jahren durch Professor Ingo Wolff hat sie sich zu einem Kompetenzzentrum für die Entwicklung von Hochfrequenzschaltungen, Funkmodulen und Kommunikationssystemen entwickelt. Seit einigen Jahren engagiert sich IMST mit seinen heute 150 Mitarbeitern auch in der Raumfahrt. Die Firma entwickelt und fertigt spezielle Bauteile für Satelliten wie beispielsweise neuartige Hochfrequenz-Leistungsteiler für den Erdbeobachtungs-Satelliten TerraSAR-X. Solche Produkte sind technologisch anspruchsvoll, werden aber nur in kleinen Stückzahlen benötigt. Sie sind daher eine ideale Nische für ein kleines, flexibles High-Tech-Unternehmen. Geforscht und entwickelt wird auch im Bereich der Bodenterminals: IMST baut zusammen mit Hightech-Unternehmen elektronisch steuerbare Antennen für die mobile Satellitenkommunikation. Diese Antennen lassen sich elegant in die Außenhaut von Fahrzeugen, Schiffen oder Flugzeugen integrieren und ermöglichen eine agile Nachführung des Antennenstrahls, so dass man während der Fahrt oder während des Fluges über Satellit kommunizieren kann. Ebenfalls gefördert durch die DLR Raumfahrt-Agentur, hat IMST eine Art Baukasten aus Schlüsselkomponenten und Subsystemen wie beispielsweise Phasenschiebern, Verstärkern und Mischern entwickelt, die jetzt in verschiedene Produkte integriert werden.

addition, the enterprise provides customers outside the space sector with large CFRC components for paper-making machines as well as for automotive and measuring equipment applications. Moreover, xperion's infrastructure enables the company to produce large numbers of CFRC standard components for the Airbus A 380 and A 340.

IMST GmbH is yet another relatively young enterprise. Founded by Professor Ingo Wolff 15 years ago, it has since then developed into a competence center for the development of high-frequency circuits, radio modules and communication systems. Employing 150 people today, IMST began its engagement in the space sector some years ago. The company develops and builds special satellite components including, for example, innovative high-frequency power dividers for the Earth observation satellite TerraSAR-X. As such products are technologically demanding but needed only in small quantities, they form an ideal niche for small, flexible high-tech enterprises. Ground terminals are another field of research and development: Together with its partners, IMST builds antennas for mobile satellite communication that can be steered electronically. Offering the possibility of smart integration into the outer skin of vehicles, ships and aircraft, these antennas are very nimble in redirecting their beam, permitting people to communicate via satellite while traveling in the air, on land or on the sea. Again supported by the DLR Space Agency, IMST has been developing a kind of tool kit containing key components and subsystems such as phase modifiers, amplifiers and mixers which are now being integrated in a variety of products.

The history of **AZUR SPACE Solar Power GmbH** is altogether different. On August 23, 1962, the Gesellschaft für Weltraumforschung mbH (GfW) was founded in Germany, the first German Space Agency and one precursor of today's DLR. The mission it



Epitaxieanlagen Aixtron 2600G3 zur Herstellung von Tripelsolarzellen. (AZUR)

Epitaxial facilities Aixtron 2600G3 for production of triple junction solar cells. (AZUR)

Eine ganz andere Geschichte hat die **AZUR SPACE Solar Power GmbH**. Am 23. August 1962 wurde in Deutschland die Gesellschaft für Weltraumforschung (GfW) gegründet, eine Vorgänger-Organisation des heutigen DLR. Die GfW war von der Bundesregierung damit beauftragt worden, die beginnenden deutschen Weltraumaktivitäten zu koordinieren. Dies umfasste auch Konstruktion und Bau des ersten deutschen Forschungssatelliten AZUR. Zu diesem Zweck startete in Deutschland die Entwicklung der photovoltaischen Energieversorgung, wobei sich bei der Solarzellenentwicklung die Firma AEG-Telefunken gegen Siemens durchsetzen konnte. Nach einigen Unternehmensumgestaltungen heißt das Unternehmen heute AZUR SPACE Solar Power GmbH. In den letzten Jahren hat auf dem Gebiet der Raumfahrtsolarzellen ein Technologieübergang von Silizium- zu GaAs-Solarzellen stattgefunden. Dank der Förderung durch DLR und ESA hat AZUR auch bei dieser Technologie den Anschluss an die Weltspitze geschafft. Das heutige Standardprodukt, die 3G28-Solarzelle, ist eine Dreifach-Übergangszelle (Triplezelle) mit 28-prozentigem Wirkungsgrad und einer Dicke von 150 Mikrometern, die zum Beispiel bei GALILEOSAT und ALPHABUS eingesetzt wird. Eine Dreifach-Übergangszelle besteht aus drei monolithisch übereinander gestapelten Solarzellen, die jede für sich in ihrem Spektralbereich besonders effizient Photonen in Strom umwandelt. In der Entwicklungsphase befindet sich die Dreifach-Übergangszelle der nächsten Generation, die einen Wirkungsgrad von 30 Prozent und eine Dicke von nur noch 80 Mikrometern haben wird.

Uwe Soltau ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Raumfahrt-Strategie und KMU-Beauftragter der DLR Raumfahrt-Agentur

was given by the federal government was to coordinate Germany's budding space activities, including the design and construction of the first German research satellite AZUR. This, in turn, prompted the development of photovoltaic power supply systems in Germany, with AEG-Telefunken beating Siemens to the mark in the development of solar cells. After a few reshuffles, the name of the enterprise today is AZUR SPACE Solar Power GmbH. In recent years, the technology of space solar cells has shifted from silicon to GaAs. Thanks to the support it received from both DLR and ESA, AZUR succeeded in keeping up with the world leaders in this technology. Today's standard product, the 3G28 solar cell, is a triple junction solar cell with an efficiency of 28 percent and a thickness of 150 micrometers, which is used in GALILEOSAT and ALPHABUS, among others. A triple junction cell is consisting of three monolithically stacked solar cells, each with its own spectral range in which it is particularly efficient at converting photons into electricity. A next generation of triple junction cells that will have an efficiency of 30 percent and a thickness of no more than 80 micrometers is being developed at the moment.

Uwe Soltau serves at the DLR Space Agency as SME coordinator and scientific assistant in the space strategy department

Die Zukunft der Satellitenkommunikation

Nationale Konferenz auf dem Petersberg am 12. und 13. März

Von Michael Müller und Dr. Roland Wattenbach

Die Zukunft der Satellitenkommunikationsbranche aus deutscher Sicht war das Thema einer zweitägigen Fachkonferenz, die Mitte März auf dem Petersberg bei Bonn stattfand. Im ehemaligen Gästehaus der Bundesregierung diskutierten Vertreter von Unternehmen, Ministerien und Forschungseinrichtungen sowie Delegierte der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) über Wege zur Stärkung der deutschen Wettbewerbsfähigkeit auf diesem Gebiet. Die Veranstaltung fand auf Einladung der DLR Raumfahrt-Agentur statt, die gut 150 Gäste begrüßen konnte.

In seinem Grußwort zu Beginn der Veranstaltung sprach sich der Parlamentarische Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Peter Hintze, dafür aus, die Satellitenkommunikation als Schlüsseltechnologie beim Aufbau moderner Kommunikationsnetze zu betrachten. Schon bald werde die Breitband-Satellitenkommunikation in die kommerziellen Multimedia-Märkte einziehen, stellte der Raumfahrt-Koordinator der Bundesregierung fest. Darüber hinaus verkündete Hintze, dass erstmals ein reproduzierbarer Datenaustausch über neuartige optische „Laser Communication Terminals“ (LCT) zwischen den beiden niedrig fliegenden Satelliten TerraSAR-X und NFIRE mit einer Übertragungsrate von 5,5 Gigabit pro Sekunde erreicht wurde.



Berry Smutny (TESAT), Dr. Fritz Merkle (OHV-System), Peter Hintze (BMWi), Christoph Hohage (DLR), Evert Dudok (Astrium), Dr. Roland Wattenbach (DLR) (von links nach rechts)

Berry Smutny (TESAT), Dr. Fritz Merkle (OHV-System), Peter Hintze (BMWi), Christoph Hohage (DLR), Evert Dudok (Astrium), Dr. Roland Wattenbach (DLR) (from left to right)

The Future of Satellite Communications

National Conference on the Petersberg on March 12/13

By Michael Müller and Dr. Roland Wattenbach

The future of satellite communications seen from the German point of view was the subject of a two-day conference that took place in mid-March at the former federal guest house Petersberg near Bonn. Participants including representatives of industrial companies, minis-

tries and research institutions as well as delegates from the European space organization ESA discussed how to strengthen Germany's competitiveness in this field. The DLR Space Agency which hosted the event was glad to welcome more than 150 guests.

Peter Hintze, parliamentary undersecretary within the Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) and space coordinator of the Federal Government, addressed in his welcome at the beginning of the conference that satellite communications should be regarded as a key technology for the building of modern

communication networks. He predicted that broadband satellite communication would be one of the future commercial market trends. Moreover, Mr. Hintze announced that German-built LCTs, the first optical Laser Communication Terminals to exchange reproducible data at a rate of 5.5 Gigabits per second, have been successfully tested on the two low-flying satellites TerraSAR-X and NFIRE.

Der Tagungsort: das hoch über dem Rheintal gelegene ehemalige Gästehaus der Bundesregierung auf dem Petersberg bei Bonn.

The location: the former guest house of the Federal Government situated high above the Rhine valley on the Petersberg near Bonn.



Nach insgesamt gut 40 Fachvorträgen bündelten hohe Repräsentanten deutscher Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Raumfahrtagenturen im Rahmen zweier Podiumsdiskussionen die Argumente für ein starkes deutsches Engagement in der Satellitenkommunikation.

Verlorene Kompetenz zurückgewinnen

Nach anfänglichen Erfolgen in den 1970er und 1980er Jahren verlor Deutschland seine Systemführung Mitte der 1980er Jahre an Frankreich, als man sich schwerpunktmäßig anderen Feldern der Weltraumnutzung widmete. Zu Beginn des neuen Jahrtausends erschütterte zudem eine weltweite, inzwischen überwundene Krise den Markt für Informationstechnologien. Auch in Deutschland wendet sich die Industrie inzwischen wieder stärker der kommerziellen Satellitenkommunikation zu. Die 1.800 in der Satellitenkommunikationsbranche Beschäftigten erwirtschafteten zuletzt einen Umsatz von 500 Millionen Euro, was der Hälfte des Gesamtumsatzes der deutschen Raumfahrtindustrie entspricht. Sie erzielten damit eine Wertschöpfung von bis zu 1:20 für jeden investierten Euro. Die Satellitenkommunikation ist damit der kommerziell mit Abstand bedeutendste Raumfahrtsektor.

Für die Öffentlichkeit sind weltraumgestützte TV-Übertragungen und satellitenbasierter Mobilfunk längst selbstverständlich. Dies hat zur Folge, dass die Satellitenkommunikation auf politischer Ebene nachgeordnet behandelt wird: Der deutsche Beitrag hierzu fällt im Rahmen des ESA-Programms im Zeitraum 2002 bis 2010 mit 240 Millionen Euro bescheiden aus. Andere europäische Länder investieren hier deutlich mehr, zum Beispiel Frankreich 375 Millionen Euro im selben Zeitraum oder ein kleines Land wie Belgien nahezu die gleiche Summe wie Deutschland.

After more than 40 presentations, two panel discussions were held at which high-ranking representatives of German companies, research institutions and space agencies pooled their arguments for strengthening Germany's commitment in satellite communications.

Regaining lost competence

After early successes in the 1970s and 1980s, Germany lost its system leadership concerning geostationary communication satellites to France in the mid-1980s when it began to concentrate its attention on other fields of space utilization. At the turn of the millennium, moreover, the information technology market was shaken by a global crisis that meanwhile has been overcome. In Germany as well as in other countries, industrial interest is again

focused on commercial satellite communications. The satellite communications sector with a German workforce of 1,800 generated 500 million Euros in sales which corresponds to half of the total sales revenue of the German space industry. The added value generated by the sector reached a maximum ratio of 20 Euro for every Euro invested. In commercial terms, therefore, satellite communications is by far the most important sector of the space industry.



Teilnehmer der Podiumsdiskussion am ersten Konferenztage.

Participants of the panel discussion on the first conference day.

Space-based TV transmission and satellite-based wireless services have long since become commonplace for the general public. Therefore, however, satellite communications ranks low in priority at the political level: Germany's contribution to the ESA-related telecommunication program from 2002 to 2010 is relatively modest at 240 million Euros. Other European countries are investing much more; France, for example, has earmarked 375 million Euros for the same period. Even Belgium, a relatively small country, is going to spend almost as much as Germany.



Gruppenbild aller Konferenzteilnehmer in der Rotunde des Hotels auf dem Petersberg.

Group picture of all conference participants in the rotunda of the Steigenberger Hotel on the Petersberg.



Will Deutschland hier seine strategische Unabhängigkeit behalten, sind eine starke Industrielandschaft und eine sinnvoll fokussierte Förderpolitik notwendig. Einheimische Technologie kann sich nur auf dem Weltmarkt behaupten, wenn sie innovativ und damit konkurrenzfähig ist. Die kleinen und mittleren Unternehmen in der deutschen Raumfahrtindustrie haben keine eigenen finanziellen Möglichkeiten, neue Entwicklungen gegen die stark subventionierten ausländischen Konzerne durchzusetzen.

Sinnvolle Ergänzung erdgebundener Strukturen

Zwar konkurriert die satelliten-gestützte Informationsinfrastruktur mit Glasfaserverbindungen und terrestrischen Mobilfunknetzen, jedoch sind ihre Vorteile gegenüber den Mitbewerbern offensichtlich: Zunächst sind Kommunikationssatelliten unempfindlich gegenüber Störungen, die im Zusammenhang mit Naturkatastrophen oder bewaffneten Konflikten am Boden auftreten können. Daher kann die Koordination humanitärer Hilfe oder friedenssichernder Maßnahmen jederzeit und überall durch satellitengestützte Mobilfunknetze sichergestellt werden. Vorteilhaft ist zudem, dass durch Kommunikationssatelliten Breitband-Internet sowie interaktives Fernsehen mit Rückkanal auch mit mobilem Zugang verfügbar werden. Dieser Aspekt ist insbesondere für Anwendungen wie Geschäftskommunikation, Telelearning in abgelegenen Orten beziehungsweise Entwicklungsländern oder für die Telemedizin von hohem Interesse.

Das terrestrische Luftverkehrsmanagement, dem angesichts stark ansteigender Flugbewegungen auf den Hauptflugrouten mittelfristig die Überlastung droht, kann ebenfalls von Satelliten-Relaisstationen im geostationären Orbit profitieren. Auch sind die Welt-raumwissenschaften an Synergieeffekten beim Datenaustausch in-

To maintain strategic independence, Germany will need a strong industrial landscape and a promotion policy with clear focus. Germany's satellite technology can only be competitive on the global market if it is innovative. The small and medium-sized enterprises that belong to Germany's space industry lack internal funding they would need to promote new developments facing the contest with large-sized and strongly subsidized foreign companies.

„Satellitenkommunikation kann nicht in Konkurrenz zu erdgebundenen Strukturen gesehen werden, sondern als sinnvolle Ergänzung.“

“Satellite communications should be seen not as a competitor to ground-based structures but as complementing them.”

A significant addition to ground-based infra-structures

Satellite-based information infrastructures are contending with fiberglass links and terrestrial wireless services, yet their advantages are obvious: Communication satellites are insensitive to interferences caused by

natural disasters or armed conflicts on the ground. Therefore, satellite-based services are the medium of choice for coordinating humanitarian aid or peacekeeping measures anywhere and at any time. Another advantage lies in the fact that communication satellites provide broadband internet access as well as interactive back-channel television even for mobile users. This aspect is of great interest for applications like business communications, telelearning in remote places or developing countries and telemedicine.

Threatened in the medium term by overloading due to the rising number of flights along the main routes, terrestrial air traffic management can also benefit from data relay satellites in geostationary orbit. Similarly, space scientists are interested in synergy effects when it comes to exchange of their data. In addition, satellite communications is of importance for the Federal Armed Forces (Bundeswehr), which is currently setting up its own ground and space segments as well as a command control center under phase two of its SatComBw program.



teressiert. Letztendlich ist die Satellitenkommunikation von ganz herausragender Bedeutung für die Bundeswehr, die im Rahmen der zweiten Phase ihres SatComBw-Programms derzeit eigene Boden-segmente, Raumsegmente und ein Führungkontrollsystem errichtet. Satellitenkommunikation kann nicht in Konkurrenz zu erdgebundenen Strukturen gesehen werden, sondern als sinnvolle Ergänzung – so das Resümee von Professor Dr. Hermann Rohling (TU Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Nachrichtentechnik) am Ende der ersten Podiumsdiskussion zum Thema „Wo liegt der Mehrwert der raumgestützten Infrastruktur?“

Satellitenkommunikation im Raumfahrtumfeld

In einer zweiten Podiumsdiskussion zum Stellenwert der Satellitenkommunikation im gesamten Raumfahrtumfeld stellten die versammelten Experten fest, dass alle modernen Satelliten Bedarf an stetig wachsenden Datenübertragungsraten haben. Denn deren Sensoren werden immer besser und können Bilder in immer höherer Auflösung liefern. Die GMES Sentinel-Satelliten werden bereits Schwierigkeiten haben, ihre Daten in ausreichender Geschwindigkeit zum Boden zu schicken. Die Wettersatelliten der nächsten Generationen werden Datenmengen produzieren, die mit heutigen Methoden noch nicht zur Erde übertragbar sind.

Die optische Kommunikation ist ein wichtiges Zukunftsthema, die deutsche Führungsposition in diesem Bereich muss Bestand haben – so lautete das Fazit am Abschlusstag. Auch betonten viele Konferenzteilnehmer die Notwendigkeit einer nationalen Satellitenkommunikations-Mission. Allgemein betrachtet man die technologische Fähigkeit zum Bau eigener Nutzlasten und die Systemfähigkeit für geostationäre Satelliten als strategisches Ziel deutscher Raumfahrtpolitik.

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

Dr. Roland Wattenbach ist Abteilungsleiter Satellitenkommunikation in der DLR Raumfahrt-Agentur

Satellite communications should be seen not as a competitor to ground-based structures but as complementing them. This was the result presented by Prof. Dr. Herman Rohling, responsible for communications technology at the Technical University of Hamburg-Harburg, at the end of the first panel discussion entitled 'Where is the added value of a space-based infrastructure?'

Satellite communications in spaceflight

In a second panel discussion on 'The relative importance of satellite communications in spaceflight', experts stated that all modern satellites needed steadily growing data communication rates as their sensors as well as the resolution of the images generated by them were improving all the time. It seems to be already clear, that the GMES Sentinel satellites will have problems to transmit their data to the ground quickly enough. Another concern: Weather satellites of the next generation would produce data volumes which could not be communicated to Earth using today's technology.

Optical communication is of great importance for the future, and Germany must maintain its leadership in the field – this is the conclusion drawn on the last day. Furthermore, many participants emphasized the need for a national satellite communications mission. Together with system capability for geostationary satellites, Germany's technological ability to build its own payloads was generally seen as a strategic goal in German space policy.

Michael Müller is a member of the corporate communications department of the DLR Space Agency

Dr. Roland Wattenbach heads the satellite communications department at the DLR Space Agency

Geschichte der deutschen Raumfahrt

Teil 5: Einstieg in die astronautische Raumfahrt (1969-1983)

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“.

Spacelab – Europas erstes Weltraumlabor

Durch den Mondflug hat sich das Raumfahrtzeitalter in den Köpfen der Menschen etabliert. Als sich in seiner neuen Ästhetik die Sonne auf der Kinoleinwand zu den triumphalen Klängen von „Also sprach Zarathustra“ über der Erdkugel erhebt und den Blick auf eine sich im All wie ein gewaltiges Rad drehende Raumstation eröffnet, da ist es Stanley Kubrick mit seinem zum Kultfilm avancierten Werk „2001: A Space Odyssey“ gelungen, eine Vision auf Zelluloid zu bannen, die Ende der 1960er Jahre greifbar scheint. Tatsächlich beruhen Kubricks Vorstellungen von einer ständig besetzten Außenstation auf dem Mond zu Beginn des dritten nachchristlichen Jahrtausends auf den frühen Konzeptionen des Post-Apollo-Programms (PAP) der NASA sowie Spekulationen über mögliche Entwicklungen nach 1985, die unter anderem auf der

German Astronautics – A History

Part 5: The Gateway to human Spaceflight (1969-1983)

By Dr. Niklas Reinke

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'.

Spacelab – Europe's first space laboratory

The flights to the Moon firmly established the space age in the minds of the people. Presenting a view that rose from the Earth's horizon to a station rotating in space like a giant wheel, accompanied by the triumphant chords of 'Thus Spake Zarathustra', Stanley Kubrick succeeded in '2001: A Space Odyssey', now a cult movie, in conjuring up a vision that appeared within close reach in the late 1960s. In point of fact, Kubrick's idea of a permanently-manned outpost on the Moon early in the third millennium of the Christian era was based on earlier concepts in NASA's Post-Apollo Program (PAP) as well as on speculations about possible developments after 1985. Those, in turn, were prompted by the space station concept developed in 1929 by Herman Potochnik who is better known under his pseudonym, Hermann Noordung.



Mit der von Egon Bahr (links hinten) konzipierten "Neuen Ostpolitik" öffnete sich die Bundesregierung unter Willy Brandt (links vorne) vorsichtig in Richtung ehemaliger Sowjetunion, hier vertreten durch Saats- und Parteichef Leonid Breshnew (rechts). (AP)

With the "New Ostpolitik" as conceived by Egon Bahr (left, in the back), the Federal Government under Willy Brandt (left, in front) carefully opened towards the former Soviet Union, here represented by the head of state and party leader, Leonid Breshnew (right). (AP)



Der deutsche Astronaut Ulf Merbold bei einem materialwissenschaftlichen Experiment im Rahmen der SPACELAB-Mission 1983. (AP)

The German astronaut Ulf Merbold conducting a material-scientific experiment in the frame of the SPACELAB mission 1983. (AP)

Raumwarte von Herman Potoānik (besser bekannt unter dem Pseudonym Hermann Noordung) aus dem Jahr 1929 aufbauten.

Der später umstrittene Schwerpunkt der astronautischen Raumfahrt in der deutschen Raumfahrtforschung hat seinen Ursprung in der Ära der sozial-liberalen Koalition. Durch einen wesentlichen Beitrag zum PAP, aus dem schließlich nur das Space Shuttle hervorgeht, verspricht sich die Bundesregierung viel: Erweiterung der deutschen Kompetenzen im fortschrittlichen Trägerbau, neues Know-how im Management internationaler Raumfahrtprogramme und schließlich eine führende Position bei der Erschließung des neuen Bereichs der Mikrogravitationsforschung.

Mit dem Bau des Weltraumlabor Spacelab gelingt es der Bonner Republik, in einem wesentlichen Bereich der europäischen Raumfahrt eine führende Rolle einzunehmen. Neben den technologiepolitischen Aspekten bietet die Beteiligung am PAP der Bundesregierung Gelegenheit, parallel zu der Umsetzung von Bundeskanzler Brandts „Neuer Ostpolitik“ weiter-

Astronautics as a focus of Germany's space activities – which was to become controversial later on – originated in the era of the social-liberal coalition. In making a major contribution to the PAP, which ultimately produced only the space shuttle, the Federal Government expected great things: to develop Germany's competences in the construction of modern launchers, gather fresh knowledge about managing international space programs, and,

finally, assume a leading position in the development of the new field of micro-gravity research.

The construction of Spacelab enabled the Bonn Republic to assume a leading role in an important area of European space flight. Next to its technology-policy aspects, participation in the PAP offered the Federal Government an opportunity to demonstrate its unbroken

partnership with the USA at a time when Federal Chancellor Brandt was actively implementing his 'New Ostpolitik'. Spacelab marks the point of entry into the most complex aspect of spaceflight – astronautics. It was owing to the pertinacity of the Federal Government that Europe would succeed, through Spacelab, in gaining access to

„Dank der Hartnäckigkeit der Bundesregierung sollte es der europäischen Raumfahrt mit Spacelab gelingen, ohne einen eigenen Träger für Astronauten Zugang zu bemannten Missionen zu erlangen.“

“It was owing to the pertinacity of the Federal Government that Europe would succeed, through Spacelab, in gaining access to manned missions for its astronauts without having a launcher of its own.”



hin Partnerschaft zu den USA zu demonstrieren. Spacelab wird der Einstieg in den komplexesten Teil der Raumfahrt, die Astronautik. Dank der Hartnäckigkeit der Bundesregierung wird es der europäischen Raumfahrt mit Spacelab gelingen, ohne einen eigenen Träger für Astronauten Zugang zu bemannten Missionen zu erlangen. Angesichts der restriktiven Technologiepolitik der USA ist dies ein Meisterstück der internationalen Politik.

Bei Spacelab handelt es sich um das ehrgeizigste Projekt der Weltraumwissenschaften, das bis dahin durchgeführt wurde. Allein auf seinem ersten Flug vom 28. November bis 8. Dezember 1983 trägt es mit seinen 71 Experimenten vom Gewicht her mehr Instrumente an Bord als alle ESRO/ESA-Satelliten zuvor. Noch nie waren bis zu diesem Zeitpunkt so viele Untersuchungen während eines einzigen Raumflugs unternommen worden. Bis 1998 bleiben die beiden ursprünglich für eine zehnjährige Lebensspanne ausgelegten Labormodule (FM1 und FOP) im Einsatz und fliegen auf 16 Missionen. 181 All-Tage zählen die Labore während dieser Zeit, 110 Astronauten ermöglichen sie die Arbeit an 720 Experimenten, zuletzt bei der überaus erfolgreichen Neurolab-Mission im April 1998. Bis heute werden die in der Ladebuchstube des Shuttles integrierten Paletten genutzt.

Ariane im Schatten des Space Shuttle

Die Entwicklung auf dem Trägermarkt wird von den Regierungen Brandt und Schmidt gänzlich falsch eingeschätzt. Vor dem Hintergrund zu großer Erwartungen an den neuen amerikanischen Raumtransporter wird der Bedarf für traditionelle Raketensysteme als zu gering erachtet. Dies hat zur Konsequenz, dass sich Deutschland an dem von Frankreich eingebrachten Konzept für eine neue europäische Trägerrakete, Ariane, lediglich im Rahmen eines geringfügigen Technologieprogramms beteiligt. Dabei wird der Bundesrepublik ebenso wie Frankreich die Notwendigkeit einer europäischen Unabhängigkeit im Trägerbereich bei ihrem ersten bilateralen Großvorhaben in der Raumfahrt, den beiden Kommunikationssatelliten Symphonie, schmerzhaft bewusst gemacht: Die USA

manned missions for its astronauts without having a launcher of its own. Given the restrictive technology policy of the USA, this was a masterpiece of international politics.

Spacelab was the most ambitious project in space science having been implemented until that time. On its very first flight from November 28 to December 8, 1983, the 71 experiments on board weighed more than the instruments carried by previous ESRO/ESA satellites combined. Never until then so much research had been conducted during a single space flight. Originally designed for a life of ten years, the laboratory modules FM1 and FOP remained in use until 1998, flying on 16 missions. Racking up a total of 181 days in space, the laboratories enabled 110 astronauts to work on 720 experiments, most recently during the exceedingly successful Neurolab mission in April 1998. The pallets integrated in the shuttle's cargo bay have remained in use to this day.

Ariane in the shadow of the space shuttle

Both the Brandt and the Schmidt government completely misjudged the development of the launcher market. The great expectations which they attached to the new American transport vehicle led them to think that the demand for traditional rocket systems would be too small. The consequence was that Germany contributed to nothing more than a minor technology program in the concept of a new European launcher, Ariane, that was initiated by France, although the Federal Republic as well as France had been painfully alerted to the need for European independence in the field of launchers: When they implemented their first large-scale bilateral space project, the two Symphony communication satellites, the US agreed to launch them in December 1974 and August 1975 only on condition that they would not be used for commercial purposes.

On the other hand, the successful construction of the first triaxially stabilized civilian communication satellites gave Germany and France a respectable competitive position in satellite communications vis-à-vis the USA. More than 75 percent of the program's



Deutschland beteiligt sich seit den 1970er Jahren zunehmend an der europäischen ARIANE-Trägerrakete, hier die A1, A2 und A3. (ESA)

Since the 1970s, Germany has increasingly contributed to the European launcher ARIANE, here A1, A2, and A3. (ESA)

starten die Satelliten im Dezember 1974 und August 1975 nur unter der Bedingung, dass sie nicht für kommerzielle Zwecke eingesetzt werden.

Allerdings erstreiten sich Deutschland und Frankreich mit den ersten, in allen drei Achsen stabilisierten zivilen Kommunikations-satelliten eine respektable Wettbewerbsposition gegenüber den USA in der Satellitenkommunikation. Über drei Viertel der elektronischen Komponenten des Symphonie-Programms werden in Europa gefertigt, nur knapp 25 Prozent kommen aus den USA. Auch der eigenständig entwickelte Apogäums-Motor, der die Flugkörper auf ihre geostationäre Umlaufbahn bringen soll, funktioniert reibungslos. Mit ihrem passiven Wärmehaushalt, dem Heißgas-Düsensystem zur Lageregelung, dem Sonnengenerator sowie den komplizierten Sensoren können zukunftssträchtige Technologien im nahen Orbit erprobt werden. Zudem gelingen erstmals eigenständig durchgeführte präzise Bahn- und Lagemanöver geostationärer Satelliten.

Wie utopisch die Vorstellung der Bundesregierung ist, sich von einer geringfügigen technologischen Beteiligung bei Ariane die Aufrechterhaltung von wichtigem Know-how in gewissen Schlüsseltechnologien zu versprechen, zeigt der rasche Abbau von entsprechenden Arbeitsplätzen in der deutschen Raumfahrtindustrie und die Verlagerung fast sämtlicher relevanter Forschungs- und Entwicklungsstätten für das europäische Großraketenprogramm nach Frankreich. Auf Druck der französischen Regierung bleibt das Gebiet der Trägersysteme sowie der Technologie künftiger Systeme an die CNES delegiert, was zur Folge hat, dass deutsche Firmen und Institute – ebenso wie diejenigen der Europäischen Weltraumorganisation ESA – von den Definitionsstudien für spätere Ariane-Versionen und vom europäischen Raumgleiter Hermes ausgeschlossen sind. Dabei gibt es in der Bundesrepublik zwischen 1971 und 1975 mit der „Arbeitsgemeinschaft Rückkehrtechnologie“ einen ersten Versuch, die in Industrie, Hochschulen und Großforschung vorhandenen Kompetenzen in diesem fortschrittlichen Bereich zusammenzufassen.

electronic components were made in Europe, and only a scant 25 percent came from the USA. The apogee engine, an independent development designed to place the satellites in their respective geostationary orbits, similarly worked without a hitch. The forward-looking technologies that were tested in a near-Earth orbit included a passive heat regimen, a system of hot-gas jets for attitude control, a solar generator, and a number of complicated sensors. Furthermore, this was the first instance in which geostationary satellites succeeded in performing orbit and attitude control maneuvers precisely while under autonomous control.

Swiftly declining employment figures in related sections of Germany's space industry and the relocation to France of nearly all relevant research and development facilities serving the European heavy launcher program revealed the true nature of the Federal Government's utopian hope that small-scale technological participation in Ariane might help to maintain important know-how in certain key technologies. In response to pressure from the French government, the entire field of launchers and the technology of future systems was permanently delegated to CNES, barring German companies and institutes – like those of the European space organization ESA – from the definition studies for later Ariane versions and the European space tug, Hermes. Yet an attempt was made between 1971 and 1975 to bundle related competences of Germany's industries, universities and major research institutions in a 'return technology task force'.

The success of the Ariane program, which was conducted by CNES resolutely, on schedule and with a comparatively slight budget overdraft of somewhat less than thirty percent, added fuel to the criticism leveled at the Federal Government at a time when the commercial significance of an all-European launcher was becoming apparent. Ariane's very first start on December 24, 1979 was a success, and all its three newly-developed stages worked perfectly during their maiden flight – a first in spaceflight history. In 1982, the French-European launcher lifted its first satellites, the



GIOTTO nähert sich 1986 dem Halleyschen Kometen, künstlerische Darstellung. (ESA)

GIOTTO approaches Halley's comet in 1986, artist's impression. (ESA)

Der Erfolg des von der CNES zielstrebig, im Zeitrahmen und bei lediglich knapp dreißigprozentiger Kostenüberziehung durchgeführten Programms lässt die Kritik an der Bundesregierung noch wachsen, da zu diesem Zeitpunkt die kommerzielle Bedeutung einer eigenen Großrakete offensichtlich zutage tritt. Bereits ihr erster Start am 24. Dezember 1979 glückt, alle drei neu entwickelten Stufen funktionierten bei ihrem Erstflug auf Anhieb – eine Premiere in der Raumfahrt. 1982 werden die ersten Satelliten, der westeuropäische Wettersatellit Meteosat-2 und der Seefunksatellit Marecs A – vom französisch-europäischen Träger gestartet. Die Zuverlässigkeit des Systems pendelt sich bei 96,4 Prozent ein. Ariane wird mit über 60 Prozent Marktanteil bald zum erfolgreichsten Träger der Welt und demonstriert damit eindrucksvoll, dass sich staatliche Investitionen in Hochtechnologie langfristig rentieren können: Den Fortentwicklungskosten bis zur Ariane-4 Mitte der 1980er Jahre von rund 4,5 Milliarden DM (2,3 Milliarden Euro) stehen gut 90 kommerzielle Starts im Wert von 18 Milliarden DM gegenüber. Der bundesdeutsche Beitrag zur Entwicklung von Ariane-1 bis Ariane-4 in den Jahren 1973 bis 1986 beläuft sich auf 570 Millionen DM. Allein für den Zeitraum 1983 bis 1985 erhält die Bundesrepublik einen Produktionsauftrag von etwa zwei Milliarden DM. Schon aus den steuerlichen Rückflüssen der Industrie amortisiert sich die Investition also mehrfach.

Neuer Schub für die europäische Raumfahrt

1975 werden die Aufgaben von ESRO (European Space Research Organisation), ELDO (European Launcher Development Organisation) und der Conférence Européenne des Télécommunications par Satellites (CETS) in die neu gegründete Europäische Weltraumorganisation (ESA) integriert. Ihr obliegt seitdem die Aufgabe, alle gemeinschaftlichen Vorhaben der europäischen Raumfahrt zu koordinieren und durchzuführen.

Das wissenschaftliche Programm der ESA, in das bald über zwei Drittel des bundesdeutschen Raumfahrtbudgets fließen, ist

Western European weather satellite Meteosat-2 und der marine radio satellite Marecs A. The reliability of the system gradually leveled out at 96.4 percent. Reaching a market share of more than 60 percent, Ariane soon became the world's most successful launcher, impressively demonstrating that governmental investments in high technology may be profitable in the long run: The cost of ongoing development up to Ariane-4 in the mid-1980s, which amounted to around 4.5 billion DM (2.3 billion Euros), was more than offset by 90 or so commercial starts in the value of 18 billion DM. Germany's contribution towards the development of Ariane-1 to Ariane-4 (1973 to 1986) amounted to 570 million DM. In the period from 1983 to 1985 alone, the Federal Republic received production orders in the value of about two billion DM. Consequently, the taxes paid by the industry alone amounted to several times the value of the original investment.

A new thrust for European spaceflight

In 1975, ESRO (European Space Research Organisation) and ELDO (European Launcher Development Organisation) merged with the Conférence des Télécommunications par Satellites (CETS) to form the European Space Agency (ESA). Since then, ESA has been pursuing its mission of coordinating and implementing all common European space projects.

ESA's scientific program, which was soon to absorb more than two thirds of the German space budget, was initially dominated by projects adopted within ESRO. When the selection of scientific projects for the future began in 1975, not much importance was accorded to solar and planetary research. Instead, missions in the field of astronomy were given preference once again. It was decided to participate in NASA's Large Space Telescope, later to be christened Hubble, and in another planned European-American cooperation, the 'Out of Ecliptic' project which envisaged two space probes flying vertically to the plane on which the planets from Mercury to Neptune move around the Sun. When the American side ran into financing difficulties which forced NASA in 1981 to unilaterally renounce the Memorandum of Understanding that had been concluded before, ESA initially decided to continue the project on its own, renaming it Ulysses. Because of this event, the Europeans felt displeased with transatlantic cooperation – neither for the first nor the last time. The outcome was that Europeans and Americans began to pursue different objectives in the field of space research in the 1980s.

zunächst durch die noch im Rahmen der ESRO beschlossenen Projekte bestimmt. Als man 1975 daran geht, die wissenschaftlichen Projekte für die Folgezeit auszuwählen, wird der Sonnen- und Planetenforschung geringe Bedeutung bescheinigt. Stattdessen werden erneut Missionen im Bereich der Astronomie bevorzugt: zunächst die Beteiligung am „Large Space Telescope“ der NASA, das später auf den Namen Hubble getauft wird, und das ebenfalls in europäisch-amerikanischer Kooperation geplante Projekt „Out-of-Ecliptic“, bei dem erstmals zwei Raumsonden senkrecht zu der Ebene, in der sich die Planeten von Merkur bis Neptun um die Sonne bewegen, fliegen sollen. Aufgrund amerikanischer Finanzierungsschwierigkeiten, welche die NASA 1981 zwingt, das bereits abgeschlossene Memorandum of Understanding einseitig aufzukündigen, führt die ESA das Vorhaben unter der Bezeichnung Ulysses später zunächst alleine fort. Dieser Vorgang ruft wiederholt – und nicht zum letzten Mal – europäischen Missmut bei der transatlantischen Zusammenarbeit hervor und führt in den 1980er Jahre dazu, dass Europäer und Amerikaner im Bereich der Weltraumforschung zumeist getrennte Ziele verfolgen.

Aus der zweiten ESA-Entscheidungsrunde von 1977/78 gehen dann die vornehmlich von deutschen Wissenschaftlern unterstützte Mission Giotto zum Halleyschen Kometen (Start: Juli 1985) sowie das von französischer Seite favorisierte Unterfangen Hipparcos (Start: August 1989) zur astrometrischen Vermessung des Universums hervor.

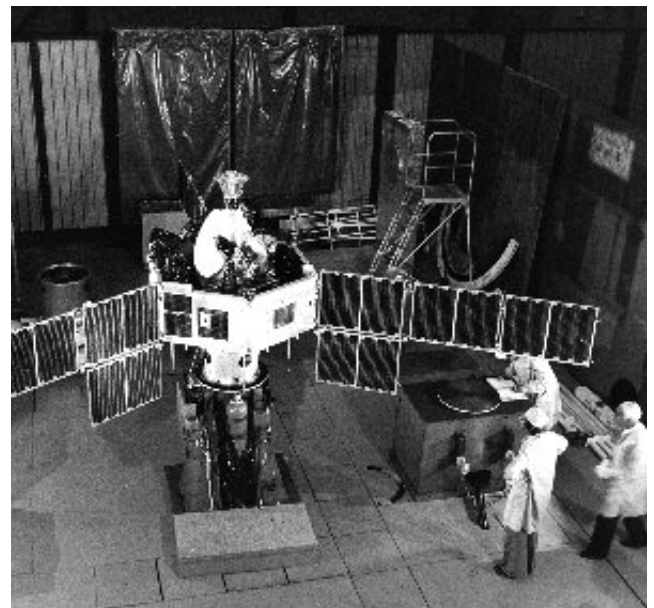
Im Bereich der Anwendung konzentriert die ESA ihre Bemühungen darauf, ein europäisches Satellitenkommunikationssystem aufzubauen. Hierzu erfährt das bereits im September 1973 beschlossene Telecom-Programm auf der ersten Ministerratskonferenz der ESA am 14./15. Februar 1977 in Paris von allen Themen die größte Aufmerksamkeit. Auf der Grundlage eines deutschen Vorschlags beschließen die Ressortchefs, das Programm Marots um einen zweiten Satelliten zu erweitern mit dem Ziel, es zu einem weltweit operationellen Seefunksystem auszubauen. Parallel hierzu läuft das Wetterbeobachtungsprogramm mit dem Start von Meteosat-1 im November 1977 an, das bis heute erfolgreichste europäische Satellitenanwendungsprogramm.

Mit ihren Programmen ist es der deutschen und europäischen Raumfahrt bis zu Beginn der 1980er Jahre gelungen, ein eigenständiges, wissenschaftliches wie auch technologie- und anwendungsbezogenes Profil herauszuarbeiten. Auf dieser Basis werden die Raumfahrtstrategien des Alten Kontinentes selbstbewusst aufbauen, wenn es in den kommenden zwei Jahrzehnten darum gehen wird, neue Großvorhaben zu planen: die Internationale Raumstation ISS, die Großrakete Ariane 5 und ein anspruchsvolles Programm zur wissenschaftlichen Erforschung unserer Erde und des Sonnensystems.

Dr. Niklas Reinke ist Historiker und Politologe. Er arbeitet in der DLR-Unternehmenskommunikation und ist Öffentlichkeitsbeauftragter der DLR Raumfahrt-Agentur

At its second decision-making round of 1977/78, ESA approved the Giotto mission to Halley's comet (launch: July 1985), mainly supported by German scientists, and the Hipparcos undertaking (launch: August 1989), an astrometric survey of the universe that was favored by France.

In the application field, ESA concentrated on setting up a European satellite communication system. In this context, the Telecom program that was adopted in September 1973 cornered most of the attention at the first meeting of the ESA Ministerial Council in Paris on February 14/15, 1977. Acting on a proposal submitted by Germany, the heads of department decided to add another satellite to the Marots program in order to turn it into a global marine radio system. In parallel, the launch of Meteosat-1 in November 1977 marked the beginning of the weather observation program, Europe's most successful satellite application program to this day.



SYMPHONIE war der erste europäische Nachrichten-Satellit. Ab 1975 wurde er von Deutschland und Frankreich zur Telefon-, Rundfunk- und Fernsehübertragung genutzt.

SYMPHONIE was the first European communication satellite. Since 1975, it has been used by Germany and France for telephone transmission, broadcasting and television broadcasting.

Through its programs, space science in Germany and Europe succeeded in acquiring its own profile in science, technology and application by the early 1980s. This is a foundation on which the space strategists of the old continent may build with confidence when faced with the task of planning new large-scale projects in the next two decades: The International Space Station ISS, the heavy launcher Ariane-5, and a sophisticated program of scientific exploration addressing our Earth and the solar system.

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

Raumfahrtkalender

Termin

Ereignis

2008

25. Mai	Ankunft des Phönix Landers am Mars mit der Kamera (RAC) des Max-Planck-Instituts für Sonnensystemforschung
27. Mai – 1. Juni	ILA International Aerospace Exhibition and Conferences in Berlin
31. Mai	Start STS 124, Space Shuttle Discovery mit dem japanischen Experiment-Modul Kibo von Cape Canaveral
Juni/Juli	Start Chandrayaan mit PSLV von Sriharikota. Indischer Mond-Orbiter mit dem Infrarot Spektrometer SIR-2 des MPS
3. Juni	Start Delta 2920H-10 mit dem Gamma-Ray Large Area Space Telescope (GLAST) der NASA von Cape Canaveral. Große deutsche Beteiligung (Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS))
26. Juni	Start Ariane 5ECA von Kourou mit ProtoStar 1 und Badr 6
30. Juni – 13. Juli	Start einer ECOMA-Höhenforschungsrakete von der Andoya Rocket Range
1. Juli	Beginn der Cassini Extended Mission
13. – 20. Juli	37th COSPAR Scientific Assembly in Montreal (Kanada)
August	Start des Satelliten GOCE mit Rokot-KM Plesetsk
August	Start Ariane 5ECA von Kourou mit Hotbird 9 und AMC 21
August	Start von zwei ECOMA Höhenforschungsraketen von Andenes (Norwegen)
12. August	Start Progress 30P von Baikonur
5. September	Vorbeiflug Rosetta am Asteroiden "Steins"
11. September	Start Progress 31P von Baikonur
29. Sept. – 3. Okt.	59th International Astronautical Congress in Glasgow (UK)
8. Oktober	Start STS 125 Discovery von Cape Canaveral, HST-Servicing-Mission
12. Oktober	Start Sojus 17S von Baikonur
November	Start von zwei ECOMA Höhenforschungsraketen von Andenes (Norwegen)
10. November	Start STS 126, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral
25. – 26. November	ESA Ministerrats-Konferenz in Den Haag (Niederlande)
26. November	Start Progress 32P von Baikonur

2009

Anfang 2009	SOFIA: 1. Testflug mit offener Teleskoptür
Mitte Januar	Missionsstart des Weltraumobservatoriums Herschel/Planck
12. Februar	Start STS 119, Space Shuttle Discovery von Cape Canaveral
15. April	Start SMOS mit Rokot-KM von Plesetsk
15. April	Start Proba-2 (als Piggy-Bag mit SMOS)

Space Calendar

Date Event

2008

May 25	Arrival of Phoenix Lander on Mars carrying an RAC camera built by the Max Planck Institute for Solar System Research
May 27 – June 1	ILA International Aerospace Exhibition and Conferences in Berlin
May 31	Launch of STS 124, Space Shuttle Discovery carrying the Japanese experiment module Kibo, from Cape Canaveral
June / July	Launch of Chandrayaan carrying PSLV from Sriharikota. Indian Moon Orbiter carrying an infrared spectrometer SIR-2 built by MPS
June 3	Launch of Delta 2920H-10 carrying the Gamma-Ray Large Area Space Telescope (GLAST) of NASA, from Cape Canaveral. Major German involvement (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics)
June 26	Launch of Ariane 5ECA from Kourou carrying ProtoStar 1 and Badr 6
June 30 – July 13	Launch of an ECOMA sounding rocket from Andoya Rocket Range
July 1	Beginning of Cassini Extended Mission
July 13 – July 20	37th COSPAR Scientific Assembly in Montreal (Kanada)
August	Launch of the satellite GOCE carrying Rokot-KM, from Plesetsk
August	Launch of a Rokot-KM from Plesetsk carrying the GOCE satellite
August	Launch of two ECOMA sounding rockets from Andenes (Norway)
August 12	Launch of Progress 30P from Baikonur
September 5	Rosetta passes the „Steins“ asteroid
September 11	Launch of Progress 31P from Baikonur
Sept. 29 – Oct. 3	59th International Astronautical Congress in Glasgow (UK)
October 8	Launch of STS 125 Discovery from Cape Canaveral, HST Servicing Mission
October 12	Launch of Sojus 17S from Baikonur
November	Launch of two ECOMA sounding rockets from Andenes (Norway)
November 10	Launch of STS 126, Space Shuttle Endeavour, from Cape Canaveral
November 25 – 26	Conference of the ESA Council of Ministers in Den Haag (The Netherlands)
November 26	Launch of Progress 32P from Baikonur

2009

Beginning of 2009	SOFIA: 1st test flight with open telescope door
Mid of January	Launch of the Herschel/Planck space observatory mission
February 12	Launch of STS 119, Space Shuttle Discovery, from Cape Canaveral
April 15	Launch of SMOS with Rokot-KM from Plesetsk
April 15	Launch of Proba-2 (as piggy-bag with SMOS)

COUNTDOWN **[6]**



Start einer PSLV-C9-Rakete der indischen Raumfahrtorganisation ISRO. (ISRO)

Launch of the Indian Space Agency's (ISRO) PSLV-C9 rocket. (ISRO)

IMPRESSUM

AKTUELLES AUS DER DLR RAUMFAHRT-AGENTUR · Herausgeber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) · Bernhard Fuhrmann (ViSdP) · Dr. Niklas Reinke (Redaktionsleitung) · Diana Gonzalez, Michael Müller (Redaktion) · Tel.: 0228 447-385 · Fax: 0228 447-386 · E-Mail: m.mueller@dlr.de · www.DLR.de/rd · Hausanschrift: Königswinterer Straße 522–524, 53227 Bonn · Druck: Druckerei Thierbach, 45478 Mülheim an der Ruhr · Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH, Burgstraße 17, 53842 Troisdorf · Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe · Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem Papier · Alle Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben. Erscheinungsweise vierteljährlich, Abgabe kostenlos · ISSN 1864-6123