

# COUNTDOWN [8]

Forschung unter Weltraumbedingungen

## BEXUS

Ballon-Experimente  
für Universitäts-Studenten

Research under Space Conditions

## BEXUS

Balloon-borne Experiments  
for University Students

| 3



### EDITORIAL

Deutsche Raumfahrt in  
Europa stärken  
Editorial  
A Stronger Role for German  
Astronautics in Europe

3

### EXTRATERRESTRIK

Internationales  
Astronomiejahr 2009  
Extraterrestrics  
International Year of  
Astronomy 2009

36



### ISS

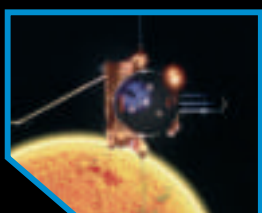
Forschung auf COLUMBUS  
hat begonnen  
ISS  
Research Underway on COLUMBUS

6

### GESCHICHTE

Die deutsche Raumfahrt 1984 – 1998  
History  
German Astronautics 1984 – 1998

44



### EXPLORATION

Rückblick auf die Mission  
ULYSSES  
Exploration  
Looking back at the ULYSSES Mission

20

### RAUMFAHRT- KALENDER

Space Calendar

50

## Deutsche Raumfahrt in Europa stärken

Am 25. und 26. November 2008 findet der nächste Rat der Europäischen Weltraumorganisation ESA auf Ministerienebene statt. Diese Konferenz entscheidet über den Großteil des Geldes, das die europäischen Staaten in den nächsten Jahren in die Raumfahrt investieren. Es geht in Den Haag aber auch um die programmatische Ausrichtung, welche die ESA-Mitgliedstaaten einschlagen werden. Die ganze Bandbreite der Raumfahrt steht auf der Tagesordnung: Anwendungen in Erdbeobachtung, Telekommunikation und Navigation ebenso wie Betrieb und Nutzung der Internationalen Raumstation, Erforschung des Weltraums und die europäischen Trägersysteme.



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

In der Telekommunikation arbeiten wir daran, die Systemfähigkeit beim Bau von kleinen Telekommunikations-Satelliten („SGEO“) wieder aufzubauen. Aber auch bei Satelliten größerer Leistungsklassen liefern deutsche Standorte wichtige Komponenten und tragen somit zur Wertschöpfung bei.

Für gänzlich neue Themen bietet der ESA-Rat auch ein geeignetes Diskussionsforum: Klimavariablen aus Daten von ESA-Erdbeobachtungsmissionen und ein Überwachungs-System zum Schutz der europäischen Weltrauminfrastruktur möchte ich hier als wichtige Punkte nennen. Darüber hinaus bereitet Europa die nächsten Schritte in der bemannten Raumfahrt und der Erkundung des Sonnensystems vor. Dazu werden Studien zur Wiedereintrittsfähigkeit des europäischen Raumtransporters ATV sowie zu späteren Missionen zu Mond und Mars durchgeführt.

Aus deutscher Sicht hat die Frage nach der Zukunft der bemannten Raumfahrt eine besondere Bedeutung. Mit den Missionen D1/D2 und der Internationalen Raumstation haben wir im vergangenen Vierteljahrhundert umfangreiche industrielle und wissenschaftliche Kompetenzen aufgebaut. Seit Beginn der Mission COLUMBUS steht für uns die intensive Nutzung der nahezu vollständig ausgebauten Raumstation im Vordergrund. Die nächsten Schritte können nur unter Berücksichtigung der Pläne der USA und Russlands angegangen werden. Die Erfolgsaussichten dafür sind am größten, wenn wir in Europa mit einer Stimme sprechen. Deutschland wird seinen Beitrag dazu leisten.

Ich wünsche uns allen einen erfolgreichen ESA-Rat auf Ministerienebene!

## A Stronger Role for German Astronautics in Europe

The next Council Meeting of the European Space Agency, ESA, at Ministerial Level will be held on November 25 and 26, 2008. The conference will decide on how the majority of funding for astronautics will be invested by the European countries over the next few years. These two days at The Hague will also set the course that the ESA member states are to pursue in their space programs. Every aspect of astronautics is on the agenda, including applications in Earth observation, telecommunications and navigation, operation and utilization of the International Space Station, exploration of space, and European launch systems.

As the major ESA contributor in the 2008 financial year, Germany has a superb level of knowledge and experience in all these areas, from both the scientific and industrial perspectives. Germany plays a leading role particularly in Earth observation, manned space flight, and space sciences; a position that we hope to develop further through a high subscription level at the conference. France does take the lead in the field of carrier rockets, but with our expertise in the development and construction of Ariane-5 upper stages, Germany plays a vital role when it comes to Europe's autonomous access to space.

We are working on telecommunications projects aimed at rebuilding system capabilities for the construction of small telecommunications satellites ("SGEO"). German facilities also create additional value through the supply of important components for larger categories of satellites.

The ESA Council also provides a good platform for the discussion of entirely new topics. I would like to draw attention to the climate data that has been obtained by ESA Earth observation missions and a monitoring system for the protection of European space infrastructure as particularly important examples here. Beyond this, Europe is now taking the next steps in human space flight and the exploration of the solar system. In this respect, studies are being carried out into the re-entry capabilities of the European ATV space freighter and future missions to Moon and Mars.

From the German perspective, the question of future human space flight is of decisive importance. Thanks to the D1/D2 missions and the International Space Station, we have built up an extensive base of industrial and scientific expertise over the last quarter of a century. Since the start of the COLUMBUS mission, the intensive utilization of the almost fully complete Space Station has been one of our main priorities. The next stages can only proceed subject to the plans of the USA and Russia. Our chances of success will be greatest if we in Europe speak with one voice. Germany will contribute to this.

I wish all the participants every success at the ESA Council at Ministerial Level.

Ludwig Baumgarten

Bild / picture: ESA

## Mission „Jules Verne“ erfüllt

ATV-1 demonstriert Europas Fähigkeiten im All

Von Volker Schmid

Nach 202 Tagen im All endete am 29. September Europas erste ATV-Mission so spektakulär, wie sie begonnen hatte: mit Hitze und Feuer. Das Raumfahrzeug, das auf den Namen des französischen Autors Jules Verne getauft worden war, verglühte circa 75 Kilometer hoch über dem Südpazifik. Selbst die letzte Phase, der zerstörerische Wiedereintritt des Vehikels in die Erdatmosphäre, war noch Gegenstand der Forschung. Zwei Höhenflugzeuge mit Speziale Sensoren und Kameras im optischen, infraroten und ultravioletten Bereich hielten den Flug durch die Atmosphäre, das Aufheizen und schließlich das Auseinanderbrechen des Fahrzeugs fest. Die Reste von ATV-1 gingen in einem unbewohnten Bereich des pazifischen Ozeans nieder.

Auch von der Internationalen Raumstation (ISS) aus wurde die letzte Phase der Mission beobachtet. FIALKA, ein Instrument zur Beobachtung im optischen und im UV-Bereich, ergänzte die Instrumente auf den Flugzeugen. Die Ergebnisse sollen dazu dienen, Modelle von Simulationsprogrammen der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der US-Weltraumbehörde NASA zu überprüfen. Dadurch wird eine Steigerung der Genauigkeit bei der Simulation des Auseinanderbrechens von Raumfahrzeugen und bei dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre erwartet. Dadurch lässt sich zum Beispiel besser vorhersagen, welche Art von Fragmenten den Wiedereintritt überstehen kann.

## „Jules Verne“ Mission Accomplished

ATV-1 Demonstrates Europe's Abilities in Space

By Volker Schmid

On September 29, after 202 days in space, Europe's first ATV mission ended as spectacularly as it had begun: with heat and fire. The spacecraft, named after the French author Jules Verne, burned up approximately 75 kilometers above the South Pacific. Even its last phase, the vehicle's destructive reentry into Earth's atmosphere, was the subject of research. Two high-altitude aircraft with special sensors and cameras in the optical, infrared, and ultraviolet ranges recorded the craft as it flew through the atmosphere, heated up, and finally broke apart. The remnants of ATV-1 fell to Earth in an uninhabited area of the Pacific Ocean.

The last phase of the mission was also observed from the International Space Station (ISS): FIALKA, an instrument for observation in the optical and UV ranges, complemented the instruments on the aircraft. The results are to be used to review models from simulation programs of the European Space Agency ESA and the US space agency NASA. The intention is an expected accuracy increase of fragmentation simulation for space craft during re-entry into Earth's atmosphere. This leads to a better prediction which kind of debris could survive the re-entry.

From its launch on March 9, all maneuvers on this maiden flight were executed with clockwork precision. The apparent effortlessness surprised experts and laypersons in Europe and other space nations alike. All systems were completely checked in orbit; there was nothing to prevent fully automatic docking to the ISS on April 3. The premiere was instantly successful.



ATV Jules Verne dockt am russischen ISS-Modul Zvezda an, 3. April, 2008 (dpa picture alliance)

ATV Jules Verne, docking to the russian ISS module Zvezda, April 3rd, 2008 (dpa picture alliance)

Seit dem Start am 9. März liefen bei diesem Jungfernflug alle Manöver mit der Präzision eines Uhrwerkes ab. Die scheinbare Leichtigkeit verblüffte Experten wie Laien in Europa und anderen Raumfahrtationen gleichermaßen. Alle Systeme wurden vollständig im Orbit geprüft; nichts stand dem vollautomatischen Andocken an die ISS am 3. April im Weg. Die Premiere gelang sofort.

In den folgenden Monaten war ATV nicht nur ein hochwillkommener Zusatzraum für die Astronauten, denen sogar das Schlafen im relativ ruhigen Jules Verne gestattet worden war. Insgesamt vier Re-Boost Manöver für die ISS wurden mit ATV durchgeführt. Diese Bahnhebungsmanöver gleichen in monatlichen Abständen den Höhenverlust der Raumstation von circa 50 Metern pro Tag aus, der durch den Widerstand der Restatmosphäre verursacht wird. Nach und nach wurden auch Trinkwasser und Fracht in die ISS umgeladen. Die mitgeführte neue Atemluft wurde aus dem ATV in die ISS abgelassen. Mitte Juni erfolgte die Betankung des russischen Servicemoduls Zvezda, an dem ATV angedockt hatte. Der Treibstoff wurde auf Kommando der Kontrollzentren in Moskau und Toulouse in die Tanks von Zvezda umgepumpt.

Durch eine Umplanung des ISS-Zu- und Abgangsverkehrs konnte ATV über drei Wochen länger an der ISS angedockt bleiben. Am 27. August führte ATV außerplanmäßig noch ein so genanntes Debris Avoidance Manöver (Manöver zur Vermeidung der Kollision mit Weltraumtrümmern) für die ISS durch. Dabei wurde die ISS horizontal um 180 Grad gedreht, sodass ATV die Station mit seinen Triebwerken abbremsen konnte. Der geringe Höhenverlust schaffte mehr Distanz zu Trümmerstücken eines ehemaligen russischen Satelliten. Am 5. September erfolgte schließlich das Abdockmanöver. Die zuvor aufgenommenen Abwässer und Abfälle verglühten beim Wiedereintritt in die Atmosphäre.

In the following months, ATV was not only a very welcome additional room for the astronauts, who were even permitted to sleep in the relatively quiet Jules Verne. A total of four re-boost maneuvers for the ISS were performed with ATV. At monthly intervals, these orbit-raising maneuvers compensate the Space Station's loss of altitude of approximately 50 meters per day, which is caused by atmospheric drag. Little by little, drinking water and freight were also transferred into the ISS. The fresh breathable air it carried was released from the ATV into the ISS. In mid-June, the Russian service module Zvezda, to which ATV was docked, was refueled. The fuel was pumped into Zvezda's tanks commanded by the control centers in Moscow and Toulouse.

The rescheduling of incoming and outgoing ISS traffic allowed ATV to remain docked to the ISS for more than three weeks longer than originally planned. On August 27, ATV performed an unplanned debris avoidance maneuver (a maneuver to avoid colliding with space debris) for the ISS, in which the ISS was rotated horizontally by 180 degrees, allowing ATV to decelerate the station with its engines. The slight loss of altitude put a greater distance between the ISS and pieces of debris from a former Russian satellite. The undocking maneuver finally took place on September 5. The waste water and refuse that had previously been loaded burned up on re-entry into the Earth's atmosphere.

#### Höhepunkte der ATV-1 Mission

- Die schwerste je auf Ariane 5 gestartete Nutzlast
- Nett Nutzlast von circa 4,5 Tonnen zur ISS (einschließlich Treibstoffe)
- Erstes vollautomatisches Andocken eines europäischen Raumfahrzeuges (Gewicht circa 19 Tonnen) an die ISS
- 202 Tage im All, davon 155 Tage angedockt an die ISS, damit ATV-Lebensdauer circa vier Wochen länger als ursprünglich geplant
- 4 Re-Boost-Manöver und Lageregelung für die ISS
- 1 Debris Avoidance Manöver
- Betankung des russischen Servicemoduls Zvezda
- Zusätzlicher Raum für die ISS (Schlafplatz für die Crew)
- Entsorgung von circa 2,5 Tonnen Abfall

#### Highlights of the ATV-1 mission

- The heaviest payload ever launched on Ariane 5
- Net payload of approx. 4.5 tons to ISS (including fuels)
- First fully automatic docking of a European spacecraft (weighing approximately 19 tons) to the ISS.
- 202 days in space, 155 days of which docked to the ISS; thus, ATV life span approx. four weeks longer than originally planned
- Four re-boost maneuvers and attitude control for the ISS
- One debris-avoidance maneuver
- Refueling of the Russian service module Zvezda
- Additional space for the ISS (sleeping area for the crew)
- Removal of approx. 2.5 tons of waste

#### Potenzial für die Zukunft

Nach Jules Verne sind noch vier weitere ATV-Flüge geplant. ATV-2 soll Mitte 2010 starten. Die nachfolgenden jeweils in zwölf bis fünfzehn Monaten Abstand. Derzeit scheint eine längere Nutzungsdauer der Internationalen Raumstation über 2015 hinaus möglich. Dies könnte auch die Weiterentwicklung des ATV-Systems begünstigen, etwa zur Rückführung von Nutzlasten und Experimentproben von der ISS zur Erde. Ein entsprechender Programmvorschlag wurde unter anderem von Deutschland in die ESA eingebracht; er soll auf der ESA-Ministerratstagung Ende November in Den Haag beraten werden.

*Volker Schmid ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Bemannte Raumfahrt, ISS und Exploration der DLR Raumfahrt-Agentur*

#### Potential for the future

Four more ATV flights are planned after Jules Verne: ATV-2 is to lift off in mid-2010, the following flights at intervals of twelve to fifteen months. It currently seems possible that the International Space Station could remain in use for a longer period beyond 2015. This could also benefit the further development of the ATV system, for example, for returning payloads and experiment samples from the ISS to Earth. A corresponding program suggestion was made to ESA by, among others, Germany, and is to be discussed at the ESA Ministerial Council Meeting in The Hague in late November.

*Volker Schmid is a scientific assistant in the Human Spaceflight, ISS and Exploration department of the DLR Space Agency*



ATV I verglüht in der Erdatmosphäre, 29. September 2008 (ESA)

ATV I, deconstructing in Earth's atmosphere, September 29th, 2008 (ESA)

Offene Ladebucht des Space Shuttle Atlantis mit der EXPOSE-EuTEF-Anlage links (NASA)

Space Shuttle Atlantis, payload bay opened, with the EXPOSE-EuTEF facility on the left (NASA)

# Unser Labor im All

Forschung auf COLUMBUS hat begonnen

Teil 1: Biologische und Astrobiologische Experimente

Von Prof. Dr. Günter Ruyters

# Our Laboratory in Space

Research Underway on COLUMBUS

Part 1: Biological and Astrobiological Experiments

By Prof. Dr. Günter Ruyters

Europas Raumfahrt blickt auf erfolgreiche Monate zurück: Am 7. Februar 2008 brachte die amerikanische Raumfähre Atlantis das europäische Weltraumlabor Columbus zur Internationalen Raumstation (ISS). Wenig später dockte das Automatische Transportraumschiff (ATV) „Jules Verne“ vollautomatisch an die ISS an und lieferte Versorgungsgüter. Darüber hinaus wurden zwischen März und Juni auch die japanischen Elemente mit Shuttle-Flügen zur Raumstation gebracht. Damit ist ihr Ausbau so gut wie abgeschlossen. Nach den Shuttle-Missionen im nächsten Jahr können sich ab Mitte 2009 permanent sechs Wissenschafts-Astronauten an Bord der ISS aufhalten.

Europe's space program looks back on successful months: On February 7, 2008, the American space shuttle Atlantis carried the European space laboratory COLUMBUS to the International Space Station (ISS). Shortly after, the "Jules Verne" Automated Transport Vehicle (ATV) docked fully automatically with the ISS to deliver a cargo of supplies. In addition to this, the Japanese elements were also brought to the Space Station on board Shuttle flights in the period from March to June. This nearly completes the construction of the ISS. From mid-2009, following Shuttle missions in the year ahead, it will be possible for a permanent crew of six scientist-astronauts to remain on board the ISS.

Mit seinen hochmodernen Anlagen zur Forschung in Biologie, Medizin und Fluidphysik sowie den extern angebrachten Geräten für die Astrobiologie, Solarforschung und technologische Experimente wird COLUMBUS für die nächsten Jahre der Spitzenforschung unter Schwerelosigkeit zur Verfügung stehen. Deutsche Wissenschaftler spielen dabei eine herausragende Rolle – schließlich stammen rund 40 Prozent der im internationalen Wettbewerb ausgewählten europäischen Experimente in Bio- und Materialwissenschaften aus deutschen Forschungseinrichtungen. Dieser Beitrag stellt erste Ergebnisse im Bereich der Biologie und Astrobiologie vor.

## Bedeutung der Schwerkraft für das Wachstum von Pflanzen

Nur wenige Tage nach der Inbetriebnahme von Columbus begannen die Astronauten mit den ersten Experimenten. Als erstes stand „WAICO“ auf dem Arbeitsplan. Bei diesem Experiment der Universität Hannover geht es um die Wahrnehmung und Verarbeitung von Schwerkraft durch Pflanzen.

Pflanzen nutzen – neben dem Licht – die Schwerkraft der Erde zur Orientierung im Raum. So wächst bei der auskeimenden Pflanze der photosynthetisch aktive Spross stets entgegen der Erdschwerkraft in Richtung Licht, um mittels der Photosynthese energiereiche Zucker herzustellen. Die Wurzeln wachsen zum Erdmittelpunkt hin in den Boden, um den Pflanzenkörper zu verankern und mit Wasser und Nährsalzen zu versorgen. Dieses an der Schwerkraft ausgerichtete Wachstum nennt man Gravitropismus. Es spielen aber auch noch andere Phänomene bei der Ausrichtung der Wurzelspitze eine Rolle. Eines hiervon ist das Hin- und Herschwingen der Wurzelspitze. Sie bewirkt, dass die Wurzel spiralförmig wächst und sich gewissermaßen in die Erde bohrt.

Ziel von WAICO ist es, die Einflüsse dieser verschiedenen Komponenten und deren Wechselwirkung für den gesamten Vorgang des Wurzelwachstums zu bestimmen. Versuchsobjekte hierbei sind der Wildtyp und verschiedene Mutanten der Ackerschmalwand (*Arabidopsis*). Der erste Lauf des Experiments ist bereits beendet und erlaubt eine Reihe interessanter Schlussfolgerungen. So entwickeln Wurzeln, anders als erwartet, auch in der Schwerelosigkeit eine typische schraubenförmige Anordnung der äußeren Wurzelzellen, wodurch sich die Wurzel während des Wachstums wie ein hydraulischer Bohrer ins Erdreich schraubt und sich so selbst stabilisiert. Anders als im Wildtyp kam es in Mutanten zu Verformungen in Spross und Blättern. Erste Analysen weisen darauf hin, dass bei diesen Pflanzen eine Störung des Schwerkraft-regulierten Transports des Pflanzenhormons Auxin vorliegt. Weitere molekular- und zellbiologische Analysen sind im Gange.

Um diese vorläufigen Ergebnisse zu untermauern und zu erweitern, wird das Experiment im Frühjahr 2009 fortgeführt. Die Wissenschaftler erwarten nicht nur, unser generelles Verständnis des Pflanzenwachstums zu verbessern. Die Ergebnisse sind auch für eine effektivere Gestaltung der Landwirtschaft auf der Erde und für den Aufbau von Pflanzen auf künftigen, längeren Weltraummissionen etwa zum Mars von Interesse.

With its state-of-the-art facilities for research into biology, medicine, and fluid physics, as well as its externally mounted devices for astrobiology, solar research, and technology research, COLUMBUS will remain available for a number of years to come, providing cutting-edge research in zero-gravity conditions. German scientists play a prominent role in this endeavor, with around 40 percent of the European biological and materials science experiments, as selected by international competition, originating from German research institutions. This article presents initial results in the fields of biology and astrobiology.

## Importance of Gravity for the Growth of Plants

The astronauts started work on the first experiments just a few days after having completed the commissioning of COLUMBUS. First on the schedule was "WAICO" This experiment from the University of Hanover investigates how plants perceive and utilize gravity.

Plants use the gravitational force of the Earth – alongside light – as a means to orientate themselves in space. When a plant germinates, the photosynthetically active shoot grows continuously against the Earth's gravity in the direction of the light, in order to produce energy-rich sugars through the process of photosynthesis. The roots grow into the ground towards the center of the Earth, in order to anchor the body of the plant and to supply it with water and nutrient salts. This growth movement in response to gravity is known as gravitropism. There are, however, several other phenomena that play a role in the orientation of the root tip. One of these is the waving and coiling of the root tip. This causes the root to grow in a spiral shape, allowing it to effectively drill into the soil.

The aim of WAICO is to determine the effects of and interactions between these various components throughout the complete root growth process. The plants being investigated are the wild variety and various mutants of thale cress (*Arabidopsis*). The first run of this experiment has already been completed, allowing a range of interesting conclusions to be reached. Contrary to expectations, roots also develop the typical screw-shaped arrangement of the outer root cells under weightless conditions, thereby allowing the root to drill into the soil in a similar manner to a hydraulic drill as it grows, thus stabilizing itself. Unlike the wild type, the mutants experienced deformations in the shoot and leaves. Initial analyses indicate that in these plants there is some interference to the gravity-regulated transport mechanism for the phytohormone auxin. Further molecular and cytological analyses are in progress.

In order to substantiate and build on these results, the experiment will be continued in spring 2009. The scientists involved expect to achieve more than just an improvement to our understanding of how plants grow. The results are also of interest for producing more efficient agricultural plants on Earth and for the cultivation of plants during future, long-term space missions, perhaps to Mars.



Integration der EXPOSE-EuTEF-Anlage, Cape Canaveral (links, Kayser-Threde), Prof. Günther Scherer, Universität Hannover, vor einem Modell des BIOLAB (Mitte), WAICO-Experiment-container (rechts)

EXPOSE-EuTEF integration at Cape Canaveral (on the left, Kayser-Threde), Prof. Günther Scherer, Hannover University, in front of a BIOLAB model (in the middle), WAICO experiment container (on the right)

### Expose-EuTEF: Experimente zur Entstehung des Lebens

Auch für die Strahlen- und Astrobiologen brach mit dem Start der Anlage Expose-EuTEF ein neues Kapitel auf der Suche nach Entstehung und Ausbreitung des Lebens an. Noch während der STS-122-Mission wurde die Anlage an der Außenhülle von COLUMBUS installiert. Verschiedene Organismen sind jetzt den extremen Umgebungsbedingungen des Weltraums ausgesetzt. Gleichzeitig wird die Stärke und Zusammensetzung der Weltraumstrahlung gemessen. Während die biologischen Proben erst nach ihrer Rückkehr zur Erde in etwa einem Jahr analysiert werden können, liefern die Strahlungsmessgeräte schon seit einigen Monaten Daten über das Strahlenfeld außerhalb der ISS.

Bei dem Experiment DOSIS (DLR-Institut für Luft- und Raumfahrtmedizin in Köln) werden sowohl Dosis als auch spektrale Zusammensetzung der Strahlung von Detektoren gemessen und in einer Datenbank zusammengefasst.

Bei R3D-E-II der Universität Erlangen werden andere Strahlungsbereiche gemessen. Hier geht es zum einen um die Strahlung im Wellenlängenbereich von etwa 400 bis 700 Nanometern, die von Organismen zur Photosynthese genutzt werden kann. Zum anderen werden die verschiedenen Anteile der UV-Strahlung sowie die kosmische ionisierende Strahlung erfasst.

ADAPT und PROTECT – beide vom DLR Köln in internationaler Zusammenarbeit durchgeführt – beschäftigen sich mit der Frage, ob das Leben ursprünglich auf anderen Himmelskörpern entstanden und von dort zur Erde gelangt sein könnte (Panspermie-Hypothese).

- Bei ADAPT wird die Fähigkeit von Organismen überprüft, sich auf verschiedene Strahlungsbedingungen einzustellen, wie sie etwa im erdnahen Orbit oder auch auf dem Mars vorhanden sind. Im Mittelpunkt steht die Vermutung, dass Organismen, die für lange Zeit einer starken UV-Strahlung ausgesetzt sind, eine höhere UV-Resistenz entwickeln und dadurch auch widerstandsfähiger gegenüber anderen DNA-schädigenden Umwelteinflüssen werden.

- Bei PROTECT soll geprüft werden, in wie weit Bakteriensporen, die bei der Montage von Marssonden isoliert worden sind, den Weltraumbedingungen sowie einem simulierten Marsklima widerstehen können. Neben der Vitalität werden auch die Gesamtheit der genetisch kodierten Proteine, Mutationsspektren sowie Erbgut-Schäden untersucht. Von den Ergebnissen werden wichtige Erkenntnisse für die Ausarbeitung von Planetenschutz-Richtlinien erwartet.

### Expose-EuTEF: Experiments into the Origin of Life

The launch of the Expose-EuTEF system also marked the dawn of a new chapter for radiobiologists and astrobiologists in their search for the origin and extent of life in the universe. The system was installed on the outer shell of the COLUMBUS module during the STS-122 mission. Various organisms are now exposed to the extreme environmental conditions of space. Simultaneous measurements are being taken of the strength and composition of the space radiation experienced. While it will not be possible to analyze the biological samples until they are returned to Earth in about a year's time, the radiation measurement equipment has already been delivering data about the radiation field around the ISS for several months.

With the DOSIS experiment (DLR Institute of Aerospace Medicine in Cologne), detectors are used to measure both the dosage and spectral composition of radiation, with results stored in a database.

R3D-E-II from the University of Erlangen is used to measure different spectral regions. This device looks in part at radiation in the 400 to 700 nanometer wavelength range that can be used by organisms for photosynthesis. It also collects data on various components of the UV radiation and cosmic ionizing radiation.

ADAPT and PROTECT – both conducted by DLR Cologne in international cooperation – are concerned with addressing the question of whether life could have developed on other celestial bodies before arriving on Earth (panspermia hypothesis).

- In the case of ADAPT, the ability of organisms to adjust to different radiation conditions is being tested, such as those to be found in low Earth orbit or even on Mars. At the center of this work lies the supposition that organisms that are exposed to strong UV radiation for a long period of time develop higher UV resistance and become more resistant to other environmental influences which are harmful to the DNA, the carrier of all genetic information.

- The PROTECT experiment aims at verifying to what extent bacteria spores, which were isolated while assembling mars probes, can resist space conditions as well as simulated mars climate. Apart from vitality, the entity of the genetically encoded proteins, the spectra of mutation and the genotype damages are under examination. Researchers expect to acquire fundamental insight which can be used for the elaboration of planet protection guidelines.



Mit je einem Experiment zur Gravitationsbiologie und zur Proteinkristallisation waren deutsche Wissenschaftler im Oktober 2008 an Bord der ISS – Xenopus und RNA-Kristallisation. Die Experimente wurden im Rahmen des Austauschs der ISS-Besatzung am 12. Oktober zur ISS gebracht und kehrten am 24. Oktober mit Sojus TMA-12 zur Erde zurück.

### Entwicklung des Gleichgewichtsinns in Schwerelosigkeit

Schon seit Jahrzehnten ist bekannt, dass sich ein zeitweiliger Aufenthalt in einer reizfreien Umgebung bei Mensch und Tier nachteilig auf die Entwicklung von Sinnesleistungen wie Sehen, Hören, Fühlen oder Riechen auswirken kann. Vor mehr als 40 Jahren hatten die Nobelpreisträger Hubel und Wiesel über Beeinträchtigungen des Sehens berichtet, wenn junge Katzen für eine gewisse Zeit ihre Umgebung nicht optisch wahrnehmen konnten. Diese und nachfolgende Untersuchungen führten zu der Erkenntnis, dass es eine kritische Zeitspanne in der Entwicklung von Mensch und Tier gibt, bei denen sich ein Reizentzug besonders nachteilig auswirkt.

Das Experiment XENOPUS soll nun zeigen, ob es diese altersabhängige Empfindlichkeit auch bei der Entwicklung des Gleichgewichtsinns gibt. Hierzu muss der Reizentzug unterschiedlich alten Kaulquappen geboten werden; die Dauer der Schwerelosigkeit muss bei den verschiedenen Experimenten immer gleich lang sein.

Bereits zum vierten Mal haben Ulmer Wissenschaftler nun Kaulquappen des Krallenfroschs der Schwerelosigkeit ausgesetzt. Die bisherigen Experimente waren auf Embryonen und sehr junge Kaulquappen begrenzt, bei denen die Entwicklung des Gleichgewichtsinns während des Raumflugs begann. Diese Experimente zeigten deutliche Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf die Entwicklung der Schwimm-Mechanismen und des Vestibulo-Okulären Reflexes (VOR). Dabei handelt es sich um eine durch eine Kippung des Tieres ausgelöste Augenbewegung. Das Ausmaß der VOR-Änderungen war vom Alter der Kaulquappen während ihres Weltraumflugs abhängig. Zusätzlich zeigte sich eine überraschende Beziehung zwischen der Art der VOR-Veränderung und dem Auftreten einer Aufwärtskrümmung des Schwanzes. Diese wird häufig nach einem Aufenthalt in Schwerelosigkeit oder dem Ausschalten bestimmter Gene beobachtet, nie aber unter normalen Entwicklungsbedingungen.

Anders als bei den früheren Missionen wurden diesmal Kaulquappen eingesetzt, bei denen die Entwicklung des VOR schon weiter fortgeschritten war. Inzwischen sind die Kaulquappen zur Erde zurückgekehrt; 34 von 36 Exemplaren haben den Ausflug in die Schwerelosigkeit bestens überstanden. Unmittelbar nach der Landung Ende Oktober wurden bereits am Missionskontrollzentrum in Korolev, Russland, die ersten Verhaltensanalysen durchgeführt.

With one experiment into gravitational biology (Xenopus) and another into protein crystallization (RNA crystallization), German scientists had a presence on board the ISS during October 2008. The experiments were brought to the ISS on October 12 as part of a crew exchange mission and returned to Earth on October 24 with Soyuz TMA-12.

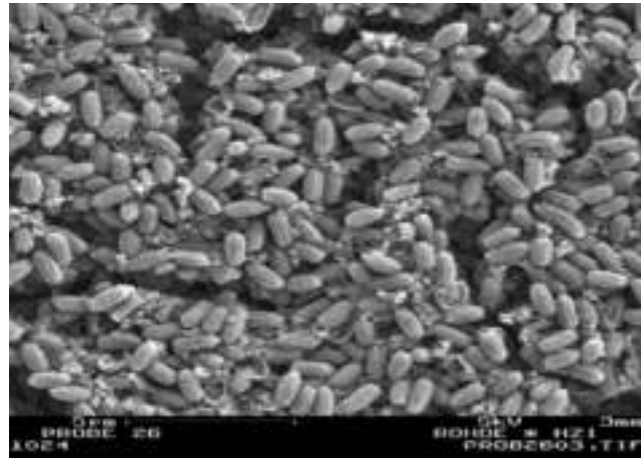
### Development of the Vestibular System in Zero-Gravity

It has been known for decades that an extended stay in a stimulus-free environment has a detrimental effect on the development of the senses, such as sight, hearing, touch, and smell, in humans and animals. Over 40 years ago, the Nobel Prize winners Hubel and Wiesel reported on impairments to the vision of young cats that were unable to perceive their environment visually for a certain period of time. These and subsequent experiments led to the understanding that there is a critical period in the development of humans and animals during which withdrawing stimulation has a particularly harmful effect.

The Xenopus experiment is now expected to show whether this age-dependent sensitivity also exists for the development of the vestibular system. To achieve this, tadpoles of different ages must be subjected to the same sensory deprivation, with the duration of weightlessness always equally long for the different experiments.

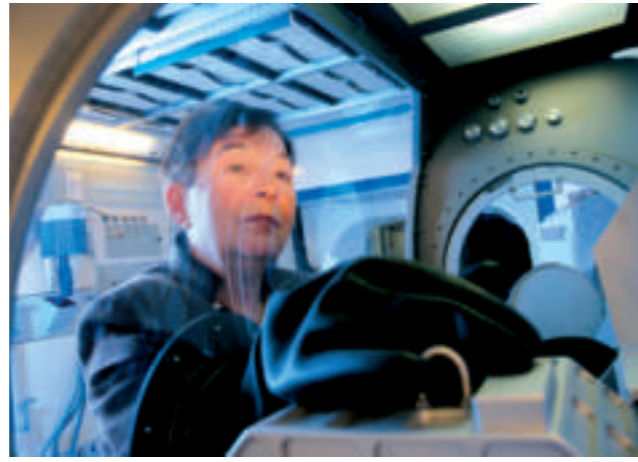
For the fourth time scientists from Ulm have exposed clawed frog tadpoles to weightless conditions. The previous experiments were limited to embryos and very young tadpoles, which began to develop their vestibular system during the space flight. These experiments showed that weightlessness has a significant impact on the development of the swimming mechanism and the vestibulo-ocular reflex (VOR). The VOR is an eye movement that is initiated when an animal moves from side to side. The extent of the changes to the VOR was dependent on the age of the tadpoles during the space flight. In addition to this, a surprising relationship was identified between the nature of the VOR changes and the incidence of an upward curving of the tail. This was often observed following a period in weightlessness or when certain genes were deactivated. However, it never occurred under normal developmental conditions.

In contrast to the earlier missions, this time the tadpoles used were at a more advanced stage of VOR development. Meanwhile, the tadpoles returned to Earth. 34 of 36 weathered the excursion into weightlessness at best. Immediately after touchdown at the end of October, their characteristics were analyzed for the first time at the Korolev mission control center in Russia.



Weltraumprober *Bacillus subtilis* (Forschungszentrum Jülich); Dr. Gerda Horneck, langjährige DLR-Strahlenbiologin und verantwortlich für das PROTECT-Experiment

Space-tested *Bacillus subtilis* (Jülich Research Center); Dr. Gerda Horneck, longtime DLR radiation biology specialist, responsible for the PROTECT experiment



Der Krallenfrosch steht bei dem Experiment XENOPUS stellvertretend für den Menschen. Dessen Sensoren des Gleichgewichtssinns ähneln nicht nur denen des Froschs, sondern sie lösen auch gleichartige Reaktionen der Augen aus, wenn der Mensch gekippt oder gedreht wird. Die Forschung am Krallenfrosch wird daher Erkenntnisse erbringen, die zum besseren Verständnis des Gleichgewichtssystems auch beim Menschen führen.

#### Kristallisation regulatorischer RNA-Moleküle

Aufgrund der fehlenden Ablagerung und des Schwerkraft-getriebenen Flüssigkeitstransports (Konvektion) führen Kristallisationsexperimente in Schwerelosigkeit oft zu regelmäßigeren Strukturen im Kristall und ermöglichen dadurch Fortschritte in der Strukturklärung gerade bei großen Molekülen wie Proteinen und Nucleinsäuren. Diesen Vorteil wollen sich Wissenschaftler der Freien Universität Berlin zunutze machen.

Die Aufklärung von Struktur und Funktion der aus dem menschlichen Erbgut übersetzten Information ist eine der größten Herausforderungen der Lebenswissenschaften. In den letzten Jahren wurde festgestellt, dass nur ein Bruchteil der genetischen Informationen letztlich in Proteine übersetzt wird. Bei Pilzen kodieren 60 bis 80 Prozent des Genoms Proteine. Dieser Anteil nimmt mit steigender Komplexität des Organismus ab. Bei höheren Säugetieren einschließlich des Menschen werden nur noch zwei Prozent des im Zellkern vorliegenden Erbgutes in Proteine übersetzt.

Es stellt sich nun die Frage nach der Funktion der übrigen 98 Prozent. Zunächst stößt man auf Ribonucleinsäuren (RNA), die zur korrekten Umsetzung des genetischen Codes notwendig sind. Den bei weitem größten Teil dieser RNA-Transkripte stellen aber solche mit bisher unbekannter Funktion. Es gibt jedoch Hinweise, dass die meisten davon regulatorische Aufgaben übernehmen. Mittlerweile konnten auch einige dieser so genannten „nichtkodierenden RNAs“ als Ursache menschlicher Erkrankungen ausgemacht werden.

Mit dem ISS-Projekt wollen die Berliner Wissenschaftler dieses hochaktuelle Thema bearbeiten: Ihr Ziel: die Struktur einer bestimmten nichtkodierenden RNA, HAR1F genannt, aufzuklären. Von dieser RNA, die während der frühen Embryonalentwicklung im Neokortex ausgebildet wird – dem Teil des Gehirns also, der für

The clawed frog is being used in the Xenopus experiment as a stand-in for human subjects. The human balance sensors are not only similar to those of the frog, but also trigger the same type of reaction of the eyes when the person tips to the side or turns around. The research on the clawed frog will therefore yield insights that also lead to a better understanding of the balance system in humans.

#### Crystallization of Regulatory RNA Molecules

Due to the absence of sedimentation and gravity-driven fluid transport (convection) effects, crystallization experiments conducted under weightless conditions frequently produce regular structures in the crystal, thus allowing the structure of even large molecules such as proteins and nucleic acids to be confirmed. It is this advantage that researchers from the Free University of Berlin wish to make use of.

The identification of the structure and function of the information translated from the human genotype is one of the greatest challenges faced by life sciences. In the last few years, it has been established that only a fraction of genetic information is ultimately translated into proteins. With fungi, between 60 and 80 percent of the genome code for proteins. This proportion decreases with increasing complexity of the organism. In higher mammals, including human beings, less than two percent of the genetic information present in the cell nucleus is translated into proteins.

This now poses the question: What is the purpose of the remaining 98 percent? The first thing one encounters is ribonucleic acid (RNA), which is required for the correct translation of the genetic code. By far the greatest portion of these RNA transcripts, however, perform an as yet unknown function. There are nonetheless clues suggesting that the majority of them carry out some kind of regulatory role. It has now also been possible to recognize some of these so-called “non-coding RNAs” as being the cause of human illnesses.

Through the ISS project, the Berlin researchers hope to shed new light on this highly topical subject. Their goal: Identifying the structure of a particular non-coding RNA, designated HAR1F. The aim is to determine the atomic structure of this RNA, which is formed during the early stages of embryonic development in the

die spezifisch menschlichen geistigen Fähigkeiten verantwortlich ist – soll die atomare Struktur bestimmt werden. HAR1F soll dann mit der atomaren Struktur der entsprechenden RNA des Schimpansen verglichen werden.

Die HAR1-Region ist in höheren Wirbeltieren konserviert und zeigte während der 310 Millionen Jahre dauernden Evolution vom Huhn zum Schimpansen zwei Basenaustausche (Substitutionen). Dahingegen sind seit der Trennung des Menschen vom Schimpansen im vergleichsweise kurzen Zeitraum von einer Million Jahren 18 Substitutionen nachweisbar, was einer fast 3.000-fach beschleunigten Evolution entspricht. Dies macht HAR1 zu einem starken Kandidaten, wenn es um die Beantwortung der Frage geht, was den Unterschied zwischen Mensch und Affe ausmacht. Genau diesen Unterschied wollen die Forscher im Rahmen des ISS-Experiments untersuchen. Hierzu werden Bereiche der beiden RNAs kristallisiert, um dann die dreidimensionale Struktur mit hochauflösender Röntgenstrukturanalyse aufzuklären und die räumliche Struktur beider Moleküle miteinander zu vergleichen. Nach der Rückkehr mit Soyuz TMA-12 befinden sich die Proben nun in der Auswertung.

Die Grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung auf der ISS mit Columbus – ergänzt durch andere Mikrogravitations-Testumgebungen wie dem Parabelflug sowie begleitende Bodenstudien – wird die bisherige Erfolgsgeschichte der Forschung unter Weltraumbedingungen fortschreiben, zum Nutzen der Menschen auf der Erde. Im Einklang mit den übergeordneten Zielen des Raumfahrtprogramms der Bundesregierung, umgesetzt durch die DLR Raumfahrt-Agentur, wird so die führende Position des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Deutschland gefestigt.

In der kommenden Ausgabe der COUNTDOWN stellen wir die deutschen Experimente auf COLUMBUS zur Raumfahrtmedizin – SOLO (DLR Köln), Otolith und THERMO (Charité Berlin) sowie EKE (Deutsche Sporthochschule Köln) – vor.

*Prof. Dr. Günter Ruyters leitet das Programm Biowissenschaften innerhalb der Abteilung Forschung unter Weltraumbedingungen der DLR Raumfahrt-Agentur*



US-Astronaut Greg Chamitoff bei der Arbeit im COLUMBUS-Modul (ESA)

US Astronaut Greg Chamitoff working inside the COLUMBUS module (ESA)

neocortex, that is, the part of the brain responsible for those intellectual abilities that are particular to humans. HAR1F will then be compared to the atomic structure of the corresponding RNA of the chimpanzee.

In higher vertebrates, the HAR1 region has long been preserved, demonstrating just two base exchanges (substitutions) during 310 million years of evolution from chicken to chimpanzee. By contrast, since the divergence of humans from chimpanzees, 18 substitutions can be shown to have occurred over a comparably short period of one million years, corresponding to an almost 3000-fold acceleration in evolution. This makes HAR1 one of the strongest candidates when it comes to answering the question of what constitutes the difference between man and ape. It is exactly this difference that the researchers intend to investigate using the ISS experiment. Here, sections of both RNAs are crystallized and then submitted to high-resolution X-ray analysis to establish their three-dimensional structure, thus allowing the spatial structure of the molecules to be compared. The samples are now being analyzed following their return on board Soyuz TMA-12.

The fundamental and application-oriented research on the ISS facilitated by COLUMBUS – complemented by other microgravity test environments, such as parabolic flights, and accompanying ground-based studies – will progress previous research carried out under space conditions for the benefit of humans on Earth. In harmony with the overriding goals of the German Federal Government's space program, as implemented by the DLR Space Agency, this work helps to strengthen Germany's position as a leading location for science and commerce.

In the next issue of COUNTDOWN we will look at the German experiments in the field of space medicine that are being carried by COLUMBUS – SOLO (DLR Cologne), Otolith, THERMO (Charité Berlin), and EKE (German Sport University Cologne).

*Prof. Dr. Günter Ruyters is head of the Life Sciences Program of the Research Under Space Conditions department at the DLR Space Agency*

# BEXUS

## Ballon-Experimente für Universitäts-Studenten

Von Dr. Niklas Reinke

# BEXUS

## Balloon-borne Experiments for University Students

By Dr. Niklas Reinke



Hercules bewegt die  
BEXUS-Experimentgondel  
zum Startplatz. (S.12 / S. 13 links).

Letzte Vorbereitungen zum Start  
von BEXUS (S.13 rechts)

Hercules is moving the BEXUS experiment  
gondola towards the launch site  
(page 12 / page 13 on the left)

Final BEXUS launch preparations  
(page 13 on the right)

Es ist ein langer Weg zu ESRANGE. Mitunter muss man dreimal zwischenlanden, bevor man den Flughafen von Kiruna im schwedischen Norden erreicht. Dann liegen 45 Kilometer Autofahrt vor einem, über verlassene Straßen, durch düsteren Wald. Während sich in Mitteleuropa gerade erst der Altweibersommer verabschiedet, hat der Winter in Kiruna bereits begonnen.

Die 26 Studenten stört das nicht. Aus zehn Ländern sind sie vom 3. bis 11. Oktober nach Lappland gereist, aus ganz Europa und Australien. Schwer bepackt mit Laptops, Messgeräten und Werkzeugkästen betreten sie das weitläufige Gelände von ESRANGE. Auf dem Areal ragen Höhenforschungsraketen wie Statuen eines gotischen Kirchhofs gen Himmel. Sie weisen die Richtung, in die es von hier aus geht. In der Mitte des Geländes sind in einem roten Backsteingebäude Administration und Missionskontrolle untergebracht. Von seinen Zinnen hat man einen guten Blick auf die Raketeneinrichtung mit dem pyramidenförmigen Startturm und den großflächigen Ballonstartplatz. Etwas abseits erhebt sich der Radar Hill, auf dem haushohe Parabolantennen die Flugbahnen der sich in polaren Erdorbits befindlichen Satelliten und Raketen beobachten.

### Ein Programm für den wissenschaftlichen Nachwuchs

Die Studentinnen und Studenten erhalten in Kiruna eine neue Perspektive. Auf 68 Grad nördlicher Breite, nah an der norwegischen und finnischen Grenze, führen das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und die Schwedische Nationale Raumfahrt-Organisation (SNSB) ihr gemeinsames Programm REXUS/BEXUS durch. In dessen Rahmen ermöglichen DLR und SNSB Studenten, eigene praktische Erfahrungen bei der Vorbereitung und Durchführung von Raumfahrtprojekten zu gewinnen. Ihre Vorschläge für Experimente in der Gondel eines Ballons (BEXUS – Ballon-Experimente für Universitäts-Studenten) oder auf Höhenforschungsraketen (REXUS – Raketen-Experimente für Universitäts-Studenten) können jährlich im Herbst eingereicht werden. Jeweils die Hälfte der Raketen- und Ballon-Nutzlasten stehen Studenten deutscher Universitäten und Hochschulen zur Verfügung. SNSB hat den schwedischen Anteil für Studenten der übrigen ESA-Mitgliedsstaaten geöffnet, wobei die Ausschreibung über die ESA abgewickelt wird.

It's a long way to ESRANGE. A visitor might have to change planes three times en route before finally reaching Kiruna Airport in the north of Sweden. Another 45 kilometers by car on deserted roads through dark forests then lie ahead. While Central Europe is enjoying the last throes of an Indian summer, in Kiruna winter has already set in.

This does not trouble the 26 students there. Representing ten countries, they have traveled to Lapland from across Europe and even Australia for one week between October 3 and 11. They arrive at the rambling ESRANGE campus heavily loaded with laptops, measuring equipment, and toolboxes. The range is dotted with high-altitude research rockets, which loom out of the ground towards the sky like statues in a gothic churchyard. They are aimed in the same direction as everything else here. In the middle of the grounds is a red brick building housing administrative facilities and mission control. From the rooftop one has a good view over the large balloon launch area and the rocket facility with its pyramid-shaped launch tower. A short way off to the side rises Radar Hill, home to the house-sized parabolic antennas that monitor the flight paths of the rockets and satellites in polar Earth orbit.

### A program for the new generation of scientists

The students at Kiruna get to see things from a new perspective. At a latitude of 68 degrees north, close to the Norwegian and Finnish borders, this is the site of the REXUS/BEXUS program run jointly by Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) and the Swedish National Space Board (SNSB). This program gives students the chance to gain practical experience with the preparation and implementation of astronautics projects. Every fall there is a chance to put forward suggestions for experiments to be carried either in the gondola of a balloon (BEXUS – Balloon-borne Experiments for University Students) or on board a high-altitude research rocket (REXUS – Rocket-borne Experiments for University Students). In each case, half of the rocket or balloon payload is available to students from German universities and colleges. SNSB has opened up the Swedish share to students from the remaining ESA member states, with proposals being evaluated by the ESA.



Die programmatische Leitung und die Ausschreibung der deutschen Experimente erfolgt durch die DLR Raumfahrt-Agentur in Bonn. Für die Organisation, Betreuung und Integration der deutschen Experimente wurde am DLR-Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen das REXUS/BEXUS-Projektbüro eingerichtet. Ihm obliegt die DLR-interne Projektleitung. Die Flugkampagnen werden von EuroLaunch, einem Joint Venture der Mobilien Raketen Basis des DLR (MoRaBa) und dem ESRANGE Space Center des schwedischen Raumfahrtunternehmens SSC (Swedish Space Cooperation), durchgeführt.

BEXUS-Ballone eignen sich besonders für die Atmosphärenforschung und technologische Experimente, denn sie durchfliegen die Troposphäre und stoßen vor in die über ihr liegende Atmosphärenschicht, die Stratosphäre. Die Ballone bestehen aus mikrometerdünner Folie, so fein wie ein Haar. Während ihres drei- bis sechsständigen Flugs erreichen sie eine Höhe zwischen 20 und 35 Kilometern. Bei minus 50 Grad Celsius ist es hier oben empfindlich frisch, und der Luftdruck beträgt auf maximaler Höhe nur wenige Tausendstel des Bodendrucks, weshalb die Forschungsteams Instrumente auswählen müssen, die solchen Bedingungen widerstehen. Das gesamte Forschungsequipment muss robust in der Ballongondel, einem Aluminiumgestell, installiert sein, denn trotz vorhergehender Messungen kann ein ruhiger Flug nicht immer garantiert werden: In der oberen Troposphäre bläst hier noch zuweilen der Polarfront-Jetstream. Solche schmalen Starkwindbänder bilden sich als Ausgleichsbewegungen entlang von Zonen unterschiedlicher Temperaturen, vornehmlich zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten, und können Windgeschwindigkeiten von bis zu 500 Kilometer pro Stunde erreichen.



#### Vorbereitungen am Polarkreis

Am Ballonstartplatz steht die Vorbereitungshalle, die aufgrund ihrer Größe „Kathedrale“ genannt wird. In dieser geht es die letzten Tage vor dem Start emsig zu. Die acht Experimentteams haben sich an langen Werkbänken breit gemacht, sie schrauben, löten, bohren. Mit den Ballonstarts erreichen ihre Forschungsprojekte den Höhepunkt, auf den die Nachwuchswissenschaftler seit einem Jahr hin gearbeitet haben. Drei Experimente aus deutschen Hochschulen konnten sich für die diesjährige Forschungs-Kampagne qualifizieren, fünf weitere stammen von Studenten aus Schweden, Polen, Rumänien, Italien, Niederlande, Österreich, Tschechien und Australien.

Anne Theuerkauf sieht zuversichtlich auf die kleinere der beiden Ballongondeln. Sie ist Doktorandin am Leibniz-Institut für Atmos-

phärenphysik an der Universität Rostock und vor einem Jahr über das Internet auf die Ausschreibung der DLR Raumfahrt-Agentur aufmerksam geworden. „Viel Zeit hatten wir nicht“, bringt sie ihre Vorbereitungen auf den Punkt, dafür aber macht alles einen sehr profunden Eindruck. Zusammen mit zwei Kommilitoninnen hat sie gleich zwei Versuche eingereicht – beide wurden angenommen, beide sollen im Rahmen ihrer Doktorarbeit ausgewertet werden.

BEXUS balloons are particularly suitable for atmospheric research and technological experiments because they fly through the troposphere reaching into the atmospheric layer that lies above it, the stratosphere. The balloons are constructed using micrometer-thin films as fine as a human hair. During a three- to six-hour flight, the balloons can reach altitudes of between 20 and 35 kilometers. At minus 50 degrees Celsius, conditions up there are

decidedly crisp to say the least, and with air pressure at maximum altitude falling to a mere few thousandths of that at ground level, the research teams have to make sure they choose instruments that are capable of withstanding this type of environment. All the research equipment must be installed robustly in the balloon's gondola, an aluminum frame, as a peaceful flight cannot be guaranteed, regardless of the results of previous measurements. This is due to the unpredictable nature of the polar front jet stream that blows in the upper troposphere. It is characterized by narrow bands of strong winds that form as equalizing movements of air along zones of varying temperatures, primarily between high and low pressure areas, and can produce wind speeds of up to 500 kilometers per hour.



**BEXUS-7 bei Start, Flug und – glücklicher – Landung**  
(Foto rechts: Swedish Space Corporation SSC)

Launch, rise and lucky touchdown of BEXUS-7 (picture on the right: Swedish Space Corporation SSC)



phärenphysik an der Universität Rostock und vor einem Jahr über das Internet auf die Ausschreibung der DLR Raumfahrt-Agentur aufmerksam geworden. „Viel Zeit hatten wir nicht“, bringt sie ihre Vorbereitungen auf den Punkt, dafür aber macht alles einen sehr profunden Eindruck. Zusammen mit zwei Kommilitoninnen hat sie gleich zwei Versuche eingereicht – beide wurden angenommen, beide sollen im Rahmen ihrer Doktorarbeit ausgewertet werden.

Das Ziel ihrer Experimente Turatemp (Turbulence in the stratospheric temperature field) und Turawind (Turbulence in the stratospheric wind field) besteht darin, die in der Stratosphäre ablaufenden physikalischen Vorgänge besser zu verstehen und damit einen Beitrag zur Klimaforschung zu leisten. Die Studentinnen vermessen dazu in der Stratosphäre kleinräumige Schwankungen im Temperatur- und Windfeld. Die Ergebnisse dieses Experimentes sollen in Computermodell über das Weltklima einfließen.

Zwei Tage haben die Teams Zeit, ihre Anlagen in die Ballongondeln einzubauen, dann wird es ernst: Am Sonntag erfolgt der Interferenz-Test für BEXUS-6, dem für Montag vorgesehenen Ballon. Ein gewaltiges Kransystem hievt den Metallkubus zum drei Stockwerke hohen Portal der Kathedrale, dort übernimmt HERKULES, ein Hubwagen mit den Ausmaßen einer Lokomotive. 70 Tonnen bringt die Ballonstartmaschine – eine Spezialanfertigung, von der es nur noch eine zweite Version in den USA gibt – auf die Waage. HERKULES muss stark und schwer sein, um den Zugkräften standzuhalten, die bei einem Ballonstart auftreten. Immerhin gibt es auch Großballone, die weit über eine Million Kubikmeter umfassen. Heute aber wird die Maschine nur dafür benutzt, die Forschungsgondel einige Meter von der Vorbereitungshalle zu entfernen, um zu testen, ob die telemetrischen Daten der Experimente planmäßig zur Bodenstation übermittelt werden und es dabei zu keinen

#### Preparations at the Arctic Circle

The preparation hall, which, due to its size, is known as the “Cathedral”, is located at the balloon launch site. This is a scene of bustling activity in the last few days before the launch. The eight experiment teams have spread themselves out across long workbenches and are busy screwing, soldering, and drilling. The launch of the balloons will represent the highlight of the research projects that the young scientists have been working on for the last year. Three experiments from German universities were able to qualify for this year's research campaign, with five more coming from students from Sweden, Poland, Romania, Italy, the Netherlands, Austria, the Czech Republic, and Australia.

Anne Theuerkauf looks confidently at the smaller of the two balloon gondolas. She is a doctoral student at the Leibniz Institute for Atmospheric Physics at the University of Rostock and first learned of the call for proposals from the DLR Space Agency on the Internet a year ago. “We didn't have a lot of time”, she explains, bringing her preparations straight to the point; this does, however, give everything a very profound appeal. Together with two fellow students she immediately entered two experiments – both were accepted and will be evaluated as part of her doctoral thesis.

The aim of their experiments, TURATEMP (Turbulence in the stratospheric temperature field) and TURAWIND (Turbulence in the stratospheric wind field), is to gain a better understanding of the physical processes that occur in the stratosphere and to use this knowledge to contribute to climate research. To achieve this, the students will measure small-scale fluctuations in the temperature and wind fields in the stratosphere. The idea is to feed the results of this experiment into a global climate computer model.

The teams have two days to install their systems into the balloon gondolas, then it gets serious: Sunday sees the interference test for BEXUS-6, the balloon scheduled to fly on Monday. A heavy-duty crane system heaves the metal cube to the three-story high portal in the Cathedral, where it is handed over to HERCULES, a lifting truck with the dimensions of a locomotive. Weighing in at over 70 tons, the balloon launcher is one of only two of its kind, the other being in the USA. HERCULES has to be strong and heavy to withstand the lifting forces that occur during a balloon launch. Some of the large balloons do, after all, have a volume of over one million cubic meters. Today, however, the machine is just being used to move the research gondola a few meters from the preparation hall, in order to test whether the telemetry data from the experiments can be transmitted as planned to ground control without any electromagnetic interference between the various test devices. After two hours they are sure: BEXUS-6 is ready for lift-off.

elektromagnetischen Störungen zwischen den Versuchsapparaten kommt. Nach zwei Stunden steht fest: BEXUS-6 ist startbereit.

Im Flight Readiness Review am Sonntagabend wird den Studenten mitgeteilt, dass ein Tiefdruckgebiet über ESRANGE hinwegzieht, das für zu viele Winde und leichten Regen sorgt. Beides verhindert einen Start, denn bei Regen kann der Ballon nicht ausgelegt, bei zuviel Wind nicht kontrolliert aufgefüllt und gestartet werden. Am Montagabend sieht es noch trüber aus, denn die Meteorologen sehen weitere Niederschläge und Nebel voraus. Das gibt den Teams Zeit, noch ein wenig an ihren Experimenten zu feilen, wofür insbesondere die zweite deutsche Studentengruppe dankbar ist. Interdisziplinär haben sich acht Studenten der Hochschulen in Braunschweig, Tübingen, Heidelberg, München, Mainz, Cambridge und Barcelona zusammengeschlossen, um Mikroorganismen der oberen Atmosphäre aufzuspüren. Hierfür benötigen sie Elektrotechniker ebenso wie Biologen und Physiker, selbst Designer sind eingebunden. Über Freundschaften und Internet-Foren schufen sie das Team DOLS (Diversity and Origin of Life in the Stratosphere), das weder Diplom- noch Promotionsambitionen antreibt, sondern die pure Begeisterung an Technik und Forschung. Bakterien oder Sporen, deren Existenz und Überlebensfähigkeit in der lebensfeindlichen Stratosphäre bereits in früheren Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, sollen nach der Landung im Labor mit molekularbiologischen Methoden analysiert und in den so genannten „Tree of Life“ eingeordnet werden. Mit ihrem Experiment wollen die Studenten einen Beitrag zur Lösung der spannenden Frage leisten, ob die Mikroorganismen der Stratosphäre von der Erde oder aus dem All kommen.

Am Dienstagabend herrscht Anspannung im Konferenzraum. Das Ausharren der letzten Tage hat der anfangs sehr entspannten Stimmung den notwendigen Ernst für Luft- und Raumfahrtmissionen verliehen. Mikael Wertotak ist eine der ausschlaggebenden ESRANGE-Nornen; er verfolgt die Wind- und Wetterprognosen verschiedener meteorologischer Dienste und errechnet die möglichen Flugbahnen der nicht steuerbaren Ballone. Diese sollten nah an der schwedischen Grenze landen, möglichst nicht in finnischen Militärgelände und schon gar nicht in Russland. Heute hat er gute Neuigkeiten: Mittwoch ist der perfekte Starttag, so gut, dass Countdown-Chef Thomas Hedqvist gleich beide Missionen für den kommenden Tag ansetzt.

#### Der Countdown läuft

Tiefe Finsternis umhüllt ESRANGE, als Anne Theuerkauf gegen 4:30 Uhr die Kathedrale betritt. Mit ihrem Team checkt sie noch einmal Turawind und Turatemp durch, später muss sie den Batteriebetrieb einschalten. Auch die übrigen Gruppen legen letzte Hand an ihre Versuche an, die Missionskontrolle überprüft die Telemetriesysteme zur Gondel. Der Countdown läuft – noch vier Stunden bis zum Start. Als um 7 Uhr feststeht, dass alle Systeme einsatzbereit sind, wird BEXUS-6 erneut an HERKULES befestigt.

T–2 Stunden, die Fahrt auf das Startfeld beginnt. Langsam rollt HERKULES über die dunkelgraue Fläche, mit Sicherheitsabstand verfolgt von Flugingenieuren, Wissenschaftlern und Fernseh-Teams. Wenige hundert Meter von der Kathedrale entfernt kommt der Koloss zum Stehen. Über ein Seilsystem wird die Nutzlast mit dem Fallschirm verbunden, der später den Sinkflug abbremsen wird.



Die Teilnehmer an BEXUS-6 und BEXUS-7

The BEXUS-6 and BEXUS-7 participants

At the flight readiness review on Sunday evening, the students are informed that a low pressure area is drawing in over ESRANGE, bringing with it a lot of wind and light rain. Both of these hinder a launch, as rain prevents the balloon from being rolled out and too much wind means it cannot be filled and launched in a controlled manner. Things look even bleaker on Monday evening, with the meteorologists forecasting more rain and fog. That gives the teams a little bit more time to fine-tune their experiments, something for which the second German group in particular is very grateful. An interdisciplinary group made up of eight students from the universities of Braunschweig, Tübingen, Heidelberg, Munich, Mainz, Cambridge, and Barcelona; the team came together with the aim of detecting microorganisms in the upper atmosphere. Their approach employs electronic engineering skills, as well as those of biologists and physicists; the team even includes a technical designer. The DOLS (Diversity and Origin of Life in the Stratosphere) team was assembled through friendships and Internet forums, not to pursue a masters project or doctoral thesis, but simply out of pure enthusiasm for technology and research. After touchdown, the bacteria and spores, whose existence and ability to survive in the hostile environment of the stratosphere has already been demonstrated by previous experiments, will be analyzed in the laboratory using molecular biology techniques and then classified according to the Tree of Life. The students hope that their experiment will make a contribution towards solving the burning question of whether the microorganisms in the stratosphere come from Earth or from outer space.

On Tuesday evening, an air of tense anticipation reigns in the conference room. The waiting around of the last few days has lent some of the seriousness necessary for aerospace missions to what was initially a very relaxed mood. Mikael Wertotak is one of the indispensable ESRANGE Norns; he follows the wind and weather

forecasts from various meteorological services and calculates the possible flight paths that the unsteerable balloons might take. These should be as close as possible to the Swedish border regions, but wherever possible avoiding the military areas of Finland and missing Russia altogether. Today he has good news: Wednesday is the perfect launch day, so good in fact, that the man in charge of the countdown, Thomas Hedqvist, has scheduled both missions for the next day.

#### Counting down

Heavy darkness envelops ESRANGE as Anne Theuerkauf enters the Cathedral around 4:30 in the morning. With her team she checks over TURAWIND and TURATEMP once again; later she needs to switch on the battery. All the other groups are putting the final touches to their experiments as well, while mission control checks the telemetry systems to the gondola. The countdown is underway – four hours now to launch. At 7 o'clock it is clear that all systems are ready to go and BEXUS-6 is re-attached to HERCULES.

T minus 2 hours and the trip to the launch area starts. Slowly, HERCULES rolls over the dark gray range, followed at a safe distance by flight engineers, scientists, and television crews. The colossus comes to a halt a few hundred meters away from the Cathedral. A cable system is used to connect the payload to the parachute that will later slow its descent.

T minus 1 hour. The low sun has burnt off the last of the frost and is now quite dazzling. A small tractor chugs across to the launch zone; on its trailer a flat wooden packing case measuring a good square meter. It contains a valuable cargo – the first stratospheric balloon of the day. SSC's experts pull the silk-colored film out of its red plastic cocoon and lay the flimsy balloon out lengthways on a tarpaulin. Finally, it is connected behind the parachute to the rest of the system, which now measures a good 100 meters.

T minus 30 minutes. Shortly, dozens of truckloads of high-pressure helium will be inflated into the balloon. No experimenters, no journalists are allowed anywhere near the sky vessel as it comes to life. Using what looks like oversized hairdryers, the plastic envelope is filled with 10,000 cubic meters of gas, transforming it from an unidentifiable swirl into a majestic, elongated balloon. This process takes around ten minutes, the deafening hiss audible even on Radar Hill a kilometer away.

T minus 1 second. The balloon is filled. Thomas Hedqvist has stopped the countdown. The start will be delayed because the radio link has been lost with the Polish-Romanian experiment. The billing for this project was undoubtedly the most spectacular: The students from Warsaw and Bucharest had built a glider weighing 2.7 kilograms, which they planned to release from the balloon gondola from a height of 17 kilometers. During the subsequent descent, they hoped to test the controllability of the remote controlled flyer. Now it has to be removed from the BEXUS-6 mission. This leaves just the LowCOINS experiment from students at the University of Rome, which will trial new sensors for determining the orientation and location of the balloon, to accompany the Rostock experiment.

T–1 Stunde. Die niedrige Sonne hat den letzten Raureif geschmolzen und blendet. Über das Feld tuckert ein kleiner Traktor, auf dessen Anhänger eine flache Bretterkiste von gut einem mal einem Meter ruht. Sie trägt wertvolle Fracht: den ersten Stratosphärenballon des Tages. Die Experten von SSC ziehen die seidenfarbene Folie aus ihrem roten Plastik-Kokon und legen den hauchdünnen Ballon der Länge nach auf eine Plane. Im Anschluss wird er hinter dem Fallschirm mit dem Gesamtsystem verbunden, das nun gut 100 Meter misst.

T–30 Minuten. Gleich werden Dutzende von LKW-Ladungen Helium mit Hochdruck in den Ballon eingefüllt. Kein Experimentator, kein Journalist darf sich jetzt mehr in der Nähe des zum Leben erwachenden Himmelsgefährts aufhalten. Wie mit überdimensionierten Föns werden 10.000 Kubikmeter Gas in die Kunststoffhülle geblasen, die sich vom wabernden Etwas aufbäumt zu einem stattlichen, lang gestreckten Ballon. Gerade einmal zehn Minuten dauert dieser Vorgang. Das ohrenbetäubende Zischen ist bis hinauf auf den einen Kilometer entfernten Radar Hill zu vernehmen.

T–1 Sekunde. Der Ballon ist gefüllt. Thomas Hedqvist hat den Countdown angehalten. Der Start zögert sich hinaus, denn das polnisch-rumänische Experiment hat keine Funkverbindung mehr. Dabei sollte das Vorhaben das deutlich spektakulärste werden: Die Studenten aus Warschau und Bukarest hatten einen 2,7 Kilogramm schweren Gleiter gebaut, der aus 17 Kilometer Höhe von der Ballongondel ausgeklinkt werden sollte. Beim anschließenden Sinkflug wollten sie Steuer- und Kontrollierbarkeit eines ferngesteuerten Flugkörpers testen. Jetzt muss es von der Mission BEXUS-6 entfernt werden. Nun begleitet nur noch das Experiment LowCoins von Studenten der Universität Rom, das neue Sensoren zur Lage und Positionsbestimmung des Ballons erproben wird, die Rostocker Versuche.

„Ready for lift-off – the balloon has been released“. Der Ballon schwingt mit dem anhängenden Fallschirm über HERKULES hinweg – und verharrt. Jetzt muss die Nutzlast freigegeben werden, ohne dass sie wild hin- und herschaukelt. Die Flugingenieure warten, bis sich der Ballon stabilisiert hat. Um 9 Uhr entlassen sie BEXUS-6 in den Morgenhimmel, wo er bald in das Höhengrau eintaucht.

Am frühen Nachmittag stellt ESRANGE einen Wetterballon zur Verfügung, der den kürbisgroßen polnisch-rumänischen Gleiter um 13:15 Uhr doch noch startet, wenn auch nur auf 2,5 Kilometer Höhe. Die Stabilisierung eines trudelnden Fallkörpers ist komplizierter, als die Studenten sich das gewünscht hätten – unkontrolliert schlägt ihr Gefährt im borealen Wald nieder. Nomen est omen: Das Team hatte, wohl etwas selbstironisch, seinen Flugkörper auf den Namen ICARUS getauft.

Viel Zeit bleibt nicht, bis der Countdown für BEXUS-7 beginnt. Dessen Nutzlast-Gondel ist deutlich größer. Auch der Ballon wird mit 12.000 Kubikmetern mehr Volumen besitzen. Dies bedeutet, dass schwerere Experimente mit höherem Energiebedarf fliegen können.

Eine ähnliche Fragestellung wie DOLS verfolgt das Experiment Stratospheric Census einer internationalen Studentengruppe, die zusammen an der Universität Kiruna ihren Space Master absolviert. Das TimePix-Experiment von Studenten der Universität Prag absolviert einen Hybrid-Pixel-Detektor, um in Echtzeit kosmische Strahlung zu messen. Das AURORA Experiment der Universität Rom schließlich testet günstige Sensoren zur Bestimmung der physikalischen Atmosphärendaten. Außerdem verfügt es über ein Teleskop, das Bilder aus der hohen Atmosphäre von der Erde aufnehmen kann.

Um 15 Uhr ist auch BEXUS-7 starklar. Nach reibungslosem Countdown schwebt der Stratosphären-Ballon in den wolkenlosen, azurblauen Himmel. Elegant bewegt er sich zunächst wie eine gewaltige Himmelsqualle, doch je länger man seinen Aufstieg verfolgt, desto mehr kann man erahnen, dass er auf seiner Gipfelhöhe von 27 Kilometern aufgrund des abnehmenden Luftdrucks eine stattlich runde Figur abgeben wird. Die Studenten können das über eine Webcam an Bord von BEXUS beobachten. Im Kontrollzentrum selbst sieht man alle wichtigen Flugdaten: Windgeschwindigkeiten auf den unterschiedlichen Höhen, Fluggeschwindigkeit und den angepeilten Landeplatz.

#### Ein Ende mit Spannung

Zum Abendessen verkünden die Informationsbildschirme, dass BEXUS-6 in Finnland gefunden worden ist. Das Experiment Turatemp hat die Fluktuationen der Lufttemperatur anhand der Amplitudenschwankungen eines abgestrahlten Tonsignals gemessen. Dessen lautes Heulen hat das Bergungsteam zielsicher an den Landeplatz geführt – wo sie dem quälenden Geräusch durch Stromentzug als erstes ein Ende bereiteten. Doch gerade für Anne Theuerkauf und ihr Team ist dies eine wichtige Nachricht, denn die von Turawind/Turatemp gewonnenen Daten sind nicht per Telemetrie zur Bodenstation übermittelt worden.

Doch BEXUS-7 macht es noch einmal spannend: Der Ballon steuert im unauffhaltsamen Sinkflug direkt auf einen finnischen See zu. Doch Mikael Wertotak bleibt die Ruhe selbst, zu häufig schon hat

"Ready for lift-off – the balloon has been released." The balloon now swings away above HERCULES with the parachute attached – and stops. The payload must now be released without it rocking wildly to and fro. The flight engineers wait until the balloon has stabilized. At 9 o'clock, BEXUS-6 is released into the morning sky, where it soon becomes immersed in the grayness above.

Early in the afternoon, ESRANGE provides a weather balloon that allows the pumpkin-sized Polish-Romanian glider to be launched after all at 13:15, albeit from an altitude of only 2.5 kilometers. The stabilization of a spinning body as it falls proves more complicated than the students would have wished – their vehicle ends its journey plunging uncontrolledly into the boreal forest. Nomen est omen: with a certain sense of self-irony, the team had given their glider the name ICARUS.

There is not much time left until the countdown starts for BEXUS-7. The payload of the gondola is considerably greater in this case. The balloon itself also has more volume at 12,000 cubic meters. This allows heavier experiments with higher energy requirements to be flown.

Stratospheric Census is another experiment seeking to answer a question similar to DOLS and is provided by an international group of students who is completing the Space Master studies at the University of Kiruna. The TimePix experiment from students at the University of Prague uses a hybrid pixel detector to measure cosmic radiation in real time. Finally, the AURORA experiment from the University of Rom is designed to test cost-effective sensors for gathering physical data about the atmosphere. Also on board is a telescope that can record pictures of the Earth from the high atmosphere.

At 15:00, BEXUS-7 is also ready for lift-off. Following a hitch-free countdown, the stratospheric balloon floats off into the cloudless, azure blue sky. Rising elegantly like an enormous airborne jellyfish at first, the longer one follows its ascent, the easier it becomes to conceive that by the time it reaches maximum altitude of 27 kilometers it will have taken on a majestic, spherical figure due to the decreasing air pressure. The students can observe this via BEXUS's on-board webcam. In the control center itself, it is possible to see all the important flight data: wind speeds at various altitudes, flight speed, and the targeted landing area.

#### A suspenseful ending

During the evening meal, the information screens announce that BEXUS-6 had been found in Finland. The TURATEMP experiment involved emitted an acoustic signal and used the phase shift detected to measure fluctuations in air temperature. The loud howling of this signal led the recovery team straight to the landing site, where the first thing they did was kill the painful noise by disconnecting its power supply. For Anne Theuerkauf and her team this in itself is important news, as the data obtained by TURAWIND and TURATEMP was not transmitted to ground control via telemetry.

BEXUS-7, on the other hand, is making things interesting again: in an irreversible descent, the balloon is heading directly for a Finnish lake. Mikael Wertotak remains a vision of calm – he has been

er ähnliche Situationen erlebt: Einmal ist ein Flugkörper mitten auf einem Sportplatz gelandet, ein anderes Mal im Sperrgebiet des finnischen Militärs. Das DOLS-Team hingegen scherzt, dass sie bei einer Wasserlandung garantiert Myriaden von Mikroben aufspüren würden, leider nur wären diese allesamt schon bekannt. Ungewissheit begleitet das Ballon-Team in die wohlverdiente Nachtruhe.

Mit dem neuen Tageslicht wird BEXUS-7 am Donnerstagmorgen in Finnland gefunden: Die Nutzlast ist mit 72 Stundenkilometern in einem dichten Birkenwald niedergegangen – der Fallschirm allerdings landete nur wenige Meter entfernt in einem Fluss. In Kiruna schneit es seit dem frühen Morgen – der gestrige Doppelstart war eine gute Entscheidung gewesen. Bei der Launch-Party am Abend feiert das BEXUS-Team den Abschluss der erfolgreichen Kampagne. Eine spannende Exkursion an den Polarkreis klingt so entspannt aus, wie sie begonnen hatte. Viele der Teilnehmer werden sich bestimmt bei späteren Schwerelosigkeitsexperimenten – ob in Kiruna, im Bremer Fallturm oder bei einem Parabelflug – wiedersehen.

*Dr. Niklas Reinke ist verantwortlich für den PR-Bereich in der DLR Raumfahrt-Agentur*

involved in similar situations all too often before. Once, he had a landing in the middle of a sports field, another time it was a restricted military zone in Finland. Meanwhile, the DOLS team is joking that a water landing guarantees that they will detect a myriad of microbes, unfortunately all of them already known. Still in suspense, the balloon team retires for a well-earned night's rest.

At dawn on Thursday, BEXUS-7 is found in Finland. The payload has crashed down into a dense birch forest at 72 kilometers per hour, while the parachute landed just a few meters away in a river. In Kiruna it has been snowing since early morning – the decision to carry out a double launch yesterday has proved to be a good one. At the launch party that evening, the BEXUS team celebrates the conclusion of a successful campaign. An exciting excursion to the Arctic Circle ends with the same relaxed mood that it began. Many of the participants will certainly be seen again participating in further experiments in weightlessness – be they at Kiruna, the Bremen Drop Tower, or on a parabolic flight.

*Dr. Niklas Reinke is responsible for the PR unit of the DLR Space Agency*

#### Countdown einer BEXUS-Mission

<b>T – 3:30 h</b>	Entscheidung über den Flug
<b>T – 3:25 h</b>	Vorbereitung des Startplatzes Test des Startsignals und der Transponder
<b>T – 3:00 h</b>	Test der Telemetrie-Systeme Vorbereitung der BEXUS-Experimente
<b>T – 1:10 h</b>	Abschluss der Nutzlast-Tests Startfreigabe durch Experimentatoren
<b>T – 1:08 h</b>	Abschluss Test der Telemetrie-Systeme OK zur Ballon-Entfaltung Information an die Luftverkehrskontrolle
<b>T – 0:45 h</b>	Beginn der Ballon-Betankung
<b>T = 0:00 h</b>	Start Kontinuierliche Information der Luftverkehrskontrolle während des Flugs
<b>T + ~4:00 h</b>	Kommando zum Ausklinken der Nutzlast Später Bergung

#### Countdown to a BEXUS mission

<b>T – 3:30 h</b>	Flight decision meeting
<b>T – 3:25 h</b>	Launch site preparations Start beacon and transponder tests
<b>T – 3:00 h</b>	Telemetry system tests Preparation of BEXUS experiments
<b>T – 1:10 h</b>	BEXUS payload tests completed Go-ahead given by experimenters
<b>T – 1:08 h</b>	Telemetry tests completed OK given to unfold balloon Message to air traffic control
<b>T – 0:45 h</b>	Start of balloon inflation
<b>T = 0:00 h</b>	Lift-off Continuous information to relevant ATCs throughout the flight
<b>T + ~4:00 h</b>	Command given for payload cut-down Later Recovery

# Über die Sonnenpole

Rückblick auf die Mission ULYSSES

Von Prof. Dr. B. Heber, Dr. M. Bird, Dr. H. Krüger,  
Dr. N. Krupp, Dr. J. Woch und Dr. M. Gaida

Die europäisch-amerikanische Mission ULYSSES, eine der herausragenden Weltraummissionen der letzten 20 Jahre, geht ihrem Ende zu. ULYSSES erforschte unser Zentralgestirn sowie den interplanetaren Raum zwischen Sonne und Jupiter und lieferte bahnbrechende Erkenntnisse zum Verständnis unseres Sonnensystems. Zum ersten Mal in der Geschichte der Weltraumforschung verließ eine Raumsonde die Ekliptik – die Bahnebene der Planeten – und flog mehrmals über beide Pole der Sonne. Zugleich sendete die Sonde fast 18 Jahre lang, über mehr als eineinhalb Sonnenfleckenzyklen hinweg, kontinuierlich Daten zur Erde.

## Von der Idee zur Umsetzung

Ende der sechziger Jahre kam nach den erfolgreichen Starts der Sonden Pioneer 6 bis 9 der Wunsch auf, Raumsonden auf Bahnen zu schicken, die in Gebiete ober- und unterhalb der Ekliptik führen sollten. Nachdem es den beiden deutsch-amerikanischen Sonnensonden Helios 1 und 2 in den siebziger Jahren gelungen war, Messungen in heliographischer Sonnenbreite bis  $\pm 7$  Grad durchzuführen, waren die Sonnenforscher neugierig, wie die Messdaten wohl in höheren Sonnenbreiten bis hin zu den Polen aussehen würden.

Im Jahre 1977 wurde die Mission unter dem Namen „International Solar Polar Mission“ spruchreif. Das Projekt bestand zunächst aus zwei Raumsonden, je eine der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der US-Weltraumbehörde NASA. Sie sollten parallel gestartet werden und gleichzeitig über Nord- und Südpol der Sonne fliegen. Letztlich blieb von diesem Plan nur eine europäische Raumsonde namens „ULYSSES“ übrig, die einem Vorschlag von Bruno Bertotti von der Universität Pavia zufolge nach dem griechischen Held aus Dantes „Inferno“ benannt wurde. In seinem Werk beschreibt Dante, wie ULYSSES die unbewohnten Gebiete jenseits der Sonne bereiste.

# Over the Poles of the SUN

Looking back at the ULYSSES Mission

By Prof. Dr. B. Heber, Dr. M. Bird, Dr. H. Krüger,  
Dr. N. Krupp, Dr. J. Woch, and Dr. Manfred Gaida

The European-American mission ULYSSES, one of the most enduring space missions of the last twenty years, is coming to an end. The project, devoted to the study of our central star and the interplanetary space between the Sun and Jupiter, yielded groundbreaking insights to our understanding of the solar system. Unique in the history of space research, ULYSSES was the first space probe to leave the orbital plane of the planets, the ecliptic, and fly repeatedly over both of the solar poles. During its journey, the probe sent back continuous data for almost 18 years, a period of more than one and a half solar cycles.

## From Conception to Launch

Following the successful launches of the probes Pioneer 6 through 9 at the end of the sixties, initial suggestions were made to send space probes into orbits that would take them into areas above and below the ecliptic. When the two German-American solar probes Helios 1 and 2 were successful in taking measurements at heliocentric solar latitudes up to  $\pm 7$  degrees, scientists became very curious what the measurements would look like at high solar latitudes, even up to the poles.

Such a mission received official backing in 1977 under the name „International Solar Polar Mission.“ The project originally comprised two space probes: one to be supplied by the European Space Agency, ESA, and one by the US space administration NASA. It was intended that these would be launched in parallel and fly simultaneously over the north and south poles of the Sun. Ultimately, only the European probe survived the planning stages and, following a suggestion by Bruno Bertotti from the University of Pavia, was renamed „ULYSSES“ for the Greek hero of Dante’s „Inferno“, who journeyed to the uninhabited lands on the far side of the Sun.

Der ursprüngliche Plan, die europäischen Experimente auf der NASA-Sonde unterzubringen und umgekehrt, führte nach der Reduzierung dazu, dass die europäischen Experimentatoren nun keine Basis mehr für ihre Versuche hatten. Daher wurden die europäischen Wissenschaftler in die US-Teams integriert und die wissenschaftlichen Daten gemeinsam ausgewertet – eine Lösung, die sich als sehr tragfähig erwies. Die NASA stellte im Gegenzug ein Space Shuttle für den Start, die großen Kommunikationsantennen des „Deep Space Network“ DSN und die Radioisotopenbatterie für die Stromversorgung bereit.

Aufgrund seiner innovativen Technik und seiner wissenschaftlichen Bedeutung wurde aus Europa allein das „Interstellare Neutralgas Experiment“ übernommen. Das führte zu der brisanten Situation, dass ein Instrument in nur vier Monaten völlig neu konzipiert, konstruiert und in das Ingenieur-Modell der Raumsonde eingebaut werden musste. Diese Aufgabe stemmte ein 14-köpfiges Team aus Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern am damaligen Max-Planck-Institut für Aeronomie in einem überragenden Kraftakt.

Der tragische Verlust des US-Space Shuttles Challenger machte den Starttermin 1986 zunichte. Es dauerte weitere vier Jahre, bis ULYSSES endlich, am 6. Oktober 1990, von Cape Canaveral an Bord des Space Shuttles Discovery starten konnte. Nachdem ULYSSES die Ladebucht des Shuttles verlassen hatte, wurde die Sonde mit Hilfe einer Raketenoberstufe auf eine Geschwindigkeit von 147.600 Stundenkilometern relativ zur Sonne beschleunigt. Damit war sie bis dato das schnellste Raumfahrzeug, das je die Erde verließ. An Bord: elf Experimente zur Messung von Sonnenwind, energiereichen geladenen Teilchen, Magnetfeldern, Radio- und Plasmawellen, Staub, Röntgenstrahlung und Gravitationswellen.

## Deutschland an sieben Experimenten beteiligt

Die Bundesrepublik hat einen großen Anteil an ULYSSES: Der Raumflugkörper wurde im Auftrag der ESA bei der damaligen Firma Dornier Satellitensysteme GmbH (heute Astrium GmbH) als Hauptauftragnehmer und Koordinator eines Firmenkonsortiums aus elf europäischen Ländern und den USA entwickelt. Wissenschaftlich beteiligten sich deutsche Forschungseinrichtungen an folgenden Instrumenten:

- Staubdetektor DUST (Max-Planck-Institut für Kernphysik, DLR Berlin-Adlershof)
- Teilchenspektrometer EPAC/GAS und SWICS (Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung MPS und Technische Universität Braunschweig)
- Sonnenwind- und Plasma-Experiment SWOOPS (MPS)
- Coronal Sounding Experiment SCE (Universitäten Bonn, Köln und Bochum)
- Experiment für solare Röntgenstrahlung und Gammastrahlen-Ausbrüche GRB (Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik)
- Elektronenspektrometer KET (Universität Kiel)

Deren jeweilige Realisierung gelang mit finanzieller Förderung der Bundesregierung durch die Raumfahrt-Agentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt und durch die Max-Planck-Gesellschaft.

The original plan was to accommodate the European experiments on the NASA probe and vice versa. As a result of cutbacks, however, the European experimenters no longer had a base on which to build their instruments. Many European scientists were thus integrated into the US teams so that the scientific data could be evaluated collaboratively – a solution which proved very workable in the end. In return, NASA provided a Space Shuttle for the launch, the large communications antennas of the „Deep Space Network“ (DSN), and the radioisotopic thermal generator for the power supply.

The „Interstellar Neutral Gas Experiment“, on the basis of its innovative technology and scientific significance, was the only European investigation to be carried over from the NASA to the ESA probe. This led to the delicate situation where an instrument had to be completely redesigned, built, and installed into the engineering model of the probe in a period of just four months. Pulling off this feat demanded a remarkable effort from the team of 14 scientists, engineers, and technicians at the former Max Planck Institute for Aeronomy.

The tragic loss of the US Space Shuttle Challenger resulted in cancellation of the nominal launch date in May 1986. It took another four years until ULYSSES finally took off from Cape Canaveral on board the Space Shuttle Discovery on October 6, 1990. After leaving the shuttle’s payload bay, ULYSSES was accelerated to a speed of 147,600 kilometers per hour relative to the Sun with the aid of an Inertial Upper Stage booster. This was thus the fastest spacecraft ever to have left the Earth up to that date. On board were eleven experiments to measure the solar wind, high-energy charged particles, magnetic fields, radio and plasma waves, interplanetary dust, X-ray radiation, and gravitational waves.

## Germany Involved in Seven Experiments

The Federal Republic of Germany has had a significant role in the ULYSSES project. The spacecraft itself was developed on behalf of ESA by the former Dornier Satellite Systems GmbH (now Astrium GmbH), which acted as the main contractor and coordinated a consortium of companies from eleven European countries and the USA. On the scientific side of the project, German research institutions were involved in the following instruments:

- Dust detector, DUST (Max Planck Institute for Nuclear Physics, DLR Berlin-Adlershof)
- Particle spectrometers, EPAC/GAS and SWICS (Max Planck Institute for Solar System Research MPS, Technical University of Braunschweig)
- Sun and plasma experiment, SWOOPS (MPS)
- Coronal Sounding Experiment, SCE (Universities of Bonn, Cologne, and Bochum)
- Experiment for solar X-ray and gamma ray bursts, GRB (Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics)
- Electron spectrometer, KET (University of Kiel)

The implementation of these projects was made possible with financial support from the Federal Government, administered by the Space Agency of Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt and the Max Planck Society.

### Der Jupiter-Vorbeiflug

Auf ihrem Weg Richtung Sonne führte ULYSSES in 670 Millionen Kilometer Entfernung von der Erde ein so genanntes Flyby-Manöver am Jupiter aus. Hierbei führte die Sonde auch wissenschaftliche Messungen durch. Dieser Datensatz ist bis heute einzigartig, denn die Bahn der Sonde führte durch die Abendseite der Magnetosphäre bis hinab auf 45 Grad südlicher Breite. Keine andere Raumsonde flog bisher durch diese Regionen. Als wichtigste Ergebnisse konnten die Forscher den Umfang der äquatorialen Plasmaschicht aus Ionen und Elektronen bestimmen, die feldlinienparallele Stromsysteme in der Jupiter-Magnetosphäre messen und den ersten Nachweis über die Verteilung von Sauerstoff und Schwefel in der Jupiterumgebung einschließlich ihrer Ladungszustände führen.

ULYSSES durchflog die Magnetosphäre des Gasriesen Jupiter in zwölf Tagen mit einer Geschwindigkeit von etwa 45.000 Kilometern pro Stunde. Dabei wurde die Anziehungskraft des Planeten genutzt, um die Bahn der Raumsonde und ihre Neigung zu verändern. Sodann gelang es ULYSSES, die Bahnebene der Planeten zu verlassen. Von nun an war sie auf einer polaren Bahn um die Sonne unterwegs. Bei einer Umlaufzeit von etwa 6,5 Jahren sollte sie eine maximale solare Breite von etwa 80 Grad erreichen.

### Bestimmung des interstellaren Neutralgases

Mit Hilfe des am MPS entwickelten GAS-Instruments auf ULYSSES konnten erstmals die Eigenschaften des interstellaren neutralen Heliums bestimmt werden. Das bisher einzige Instrument dieser Art geht zurück auf Dr. Helmut Rosenbauer, der bis zum Jahre 2004 Institutsdirektor am MPS war. Mit Hilfe des Experimentes wiesen die Forscher nach, dass unser Sonnensystem mit etwa 26 Kilometern pro Sekunde durch die interstellare Materie rast. Diese ist etwa 6.100 Grad Celsius heiß und mit nur 0,014 Teilchen pro Kubikzentimeter extrem dünn.

### The Jupiter Fly-by

En route to the poles of the Sun, ULYSSES executed a fly-by of Jupiter at a distance of 670 million kilometers from the Earth, conducting scientific measurements in the process. This data set represents a unique record to this day, since the path of the probe passed through the evening side of the magnetosphere reaching latitudes higher than 45 degrees. No other space probe has flown through this region up to the present day. The most important results were the determination of the extent of the equatorial ion and electron plasma layer, the measurement of field-parallel electric current systems in the Jovian magnetosphere, and the first evidence of the distribution of the various charge states of oxygen and sulfur in Jupiter's environment.

ULYSSES took twelve days to fly through the magnetosphere of Jupiter, travelling at a speed of around 45,000 kilometers per hour. During this time, the gravitational pull of the planet was used to change the trajectory of the space probe to a high inclination orbit, sending it out of the orbital plane of the planets towards the solar south pole. With an orbital period of approximately 6.5 years, it was able to reach a maximum solar latitude of around 80 degrees.

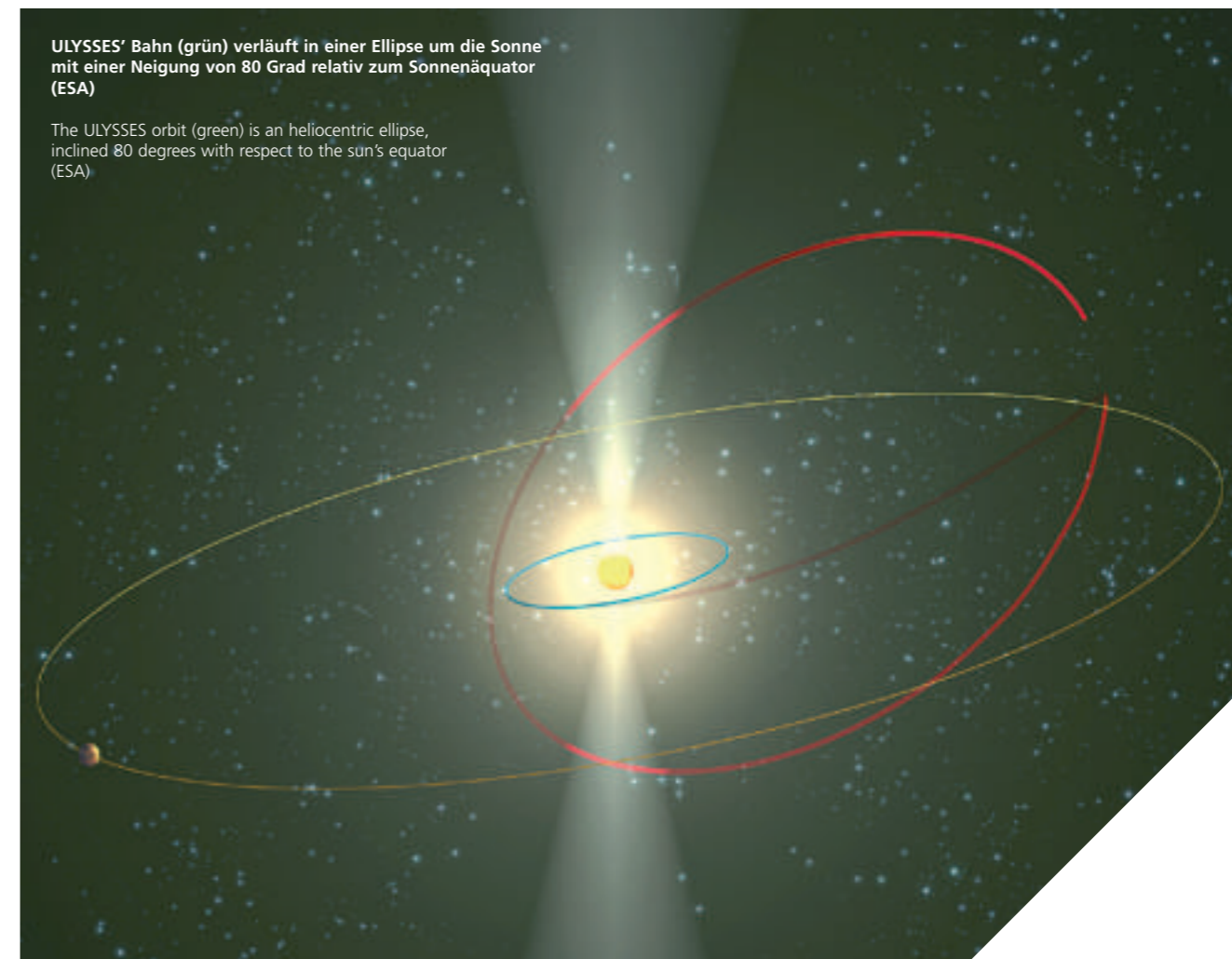
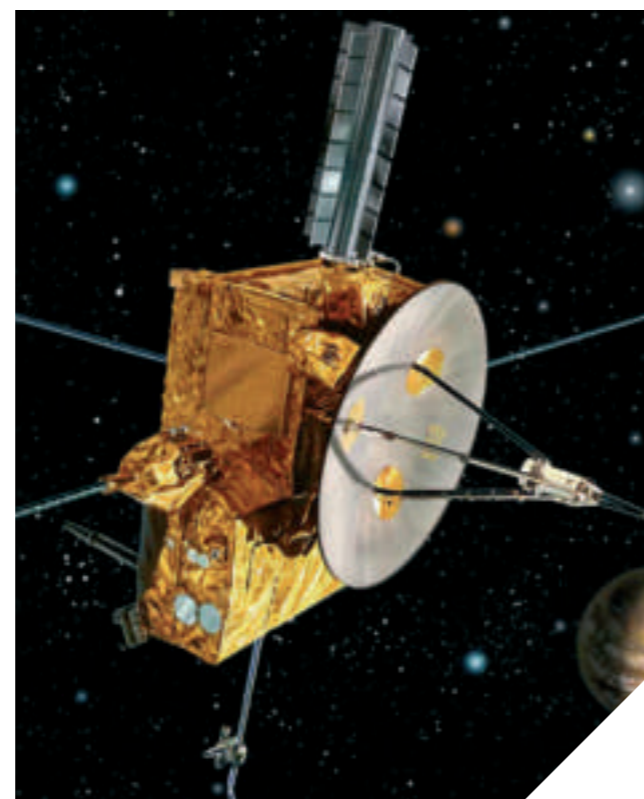
### Characterization of the Interstellar Neutral Gas

Using the GAS instrument on ULYSSES developed by the MPS, it was possible for the first time to determine the physical properties of interstellar neutral helium. As the only instrument of its kind at the time, the device was based on an idea from Dr. Helmut Rosenbauer, who served as MPS director until 2004. Measurements from the instrument verified that the interstellar medium flows past our solar system at a speed of about 26 kilometers per second, is heated to about 6,100 degrees Celsius and, with just 0.014 particles per cubic centimeter, is extremely dilute.



ULYSSES' Jupiter-Vorbeiflug  
(beide Bilder, ESA)

ULYSSES' Jupiter fly-by  
(both pictures, ESA)



ULYSSES' Bahn (grün) verläuft in einer Ellipse um die Sonne mit einer Neigung von 80 Grad relativ zum Sonnenäquator (ESA)

The ULYSSES orbit (green) is an heliocentric ellipse, inclined 80 degrees with respect to the sun's equator (ESA)

### Im Zentrum der Beobachtung: der Sonnenfleckenzyklus

Eine markante Erscheinung der Sonnenoberfläche sind die dunklen Sonnenflecken. Ihre Zahl schwankt mit einer etwa elfjährigen Periode, dem Sonnenfleckenzyklus. Mittelgroße Flecken sind bereits so groß wie der Erddurchmesser. Über der für das bloße Auge sichtbaren Photosphäre liegen weitere Schichten der Sonnenatmosphäre. Deren äußerste Schicht, die Korona, ist bei totalen Sonnenfinsternissen eindrucksvoll zu beobachten. In der Korona erkennt man mit speziellen Filtern eine überraschende Vielfalt an Strukturen und dynamischen Vorgängen, etwa Materiegasströme und die spektakulären Entladungen magnetischer Feldenergie (Flares), die mit dem Sonnenfleckenzyklus variieren. Außerdem entsteht hier der Sonnenwind. Dieser beeinflusst selbst Vorgänge auf der Erde in erheblichem Ausmaß. So kann er im schlimmsten Fall Stromausfälle verursachen und die Schiffs- und Flugzeugnavigation beeinträchtigen.

ULYSSES untersuchte 18 Jahre lang die Felder und Teilchenpopulationen des inneren Sonnensystems zu unterschiedlichen Zeiten des Fleckenzyklus und in verschiedenen Abständen und Breiten relativ zur Sonne. Zugleich war ULYSSES Teil eines Raumsonden-netzes, bestehend aus erdumkreisenden Satelliten sowie den interplanetaren Raumsonden Pioneer 10 und 11, Voyager 1 und 2, Galileo und Cassini, die unser Sonnensystem bis hin zu seinem Rand gleichzeitig untersuchen.

### At the Center of Study: the Sunspot Cycle

Sunspots are prominent phenomena on the surface of the Sun's. The frequency of sunspot occurrence fluctuates over roughly an eleven-year period: the sunspot cycle. Even a medium-sized sunspot has a diameter comparable to the size of the Earth. The Sun's atmosphere consists of additional layers that lie above the visible disk, the photosphere. The outermost layer, the corona, can be viewed from Earth only during a total solar eclipse. Using special filters, it is possible to detect an astonishing variety of structures and dynamic events in the corona such as streams of gaseous material and spectacular discharges of magnetic field energy known as flares, which vary with the sunspot cycle. Moreover, the corona also constitutes the source of the outward flowing solar wind, thereby potentially capable of affecting processes here on Earth. Under the worst conditions, for example, the solar wind can cause power outages and interfere with maritime and aviation navigation.

ULYSSES spent 18 years investigating the fields and particle populations of the inner solar system at different phases of the sunspot cycle and at varying distances and latitudes relative to the Sun. Together with numerous geocentric satellites and the interplanetary space probes Pioneer 10 and 11, Voyager 1 and 2, Galileo and Cassini, ULYSSES was also part of a space probe network spread across our planetary system. This network was able to examine many parts of our solar system simultaneously, right out to its outermost reaches.

**Schnelle Staubpartikel in Jupiternähe**

Beim ersten Jupitervorbeiflug im Jahr 1992 wurden mit dem Staubdetektor DUST völlig unerwartet Ströme von Staubteilchen entdeckt, die aus der Umgebung des Riesenplaneten stammten. Insgesamt konnte man elf Staubströme innerhalb von etwa anderthalb Astronomischen Einheiten um Jupiter herum nachweisen. Besonders auffällig waren starke zeitliche Schwankungen der Staubeinschlagraten mit Perioden von etwa 28 Tagen, die offenbar mit der Rotation der Sonne zusammenhingen. Die Teilchen waren nur etwa zehn Nanometer groß, und ihre Flugbahnen wurden erheblich vom interplanetaren Magnetfeld beeinflusst. Mit einer Geschwindigkeit von mehr als 300 Kilometern pro Sekunde sind sie nach den Teilchen des Sonnenwindes die schnellsten Partikel im Sonnensystem. Die Weltraumforscher wiesen nach, dass die Partikel aus den Vulkanfontänen des Jupitermondes Io stammen. Zudem stellten sie 2004 fest, dass die Einschlagrichtungen der Teilchen mit Polarität und Stärke des interplanetaren Magnetfeldes in Beziehung stehen. Außerdem bestätigten sie, dass die Entstehung der Ströme durch das Auftreten von koronalen Massenauswürfen auf der Sonne und eine damit verbundene Stauchung des interplanetaren Magnetfeldes ausgelöst wird.

**Fast-moving Dust Particles near Jupiter**

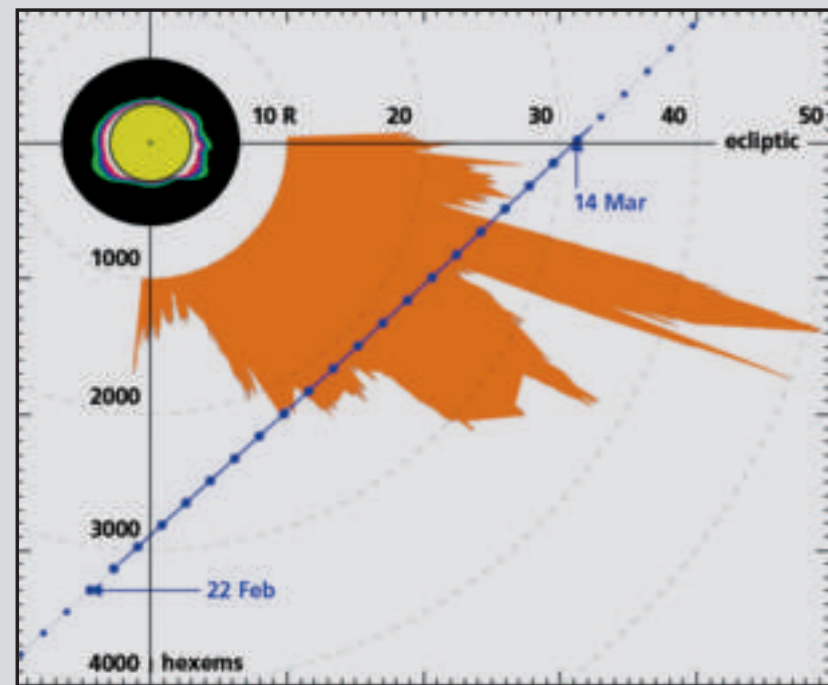
During the first Jupiter fly-by in 1992, the dust detector from the Max Planck Institute for Nuclear Physics detected completely unexpected streams of tiny dust particles originating from the vicinity of the giant planet. In total, eleven dust streams were measured within approximately one and a half astronomical units of Jupiter. Particularly noticeable were the strong cyclical fluctuations in the dust impact rates at periods of around 28 days, which were obviously tied to the rotational speed of the Sun. The particles were only about ten nanometers in size and their trajectories were controlled to a large degree by the interplanetary magnetic field. With a speed of more than 300 kilometers per second, they are the fastest dust particles in the Solar System. The DUST experiment team proved that the particles must have their source in the volcanic fountains of the Jovian moon Io. In 2004 they demonstrated that the direction of impact of the particles was related to the polarity and strength of the interplanetary magnetic field. Finally, the experts confirmed that the creation of the streams was triggered by compression of the interplanetary magnetic field caused by the occurrence of coronal mass ejections on the Sun.

**SCE misst koronale Elektronendichte**

Das Solar-Corona-Experiment (SCE) wurde anhand der Radio-Sondierungs-Experimente auf früheren interplanetaren Raumsonden entwickelt. Wie bei den meisten seiner Vorgänger hatte das ULYSSES-SCE keine eigens hierfür geschaffene Ausrüstung, sondern verwendete das bereits vorhandene Radiosystem an Bord als kostengünstige Erweiterung der wissenschaftlichen Nutzlast. Das Experiment wurde vorwiegend für die Zeit vorgesehen, als die Funkverbindungen zwischen ULYSSES und Erde unerforschte Gebiete der Sonnenkorona durchdrangen. Während zweier Sonnenverfinsterungen (August bis September 1991; Februar bis März 1995) konnten radiowissenschaftliche Daten aufgenommen und ausgewertet werden. Bei der außergewöhnlichen Konstellation im Jahr 1995 bewegte sich der Radiosender auf der Raumsonde scheinbar diagonal hinter die Sonne durch den südwestlichen Quadranten der Sonnenkorona. Dabei konnten die Forscher bei nahezu konstantem Sonnenabstand alle Sonnenbreiten vom Südpol bis zum Sonnenäquator abtasten.

**SCE Measures Coronal Electron Density**

The design of the Solar Corona Experiment (SCE) carried by ULYSSES was based on the radio sounding experiments carried on earlier interplanetary space probes. As with the majority of its predecessors, the ULYSSES SCE did not have dedicated custom-designed equipment, but rather utilized the already available on-board radio system as a cost-effective extension to the scientific payload. SCE was intended mainly for those times during the mission when the radio communication links between ULYSSES and Earth passed through otherwise inaccessible regions of the solar corona. Radio-science data were collected and evaluated from two solar occultations (August to September 1991; February to March 1995). During the unusual constellation that occurred in 1995, the radio transmitter on the ULYSSES space probe appeared to move diagonally behind the Sun through the southwest quadrant of the solar corona. This was the first time that scientists could record such data at a practically constant distance from the Sun for all solar latitudes between the south pole and the solar equator.



**SCE-Messungen der Elektronensäulendichte während der Sonnenkonjunktion der ULYSSES-Raumsonde 1995.** Das Bild zeigt die Geometrie der Sonnenverfinsterung von der Erde aus gesehen. Die Punkte entlang der Diagonale geben die Position von ULYSSES jeden Tag um 0 Uhr an. Das Radiosignal von ULYSSES war der Sonne am 4. März 1995 mit 21,4 Sonnenradien am nächsten

The SCE measurements of the electron column density during the solar conjunctions of the ULYSSES probe in 1995. The diagram shows the geometry of the occultation as viewed from the Earth. The points along the diagonal line show the ULYSSES position at 00:00 h every day. The ULYSSES radio signal reached its minimum distance to the Sun – 21.4 solar radii – on March 4, 1995

**Ausbreitung der kosmischen Strahlung: Messungen des KET-Teleskopes**

**Propagation of Cosmic Rays – Measurements from the KET Telescope**

Die kosmische Strahlung ist eine hochenergetische Teilchenstrahlung, die sich aus verschiedenen Bestandteilen zusammensetzt. Sie fällt nahezu richtungsunabhängig und zeitlich konstant von außen, aus den Tiefen des Weltraums, auf die Heliosphäre ein. Die Heliosphäre ist eine gewaltige, birnenförmige Blase um unser Planetensystem herum, in der die interstellare Materie vom Sonnenwind verdrängt wird. Doch ein Teil der kosmischen Strahlung hat seinen Ursprung auch innerhalb unseres Sonnensystems. Mit dem KET-Teleskop konnten die Sonnenforscher nachweisen, dass zu Zeiten starker Sonnenaktivitäten in den Jahren 1990 bis 1992 und 1999 bis 2005 die von der Sonne selbst ausgehende Protonenstrahlung stieg.

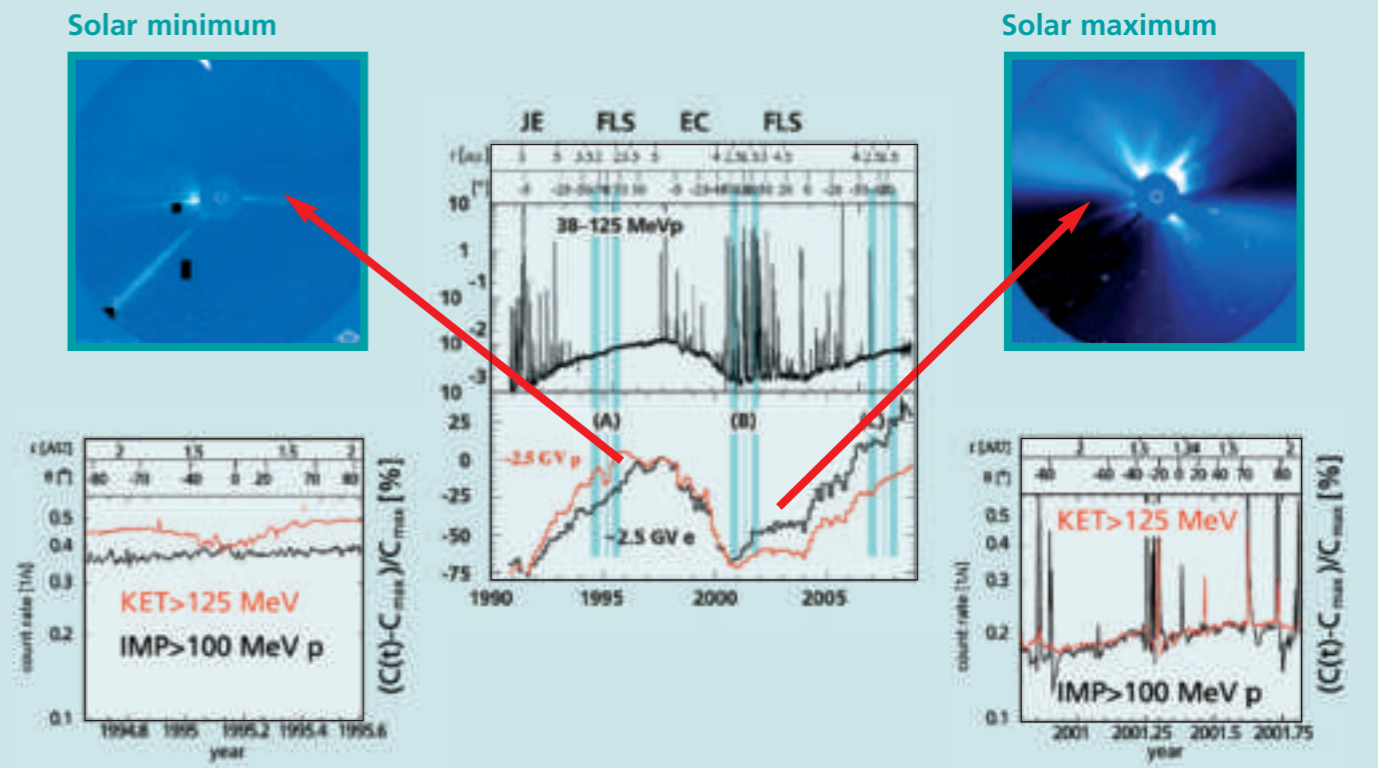
Cosmic rays are high-energy particles composed of various atomic species and charge states that enter the heliosphere in practically every direction from the depths of space at an essentially constant rate over time. The heliosphere is an enormous pear-shaped bubble surrounding our planetary system, where the interstellar material is displaced by the solar wind. Some of the cosmic rays, however, originate from within our solar system. The KET telescope team was able to prove that protons emanating from the Sun increased at times of high solar activity during the years from 1990 to 1992 and 1999 to 2005.

Um dies zu bestätigen, haben Wissenschaftler während des solaren Maximums in den Jahren 2000 und 2001 sowohl mit ULYSSES als auch mit dem erdnahen Satelliten IMP-8 die Stärke dieser Strahlung gemessen. Die Aufnahmen mit verschiedenen Blickwinkeln auf die Sonne ließen die Forscher staunen, denn sie waren im Ergebnis sehr ähnlich. Die Wissenschaftler schlossen daraus, dass zu Zeiten hoher Sonnenaktivitäten die innere Heliosphäre bis zur Jupiterbahn gleichmäßig mit solaren Teilchen aufgefüllt wird, die anschließend langsam aus diesem Bereich entweicht.

In order to confirm this, scientists used both ULYSSES and the near-Earth IMP-8 satellite to measure the cosmic ray flux during the solar maximum in 2000 and 2001. The data acquired from these different positions relative to the Sun were unexpectedly very similar. The scientists concluded from this that the inner heliosphere out to Jupiter's orbit is filled uniformly with solar particles at times of high solar activity, which then slowly dissipate from that region.

In Zeiten geringer Sonnenaktivität konnten die Forscher mit Hilfe des KET-Teleskops hingegen bestätigen, dass die kosmische Strahlung an den Sonnenpolen stärker ist als nahe der Erde oder generell entlang der Ekliptik. Allerdings maß ULYSSES nur deutlich niedrigere Strahlungszunahmen an den Sonnenpolen, als dies theoretische Überlegungen bis dahin vorhergesagt hatten.

In contrast, the KET telescope team was able to establish that the cosmic ray intensity was stronger at the Sun's poles than it is near the Earth or elsewhere on the ecliptic at times of low solar activity. Nonetheless, the cosmic ray increase measured by ULYSSES at the solar poles was significantly lower than predicted by theoretical calculations.



**Zeitverlauf der kosmischen Strahlung mit unterschiedlichen Energien: im oberen Teil Protonen zwischen 38 und 125 Mega-Elektronenvolt, im unteren Teil Protonen (rote Kurve) und Elektronen (schwarze Kurve) mit einer mittleren Energie von zwei Giga-Elektronenvolt (Heber/Potgieter)**

Time elapsed of cosmic radiation with different energy levels: on top proton between 38 and 125 mega-electron volt, on the bottom proton (red curve) and electron (black curve) with an average energy level of two giga-electron volt (Heber/Potgieter)

### Treibstoffressourcen gehen zur Neige

Treibstoff- und Energiereserven sind kritische Faktoren bei jeder Welt- raummission. Auch bei ULYSSES hat man sich früh dafür entschieden, die Reserven so lange wie möglich zu schonen. Daher wurde ein Szenario entwickelt, um zum einen die Raumsonde und ihre wissenschaftliche Nutzlast nicht einfrieren zu lassen, zum anderen alle nicht unbedingt notwendigen Verbraucher an Bord abzuschalten.

Das bedeutete auch, dass Tausende von Kommandos an die Raumsonde geschickt werden mussten, die in ausgeklügelten Sequenzen an die Raumsonde übermittelt wurden. Zusätzlich musste darauf geachtet werden, dass nicht alle Instrumente auf einer Seite der Raumsonde ausgeschaltet wurden, da die eingebauten Heizelemente der Instrumente auch die Hydrazin-Treibstoffleitungen warm hielten. Man folgte dem so genannten „Power sharing“-Szenario, wobei die maximale Ausbeute der wissenschaftlichen Daten im Vordergrund stand. Untereinander tauschten die Wissenschaftler Ein- und Ausschaltzeiten ihrer Instrumente aus, falls dies seitens der Raumsonde möglich war.

Um zu vermeiden, dass Hydrazin einfriert, schaltete man Anfang 2008 die Energieversorgung des X-Band-Senders ab. Als man ihn zwecks Datenübertragung wieder in Betrieb nehmen wollte, blieb er stumm. Zugleich stellte man fest, dass das Hydrazin nicht erwärmt war. Dies wies auf einen endgültigen Ausfall des Schaltsystems zur Stromversorgung hin. Ohne eine funktionierende Lageregelung wird die Sonde nach und nach den Funkkontakt zur Erde verlieren.

### Meilensteine der Mission ULYSSES

#### 6. Oktober 1990

Start an Bord des Space Shuttles Discovery (Mission STS-41)

#### 8. Februar 1992

Vorbeiflug am Planeten Jupiter in einer Entfernung von Größenordnung (Länge) 450.000 Kilometern

#### 1992 bis 1998

Erster Umlauf um die Sonne, Südpolüberflug 1994, Nordpolüberflug 1995

#### 1998 bis 2003

Zweiter Umlauf um die Sonne Südpolüberflug 2000, Nordpolüberflug 2001

#### 4. Februar 2004

Zweiter Jupiter-Vorbeiflug in 120.241.000 Kilometern Abstand Finanzierung der Mission wird bis März 2008 verlängert

#### November 2007

Mission wird um ein weiteres Jahr bis März 2009 verlängert

#### Februar 2008

Mission nähert sich dem Ende. Treibstoffleitungen werden zu einem unbestimmten Zeitpunkt einfrieren

#### 12. Juni 2008

ESA und NASA geben bekannt, dass die Mission offiziell am 1. Juli 2008 enden sollte

#### 6. August 2008

Die Mission wird vorläufig fortgesetzt, da das Hydrazin noch nicht gefroren ist

### Fuel Resources Run Low

Fuel and energy reserves on space probes are critical factors for any space mission. ULYSSES was no exception and a decision was taken early on to conserve the reserves for as long as possible. A strategy was developed that prevented the probe and its scientific payload from freezing up, while still allowing non-critical consumers to be switched off.

Activating and deactivating the instruments required the design of sophisticated sequences to transmit the thousands of commands to the space probe. Furthermore, care had to be taken not to switch off all instruments on one side of the probe, because the integrated heating elements for the instruments were needed to keep the hydrazine fuel lines warm. This necessitated construction of a power sharing scheme that was designed to maximize the scientific yield. One strategy was for the scientists to alternate the on and off times for their instruments while still meeting the overall probe resource allocations.

To prevent the hydrazine from freezing, the x-band transmitter's energy supply was cut off at the beginning of 2008. When mission control tried to put it back into operation in order to send data, the transmitter remained silent. At the same time, scientists realized that the hydrazine had not been warmed up – an indication for an irreversible failure of the power supply switching system. Without a functioning position control, the probe will gradually lose its contact to Earth.

### Mission Milestones

#### October 6, 1990

Launch on board Space Shuttle Discovery Space Shuttle Discovery (Mission STS-41)

#### February 8, 1992

Jupiter fly-by at a distance of 450,000 kilometers

#### 1992 to 1998

First circumnavigation of the Sun: over the south pole in 1994, over the north pole in 1995

#### 1998 to 2003

Second circumnavigation of the Sun: over the south pole in 2000, over the north pole in 2001

#### February 4, 2004

Second Jupiter fly-by at a distance of 120,241,000 kilometers; Financing for mission extended to March 2008

#### November 2007

Mission extended by a further year to March 2009

#### February 2008

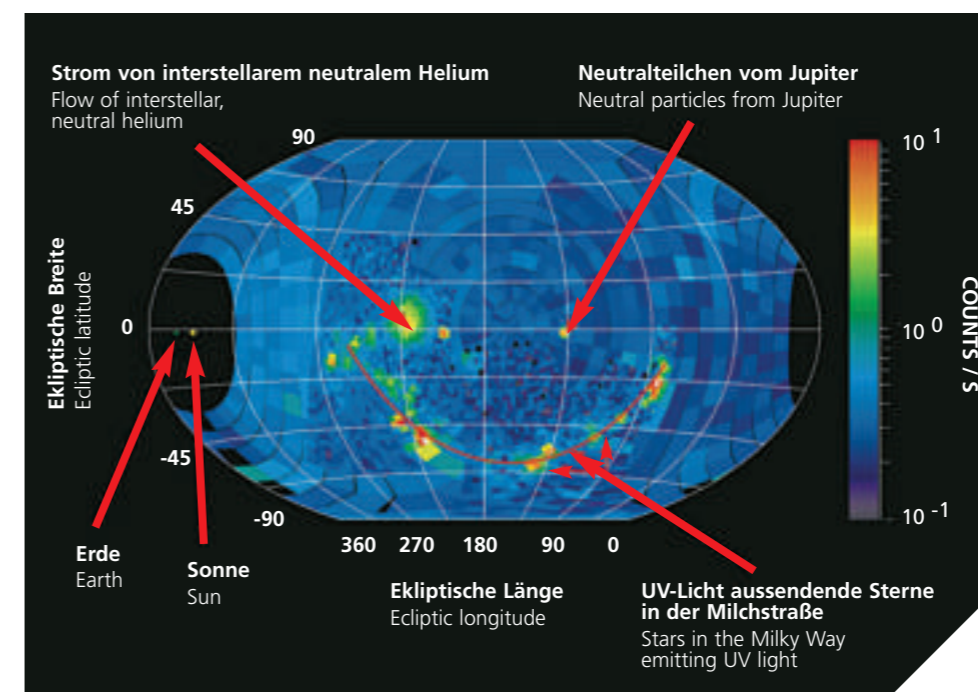
Mission nears completion: Fuel lines will eventually freeze, but the exact time of this event cannot be determined

#### June 12, 2008

ESA and NASA announce that the mission is likely to officially end on July 1, 2008

#### August 6, 2008

Mission temporarily extended, as hydrazine not yet frozen



Das Bild zeigt die Himmelskugel, wie sie das GAS-Instrument auf der Raumsonde ULYSSES sieht. Man erkennt die anströmenden interstellaren Heliumatome, den eng gebündelten Strom der Jupiter-Neutralteilchen und das UV-Licht stellarer Objekte entlang der Milchstraße. Diese Messungen ergaben Temperatur und Dichte des interstellaren Gases sowie die Richtung, mit der sich unser Sonnensystem durch den interstellaren Raum bewegt (MPS)

The illustration shows the celestial sphere as seen by the GAS instrument on the ULYSSES space probe. It is possible to see the incoming flow of interstellar helium atoms, the tightly packed stream of neutral particles from Jupiter, and the UV light from stars stretching along the Milky Way. These measurements were used to derive the temperature and density of the interstellar gas as well as to establish the speed and direction in which our solar system is moving through interstellar space (MPS)

ULYSSES' Instrumente jedoch arbeiten lange nach Ende der ursprünglich geplanten Missionsdauer zuverlässig weiter – eine exzellente Wertarbeit der beteiligten Raumfahrt-Ingenieure und -Wissenschaftler. Aufgrund der erzielten Erkenntnisse, die alle Erwartungen übertroffen haben, gilt ULYSSES als Meilenstein in der Erforschung unseres Sonnensystems. Vor allem die Messungen außerhalb der Bahnebene der Planeten und die über fast zwei elf-jährige Sonnenzyklen gesammelten Daten werden mit dieser außerordentlich erfolgreichen Mission ULYSSES verknüpft bleiben.

*Prof. Dr. Bernd Heber ist seit Oktober 2005 Professor für Extraterrestrische Physik an der Christian-Albrechts-Universität (CAU) in Kiel. Seit Mai 2006 ist er verantwortlich für die Weltrauminstrumente der CAU auf den Raumsonden ULYSSES, SOHO und Chandra*

*Dr. Michael Bird, Argelander-Institut für Astronomie, Universität Bonn, übernahm ab 1990 die Betreuung des ULYSSES-SCE.*

*Dr. Harald Krüger, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS), ist hauptverantwortlich für das Staubexperiment DUST an Bord von ULYSSES*

*Dr. Norbert Krupp (MPS) ist hauptverantwortlich für das Teilchenspektrometer EPAC/GAS an Bord von ULYSSES*

*Dr. Joachim Woch ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am MPS*

*Dr. Manfred Gaida ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Extraterrestrik der DLR Raumfahrt-Agentur*

ULYSSES' instruments have continued to work reliably far beyond the originally planned duration of the mission though – a testimony to the probe's extraordinary craftsmanship. The body of scientific knowledge generated, which has exceeded all expectations, is another reason why ULYSSES can be declared a milestone in the exploration of our solar system. The measurements taken outside the orbital plane of the planets and the extended duration of almost two complete 11-year solar cycles are the two most prominent successes associated with the extraordinary ULYSSES mission.

*Prof. Dr. Bernd Heber, Professor of Extraterrestrial Physics at the Christian Albrecht University (CAU) in Kiel since October 2005, has been responsible for the CAU space instruments on the space probes ULYSSES, SOHO, and Chandra since May 2006*

*Dr. Michael Bird, Argelander Institute for Astronomy, University of Bonn, has been Principal Investigator of the ULYSSES SCE since 1990*

*Dr. Harald Krüger, Max Planck Institute for Solar System Research (MPS), is supervising the ULYSSES DUST experiment*

*Dr. Norbert Krupp (MPS) is in charge of the ULYSSES EPAC/GAS particle spectrometers*

*Dr. Joachim Woch is a research associate at the MPS*

*Dr. Manfred Gaida is employed in the Extraterrestrial Research department at the DLR Space Agency*

# Space Triangulation Symposium in Berlin

Schüler errechneten Flugbahn  
der ISS

Von Michael Müller

„Die ISS – ihr Weg ist Dein Ziel.“ Mit diesem Slogan hatte die DLR Raumfahrt-Agentur vor gut einem Jahr einen bundesweiten mathematischen Wettbewerb für die gymnasiale Oberstufe ins Leben gerufen. Die jeweils aktuelle Flugbahn der Internationalen Raumstation sollte von den Nachwuchsforschern berechnet werden. Über mangelnde Resonanz konnte sich das DLR nicht beklagen: Mehrere hundert Schülerinnen und Schüler aus dem gesamten Bundesgebiet zeigten Interesse. Sie stellten Beobachtungen und Berechnungen an, reichten anschließend ihre Dokumentationen ein. Eine aus Wissenschaftlern und Pädagogen gebildete Jury wählte die am meisten erfolgversprechenden Arbeiten aus. Diese wurden am 18. und 19. September im Rahmen eines zweitägigen Symposiums in Berlin vorgestellt und prämiert.

# Space Triangulation Symposium in Berlin

School Students Calculate  
Flight Path of ISS

By Michael Müller

“The ISS – its path is your goal.” That was the slogan under which the DLR Space Agency launched a Germany-wide mathematics contest for high school seniors a good six months ago. The young scientists were asked to calculate the current flight path of the International Space Station at the respective time. There was no shortage of responses: several hundred students from all over Germany accepted the invitation from DLR, observed, calculated, and handed in their documentation. A panel of scientists and teachers selected the most promising submissions, which were then presented and the best entries awarded prizes during a two-day symposium in Berlin on September 18 and 19.

Bei der Triangulation geht es darum, mit Hilfe zweier bekannter Punkte und Winkel sowie virtueller Verbindungslinien ein Dreieck zu konstruieren, über dessen Seitenlängen sich die Position des dritten Punktes – in diesem Fall der ISS – bestimmen lässt. Jede am Wettbewerb teilnehmende Schule musste demnach zuerst eine Partnerschule finden, welche den Überflug der ISS über Deutschland zeitgleich beobachtete. Mit einem selbstgebautes Winkelmessgerät, einem sogenannten Theodoliten, wurde anschließend der Überflugwinkel gemessen. Die Überflugdaten konnten die Experimentatoren auf der Website [www.heavens-above.com](http://www.heavens-above.com) erfahren; zusätzlich benötigten sie zum Zeitpunkt der Messung wolkenlose Wetterverhältnisse. Anschließend verglichen die Partnerteams

Triangulation is the process of constructing a triangle by means of two known points and angles along with virtual connecting lines, and using the lengths of its sides to determine the position of the third point – in this case the ISS. Each school participating in the contest therefore had to first find a partner school that observed the overflight of the ISS over Germany at the same time. The overflight angle was then measured with a self-made angle measuring device called a theodolite. Overflight data were available to the experimenters from the website [heavens-above.com](http://www.heavens-above.com); also necessary were cloudless skies at the time of measuring. The partner teams then compared their measurements and calculated the intersection of the sides of the triangle and thus the altitude of the

Abschlussveranstaltung des  
Space Triangulation Symposiums  
im Deutschen Technikmuseum Berlin

Space Triangulation Symposium  
final ceremony at the  
German Museum of Technology, Berlin

### Impressionen des zweitägigen Symposiums

Impressions of the two-day symposium



ihre Messungen und errechneten anhand der Entfernung der Schulen zueinander und der gemessenen Winkel beim Überflug den Schnittpunkt der Schenkel des Dreiecks und damit die Flughöhe der Raumstation.

Keine einfachere Aufgabe hatte das Expertengremium unter Vorsitz von Dr. Dieter Hausmann vom DLR\_School\_Lab in Oberpfaffenhofen. In der Spitzengruppe der insgesamt 18 Teams lag das Niveau der Kandidaten dicht beieinander. Da die Präsentation im Berliner Marriott Hotel am 19. September zur Hälfte in das Gesamtergebnis einfluss, gaben sich die Jugendlichen größte Mühe, die Juroren durch spannende Vorträge für sich zu gewinnen. Die Methoden waren dabei höchst verschieden: So veranschaulichte zum Beispiel eine Gruppe mit der Hilfe eines Barhockers und eines Staubsaugerrohres seine Messmethode, während eine andere mit komplexer, eigens zu diesem Zweck konstruierter elektronischer Ausrüstung aufwartete. Letzten Endes zählte selbstverständlich die größtmögliche Exaktheit der Messungen.

#### 99 Luftballons am Himmel über der Hauptstadt

Für die Überreichung der Teilnehmer- und Siegerurkunden bildete die Luftfahrtausstellung des Deutschen Technikmuseums in Berlin-Kreuzberg den angemessenen Rahmen. Zuvor schickten die 99 nach Berlin gereisten Schüler Luftballons von der Dachterrasse des Museums in den Berliner Abendhimmel. Diese waren versehen mit einer Postkarte, adressiert an die jeweilige Schule. Die Finder wurden aufgerufen, die Karte dorthin zu senden. Mit etwas Glück konnten die Schüler auf diese Weise nach ihrer Rückkehr auch noch etwas über die Flugeigenschaften von Heliumballons und die Thermikverhältnisse in den Neuen Bundesländern erfahren.

Als Gastgeber nahm sich DLR-Vorstand Dr. Ludwig Baumgarten viel Zeit für die Schülergruppen, die zum großen Finale einzeln auf die Bühne gebeten wurden. Neben einer Urkunde erhielt jeder Teilnehmer einen Atlas der Europäischen Raumfahrtorganisation (ESA). Alle Schüler, die bei diesem Wettbewerb im Jahr der Mathematik mitgemacht haben, seien Gewinner, betonte Dr. Baumgarten: „Durch Ihr großes Engagement haben Sie bewiesen, dass Mathematik spannende Anwendungsmöglichkeiten besitzt.“ Diese Technikbegeisterung habe man wecken wollen, denn mit der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses investiere das DLR – als

Space Station based on the distance between the two schools and the angles measured during the overflight.

The task facing the expert panel led by Dr. Dieter Hausmann of the DLR\_School\_Lab in Oberpfaffenhofen was no easier. In the top tier of the participating 18 teams there was little to separate the standard of the candidates. As the presentation at the Berlin Marriott Hotel on September 19 made up 50 percent of the overall result, the young scientists did their very best to win over the jurors over with exciting presentations. Their methods were extremely diverse: one group, for example, used a bar stool and a vacuum cleaner tube to illustrate its measuring method, while another brought complex electronic equipment constructed specifically for this purpose. Of course, it was ultimately the exactitude of the measurements that mattered most.

#### 99 balloons in the sky over the German capital

The aviation exhibition at Deutsches Technikmuseum (the German Museum of Technology) in Berlin-Kreuzberg provided a suitable backdrop for presenting the participants and winners with their certificates. First, the 99 students who had traveled to Berlin released balloons from the museum's roof terrace into Berlin's evening sky. Attached to each one was a postcard addressed to the respective school, and finders were asked to send the card there. With a little luck, this would allow the students to find out more about the flight characteristics of helium balloons and the thermal conditions in the New Bundesländer (Eastern provinces) when they returned home.

As their host, DLR Executive Board member Dr. Ludwig Baumgarten gave a lot of time to the groups of students, which were invited on stage separately for the grand finale. In addition to a certificate, each participant received an atlas published by the European Space Agency (ESA). All the students who took part in this contest in the Year of Mathematics were winners, emphasized Dr. Baumgarten: "With your extraordinary dedication, you have proved that mathematics offers exciting application possibilities." It was arousing this enthusiasm for technology that had been the intention of the contest, continued Dr. Baumgarten, as by sponsoring young scientists, DLR – an agency of the Federal Government –

Agentur der Bundesregierung – in die Zukunft des Wissensstandortes Deutschland, so Baumgarten weiter. Dies hatte auch der Parlamentarische Staatssekretär beim Bundesminister für Wirtschaft und Technologie, Peter Hintze, am Eröffnungsabend unterstrichen. Und DLR-Vorstand Thomas Reiter, der von seinen beiden Weltraummissionen als ESA-Astronaut berichtete, wünschte den Schülern, dass sie sich noch lange an diese beiden Tage an Berlin erinnern, weil hier der Grundstein für ihren beruflichen Erfolg gelegt worden sei.

Das Team „Sagittarius“, bestehend aus Partnerschulen in Leipzig und Schwäbisch Gmünd, konnte sich am Ende über den ersten Platz freuen. Dicht dahinter folgte die Gruppe „Alpha Centauri“ aus dem schleswig-holsteinischen Ratzeburg und dem hessischen Herboren. Platz 3 ging zu gleichen Teilen an die Forscherteams aus Brühl in Nordrhein-Westfalen („MISSio Trianguli Metiendi“), Darmstadt („B 612“) und Solingen („Arcturus“). Ein Sonderpreis in der Disziplin „elektronisches Equipment“ wurde auch vergeben; diesen erhielt die „Tau-Ceti“-Mannschaft aus Rheinbach. Festvorträge von Prof. Günter M. Ziegler („Science Fiction und Mathematik“) und Prof. Gerhard Hirzinger („Robotik und Mechatronik“) rundeten das vom Moderator der 3SAT-Wissenschaftssendung „Nano“, Ingolf Baur, erfrischend präsentierte Rahmenprogramm ab. Den Siegern winkt nun ein Besuch des DLR-Standortes Oberpfaffenhofen, unter anderem mit Führungen durch das Deutsche Raumfahrtkontrollzentrum und das kürzlich eingeweihte Kontrollzentrum des entstehenden europäischen Navigationssystems Galileo. Dass die Schüler Durchblick besitzen, wenn es um räumliche Orientierung geht, haben sie mit der erfolgreichen Teilnahme am Space Triangulation Symposium bereits eindrucksvoll unter Beweis gestellt.

*Michael Müller arbeitet als Redakteur im PR-Bereich der DLR Raumfahrt-Agentur*

is investing in the future of Germany as a center of knowledge. This statement had also been underlined by Peter Hintze, Parliamentary Secretary of State to the Federal Minister of Economics and Technology, on the opening night. DLR Executive Board member Thomas Reiter had given an account of his two space missions as ESA astronaut, hoping the students would long remember these two days in Berlin as the time and place where the foundation of their successful careers was laid.

In the end, the „Sagittarius“ team, consisting of partner schools in Leipzig and Schwäbisch Gmünd, won first place, closely followed by the „Alpha Centauri“ group from Ratzeburg in Schleswig-Holstein and Herboren in Hessen. Third place went jointly to the research teams from Brühl in North Rhine-Westphalia („MISSio trianguli“), Darmstadt („B 612“), and Solingen („Arcturus“). A special prize was awarded in the discipline „electronic equipment;“ it went to the „Tau-Ceti“ team from Rheinbach. Invited lectures by Prof. Günter M. Ziegler („Science Fiction and Mathematics“) and Prof. Dr. Gerhard Hirzinger („Robotics and Mechatronics“) rounded off the entertainment program refreshingly presented by Ingolf Baur, host of the 3SAT science program „Nano.“ The winners can now look forward to a visit to the DLR site in Oberpfaffenhofen, which will include, amongst other things, guided tours of the German Space Operations Center and the recently inaugurated control center of the European navigation system Galileo, which is currently being developed. With their successful participation in the Space Triangulation Symposium, these students have already impressively demonstrated their clear view when it comes to spatial orientation.

*Michael Müller is working as editor in the PR unit of the DLR Space Agency*

# Internationaler Raumfahrt- kongress in Glasgow

Von Dr. Cornelia Rieß und Diana Gonzalez

# International Astronautical Congress in Glasgow

By Dr. Cornelia Rieß and Diana Gonzalez

Reger Andrang am DLR-Stand auf dem IAC in Glasgow

Lively rush at the DLR booth at the IAC in Glasgow

Unter dem Motto „Von der Vorstellung zur Realität“ tagte vom 29. September bis zum 3. Oktober der Internationale Raumfahrtkongress IAC in Glasgow. Die Veranstaltung, die von der Internationalen Astronautischen Föderation (IAF) ausgerichtet und von der British Interplanetary Society (BIS) organisiert wurde, fand im Schottischen Konferenz- und Ausstellungszentrum am Ufer des Flusses Clyde einen würdigen Rahmen.

Für die deutsche Raumfahrt-Community und das DLR stand der diesjährige Kongress unter besonderen Vorzeichen: Erstmals seit Gründung des IAF im Jahr 1951 durch Eugen Sänger wurde mit Prof. Dr. Berndt Feuerbacher wieder ein Deutscher an die Spitze dieses internationalen Raumfahrtverbands gewählt. Feuerbacher leitete viele Jahre erfolgreich das DLR-Institut für Raumsimulation in Köln und war Gründungsdirektor des DLR-Instituts für Raumfahrtssysteme in Bremen.

The International Astronautical Congress (IAC) met in Glasgow from September 29 to October 3 under the slogan "From imagination to reality." Hosted by the International Astronautical Federation (IAF) and organized by the British Interplanetary Society (BIS), the event found a worthy home under the roof of the Scottish Exhibition and Conference Center on the banks of the river Clyde.

For the German astronautics community and the DLR, this year's congress was particularly well fated, as Prof. Dr. Berndt Feuerbacher became the first German to be elected as head of this international space association since the foundation of the IAF in 1951 by Eugen Sänger. Feuerbacher successfully headed the DLR Institute for Space Simulation in Cologne for many years and was the founding director of the DLR Institute of Space Systems in Bremen.

Von links nach rechts:  
Prof. Dr. Berndt Feuerbacher  
(neuer IAC-Präsident),  
Dr. Ludwig Baumgarten  
(DLR-Vorstand), Fiona Hyslop  
(schottische Ministerin für  
Erziehung und lebenslanges  
Lernen), James V. Zimmermann  
(scheidender IAC-Präsident)

From left to right: Prof. Dr. Berndt  
Feuerbacher (president elect of  
the IAC), Dr. Ludwig Baumgarten  
(member of the DLR Executive  
Board), Fiona Hyslop (Scottish  
Cabinet Secretary for Education  
and Lifelong Learning), James V.  
Zimmermann (outgoing  
president of the IAC)



Außerdem gab es auf dem IAC ein Novum zu verzeichnen: Erstmals widmete sich eine Plenardebatte des Raumfahrtkongresses den besonderen Anliegen junger Raumfahrtnationen aus Schwellen- und Entwicklungsländern. Ein Schritt, der auch für die weiteren Kongresse zukunftsweisend ist.

Das Thema internationale Zusammenarbeit war auch der Grund für die IAC-Teilnahme des DLR-Vorstandsvorsitzenden Prof. Johann-Dietrich Wörner und der Vorstände Prof. Dr. Ludwig Baumgarten (zuständig für die DLR Raumfahrt-Agentur) und Thomas Reiter (zuständig für Raumfahrtforschung und -entwicklung). Wie keine andere Veranstaltung im Jahr bietet der IAC die Möglichkeit für Gespräche mit den Agenturchefs und Vertretern der Raumfahrtindustrie weltweit. Für den neuen Präsidenten der kanadischen Raumfahrtagentur CSA etwa war der Kongress eine gute Gele-



DLR-Vorstand Dr. Ludwig Baumgarten im Gespräch mit Prince Richard, Duke of Gloucester

Dr. Ludwig Baumgarten, DLR Executive Board Member, with Prince Richard, Duke of Gloucester

There was also a noteworthy new feature at the IAC: for the first time, there was a plenary debate of the Astronautical Congress devoted to the particular concerns of the aspiring space nations from emerging markets and developing countries. A step that also sets a trend for future congresses.

The theme of international cooperation was also the cause for the participation of the Chairman of the DLR Executive Board, Prof. Johann-Dietrich Wörner, and Members of the Executive Board Dr. Ludwig Baumgarten (responsible for the DLR Space Agency) and Thomas Reiter (responsible for space research and development). Like no other event on the annual calendar, the IAC offers the opportunity for discussions with agency chiefs and representatives of the global astronautics industry. For the new president of the Canadian Space Agency (CSA), too, the congress represented a



Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Vorstandsvorsitzender des DLR, im Gespräch mit japanischen IAC-Besuchern

Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner, Chairman of the DLR Executive Board, with IAC visitors from Japan

genheit, sich im internationalen Kreis der Kollegen vorzustellen. Bei dem Gespräch mit dem DLR traf er mit Thomas Reiter jedoch einen guten Bekannten: Beide Astronauten waren Mitglieder der STS-115 Shuttle-Mission – eine gute Grundlage für die weitere Zusammenarbeit beider Länder in der Erdbeobachtung oder der Robotik.

Während Kanada unter neuer Führung auftrat, feierte NASA-Administrator Mike Griffin mit Blick auf die US-Präsidentenwahlen offiziell das Ende seiner Amtszeit. Dennoch gab es in den bilateralen Gesprächen noch vielfältige Themen zu behandeln, wobei die Internationale Raumstation ISS und ihre Nutzung im Vordergrund standen. Mit Russland konnte die gemeinsame Forschungsmission e-Rosita vorangebracht werden. Mit Hilfe des Röntgenteleskops sollen neue Erkenntnisse über die so genannte

good opportunity to present himself to an international circle of colleagues. At his meeting with the DLR though he was in very familiar company with Thomas Reiter: both astronauts had been members of the STS-115 shuttle mission, a good basis for continued collaboration between the two countries in the fields of Earth observation and robotics.

Whereas Canada was represented under new leadership, NASA administrator Mike Griffin was celebrating the official end to his time in office with an eye on the US presidential elections. Nevertheless, there were still a wide range of topics to be discussed at the bilateral talks, with the International Space Station (ISS) and its utilization at the forefront of these. Progress was made in moving forward with the joint research mission with Russia, eROSITA. Using an X-ray telescope, this project aims to deliver new knowled-

„Dunkle Materie“ gewonnen werden, aus der das Universum hauptsächlich besteht und deren Zusammensetzung unbekannt ist. Im Gespräch mit Japans JAXA-Präsidenten Tachikawa stand neben der Kooperation in der Planetenforschung vor allem die Zukunft der beiden Transportsysteme HTV und ATV auf der Agenda.

Des Weiteren konnte mit Brasilien die Fortsetzung der Kooperation in der Höhenforschung vereinbart werden; interessante Perspektiven bieten auch die Themen Robotik, Erdbeobachtung und Materialwissenschaften. Und als Forum für erste Kontakte auf Vorstandsebene bewährte sich der IAC für das DLR durch Treffen mit Vertretern aus Algerien, Peru, Süd-Afrika und Süd-Korea sowie mit neuen Partnern aus Russland und China.

Eine weitere erfreuliche Nachricht aus deutscher Sicht war der zweite Platz, den ein Studententeam der Universität Augsburg beim juristischen Wettbewerb „Manfred Lachs Space Law Moot Court“ belegte. Es musste sich lediglich den Gewinnern der Universität von New South Wales in Australien geschlagen geben. Gegenstand des Wettbewerbs, dessen Finale alljährlich im Rahmen des IAC stattfindet, ist es, eine fiktive Problemstellung des Weltraumrechts vor dem Internationalen Gerichtshof vorzubereiten.

Auch aus Sicht der Veranstalter war der Kongress höchst erfolgreich. So konnte die neunundfünfzigste Auflage des IAC mit einem neuen Teilnehmerrekord aufwarten: Über 3.100 Wissenschaftler, Fachleute und Aussteller zog es nach Glasgow. Die rege Beteiligung ist wohl nicht zuletzt auf das besonders umfangreiche Programm zurückzuführen: zehn Plenar-Veranstaltungen, fünf Hauptvorträge und drei Präsentationen zu aktuellen Entwicklungen standen zur Auswahl. Schwerpunkte der über 150 Vorträge zu technischen Themen waren neue Raumfahrt-Technologien, Weltraumforschung und Exploration, Satelliten-Technologie sowie Raumfahrt und Gesellschaft. Abgerundet wurde das Programm durch weitere Gesprächsrunden und zahlreiche Begleitveranstaltungen.

Wie immer wurde der Kongress durch eine umfangreiche Ausstellung ergänzt. Auf einer Fläche von über 10.000 Quadratmetern präsentierten sich namhafte Raumfahrt-Agenturen sowie Aussteller aus den Bereichen Raumfahrt-Forschung und -Technologie, Kommunikation, Meteorologie und Raumfahrt-Tourismus. Schwerpunkt-Themen des stark frequentierten DLR-Standes waren Extraterrestrik (MarsExpress), Erdbeobachtung (TerraSAR-X) und Wiedereintrittstechnologien (SHEFEX-2 und REX).

Für den kommenden IAC in Daejeon hat mit Süd-Korea eine vergleichsweise junge Raumfahrtnation den Zuschlag bekommen. Nach dem IAC 2010 in Prag wird mit Kapstadt im Jahr 2011 erstmals ein afrikanischer Staat Gastgeber des internationalen Raumfahrtkongresses sein.

*Dr. Cornelia Rieß ist Leiterin der Abteilung Internationale Beziehungen des DLR in Köln*

*Diana Gonzalez ist Online-Redakteurin im PR-Bereich der DLR Raumfahrt-Agentur*

ge about the so-called “dark matter” that constitutes the vast majority of the universe, but whose structure is as yet unknown. In discussions with Japan’s JAXA president Tachikawa of Japan, the main item on the agenda besides the cooperation in planetary research was the future of the two transport systems, HTV and ATV.

Beyond this, an agreement was reached with Brazil on the continuation of the collaboration on high-altitude research, with interesting perspectives also offered in the fields of robotics, Earth observation, and the materials sciences. As a forum for initial contacts at the executive level, the IAC also proved valuable for the DLR through meetings with representatives from Algeria, Peru, South Africa, and South Korea, as well as new partners from Russia and China.

There was further good news from the German perspective with the student team from the University of Augsburg achieving second place in the “Manfred Lachs Space Law Moot Court” legal competition. They had to concede defeat only to the winners from the University of New South Wales, Australia. The object of the competition, the final round of which is held every year in conjunction with the IAC, is to prepare submissions on a fictitious problem relating to space law to be presented in front of the International Court of Justice.

From the point of view of the organizers, the congress was also highly successful. Attendance at the fifty-ninth gathering of the IAC set a new record, with over 3,100 scientists, specialists, and exhibitors making the trip to Glasgow. This active participation was certainly due in part to the particularly comprehensive program, which offered a choice of ten plenary sessions, five key-note speeches, and three presentations on current developments. The core themes of the more than 150 talks on technical subjects were: new astronautics technologies, space research and exploration, satellite technology, and space and society. The program was rounded off with further rounds of talks and numerous side events.

As always, the congress was supplemented by an extensive exhibition. Spread over an area in excess of 10,000 square meters were exhibits both from renowned space agencies and from exhibitors representing the fields of space research and technology, communications, meteorology, and space tourism. The main subjects dealt with on the heavily frequented DLR stand were extraterrestrials (MarsExpress), Earth observation (TerraSAR-X), and re-entry technologies (SHEFEX-2 and REX).

The honor of hosting the next IAC falls to Daejeon in South Korea, a comparably new space nation. Following IAC 2010 in Prague, 2011 will see Cape Town in South Africa to become the first country to host the International Space Congress on African soil.

*Dr. Cornelia Rieß heads the DLR International Relations department*

*Diana Gonzalez works as web editor in the PR unit of the DLR Space Agency*

# Auf den Spuren Galileos

Von Dr. Annette Froehlich

# In Galileo's footsteps

By Dr. Annette Froehlich

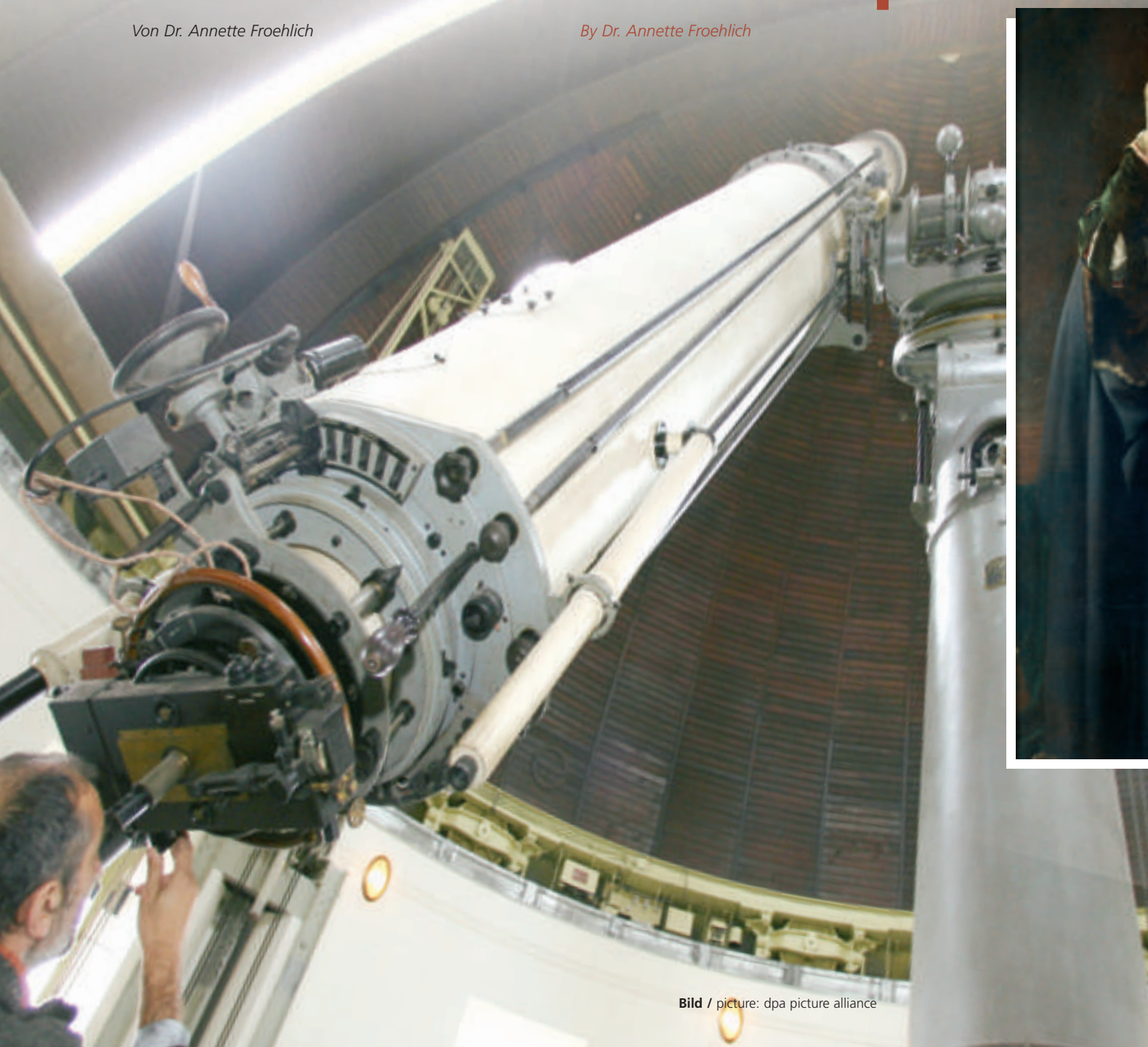


Bild / picture: dpa picture alliance

Vor fast genau vierhundert Jahren richtete Galileo Galilei erstmals ein Teleskop auf fremde Sterne und Planeten. Er löste damit neue Entdeckungen und Erkenntnisse aus, welche das Weltbild der Menschheit entscheidend veränderten. Im gleichen Jahr (1609) veröffentlichte Johannes Kepler seine „Astronomia nova“, ein bahnbrechendes Werk über unser Sonnensystem. Als Erstem gelang ihm hierin die korrekte Beschreibung der Planetenbahnen. Anlässlich des 400. Jubiläums dieser wissenschaftlichen Sternstunden hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen das Jahr 2009 zum Internationalen Jahr der Astronomie (IYA) erklärt. Dessen Ziel ist es, mit zahlreichen Aktivitäten Astronomie den Menschen näher zu bringen, damit diese ihr Universum (wieder-)entdecken.

It is almost exactly four hundred years since Galileo Galilei aimed a telescope at the distant stars and planets for the first time. In doing so, he unleashed a stream of new discoveries and knowledge that was to dramatically change the world view of humankind. In the same year (1609), Johannes Kepler published “Astronomia nova”, a significant study on the nature of our solar system. He became the first person to correctly describe the planetary orbits. In celebration of the 400th anniversary, and as a tribute to scientific research, the General Assembly of the United Nations has proclaimed 2009 the International Year of Astronomy (IYA). The aim is to bring astronomy closer to the people through a wide range of activities that helps them to (re-)discover their universe.



Pioniere der Astronomie: Galileo Galilei und Johannes Kepler (dpa picture alliance)

Astronomy pioneers: Galileo Galilei and Johannes Kepler (dpa picture alliance)

Eine internationale Veranstaltung in der Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Kommunikation, UNESCO, in Paris am 15. und 16. Januar 2009 bildet den offiziellen Auftakt. Der Startschuss in Deutschland ist im Berliner Museum für Kommunikation am 20. Januar vorgesehen. Weitere Aktivitäten finden auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene statt. Bereits 125 Länder haben ihre Teilnahme zugesagt. Ein zentrales Sekretariat wurde zur Koordinierung der elf weltumspannenden Meilenstein-Projekte eingerichtet. Darunter befinden sich Folgende:

#### 100 Stunden Astronomie

Diese weltumspannende Aktion soll möglichst vielen Menschen die Gelegenheit geben, durch ein Teleskop zu sehen, so wie es Galileo vor 400 Jahren als Erster tat. Dieses Event findet vom 2. bis 5. April statt. In Deutschland wird auch der Astronomietag 2009 in dieses Ereignis eingebettet sein.

[www.100hoursofastronomy.org](http://www.100hoursofastronomy.org)

#### Das Galileoscope

„Galileoscope“ dreht sich um die Herstellung eines einfach zu benutzenden Teleskops. Dieses soll in großer Stückzahl verteilt werden und damit bis zu zehn Millionen Menschen einen ersten Blick durch ein Teleskop ermöglichen.

[www.galileoscope.org](http://www.galileoscope.org)

#### Bewusstseinsbildung für den Nachthimmel

Die Sterne betrachten zu können, ist ein Kultur- und Naturerbe der Menschheit. Heute ist es jedoch notwendig, den Blick zum nächtlichen Sternenhimmel zu erhalten und zu schützen. Dies gilt insbesondere in Ballungszentren im Hinblick auf die steigende Lichtverschmutzung, zumal gemäß UN-Angaben mittlerweile mehr als die Hälfte der Menschen in Städten lebt. Mit der Aktion „Rettet den Nachthimmel“ soll auf das Problem der Lichtverschmutzung für die Astronomie, aber auch für Natur und Umwelt, aufmerksam gemacht werden.

[www.lichtverschmutzung.de](http://www.lichtverschmutzung.de)

The official launch will be held in the form of an international gathering at the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) headquarters in Paris on January 15 and 16, 2009. Events are scheduled to “blast off” in Germany at the Museum of Communications, Berlin, on January 20. Further activities will take place on a local, national, and international level, with 125 countries having already pledged to take part. A central administrative office has been established to coordinate the eleven global cornerstone projects. These include the following:

#### 100 Hours of Astronomy

The goal of this global campaign is to give as many people as possible the chance to look through a telescope, just as Galileo did for the first time 400 years ago. The “100 Hours of Astronomy” event will take place between April 2 and 5 at various locations worldwide. In Germany, the Astronomy Day 2009 will also be incorporated into this occasion.

[www.100hoursofastronomy.org](http://www.100hoursofastronomy.org)

#### The Galileoscope

This project revolves around building an easy-to-use telescope. The intention is to distribute it in a large number of pieces, with the aim of giving up to ten million people the opportunity to have their first look through a telescope.

[www.galileoscope.org](http://www.galileoscope.org)

#### Dark Skies Awareness

Being able to gaze at the stars is part of humanity's cultural and natural heritage. It has nevertheless become necessary to preserve and protect our view of the night sky. This applies particularly to the ever increasing levels of light pollution in urban areas; significantly contributing to this is the fact that more than half of the human population now lives in cities, according to UN figures. The “Save the Night Sky” campaign aims to raise awareness of the problems that light pollution presents, not only for astronomy, but also for nature and the environment.

[www.lichtverschmutzung.de](http://www.lichtverschmutzung.de)

**„Heute ist es notwendig, den Blick zum nächtlichen Sternenhimmel zu erhalten und zu schützen.“**

**“It has become necessary to preserve and protect our view to the night sky.”**

#### Astronomie und Welterbe

Dabei handelt es sich um historische Stätten, die im Zusammenhang mit der Astronomie stehen, da an diesen bereits in frühen Epochen Himmelsbeobachtungen durchgeführt wurden. Zusätzlich wird in Deutschland die Straße der Megalithkultur eröffnet. Diese umfasst Megalithgräber in Nordwestdeutschland und somit Orte, an denen in Frühzeiten kontinuierlich Himmelserscheinungen verfolgt wurden.

[www.megalithkultour.de](http://www.megalithkultour.de)

#### Galileo Teacher Training Program

Das Internationale Jahr der Astronomie bietet auch Gelegenheit, das Augenmerk von Lehrern auf die Astronomie zu lenken, um so bei Schülerinnen und Schülern grundlegendes Interesse an dieser Wissenschaft zu wecken.

[www.galileoteachers.org](http://www.galileoteachers.org)

#### Die Welt bei Nacht

Das zusammen mit der Organisation „Astronomen ohne Grenzen“ organisierte Projekt möchte durch Ausstellungen und Videos die Schönheit des Nachthimmels über Grenzen hinweg nahebringen, um so einen Einblick in astronomische Landschaftsaufnahmen zu ermöglichen.

<http://www.sternstunden.net>

#### Astronomy and World Heritage

This program centers around historic sites that have longstanding connections to astronomy, as these are where humans of previous eras observed the heavens. Germany will also see the opening of the Megalith Culture Road. This encompasses megalithic graves in north western Germany, sites that have been in continuous use for observing celestial events since the Neolithic age.

<http://whc.unesco.org/en/activities/19>

#### Galileo Teacher Training Program

The International Year of Astronomy also offers the opportunity to direct the attention of school teachers towards astronomy, with a view in awakening a fundamental interest in this science amongst school children.

[www.galileoteachers.org](http://www.galileoteachers.org)

#### The World at Night

Organized in collaboration with the “Astronomers Without Borders” organization, this project aims to bridge borders to bring us closer to the beauty of the night sky, providing the chance to gain an insight into the astronomical landscape through exhibitions and media displays.

[www.twanight.org](http://www.twanight.org)

### Aktionen in Deutschland

In Deutschland wurde das Astronomische Jahr in vier Themenblöcke aufgeteilt, damit jeder Einzelne seinen persönlichen Zugang zum Weltall finden kann, um sich der Bedeutung der Astronomie und der damit verbundenen Wissenschaften für sein tägliches Leben bewusst zu werden.

**Der Blick zum Himmel:** Die Wintermonate zwischen Januar und März sind besonders der Observation gewidmet. Am 2. Februar wird die IYA-Planetariumsshow „Herschel/Planck“, zusammengestellt von der Europäischen Weltraumorganisation ESA und dem Rat deutscher Sternwarten, eröffnet.

**Astronomie und Kultur:** Die Verknüpfung von Astronomie, Geschichte und Zeitgeschehen steht im Mittelpunkt des zweiten Quartals. Geplant sind die Ausstellungen „Astronomie im Zeitalter der Großteleskope“ und „Historische Sternwarten“, bei denen deutschlandweit Einrichtungen die wissenschaftshistorische Seite der Astronomie und Astrophysik beleuchten und darstellen, welche Erkenntnisse aus den Beobachtungen gezogen wurden. Ferner wird der Einfluss der Astronomie sowohl auf den Bau von Instrumenten für Satellitenmissionen als auch auf das wissenschaftliche Weltbild und das menschliche Selbstverständnis dargestellt.

**Weltbilder der Astronomie:** Das Bild vom Universum, seine Entwicklung und seine Ursprünge sind zentrales Thema des dritten Quartals von Juli bis September.

**Astronomie und Schule:** In der Woche der Schulastronomie vom 9. bis zum 15. November sollen sternkundliche Kenntnisse und astrophysikalische Zusammenhänge wieder mehr im Unterricht vertreten sein, um das Interesse an Astronomie zu wecken und zu fördern.

### Komet Hale-Bopp, 1997 beobachtet von Besuchern der Sternwarte in Frankfurt am Main (dpa picture alliance)

The Hale-Bopp comet, monitored 1997 by visitors of the Frankfurt am Main observatory (dpa picture alliance)



### Programs in Germany

In Germany, the Year of Astronomy is divided into four quarters, each with a unique theme, which will allow every individual the chance to find their own gateway to the universe, to learn about the meaning that astronomy and associated sciences have in our everyday lives.

**A Glance to the Stars:** The winter months between January and March will focus particularly on observation. February 2 sees the opening of the IYA planetarium show “Herschel/Planck“, put together by the European Space Agency (ESA), and the “Rat deutscher Sternwarten“ (Council of German Observatories).

**Astronomy and Culture:** The main focus of the second quarter is to draw a link between astronomy, history, and current events. Exhibitions are planned with the participation of institutions across Germany on the topics: “Astronomy in the Age of the Large Telescope“ and “Historical Observatories“, to highlight the historical aspects of the sciences of astronomy and astrophysics, demonstrating how knowledge has been gained from observations. Astronomy’s influence on the construction of instruments for satellite missions will also be notably demonstrated, as will its effects on the scientific view of the world and human self-perception.

**The Astronomers View of the World:** Our conception of the universe, its evolution, and its origins are the central themes of the third quarter from July to September.

**Schools and Astronomy:** School Astronomy Week, which runs from November 9 until November 15, aims at giving emphasis to the teaching of astronomical knowledge and astrophysical interrelationships during lessons, with the goal of awakening and promoting an interest in astronomy.



### Venusdurchgang, 2004 beobachtet von Mitarbeitern des Astrophysikalischen Institutes der Jenaer Friedrich-Schiller-Universität (dpa picture alliance)

Venus passage, monitored 2004 by Astrophysical Institute staff members of the Friedrich Schiller University at Jena (dpa picture alliance)



Die Stadt Bonn als deutscher UN-Standort möchte das IYA 2009 mit diversen Veranstaltungen hervorheben. Aus diesem Grund wurde auch das alljährlich am ersten Samstag im Mai stattfindende Fest „Rhein in Flammen“ 2009 unter das Motto „Astronomie“ gestellt. Ein Überblick über die Vielzahl an deutschlandweit geplanten Aktivitäten findet sich unter [www.astronomy2009.de/aktivitaeten/was-ist-los-in](http://www.astronomy2009.de/aktivitaeten/was-ist-los-in)

As Germany's UN City, Bonn is particularly well prepared for IYA 2009 with a variety of different events to take place. In celebration of this, the “Rhein in Flames” festival that is held every year on the first Saturday of May will also take the theme of “Astronomy” in 2009. A wide range of activities is planned throughout Germany, with details available at [www.astronomy2009.de/aktivitaeten/was-ist-los-in](http://www.astronomy2009.de/aktivitaeten/was-ist-los-in)

### Internationale Auftaktveranstaltung in Paris

Vom 15. bis zum 16. Januar 2009 wird das Internationale Jahr der Astronomie mit einem großen Festakt bei der UNESCO in Paris eröffnet. Hierzu werden über 400 Teilnehmer erwartet, darunter sowohl herausragende Wissenschaftler und sogar Nobelpreisträger als auch Studierende aus mehr als 100 Ländern.

Das IYA wird durch UNESCO-Generaldirektor Koichiro Matsuura und UN-Generalsekretär Ban Ki-moon eröffnet. Die zweitägige Veranstaltung widmet sich verschiedener Themenblöcke wie zum Beispiel „Astronomie der Mayas“, „75 Jahre Radioastronomie“ oder „Von Galileo zu Apollo“. Auch berichten Experten über die Entdeckung von Planeten außerhalb unseres Sonnensystems oder die Beschaffenheit benachbarter Universen. Zudem sind Live-Schaltungen zur Südpolstation und dem „European Very Large Telescope“ im chilenischen Paranal vorgesehen.

*Dr. Annette Froehlich ist in der Abteilung Internationale Beziehungen des DLR zuständig für den Aufgabenbereich Vereinte Nationen und Internationale Organisationen*

### International Launch in Paris

The International Year of Astronomy will be launched at UNESCO headquarters in Paris with a major ceremonial opening event to run from January 15 to 16, 2009. Over four hundred participants are expected, with not only renowned scientists, including Nobel prize winners, in attendance, but also students from more than 100 countries.

The IYA will be inaugurated by UNESCO Director General Koichiro Matsuura and UN General Secretary Ban Ki-moon. The two-day event highlights a number of different subject areas, such as “Astronomy of the Mayas“, “75 Years of Radio Astronomy“, and “From Galileo to Apollo“. There will also be expert talks on subjects ranging from the discovery of planets outside our solar system to the nature of neighboring universes. Other plans include live satellite link-ups to the South Pole Station and the “European Very Large Telescope“ at Paranal, Chile.

*Dr. Annette Froehlich works in the International Relations department at the DLR. Here, she is responsible for the United Nations and international organizations*

# Walter Döllinger verabschiedet sich vom DLR

Ehemaliger Agentur-Programmdirektor jetzt Staatssekretär in NRW

Von Michael Müller

Das Symposium „Raumfahrtvisionen für Deutschland“ am 28. Oktober in den Räumen der DLR Raumfahrt-Agentur in Bonn bot einen angemessenen Rahmen für die Verabschiedung von Dr. Walter Döllinger. Knapp fünf Jahre, von Anfang 2004 bis September 2008, gestaltete er als Programmdirektor der Raumfahrt-Agentur die deutschen Aktivitäten in diesem Bereich maßgeblich mit. Doch auch schon zuvor hatte er in seiner Zeit im Bundesbildungsministerium als Leiter der deutschen Delegation zur Vorbereitung der ESA-Ministerrats-Konferenzen in Toulouse 1995 und Paris 2003 wesentliche Impulse gesetzt.

Zahlreiche Redner, unter anderem der DLR-Vorstandsvorsitzende Prof. Johann-Dietrich Wörner, DLR-Vorstand Dr. Ludwig Baumgarten und Ministerialdirigent Gerold Reichle aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, würdigten bei der Veranstaltung das Wirken Döllingers. Dieser ist dem Ruf der nordrhein-westfälischen Landesregierung in Düsseldorf gefolgt und hat seinen neuen Posten als Staatssekretär im Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Soziales am 1. Oktober angetreten. Er folgt in diesem Amt Prof. Stefan Winter, der im Juli seinen Rücktritt erklärt hatte.

# Walter Döllinger leaves DLR

Agency's Former Director now State Secretary in North Rhine-Westfalia

By Michael Müller

The "Visions for Astronautics in Germany" symposium held on October 28 at the premises of the DLR Space Agency in Bonn provided the perfect occasion to bid farewell to Dr. Walter Döllinger. As Program Director of the Space Agency for almost five years, from the beginning of 2004 until September 2008, he played a decisive role in helping shape German activities in this sector. Even before, while being employed in the Federal Ministry of Education, he gave fundamental impetus in preparing the councils of the European Space Agency on ministerial level at Toulouse 1995 and Paris 2003.

Numerous speakers paid tribute to Döllinger's contributions during the event, including Prof. Johann-Dietrich Wörner, Chairman of the DLR Executive Board, Dr. Ludwig Baumgarten, Member of the DLR Executive Board and Gerold Reichle, head of the Directorate General of the Federal Ministry of Economics and Technology. Dr. Döllinger has accepted a position in the North Rhein-Westfalia State Government and took up his new post as State Secretary in the Ministry of Labor, Health and Social Affairs on October 1. He succeeds the previous incumbent, Prof. Stefan Winter, who announced in July that he would step down.

Stehempfang im Anschluss an das Symposium in der Bonner DLR Raumfahrt-Agentur

Stand-up reception following the symposium at the DLR Space Agency in Bonn



Geboren und aufgewachsen im bayerischen Seubersdorf, studierte Walter Döllinger nach Besuch von Handelschule und Wirtschaftsgymnasium in Regensburg Betriebswirtschaftslehre an der Universität Erlangen-Nürnberg. Dort wurde er 1980 zum Doktor der Politischen Wissenschaften promoviert. Zwei Jahre später erfolgte sein Wechsel in den Staatsdienst und nach Bonn. Im Bundesministerium für Bildung und Forschung (früher Bundesministerium für Forschung und Technologie) leitete er zu Beginn der neunziger Jahre unter anderem das Büro der Minister Heinz Riesenhuber und Matthias Wissmann. Seine Kompetenz in Sachen Zukunftstechnologien stellte er als Leiter der Unterabteilungen „Luft- und Raumfahrt, Verkehr“ sowie „Neue Technologien“ unter Beweis.

Dem DLR ist Dr. Döllinger seit Beginn seiner Mitgliedschaft im Senatsausschuss 1993 verbunden. Parallel nahm er Aufsichtsfunktionen in zahlreichen Forschungseinrichtungen – unter anderem dem heutigen Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung in Katlenburg-Lindau (als Mitglied des Kuratoriums) und der Gesellschaft für biologische Forschung in Braunschweig (als Vorsitzender des Aufsichtsrates) – wahr.

Michael Müller arbeitet als Redakteur im PR-Bereich der DLR Raumfahrt-Agentur

Born and raised in Seubersdorf, Bavaria, Walter Döllinger studied business administration at the University of Erlangen-Nuremberg after attending a commercial intermediate school and graduating from a commercial high school in Regensburg. He was awarded his doctorate in political science in 1980 while still in Regensburg. Two years later, he moved to Bonn to enter into public service. In the early 1990s, his roles at the Federal Ministry of Education and Research (formerly the Federal Ministry of Research and Technology) included overseeing the offices of Ministers Heinz Riesenhuber and Matthias Wissmann. His expertise in matters relating to "future technologies" was ably demonstrated during his tenures as head of the bureaus for "Space Technology, Aerospace and Transport" as well as for "New Technologies".

Dr. Döllinger's relationship with the DLR began in 1993 when he became a member of the Senate Committee. In parallel to this, he also took up supervisory roles in numerous research institutions, including the Max Planck Institute for Solar System Research in Katlenburg-Lindau (as a member of the Board of Trustees) and the Society for Biological Research in Braunschweig (as Chairman of the Supervisory Board), to name but a few.

Michael Müller is working as editor in the PR unit of the DLR Space Agency

Dr. Walter Döllinger (links), Geschenkübergabe durch die DLR-Vorstände Dr. Ludwig Baumgarten (Mitte) und Thomas Reiter (rechts)

Dr. Walter Döllinger (on the left), Executive Board members Dr. Ludwig Baumgarten (in the middle) and Thomas Reiter (on the right) handing over the gifts



# Geschichte der deutschen Raumfahrt

**Teil 7: Der lange Weg zur ISS (1984–1998)**

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“.

## Vom Kalten Krieg zur internationalen Kooperation

14 Nationen, darunter Deutschland, betreiben seit zehn Jahren das gemeinsame Großforschungslabor im Weltall – nie waren mehr Länder an einem Projekt der Raumfahrt beteiligt. Die Internationale Raumstation beweist dabei, dass eine friedliche internationale Nutzung des Weltraums zum Vorteil aller Partner möglich und sinnvoll ist. Der Weg zur Wohn- und Arbeitsgemeinschaft im All war allerdings weder leicht noch selbstverständlich. Die Umsetzung der ISS als international komplex abgestimmtes Programm ist deshalb eine Meisterleistung an politischer, technologischer und wissenschaftlicher Kooperation, die historisch ohne Vorbild ist.

Anfang der 1980er-Jahre hat West-Europa seinen Zugang zum Weltall gesichert. Die Trägerrakete ARIANE ist ein großer Erfolg und das in Deutschland entwickelte und gebaute Raumlabor SPACELAB für das amerikanische Space Shuttle einsatzbereit. Zudem haben die Mitglieder der Europäischen Weltraumorganisation ESA ihre Kompetenz bei Bau und Betrieb von Forschungssatelliten eindrucksvoll unter Beweis gestellt. Der nächste logische Schritt ist von der Sowjetunion bereits demonstriert wor-



Hermann Noordung erdachte in den 1920er-Jahren die erste Raumstation

Hermann Noordung designed the first Space Station in the 1920s



Noordungs Raumwarte umgesetzt im Film „2001: Odyssee im Weltraum“ (Warner Bros)

Noordung's Space Lookout as implemented in the film "2001: A Space Odyssey" (Warner Bros)

# German Astronautics – A History

**Part 7: The long way to the ISS (1984–1998)**

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".

## From the Cold War to International Cooperation

For ten years now, 14 nations with Germany among them have been jointly operating a large research laboratory in space – the International Space Station ISS. Never before had more nations been involved in a space project. The ISS is a living evidence that the peaceful international utilization of space to the advantage of all partners is both possible and sensible. Nevertheless, the way to this joint living and working community in the Earth's orbit was neither easy nor natural. Therefore, the implementation of the ISS as an internationally complex-coordinated program is a masterpiece of political, technological and scientific cooperation without any historic example.

In the early 1980s, Europe has finally secured its own access to space. The ARIANE launcher is a great success, and SPACELAB, the space laboratory developed and built in Germany for the American space shuttle, is ready for launching. What is more, the member states of the European Space Agency ESA have impressively demonstrated their competence in building and operating research satellites. The Soviet Union already went ahead and took



Bild / picture: NASA



Der ehemals geplante europäische Raumgleiter HERMES vor dem Wiedereintritt über Europa, künstlerische Darstellung (ESA)  
The formerly projected European orbital glider HERMES orbiter before its re-entry above Europe, artist's view (ESA)

den: eine mit Astronauten dauerhaft besetzte Raumstation im Erdorbit. Sowohl in Deutschland als auch in Frankreich wird die Idee einer europäischen Raumstation erörtert.

Auch in den USA denkt man ähnlich. Dort hat man sich zunächst auf die Entwicklung des Space Shuttles konzentriert, den Bau einer Raumstation aber schon in den 1970er-Jahren ins Auge gefasst. Nun ist dies der letzte Bereich der Raumfahrt, in dem die USA noch nicht mit der UdSSR gleichgezogen oder diese überholt hat.

#### Die ersten Raumstationen – von SALJUT bis MIR

Die erste Idee für eine „Raumwarte“ im All hatte der Raumfahrtstheoretiker Hermann Noordung 1929 in seinem Buch „Das Problem der Befahrung des Weltraums“ skizziert. Sie diente 40 Jahre später Stanley Kubrick als Vorlage für seinen Kultfilm „2001: A Space Odyssey“.

Bereits am 19. April 1971 bringt die Sowjetunion mit SALJUT 1 ihre erste Orbitalstation in den Weltraum. Ihr gelingt damit ein bedeutender Schritt hin zu einer permanenten Präsenz des Menschen im Erdorbit. Mit SALJUT 6 wird 1977 dann die nächste Generation von Raumstationen gestartet, die mit einem zweiten Andockring für Versorgungsschiffe ausgestattet worden ist und daher wesentlich länger im All bleiben kann. Vom 27. August bis 3. September 1978 arbeitet hier Sigmund Jähn im Rahmen der INTERKOSMOS-Kooperation zwischen der DDR und der UdSSR als erster deutscher Kosmonaut. Im April 1982 folgt SALJUT 7, auf der sich zwei Monate später der Franzose Jean-Loup Chrétien als erster westlicher Astronaut an Bord einer sowjetischen Raumstation aufhält.

In der Sowjetunion wird währenddessen die dritte Generation von Raumstationen konzipiert, die schließlich am 20. Februar 1986 erfolgreich in einen Orbit auf ungefähr 300 Kilometer Höhe gebracht wird: das multi-modulare Raumlabor MIR, das mit seinen fünf Forschungssegmenten, die später an das Basismodul angekoppelt werden, eine Masse von über 120 Tonnen erreicht. Ausgelegt für eine Lebensspanne von zwölf Jahren, übersteht es den Zusammenbruch der östlichen Führungsmacht bei Weitem. Nach der Überwindung des Kalten Krieges bis hin zu ihrem kontrollierten Absturz in den Pazifik am 23. März 2001 bietet die MIR über 15

the next “logical step”: A space station permanently manned by astronauts in orbit around the Earth. The idea of building a European space station is being discussed both in Germany and in France.

The USA, too, are thinking along similar lines. While activities there initially focus on the space shuttle, the first, the construction of a space station has been considered even in the 1970s. Now, this is the last remaining field of astronautics in which the USA have not yet drawn level with the USSR or overtaken it.

#### The Early Space Stations – from SALYUT to MIR

The first concept of a “space observatory” was sketched out by the theorist Hermann Noordung in 1929 in his book “The Problem of Space Travel: The Rocket Motor”. Forty years later, it was used by Stanley Kubrick as a model for his cult film “2001: A Space Odyssey”.

As early as April 19, 1971, the Soviet Union launches its first orbital station, SALYUT 1, marking the successful completion of a major step towards establishing man permanently in orbit around Earth. In 1977, SALYUT 6 follows, representing the next generation of space stations which, equipped with a second docking port for supply ships, could remain much longer in space. From August 27 to September 3, 1978, Sigmund Jähn is the first German cosmonaut to work on SALYUT 6 under the INTERCOSMOS cooperation between the GDR and the USSR. In April 1982, SALYUT 7 is launched, where two months later, Jean-Loup Chrétien, a Frenchman, becomes the first astronaut from the West to stay on board a Soviet space station.

Meanwhile, a third generation of space stations is being designed in the Soviet Union, embodied in the multi-modular space laboratory MIR which is finally launched into orbit on February 20, 1986 at an altitude of about 300 kilometers. With its five research segments that are later docked onto the base module, it reaches a mass of more than 120 tons. Designed for a life of twelve years, it actually lives far beyond the collapse of the leading power of the East. Hanging on after the end of the Cold War until its final controlled crash in the Pacific on March 23, 2001, MIR offers scientific astronauts from the West like the German Thomas Reiter as well

Jahre hinweg auch westlichen Wissenschaftsastronauten wie dem Deutschen Thomas Reiter die Chance zur Langzeitforschung im All.

Die USA setzen dem zunächst SKYLAB entgegen. Eingerichtet in der dritten Stufe der letzten gestarteten SATURN V bietet es 1973 dreimal einer dreiköpfigen Besatzung insgesamt 171 Tage Aufenthalt für wissenschaftliche und technische Experimente in den Bereichen der Sonnen- und Kometenforschung, Materialkunde, Medizin und Pharmazie, Erdbeobachtung, Meteorologie, Biologie und Chemie.

#### Eine Raumstation des Westens – FREEDOM

In den 1980er-Jahren sucht die NASA längerfristige Erfahrungen im Orbit sowie wissenschaftliche Experimentiereinrichtungen und kommerzielle Einsatzmöglichkeiten. In der sich mit der atomaren Aufrüstung zuspitzenden politischen Auseinandersetzung zwischen Ost und West soll eine Raumstation der westlichen Nationen zudem ein Zeichen der friedlichen Zusammenarbeit, aber auch der technologischen Dominanz der „freien Welt“ sein.

1983 beginnen die USA, mit ihren Partnern in Europa, Japan und Kanada über eine gemeinsame Raumstation nachzudenken. Im Sommer des Jahres präsentieren die Firmen MBB/ERNO und Aeritalia eine erste Industriestudie „COLUMBUS“ für die europäische Beteiligung.

Am 25. Januar 1984 beauftragt US-Präsident Reagan die NASA mit der Entwicklung einer dauernd besetzten Raumstation, die für Wissenschaft und industrielle Forschung sowie für die Herstellung von besonderen Werkstoffen und Arzneien eingesetzt werden soll. Geplanter Start ist 1992, das Jubiläumsjahr der Wiederentdeckung Amerikas durch Christoph Columbus.

In der Folge sind es insbesondere Deutschland, Italien und Frankreich, welche die neuen Großvorhaben der westeuropäischen Raumfahrt bestimmen. Frankreich konzentriert sich auf die Weiterentwicklung der Trägerrakete ARIANE sowie auf die Konzipierung des europäischen, bemannten Raumgleiters HERMES. Deutschland legt mit Italien den Schwerpunkt auf COLUMBUS. Die Verantwortlichen in Politik und Industrien erhoffen sich hiervon einen Technologieschub aufgrund von bisher nicht gekannten Anforderungen an Zuverlässigkeit, Präzision und Beherrschbarkeit komplexer technischer Systeme. Starke Impulse erwarten die Ingenieure und Forscher vor allem in den Bereichen der Automation und Robotertechnik, der Materialforschung, Verfahrens- und Fertigungstechnik, der Datenverarbeitung und der Telekommunikation.

1985 verabschiedet der ESA-Ministerrat in Rom die europäische Beteiligung an der amerikanischen Raumstation. Die Bedingungen der europäischen Teilnahme werden während der folgenden europäisch-amerikanischen Gespräche ausgehandelt. Auf dem folgenden ESA-Ministerrat in Den Haag 1987 wird das COLUMBUS-

as from the East opportunities to conduct long-term research in space for 15 years.

The first countermove of the USA is SKYLAB. Installed in the third stage of the last SATURN V ever launched, it offers a crew of three an opportunity to stay on board for a total of 171 days in 1973 to conduct scientific and technical experiments in solar and comet research, materials science, medicine, pharmacology, Earth observation, meteorology, biology, and chemistry.

#### A Space Station of the West – FREEDOM

In the 1980s, NASA is looking for ways to prolong the crew's orbital experience, new scientific experiments, and commercial applications. In addition, a space station owned by the Western nations is conceived as symbolizing peaceful cooperation as well as the technological dominance of the “free world” at a time when the nuclear arms race is exacerbating the political confrontation between the East and the West.

In 1983, the USA begin to consider building a space station together with their partners in Europe, Japan, and Canada. In the summer of that year, MBB/ERNO and Aeritalia present the first industrial study dealing with Europe's contribution under the name of COLUMBUS. It consists of a module that would be firmly docked onto the core of the station and a free-floating research laboratory.

On January 25, 1984, President Reagan commissions the NASA to develop a permanently-manned space station that is to be used for scientific and industrial research as well as for the production of special materials and medicines. It is to be launched in 1992, the jubilee year of the rediscovery of America by Christopher Columbus.

In the time that follows, the new large-scale space programs in Western Europe are dominated by Germany, Italy, and France. France concentrates on developing the ARIANE launcher and designing a manned European orbital glider to be named HERMES. Germany focusses on COLUMBUS together with Italy. Those responsible in politics and industry expect all this to provide a boost to technological development because of the unprecedented requirements that would have to be met with regard to reliability, precision, and controllability of complex technical systems. Engineers and researchers are looking forward to powerful impulses in the fields of automation and robotics, materials research, process and production technology, data processing, and telecommunications.

In 1985, the ESA Council of Ministers, meeting in Rome, approves Europe's contribution towards the American space station. The conditions that would govern Europe's participation are negotiated during subsequent European-American talks. When the ESA Council of Ministers meets next at The Hague in 1987, the



Konzeptzeichnungen für die Internationale Raumstation FREEDOM 1989–90 (NASA)

Concept Drawings for the International Space Station FREEDOM, 1989–90 (NASA)

Programm von den europäischen Fachministern bestätigt und eine weitere, dreijährige Vorbereitungsphase verabschiedet. Ziel ist es noch, COLUMBUS mit ARIANE 5 zu starten. Der europäische Beitrag zur internationalen Raumstation soll jetzt aus einem fest mit der Kernstation verbundenen Modul, einem zeitweilig bemannten, frei fliegenden Labor, einer polaren, unbemannten Forschungsplattform und einem Datenrelaisatelliten bestehen.

Während das Raumstationsprogramm in Europa wächst, gibt es in den USA zunehmend Probleme: Zum einen führen die komplizierten jährlichen Budgetverhandlungen im Kongress zu Verzögerungen. Zum anderen sorgen die unterschiedlichen Auffassungen über den Charakter der Raumstation als Forschungslabor oder als orbitaler „Bahnhof“ für die künftige, astronautische Erforschung des Weltraums für Verzug. Vor allem aber der Verlust des Space Shuttles Challenger am 28. Januar 1986 streckt die zeitliche Umsetzung des Programms um mehrere Jahre. 1987 wird der Station immerhin ein erster, politisch motivierter Name gegeben: FREEDOM (Freiheit).

Die Realisierung einer internationalen Raumstation ist aus vielen Gründen nicht einfach, denn sie bedeutet etwas gänzlich Neues für die Zusammenarbeit in der Völkergemeinschaft. Die Partnerstaaten müssen sich nicht nur auf ein technologisches Konzept und die Nutzung der Station einigen, sondern auch über den rechtlichen Rahmen. Wem würde das Urheberrecht für neue Entwicklungen gehören? Wie gelangten Versuchsproben ohne Verletzung dieses Rechts an die Wissenschaftler? Welches Zivil- und Strafrecht gilt an einem Ort, der sich auf keinem nationalen Territorium befindet? Wie werden die Betriebskosten getragen und das Stationsmanagement koordiniert? 1988 werden diesbezügliche Regelungen in einem internationalen Regierungsabkommen festgeschrieben. Es wird als „Vertrag ohne Vorbild“ bezeichnet und zählt zu den umfangreichsten Dokumenten der internationalen Zusammenarbeit. Es hält etwa die Freiheit der Forschung und die Verständigung auf die friedliche Nutzung der Station fest.

#### Zeitenwende: Ost und West gemeinsam im All – die ISS

1989 fällt die Berliner Mauer und wenig später gibt sich Russland eine demokratische Verfassung. Mit der Überwindung des Kalten Krieges zwischen Ost und West schwindet auch die politische Bedeutung einer rein westlichen Raumstation. Kooperation ersetzt Konkurrenz. Russland wird 1993 von den USA eingeladen, sich am Programm einer internationalen Raumstation zu beteiligen. Dem stimmen 1994 auch die anderen Partner zu, denn dies verspricht viele Vorteile: Russland hat mit Abstand die meiste Erfahrung bei Konstruktion, Errichtung und Management von Raumstationen. Zudem gibt es in Russland hoch erfahrene Ingenieure mit sensiblem Wissen, etwa über Raketentechnologien, die mangels Arbeit in Drittstaaten wie Iran, Irak oder China abzuwandern drohen. Das aber kann nicht im Sicherheitsinteresse des Westens liegen. Schließlich werde ein weiterer Partner die Kosten auf mehr Schultern verteilen, etwa durch die Bereitstellung der Trägersysteme SOJUS und PROTON. In den 1990er-Jahren nutzen die Partnerstaaten

European Ministers endorse the COLUMBUS programs and approve another three-year phase of preparation. At the time, the objective is to launch COLUMBUS on ARIANE 5. According to plan, Europe's contribution towards the International Space Station now includes a module firmly docked to the core station, a temporarily manned free-flying laboratory, an unmanned research platform in a polar orbit, and a data relay satellite.

While the space station program is growing apace in Europe, more and more problems arise in the USA: On the one hand, delays are caused by the complicated annual negotiations about the budget in Congress. On the other hand, further delays are caused by differences of opinion about whether the space station should be a research laboratory or an orbital "way station" for the future astronomical exploration of space. Most important of all, the loss of the Challenger space shuttle on January 28, 1986 stretches the time required to implement the program by several years. At least, the station is given its first, politically motivated name in 1987: FREEDOM.

There are many reasons why an international space station is a difficult undertaking, for it constitutes an entirely novel problem in cooperation within the community of nations. Partner states have to agree not only on a technological concept and the way in which the station was to be used but also on a legal framework. Who should hold the intellectual property rights on new developments? Which penal code should apply in a place outside any national territory? How would the cost of operation be shared out and the management of the station coordinated? Regulations covering these questions are encoded in an intergovernmental agreement in 1988. Called a "treaty without precedent", it is one of the most voluminous documents in international cooperation. Among other things, it sets out that research shall be free, and that the station shall be used for peaceful purposes by agreement.

The dawning of a new age: East and West in Space together – the ISS Then, in 1989, the Berlin Wall comes down, and only a little later, Russia adopts a democratic constitution. As the Cold War between East and West ends, the political importance of keeping the space station a purely Western affair dwindles. Cooperation supplants competition. In 1993, the USA invite Russia to participate in the International Space Station program. The other partner countries assent to this proposal in 1994, for it promises many advantages: Russia leads the world by a wide margin in terms of its experience in designing, building, and managing space stations. Moreover, there are engineers in Russia who, highly experienced in sensitive fields such as rocket technology but lacking employment, threaten to emigrate to third countries, such as Iran, Iraq, or China, an eventuality which certainly does not suit the security interests of the West. Finally, another partner would offer another shoulder to bear the financial burden by, for instance, providing the SOYUZ and PROTON launchers. As an added benefit, the Russian space station, MIR, is used by the partner states in the 1990s to train astronauts in working together in space.

### **„Deutschland erhofft sich einen Technologieschub aufgrund bisher nicht gekannter Anforderungen an Zuverlässigkeit, Präzision und Beherrschbarkeit komplexer Systeme.“**

*“Germany expects a boost to technological development because of unprecedented requirements with regard to reliability, precision and controllability of complex systems.”*

zudem die russische Raumstation MIR, um auf zahlreichen Missionen die gemeinsame Arbeit im Weltraum zu trainieren.

Die Kosten für die neuen Vorhaben sind gestiegen, ebenso die technologischen Probleme bei HERMES, der 1993 ad acta gelegt werden muss. Dies, die Weltwirtschaftskrise zu Beginn der 1990er-Jahre und der Beitritt Russlands zur Internationalen Raumstation bedingen eine grundlegende Neukonzeption. Denn die Russen wollen ihre Entwicklungen für die zuvor geplante Station MIR 2 einbringen, die sie alleine kaum finanzieren können. Durch den Wegfall von HERMES könnte das frei fliegende europäische Labor nicht mehr gewartet werden; es wird gestrichen. Das angedockte Labor Europas, das in der Folge den Namen des gesamten europäischen Programms COLUMBUS erhält, wird zudem aufgrund neuer amerikanischer Pläne verkleinert. Die polare Plattform hingegen wird aus dem europäischen Programm ausgeklammert; auf ihrer Basis wird der komplexe Umweltsatellit ENVISAT (Start: 2002) gebaut. 1995 nimmt der ESA-Ministerrat in Toulouse das europäische orbitale Transferfahrzeug ATV zum Transport von Nutzlasten zur ISS in das Programm auf. Mit den Starts der ATVs deckt Europa seit 2008 seinen Teil der Betriebskosten.

1997 unterzeichnen ESA und NASA ein Grundsatzabkommen, wonach Europa zusätzliches Gerät, wie zwei Verbindungsknoten für die Stationsmodule und Laborgeräte an die USA liefert. Im Gegenzug soll COLUMBUS nunmehr mit dem Space Shuttle gestartet werden. Ein Vertrag mit Russland regelt die zollfreie Ein- und Ausreise von Gütern im Rahmen der ISS-Zusammenarbeit sowie die Lieferung eines europäischen Roboterarms und eines Datenmanagement-Systems für das russische ISS-Segment. Auch mit Japan vereinbart die ESA den Austausch von Hardware.

Am 29. Januar 1998 treffen sich die verantwortlichen Minister der Partnerstaaten in Washington, um der ISS mit der Unterzeichnung eines neuen Regierungsübereinkommens den völkerrechtlichen Rahmen zu geben. Mehr als das Abkommen von 1988 basiert es auf dem Grundsatz gleichberechtigter Partnerschaft, die Führung der USA bei Konstruktion und Bau wird jedoch fortgeschrieben. Gegenüber 1988 hat sich die Station grundlegend verändert. Ihre Konfiguration soll nach Abschluss der Aufbauarbeiten aus über 100 Komponenten bestehen und ein Innenvolumen vergleichbar dem eines Jumbo-Jets besitzen. Sechs Forschungslabore (zwei aus USA, zwei aus Russland, und je eines aus Europa und Japan) und vier Versorgungsmodule bilden den Kern. Für Außenbordaktivitäten sollen drei Roboterarme zur Verfügung stehen.

Mit dem Start des russischen Moduls Zarja (Morgenröte) am 20. November 1998 von Baikonur beginnt die intensivste Flugphase in der Geschichte der Raumfahrt.

*Dr. Niklas Reinke ist Historiker und Politologe. Er ist verantwortlich für den PR-Bereich in der DLR Raumfahrt-Agentur*

The cost of the new projects is growing, as are the technological problems besetting HERMES, which has to be abandoned in 1993. Together with the worldwide economic crisis in the early 1990s and the participation of Russia in the International Space Station project, this calls for a fundamental reformulation of the concept. After all, the Russians want to contribute their own developments for the MIR 2 station which they planned to build but could hardly have financed on their own. Now that HERMES is stopped, the free-flying European laboratory could no longer be serviced so it is cancelled as well. Furthermore, the docking European laboratory, now called by the name formerly used to designate the entire European program, COLUMBUS, is reduced in size to suit new American plans. The polar platform, on the other hand, is detached from the European program and used as a basis for building the complex environmental satellite ENVISAT, which is launched in 2002. In 1995, the ESA Council of Ministers, meeting in Toulouse, votes to include the European orbital transfer vehicle ATV in the program to transport payloads to the ISS. From 2008 onwards, ATV launches will cover Europe's share in the cost of operation.



Unterscrieb 1998 den ISS-Kooperationsvertrag für die Bundesregierung: der damalige Minister für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Dr. Jürgen Rüttgers, links im Bild (dpa picture alliance)

On the left: Dr. Jürgen Rüttgers, former Federal Minister of Education, Science, Research and Technology, signed the ISS cooperation treaty on behalf of the German government in 1998 (dpa picture alliance)

According to a statement of basic principles signed by ESA and NASA in 1997, Europe is due to supply additional equipment to the USA, including laboratory systems and two nodes to connect the stations' modules. In return, the USA agree to launch COLUMBUS on a space shuttle A treaty concluded with Russia provides for the duty-free entry and exit of goods within the framework of the ISS cooperation as well as for the delivery of a European robot arm and a data management system for the Russian ISS segment. Another agreement on the exchange of hardware is concluded with Japan.

On January 29, 1998, the ministers responsible in the partner states meet in Washington to sign a new intergovernmental agreement so as to provide a basis in international law for the ISS. While it gives more emphasis to the principle of equal partnership than the agreement of 1988, the USA retain its lead-

ing role in design and building. The station now fundamentally differs from that envisaged in 1988. When finished, its configuration is to include more than 100 components, and its interior volume would be approximately that of a jumbo jet. It incorporates six research laboratories (two American, two Russian, one European, and one Japanese) and four service modules. Three robot arms would be available for extra-vehicular activities.

The launch of the Russian Zarya (dawn) module at Baikonur on November 20, 1998 heralds the most intense flight activities in the history of space flight.

*Dr. Niklas Reinke is a political scientist and historian. He is responsible for the PR unit of the DLR Space Agency*

## Raumfahrtskalender

## Termin Ereignis

## 2008

4. Dezember Start Ariane 5ECA von Kourou (Französisch Guyana) mit Hotbird 9 und W2M

## 2009

Jahresverlauf Start STS 125 Discovery von Cape Canaveral (USA), Servicing-Mission für das Hubble Weltraum-Teleskop

1. Quartal Start des Satelliten GOCE mit Rokot-KM von Plesetsk (Russland)

2. – 13. Februar 13. DLR-Parabelflug in Bordeaux (Frankreich)

12. Februar Start STS 119, Space Shuttle Discovery von Cape Canaveral

13. Februar Start Ariane 5ECA von Kourou mit Hotbird 10, NSS 9 und Spirale

Februar/März 1. Testflug des von DLR und NASA betriebenen Stratosphärenobservatoriums SOFIA mit offener Teleskoptür

März Missionsstart des Weltraumobservatoriums Herschel/Planck

2. – 13. März REXUS-Kampagne mit drei Experimenten deutscher Studentengruppen in Esrange, Kiruna (Schweden)

15. April Start SMOS und Proba-2 mit Rokot-KM von Plesetsk

25. April Start TEXUS 46 (ESA) von Esrange mit zwei deutschen Experimenten

4. Mai Start TEXUS 47 (DLR) von Esrange mit zwei deutschen Experimenten

15. Mai Start STS 127, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral mit einer Außenplattform für das japanische ISS-Modul Kibo

Mai/Juni Ballonflug des Sonnenteleskops SUNRISE vom Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung über Esrange

Mai/Juni SOFIA: 1. Wissenschaftsflug mit US-amerikanischem Instrument FORECAST

30. Juli Start STS 128, Space Shuttle Atlantis von Cape Canaveral

August SOFIA: 1. Wissenschaftsflug mit deutschem Instrument GREAT

15. August Start Sojus 5R von Baikonur (Mini Research Module 2, MRM2)

1. September Start des japanischen Versorgungstransporters HTV-1 (H-II Transfer Vehicle) von Tanegashima (Japan)

15. September Start des NASA Mars Science Laboratory mit deutschem Strahlungsdetektor

7. – 21. September 14. DLR-Parabelflug in Köln

20. September Tag der Luft- und Raumfahrt des DLR in Köln-Porz

30. September Start Erdbeobachtungssatellit TanDEM-X mit Dnepr von Baikonur

15. Oktober Start STS 129, Space Shuttle Discovery von Cape Canaveral

November Start CryoSat-2 (ESA) von Baikonur oder Yasny (Russland)

November Start MAXUS 8 (ESA) von Esrange mit zwei Experimenten deutscher Wissenschaftler

November Start von zwei ECOMA-Höhenforschungsraketen von Andenes (Norwegen)

10. Dezember Start STS 130, Space Shuttle Endeavour von Cape Canaveral mit ISS-Verbindungselement Node 3

## Space Calendar

## Date Event

## 2008

December 4 Launch of Ariane 5ECA from Kourou (French Guyana) carrying Hotbird 9 and W2M

## 2009

Not yet specified Launch of STS 125 Discovery from Cape Canaveral (USA), servicing mission for the Hubble space telescope

First Quarter Launch of the GOCE satellite with Rokot-KM from Plesetsk (Russia)

February 2-13 13th DLR parabolic flight campaign, Bordeaux (France)

February 12 Launch of STS 119, Space Shuttle Discovery, from Cape Canaveral

February 13 Launch of Ariane 5ECA from Kourou carrying Hotbird 10, NSS 9 and Spirale

February/March 1st test flight of the stratosphere observatory SOFIA, operated by DLR and NASA, with telescope hatch opened

March Launch of the ESA space observatory Herschel/Planck

March 2 – 13 REXUS campaign including three experiments operated by German university student teams at Esrange, Kiruna (Sweden)

April 15 Launch of SMOS and Proba-2 with Rokot-KM from Plesetsk

April 25 Launch of TEXUS 46 (ESA) from Esrange carrying two German experiments

May 4 Launch of TEXUS 47 (DLR) from Esrange carrying two German experiments

May 15 Launch of STS 127, Space Shuttle Endeavour from Cape Canaveral delivering the outer platform to the Japanese ISS module Kibo

May/June Launch of a balloon carrying the solar telescope SUNRISE operated by the Max Planck Institute for Solar System Research at Esrange

May/June SOFIA: First scientific flight with the US instrument FORECAST

July 30 Launch of STS 128, Space Shuttle Atlantis from Cape Canaveral

August SOFIA: First scientific flight with the German instrument GREAT

August 15 Launch of Soyus 5R from Baikonur (Mini Research Module 2, MRM2)

September 1 Launch of the Japanese automated ISS supply transporter HTV-1 (H-II Transfer Vehicle) from Tanegashima (Japan)

September 15 Launch of the NASA Mars Science Laboratory with German radiation detector

September 7 – 21 14th DLR parabolic flight campaign in Cologne (Germany)

September 20 Aviation and Aerospace Day at the DLR headquarters in Cologne

September 30 Launch of the German Earth observation satellite TanDEM-X on Dnepr from Baikonur

October 15 Launch of STS 129, Space Shuttle Discovery from Cape Canaveral

November Launch of CryoSat-2 (ESA) from Baikonur or Yasny (Russia)

November Launch of MAXUS 8 (ESA) from Esrange carrying two experiments operated by German scientists

November Launch of two ECOMA sounding rockets from Andenes (Norway)

December 10 Launch of STS 130, Space Shuttle Endeavour from Cape Canaveral carrying ISS connecting element Node 3



**Start des US-Space Shuttles  
Discovery zu Mission STS-124,  
31. Mai 2008 (NASA)**

Launch of US Space Shuttle  
Discovery at the beginning  
of mission STS-124,  
May 31, 2008 (NASA)

## IMPRESSUM

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