



LISA Pathfinder – Technologiedemonstration für Suche nach Gravitationswellen

LISA Pathfinder – Technology Demonstration for Searching Gravitational Waves

Seite 8 / page 8

Facing Space – Interview mit Bo Andersen, NSC-Generaldirektor

Facing Space – Interview with Bo Andersen, Director General of the Norwegian Space Centre

4

Weltfunkkonferenz – Mehr Bandbreite für die Erdbeobachtung im X-Band

World Radiocommunication Conference – More Frequencies for Future Earth Observation Satellites in X-Band

14

Komponenteninitiative – Raumfahrtbauteile „made in Germany“

Component Initiative – Space Components ‘made in Germany’

22

Raumfahrtabend – Kommerzialisierung der Raumfahrt

Space Night – Commercialisation of the Space Business

28

STERN – Studenten starten eigene Raketen

STERN – Students Launch Their Own Rockets

32

Achtung Roboter – DLR SpaceBot Camp

Mind the Robot – DLR SpaceBot Camp

38

Beschützer der Erde – Forchheim ohne Plastiktüten

Earth Guardian – Forchheim without Plastic Bags

44

Raumfahrtskalender

Space Calendar

50



Dr. Gerd Gruppe, Vorstandsmitglied des DLR, zuständig für das Raumfahrtmanagement

Dr Gerd Gruppe, Member of the DLR Executive Board, responsible for the German Space Administration

Liebe Leserinnen und Leser,

nach dem erfolgreichen Raumfahrtjahr 2014 mit ROSETTA und der Alexander-Gerst-Mission zur Internationalen Raumstation ISS verabschiedet sich auch 2015 mit einem „Paukenschlag“: der senkrechten Landung der „New Shepard“-Trägerrakete des US-amerikanischen Raumfahrtunternehmens „Blue Origin“. Am 23. November 2015 fand der zweite erfolgreiche Demonstrationsflug dieses neuen Raketensystems statt. Das Herausragende an dieser Rakete? Sie ist wiederverwendbar! Darüber hinaus startet sie nicht nur vertikal, sondern landet auch genauso. Und diese senkrechte Landung ist im November erstmals gelungen. Um der Wiederverwendung ein Stück näher zu kommen, hat die Firma für dieses Jahr noch einen weiteren Start angekündigt. Benannt nach dem ersten US-Amerikaner im Weltraum, Alan Shepard, soll die Kapsel einmal einer Vielzahl von Menschen eine Reise auf über 100 Kilometer Höhe, und damit suborbital ins All, ermöglichen.

Mich beeindruckt, mit welcher gelassenen Zielstrebigkeit das Team um Jeff Bezos seit nunmehr 15 Jahren auf die Verwirklichung seiner Idee hinarbeitet. Mit zunehmender Relevanz der Raumfahrtanwendungen ist – nicht nur angesichts der Haushaltssituation – eine Kostenreduktion für den Start ins All zwingend erforderlich. Sollte der Ansatz von „Blue Origin“ und anderen Pionieren erfolgreich sein, wäre das ein großer Schritt für die ganze Raumfahrt-Community. Deshalb kann man diesen Unternehmungen nur viel Erfolg wünschen.

Kostenreduktion und Kommerzialisierung werden die Diskussion weiterhin bestimmen. Das unterstrich auch Herr Dr. Wolfgang Scheremet, Abteilungsleiter Technologiepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, in seinem Impulsvortrag beim (traditionellen) Bonner Raumfahrtabend am 1. Dezember 2015 in unserem Hause. Für die deutsche Raumfahrt bedeutet das: Überprüfung des Bestehenden und stete Neuausrichtung auf die kommenden Herausforderungen. Das Raumfahrtmanagement will dabei Partner der deutschen Raumfahrt-Industrie und Wissenschaft sein und bleiben.

Einen zufriedenen Jahresabschluss und viel Erfolg für 2016 wünscht Ihnen

Ihr Gerd Gruppe

Dear readers,

Like 2014, which was a great space year thanks to ROSETTA and the mission of Alexander Gerst to the ISS, 2015 also goes out with a resounding success: the vertical landing of the New Shepard launcher of the American 'Blue Origin' space company. The new rocket system had its second successful demonstration flight on November 23, 2015. What is so special about this launcher? It is reusable! Moreover, it not only takes off but also lands vertically. It was in November that this vertical landing was first performed successfully. The company has announced yet another launch for this year to get even closer to the aim of reusability. It is hoped that the capsule, which is named after the first American in space, Alan Shepard, will one day enable a multitude of people to travel to altitudes of more than 100 kilometres, the sub-orbital region of space.



I am impressed by the serene single-mindedness shown by the team around Jeff Bezos in working for 15 years to realise his idea. As space applications become increasingly relevant, it becomes imperative to cut the cost of space launches – not only in view of the budget situation. If the approach pursued by 'Blue Origin' and other pioneers should prove successful, this would mark a long step ahead for the entire space community.

Therefore, we should wish them the best of success in their undertaking.

Cost cutting and commercialisation will continue to dominate the debate, a point also made by Dr Wolfgang Scheremet, Head of the General Directorate for Industrial Policy at the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy, in his keynote speech at the traditional Space Night held at our house in Bonn on December 1, 2015. For the German space sector, this implies the need to review present practice and realign policies to meet future challenges. In this process, the Space Administration will continue to be a partner of Germany's space industry and science.

Enjoy looking back at your achievements in the outgoing year, and look forward to a successful 2016!

Yours,
Gerd Gruppe

Der deutsche ESA-Astronaut Alexander Gerst hat von der Internationalen Raumstation ISS aus die Welt aus einer anderen Perspektive gesehen und fotografiert. Zwölf dieser Bilder sind nun großformatig im DLR-Wandkalender 2016 abgebildet. Der Kalender kann für 15 Euro im DLR Space Shop (<http://www.espace-shop.de>) erworben werden.

German ESA astronaut Alexander Gerst saw and photographed the world from a different perspective from the International Space Station ISS. Twelve of his pictures now feature in DLR's 2016 large-format calendar. The calendar is available at a price of 15 euros at the DLR Space Shop (<http://www.espace-shop.de>).

Facing Space –

die Meinung unserer internationalen Partner – in dieser Ausgabe: Bo Andersen, Generaldirektor des Norwegischen Raumfahrtzentrums (NSC)

the opinion of our international partners – in this edition:

Bo Andersen, Director General of the Norwegian Space Centre (NSC)

Dr. Scient. Bo N. Andersen ist seit 2006 Generaldirektor des Norwegischen Raumfahrtzentrums NSC. Die 1987 gegründete Regierungsagentur untersteht dem Ministerium für Handel, Industrie und Fischerei. Die Agentur ist für die staatlichen Raumfahrtaktivitäten Norwegens verantwortlich, die im Rahmen der ESA und der EU durchgeführt werden, und koordiniert die nationalen Raumfahrtaktivitäten. Ihr Gesamtbudget für 2015 beläuft sich auf 110 Millionen Euro.

Herr Andersen, was sind die aktuellen Herausforderungen bei Ihrer Arbeit für das NSC?

Andersen: Norwegen ist von der Bevölkerung her eher ein kleines Land, aber flächenmäßig sehr groß. Die Landfläche ist mit der von Deutschland vergleichbar, während die Seegebiete mehr als sechsmal so groß sind. Der deutliche Anstieg der öffentlichen Finanzierung für norwegische Raumfahrtprojekte in den letzten zehn Jahren ist eng mit der Entwicklung dieser Gebiete verknüpft. Die Vision, die ich 2005 vorgestellt habe – Norwegen soll ein Land sein, das aus der Raumfahrt den größtmöglichen Nutzen zieht – beschreibt klar unsere Prioritäten. Norwegen engagiert sich hauptsächlich deswegen in der Raumfahrt, weil wir das brauchen, was Raumfahrt bereitstellen kann: für Dienstleistungen, für die Überwachung und Beobachtung z. B. der Umwelt, für die Entwicklung der Industrie und für die Wissenschaft. Die Forderung nach mehr staatlichen Mitteln basiert auf diesen nationalen Prioritäten. Dies war sehr erfolgreich, bedeutet aber auch, dass wir Prioritäten setzen müssen. Besonders in den Bereichen bemannte Raumfahrt und Exploration konnten wir deshalb keine größeren neuen Programme auflegen. Öffentliche Mittel bewilligt zu bekommen ist nicht einfach, es erfordert Beharrlichkeit und Geduld. Wie mein Vorgänger Rolf Skaar sagte: „Gute Projekte werden letztendlich immer finanziert.“ Ob unsere Anträge und Argumente gut genug sind, liegt an uns selbst.

Worin liegt Ihr besonderes Interesse an der Satellitenkommunikation und Erdbeobachtung?

Andersen: Dass sich Norwegen in so hohem Maße auf die Satellitenkommunikation und die Erdbeobachtung konzentriert, liegt an seiner Geografie und an den historischen Entwicklungen. Insbesondere in den 1970er-Jahren wurde klar, dass die Öl- und Gasanlagen in der Nordsee gute Verbindungen zum Festland benötigen. Großbritannien arbeitete mit Funkverbindungen, während sich die norwegische Seite schon sehr früh für den Ausbau der Satellitenkommunikation entschied. Diese Entscheidung hing auch mit der Tatsache zusammen, dass Norwegen über eine sehr große Handelsflotte verfügt, deren Kommunikationsbedarf stetig wuchs. Norwegen hat am Aufbau von INMARSAT aktiv mitgewirkt. Aufgrund dieser historischen Gegebenheiten entstand ein bedeutender und profitabler Industriezweig. Die Firmen von damals sind größtenteils heute noch aktiv und erwirtschaften mehr als 70 Prozent der rund 800 Millionen Euro Umsatz, den die norwegische Raumfahrtindustrie erzielt. Erdbeobachtung ist für die Verwaltung der riesigen Meeresflächen Norwegens von besonderem Interesse. Wegen seines



© Trude Eng

Dr. Scient. Bo N. Andersen has been Director General of NSC since 2006. The NSC was established in 1987 and is a government agency under the Ministry of Trade, Industry and Fisheries. The agency is responsible for the public Norwegian space activities, particularly with respect to ESA and EU, and coordinates the national space activities. In 2015, the total budget is 110 million euros.

Mr Andersen, which are the current challenges in your work as Director General of the NSC?

Andersen: Norway is a small country in terms of population, but very big in terms of surface area. The land area is comparable to that of Germany whilst the ocean area is more than six times that. The significant growth of the public funding of space projects in Norway during the last ten years is closely associated to the development of these areas. The vision I introduced in 2005, “Norway shall be the country with the biggest possible benefit from space flight”, clearly describes our priorities. Norway is committed to space flight primarily because we need what space flight can provide; for services, environmental monitoring and observation, industrial development, and science. Arguments for increased funding are based on the overall national priorities in these areas. This has clearly been successful, but also somehow limited the areas that we can give priority to. Specifically, within these boundary conditions we have not been able to have a significant expansion in the areas of human spaceflight and exploration. The resources do not come easily, persistence in argumentation and patience are essential factors. As my predecessor, Rolf Skaar, stated: “All good projects are funded in the end.” It is up to us that the proposals and the arguments are good enough.

What are the special interests of Norway in satellite communications and Earth observation?

Andersen: Norway is specifically focused on satellite communications and Earth observation because of its geography and historical events. Specifically in the 1970s, it became clear that the oil and gas installations in the North Sea needed good communications to the shore. The UK chose to use radio communications, while on the Norwegian side the choice was to implement satellite communications very early. This choice is associated with the fact that Norway has a very big merchant fleet whose communication demands were steadily increasing. Norway was an active participant in the build-up of INMARSAT. Due to these historical events, a significant and profitable industry was built up. Even now most of the companies founded at that time are still active and provide more than 70 per cent of the Norwegian space turnover of about 800 million euros. The use of Earth observation is essential to manage the vast ocean areas of Norway. Due to this need, Norway was active even during the SeaSat mission around 1980 to develop the use of synthetic aperture radar (SAR) systems for ocean and ship monitoring. This has developed extensively with ERS 1/2, Radarsat, and ENVISAT. KSAT is a global service provider on ship and oil spill detection. Now Radarsat 2 and Sentinel-1A are the main data providers. As

hohen Bedarfs beteiligte sich Norwegen schon während der SeaSat-Mission um 1980 aktiv an der Entwicklung von Synthetic Aperture Radar (SAR)-Systemen für die Überwachung der Meere und der Schifffahrt. Große Fortschritte brachten ERS 1-2, Radarsat und ENVISAT. Mit KSAT entstand ein globaler Dienstleister zur Lokalisierung von Schiffen und Ölteppichen. Heute sind es hauptsächlich Radarsat 2 und Sentinel-1A, die diese Daten liefern. Ergänzend dazu haben wir Satelliten zur Überwachung des Schiffsverkehrs entwickelt und in die Umlaufbahn gebracht, die die von bestimmten Schiffen obligatorisch ausgesendeten AIS-Signale erfassen. In den letzten Jahren haben wir mit Hilfe der Interferometrie-SAR-Technologie diejenigen Gebiete in Norwegen kartiert, in denen häufig Lawinen abgehen. Ihnen ist sicher aufgefallen, dass große Teile von Norwegen sehr steil sind.

Stichwort Kommerzialisierung des Raumfahrtsektors: Was bedeutet das und wie wichtig ist die Privatisierung aus Ihrer Sicht?

Andersen: Nur ein sehr kleiner Teil des Raumfahrtsektors ist in dem Sinne kommerziell, dass die Einnahmen aus nachgelagerten Dienstleistungen die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten voll finanzieren. In Norwegen wird das Bodensegment hauptsächlich von KSAT betrieben, einer Privatfirma. In Norwegen ist das Verhältnis zwischen Privatgesellschaften und Firmen im staatlichen Besitz recht ausgewogen. Das NSC nutzt die Dienste privater Firmen je nach Qualität und Wirtschaftlichkeit. Privatfirmen sollten nur dann beauftragt werden, wenn keine anderen Gründe wie Sicherheit und Kontrolle dagegensprechen.

Welche Rolle spielen Weltraumindustrie und -forschung für die Entwicklung Ihres Landes?

Andersen: Raumfahrt ist wichtig für die Wissenschaft in Norwegen, einschließlich der Weltraumforschung, der Polarforschung und der Meereswissenschaft. Die Raumfahrtindustrie macht einen hohen Umsatz mit relativ wenig Mitarbeitern. Der Verfall der Ölpreise wird dazu führen, dass viele gute Leute die Mineralölwirtschaft verlassen, von denen hoffentlich einige zur Raumfahrt wechseln werden.



Der norwegische Satellit NORSAT-1 wird nach seinem Start im Jahr 2016 die Sonnenstrahlung, das Weltraumwetter und Schiffbewegungen beobachten.

The Norwegian NORSAT-1 satellite will investigate solar radiation, space weather, and monitor ship traffic after its launch in 2016.

© T. Abrahamsen

a supplement to this, we have developed and launched ship monitoring satellites utilising the AIS signal the relevant vessels are obliged to transmit. During the last years, we have extensively used interferometric SAR techniques to chart the areas of Norway that are prone to avalanches. You may have noticed that large parts of Norway are quite steep.

Keyword commercialisation of the space sector: what is the ‘Norwegian way’ and how important is privatisation from your point of view?

Andersen: Very little of the space sector is truly commercial to the effect that income from downstream services fully funds upstream R&D. In Norway, the ground segment is mainly run by KSAT, which is a private company. Norway has a good balance of privately and state-owned companies. NSC makes use of these companies' services according to quality and economic efficiency. Private companies should only be commissioned if no other reasons like security and control speak against it.

Which role play space industry and space research for the development of your country?

Andersen: Space flight is important for science in Norway, including space science, polar and marine sciences. The space industry achieves a high turnover with relatively little staff. The downfall of the oil prices will imply that many good people will leave the oil industry; hopefully some of them will switch to space flight.



Die Svalbard Satellite Station ist die weltweit größte kommerzielle Bodenstation. Ihre extrem nördliche Lage im Svalbard-Archipel macht einen idealen Empfang und Service für alle Nutzer von Satelliten in einem polaren Orbit möglich.

Svalbard Satellite Station is the world's largest commercial ground station. Due to its extreme northern location on the Svalbard archipelago, the station provides all-orbit-support to owners and operators of polar orbiting satellites.

© KSAT

Meer ohne Wasser

Bahr bila ma – „Meer ohne Wasser“ – so nennen die Araber im Norden Afrikas die Sahara. Heute ist sie zwar ein Meer aus Sand und Stein. Doch das war nicht immer so. Vor einigen Tausend Jahren gab es dort, wo jetzt Wüste ist, Wasser und Grün in Hülle und Fülle. Um 8.500 vor Christus war die Sahara wohl überall besiedelt. Doch um 5.000 vor Christus begann der Monsun nachzulassen. Rund 3.000 Jahre dauerte es dann, bis sich die Sahara wieder in eine lebensfeindliche und weitgehend unbewohnte Wüste verwandelt hatte, so wie wir sie heute kennen. Das gilt auch für den Norden der rund 39.000 Quadratkilometer großen Provinz Tamanrasset mitten in Zentralalgerien. Der Umweltsatellit Sentinel-2A hat im Rahmen des europäischen Copernicus-Programms in seinem ersten Beobachtungszyklus auch eine Felsformation aus diesem Gebiet mit einer Auflösung von zehn Metern aufgenommen. Die Kleinstadt Ain Salah liegt rund 125 Kilometer südwestlich dieser Aufnahme. Da auch diese Region mit Wasser bedeckt war, ist es nicht verwunderlich, dass im Norden dieser Felsformation Algeriens größte Ölreservoir – das Hassi Messaoud Ölfeld – und das Hassi R'Mel Gasfeld – liegen. Nachdem sich das Wasser zurückgezogen hatte, traten nach und nach die unterschiedlichen Felsformationen hervor. Die Flussläufe des sich zurückziehenden Wassers sind noch klar mit den Augen des „Wächters“ aus dem Weltall zu erkennen. Auch die Salz- und Kalkablagerungen treten deutlich weiß hervor.

Sea without Water

Bahr bila ma, 'sea without water': the Arabian in the Northern African region name for the Sahara desert. It is true that today it is a sea of sand and rock. However, this has not always been the case. A few thousand years ago, the place that is now a desert abounded in water and vegetation. Around 8,500 B.C., all of the Sahara was probably populated. Around 5,000 B.C., however, the monsoon began to flag. After that, it took around 3,000 years for the Sahara to turn into the largely uninhabited, inhospitable desert that we know today. This also holds true for the north of Tamanrasset in central Algeria, a province of around 39,000 square kilometres. In its first observation cycle under the European Copernicus programme, the environmental satellite Sentinel-2A has photographed, among other objects, a rock formation in this area at a resolution of ten metres. The town of Ain Salah is situated around 125 kilometres to the southwest. Since this region was for a long time covered by water, it is no wonder that Algeria's largest oil reserves, the Hassi Messaoud oil field and the Hassi R'Mel gas field, are situated in the north of this rock formation. When the waters withdrew, a variety of rock formations gradually emerged. The river beds left behind by the retreating waters still are clearly visible to the eyes of our 'guardian' in space. Salt and lime deposits also appear clearly in white.

Auf Einsteins Spuren

LISA Pathfinder bereitet dem Gravitationswellen-Observatorium eLISA den Weg

Von Dr. Hans-Georg Grothues und Dr. Jens Reiche

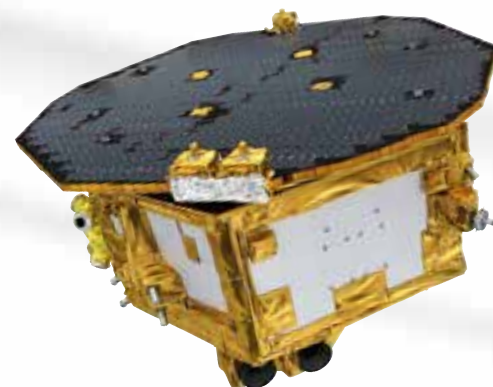
Nahezu auf den Tag genau 100 Jahre nach der Veröffentlichung der Allgemeinen Relativitätstheorie durch Albert Einstein ist am 3. Dezember 2015 die wissenschaftliche Technologie-Demonstrationsmission LISA Pathfinder vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou (Französisch-Guyana) ins All gestartet. Mit dem sechsten Flug der Vega-Träger Rakete hob die Mission kurz nach 5 Uhr morgens Mitteleuropäischer Zeit ab. Nach zehn Jahren Entwicklungsarbeit soll LISA Pathfinder nun den Weg für das Weltraumobservatorium eLISA (evolved Laser Interferometer Space Antenna) ebnen, das winzigste Schwingungen der Raumzeit – sogenannte Gravitationswellen – „beobachten“ und damit den energiereichsten und heftigsten astrophysikalischen Ereignissen in unserem Universum auf die Spur kommen soll. Die Gravitationswellen sollen von eLISA ab dem Jahr 2034 mit Hilfe einer Laserinterferometrie zwischen drei rund zwei Millionen Kilometer voneinander entfernten Sonden nachgewiesen und erforscht werden.

On Einstein's Traces

LISA Pathfinder Paving the Way for the Gravitational-Wave Observatory eLISA

By Dr Hans-Georg Grothues and Dr Jens Reiche

On December 3, 2015, almost 100 years to the day after Albert Einstein published his General Theory of Relativity, the scientific technology demonstration mission LISA Pathfinder took off for space from the European spaceport of Kourou (French Guiana). The mission lifted off shortly after 5 a.m. Central European Time on the sixth flight of a Vega launcher. After ten years of development work, LISA Pathfinder is to pave the way for the eLISA space observatory (evolved Laser Interferometer Space Antenna), which, so it is hoped, will 'observe' extremely tiny oscillations in space-time, aka gravitational waves, so that the most energetic and violent astrophysical events in our universe may be tracked down. From 2034 onwards, eLISA will be demonstrating and exploring gravitational waves by laser interferometry between three probes flying at a distance of around two million kilometres.



Autoren: **Dr. Hans-Georg Grothues** (links) betreut die Mission LISA Pathfinder in der Abteilung Extraterrestrik des DLR Raumfahrtmanagements. **Dr. Jens Reiche** ist Projektleiter des deutschen Beitrags zu LISA Pathfinder beim Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik/Albert-Einstein-Institut in Hannover. Authors: **Dr Hans-Georg Grothues** (left) is in charge of the LISA Pathfinder mission in the Space Science department of the DLR Space Administration. **Dr Jens Reiche** is the project leader of the German contribution to LISA Pathfinder at the Max Planck Institute for Gravitational Physics/Albert Einstein Institute in Hanover.

Herzen aus Gold und Platin

Im Unterschied zu den meisten wissenschaftlichen Raumfahrtmissionen sind bei der Technologiedemonstration durch LISA Pathfinder Raumsonde und Nutzlast nicht zu trennen. Sie bilden eine Einheit, denn die Sonde ist Teil des Experiments. Nur so kann die Technologie getestet werden, die auf eLISA ab 2034 zum Einsatz kommen soll. Herzstück der LISA Pathfinder-Mission sind zwei Würfel, bestehend aus einer Legierung aus 73 Prozent Gold und 27 Prozent Platin. Sie haben eine Kantenlänge von gerade einmal 46 Millimetern und wiegen jeweils etwa zwei Kilogramm. Diese Würfel stellen die unabhängigen Testmassen der LISA Pathfinder-Mission dar. Hat die Raumsonde ihren Orbit um den Lagrangepunkt L1, rund 1,5 Millionen Kilometer von der Erde in Richtung zur Sonne, erreicht, werden die Testmassen aus ihrer Startsickeung gelöst und bewegen sich dann nahezu frei von äußeren und inneren Störungen entlang sogenannter Geodäten durch das All. Im Inneren der Raumsonde sind die Testmassen vor Störungen wie dem Strahlungsdruck der Sonne, elektrischen Feldern und Magnetfeldern sowie Temperatureffekten weitgehend abgeschirmt. Um die elektrostatische Aufladung der Massen durch die kosmische Strahlung zu begrenzen, werden diese durch Bestrahlung mit ultraviolettem Licht regelmäßig berührungsfrei entladen. Die eigene Gravitation der Sonde wird außerdem durch eine sehr feine Ausbalancierung ihrer Masse ausgeglichen. So kann die bisher störungsfreieste Bewegung im freien Fall im Weltraum getestet werden.

Laserinterferometrie mit höchster Präzision

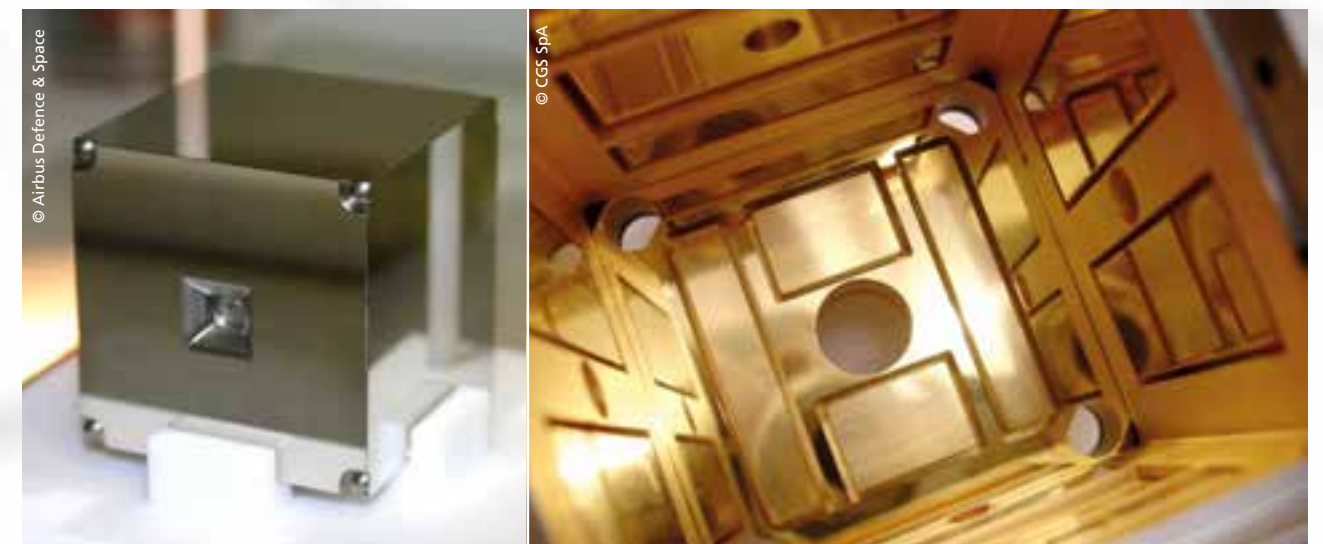
Diese Messaufgabe übernimmt das Laserinterferometer, das sich zwischen den beiden Testmassen von LISA Pathfinder befindet. Auf einem Block aus einer Zerodur-Glaskeramik mit einer quadra-

Hearts of gold and platinum

Unlike most scientific space missions, the space probe and the payload are inseparable in the LISA Pathfinder technology demonstration. They form a single unit, for the probe is part of the experiment. This is the only way of testing the technology that will be employed by eLISA from 2034 onwards. The core of the LISA Pathfinder mission consists of two cubes made of an alloy of 73 per cent gold and 27 per cent platinum. Having an edge length of just about 46 millimetres, they weigh about two kilograms each. These cubes represent the independent test masses of the LISA Pathfinder mission. Once the space probe has reached its orbit around the Lagrangian point L1, around 1.5 million kilometres distant from Earth in the direction of the Sun, the test masses will be released from their launch lock, after which they will move through space along so-called geodesic lines, almost free from external and internal disturbances. In the interior of the space probe, the test masses are largely shielded from disturbances like the Sun's radiation pressure, electrical fields, and magnetic fields as well as temperature effects. To limit the electrostatic charge imparted to the masses by cosmic radiation, they are regularly discharged by ultraviolet light in a contact-free process. Moreover, the probe's own gravitation is eliminated because its mass is very well balanced. This permits testing the most disturbance-free motion achieved in free fall in space so far.

Ultra-precise laser interferometry

The task of measuring is handled by a laser interferometer located between LISA Pathfinder's two test masses. A block of Zerodur glass ceramic measuring 20 centimetres square has a set of



Zwei Herzen aus Gold und Platin: Die Testmassen der LISA Pathfinder-Nutzlast (links, hier noch ohne ihre Goldbeschichtung) bestehen aus 73 Prozent Gold und 27 Prozent Platin. Sie haben eine Kantenlänge von gerade einmal 46 Millimetern, wiegen allerdings knapp zwei Kilogramm. Zwei dieser Testmassen sollen später jeweils in ihrem „Electrode Housing“ (rechts) frei schweben, in dem Positionen und Ausrichtung der Massen mit Hilfe der Laserinterferometrie und sogenannter Inertialsensoren mit höchster Präzision gemessen werden können.

Two hearts of gold and platinum: the test masses of the LISA Pathfinder payload (left, shown here without their gold coating) consist of 73 per cent gold and 27 per cent platinum. Having an edge length of no more than 46 millimetres, they weigh almost two kilograms each. Later on, two of these test masses will be floating freely in their own electrode housing (right) within which their position and orientation can be determined at maximum precision with the aid of laser interferometry and so-called inertial sensors.

tischen Grundfläche von 20 Zentimetern Kantenlänge ist ein Set aus 22 Spiegeln und Strahlverteilern aufgebaut. Die beiden vergoldeten Testmassen dienen als Endspiegel des Interferometers und sind etwa 38 Zentimeter voneinander entfernt. Mit Hilfe des Laserinterferometers werden nun die Positionen und die Ausrichtung der Massen relativ zueinander und in Bezug zur Sonde mit höchster Präzision vermessen. Bei eLISA werden diese verspiegelten Testmassen auf drei Raumsonden verteilt ein gleichseitiges Dreieck aus Laserlicht mit einer Kantenlänge von rund zwei Millionen Kilometern aufspannen und damit das Interferometer bilden. Bei LISA Pathfinder wird das Laserlicht durch einen besonders rauscharmen Laser der deutschen Firmen Tesat und Kayser-Threde (heute OHB) erzeugt. Zusammen mit den sogenannten Inertialsensoren können so feinste Lage- und Ausrichtungsänderungen der Testmassen von weniger als zehn Pikometer – ein hundertmillionstel Millimeter oder weniger als ein Zehnmillionstel eines Haardurchmessers – gemessen werden. Ein sogenanntes Drag-Free-Attitude-Control-System (DFACS) erhält die Signale der Inertialsensoren und steuert in einer Rückkopplungsschleife die Sonde so, dass wiederum alle inneren und äußeren Störkräfte möglichst ausgeglichen werden. Mikro-Newton-Triebwerke sorgen dafür, dass die Kontrolle des Satelliten äußerst fein abgestimmt erfolgen kann, um die notwendigen, minimalen Lagekorrekturen durchzuführen. Neben europäischen Kaltgastriebwerken sollen dabei auch Kolloidtriebwerke getestet werden, die vom Jet Propulsion Laboratory (JPL) der NASA zur Verfügung gestellt und als DRS (Disturbance Reduction System) bezeichnet werden: Raumsonde und Nutzlast bilden somit eine Einheit.

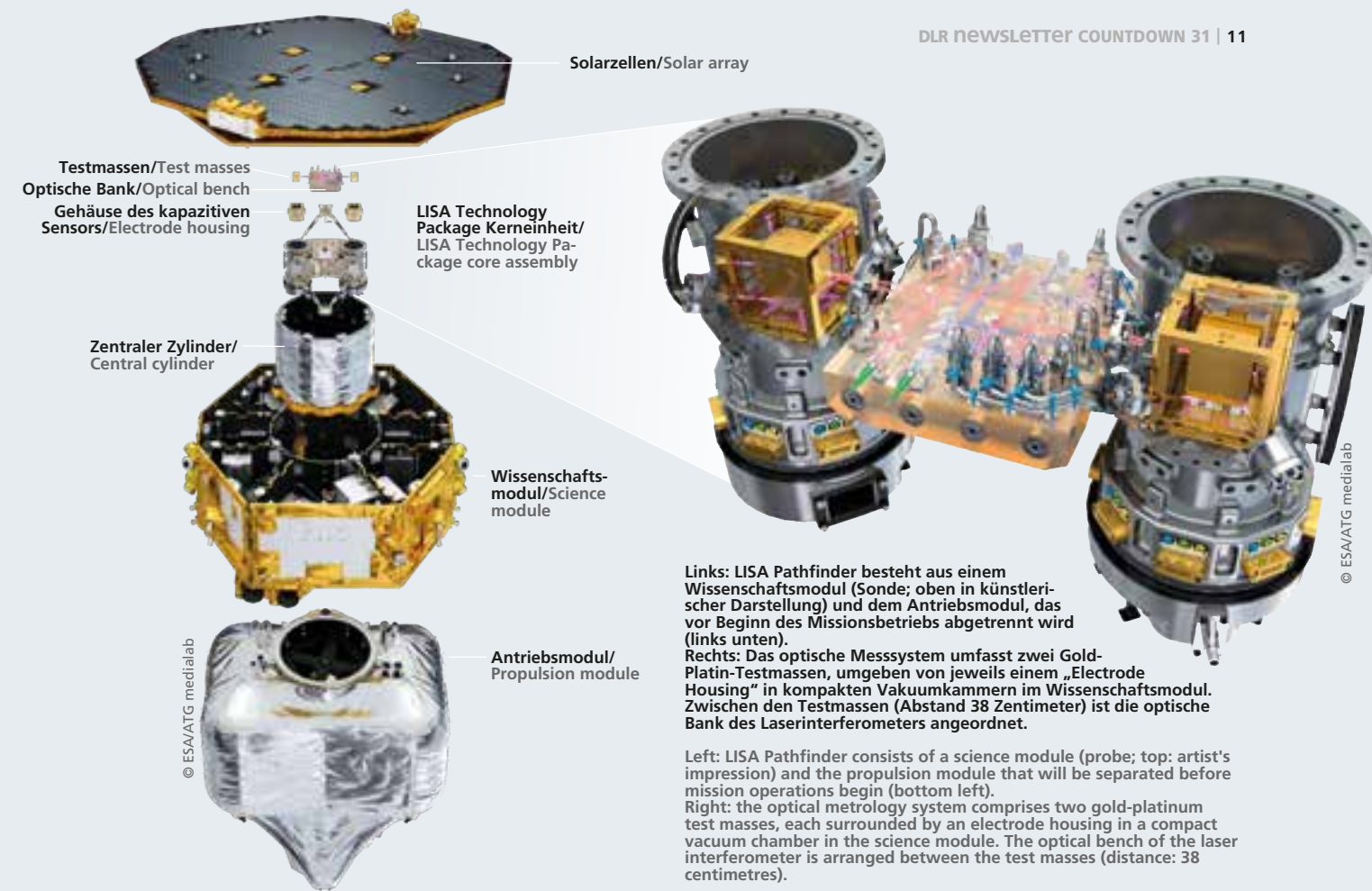
Technologien in der Erprobung

Im Zentrum der Mission steht das LISA Technology Package (LTP). Es besteht aus den beiden Testmassen, den sie umgebenden „Electrode Housings“, der optischen Bank und den Inertialsensoren, die alle hochgradig schwingungs- und temperaturisoliert im LTP aufgehängt sind. Darüber hinaus ist eine empfindliche Mess- und Steuerelektronik (das optische Messsystem) mit eigenem

22 mirrors and beam diffusers mounted on it. Serving as end mirrors of the interferometer, the two gold-plated test masses are about 38 centimetres distant from each other. Now, the laser interferometer measures the position and orientation of the masses relative to each other and to the probe itself with ultra-high precision. In eLISA, these reflecting test masses will be distributed among three space probes forming an equilateral triangle of laser light with an edge length of around two million kilometres, constituting the interferometer. In LISA Pathfinder, the laser light is generated by a particularly low-noise laser built by two German companies, Tesat and Kayser-Threde (today OHB). Together with so-called inertial sensors, this setup permits measuring infinitesimal changes in the position and orientation of the test masses amounting to less than ten picometres – a one hundred-millionth part of a millimetre or less than one ten-millionth part of the diameter of a hair. Receiving the signals of the inertial sensors, a so-called drag free attitude control system (DFACS) controls the probe in a feedback loop so that all internal and external disturbances are compensated as far as possible. Micro-Newton thrusters ensure that the control of the satellite can be extremely fine-tuned so that the infinitesimal attitude corrections that are necessary can be carried out. The mission will serve to test not only European cold-gas thrusters but also colloid thrusters provided by NASA's Jet Propulsion Laboratory (JPL), going by the name of disturbance reduction system (DRS). Consequently, the space probe and its payload form a single unit.

Technologies on trial

The mission revolves around the LISA technology package (LTP). It comprises the two test masses, the electrode housings that surround them, the optical bench, and the inertial sensors, all of which are suspended within the LTP and effectively insulated from vibration and temperature influences. Another necessary element is a sensitive measuring and control electronics (the optical metrology system) with its own payload computer. The



Links: LISA Pathfinder besteht aus einem Wissenschaftsmodul (Sonde; oben in künstlerischer Darstellung) und dem Antriebsmodul, das vor Beginn des Missionsbetriebs abgetrennt wird (links unten).

Rechts: Das optische Messsystem umfasst zwei Gold-Platin-Testmassen, umgeben von jeweils einem „Electrode Housing“ in kompakten Vakuumkammern im Wissenschaftsmodul. Zwischen den Testmassen (Abstand 38 Zentimeter) ist die optische Bank des Laserinterferometers angeordnet.

Left: LISA Pathfinder consists of a science module (probe; top: artist's impression) and the propulsion module that will be separated before mission operations begin (bottom left).

Right: the optical metrology system comprises two gold-platinum test masses, each surrounded by an electrode housing in a compact vacuum chamber in the science module. The optical bench of the laser interferometer is arranged between the test masses (distance: 38 centimetres).

Nutzlastcomputer notwendig. Die schwierige Aufgabe, alle Teilkomponenten zu einem funktionierenden Gesamtsystem zusammenzuführen, übernahm Airbus Defence & Space (früher EADS Astrium GmbH) in Friedrichshafen. Das Unternehmen wurde zudem mit der Gesamtkoordination der LTP-Entwicklung beauftragt. Wenn etwa drei Monate nach dem Start auch das LTP erfolgreich seinen Betrieb aufgenommen hat, kann Anfang März 2016 der eigentliche wissenschaftliche Teil der Mission beginnen. Dazu werden die beiden Testmassen des LTP freigegeben und schweben – fast vollständig unbeeinflusst von Störungen durch die Sonde selbst und die Außenwelt – im Raum. Die verbleibenden Einflüsse werden durch das DFACS mit Hilfe der Mikro-Newton-Triebwerke ausgeglichen. Nachdem das LTP etwa drei Monate allein betrieben wurde, soll anschließend auch das Disturbance Reduction System (DRS) gemeinsam mit dem LTP zum Einsatz kommen und ebenfalls seine Einsatzreife unter Beweis stellen. Durch den passiven und aktiven Ausgleich aller Störeinflüsse, die nicht durch die Gravitation der Massen im Weltall verursacht werden, sollen die Restbeschleunigungen auf die Testmassen über einige Minuten hinweg auf nicht mehr als etwa ein Zehnmillionstel eines Milliardstel der Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche begrenzt werden. Würden die Testmassen mit dieser Beschleunigung in Bewegung versetzt, so benötigten sie mehr als ein Jahr, um nur einen Meter zurückzulegen. Hauptziel von LISA Pathfinder ist es, diese geringe Störbeschleunigung nachzuweisen.

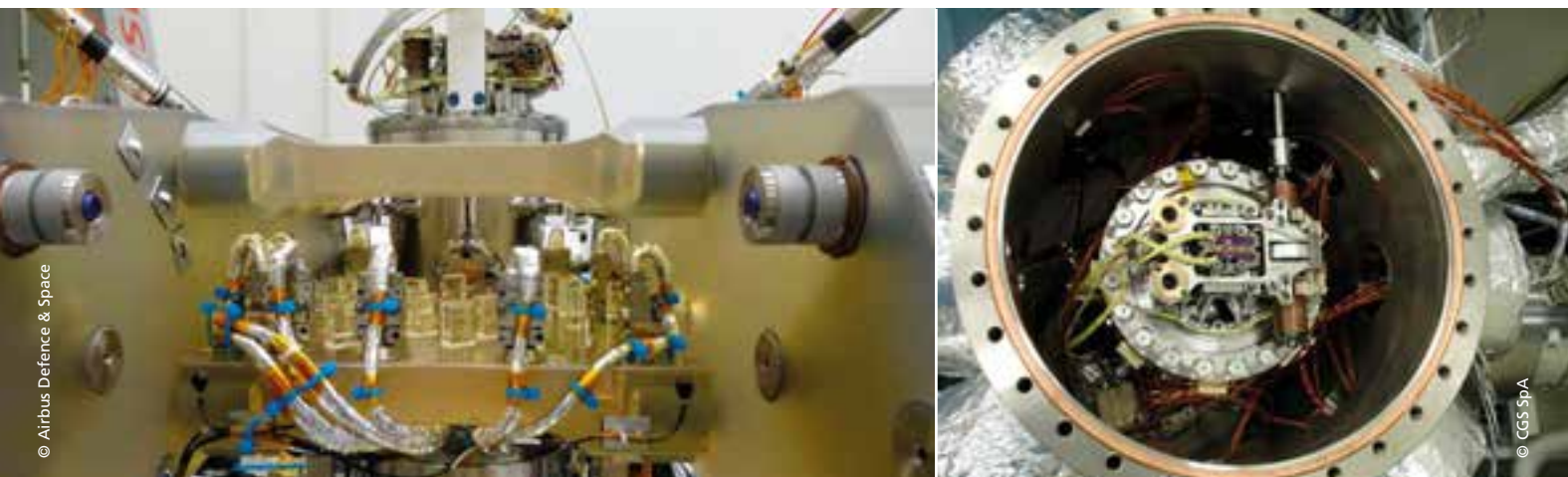
Wie geht es mit der Gravitationswellen-Forschung weiter?

Nach etwa einem Jahr im Orbit wird die nominelle Mission von LISA Pathfinder Ende 2016 abgeschlossen sein. Eine Missionsverlängerung bis Mitte 2017 ist möglich, falls alle vorgesehenen Experimente erfolgreich gewesen sein sollten und ergänzende Messungen sinnvoll erscheinen. Seit einigen Jahren bereits werden im Konsortium, das LISA Pathfinder entwickelt hat und das auch eLISA vorbereitet, weitere Systemstudien und Technologieuntersuchungen zu offenen Fragen zukünftiger Gravitationswellen-Observatorien im Weltall durchgeführt. Sie werden unter anderem durch die ESA und das DLR Raumfahrtmanagement

difficult task of merging all sub-components into a functioning comprehensive system was shouldered by Airbus Defence & Space (formerly EADS Astrium GmbH) of Friedrichshafen. In addition, the company was commissioned to co-ordinate the LTP development in its entirety. Once the LTP has been successfully commissioned about three months after the launch, the scientific part of the mission proper may begin early in March 2016. At that time, the two LTP test masses will be released to float in space, almost entirely free from disturbances originating within the probe itself and in the outside world. Any remaining influences will be eliminated by the DFACS with the aid of the micro-Newton thrusters. For about three months, the LTP will operate on its own, after which the disturbance reduction system (DRS) will become operational together with the LTP to demonstrate its maturity. By passively and actively compensating any disturbances not caused by the gravitation of masses in space, the residual acceleration affecting the test masses for the duration of several minutes is to be restricted to no more than one tenth of a millionth of a billionth of Earth's surface gravitation. If the test masses were to be set in motion at this acceleration rate, they would need more than one year to cover just one metre. The key objective of LISA Pathfinder is to demonstrate this low spurious acceleration.

What will happen next in gravitational-wave research?

After about one year in orbit, the nominal mission of LISA Pathfinder will be concluded by the end of 2016. It may be extended to the middle of 2017, provided that all scheduled experiments have been successful and supplementary measurements appear indicated. The consortium that developed LISA Pathfinder and is now preparing eLISA has for some years been conducting additional system studies and technology investigations to answer questions relating to future gravitational-wave observatories in space. These studies are funded by ESA and the DLR Space Administration, among others. Moreover, both ESA and NASA have been investigating potential alternatives to laser interferometry, such as atom interferometry. Essential studies relating to eLISA are being run at the Albert Einstein Institute (AEI)/Max



Oben links: Blick in die sogenannte optische Bank von LISA Pathfinder
Oben rechts: Ein Teil des optischen Messsystems wird in einer Vakuumkammer Thermaltests unterzogen.
Unten rechts: Die Sonde von LISA Pathfinder wird bei der Firma IABG in Ottobrunn integriert.

Top left: view of the so-called optical bench of LISA Pathfinder
Top right: part of the optical metrology system being subjected to temperature tests in a vacuum chamber
Bottom left: the LISA Pathfinder probe being integrated at the IABG company of Ottobrunn

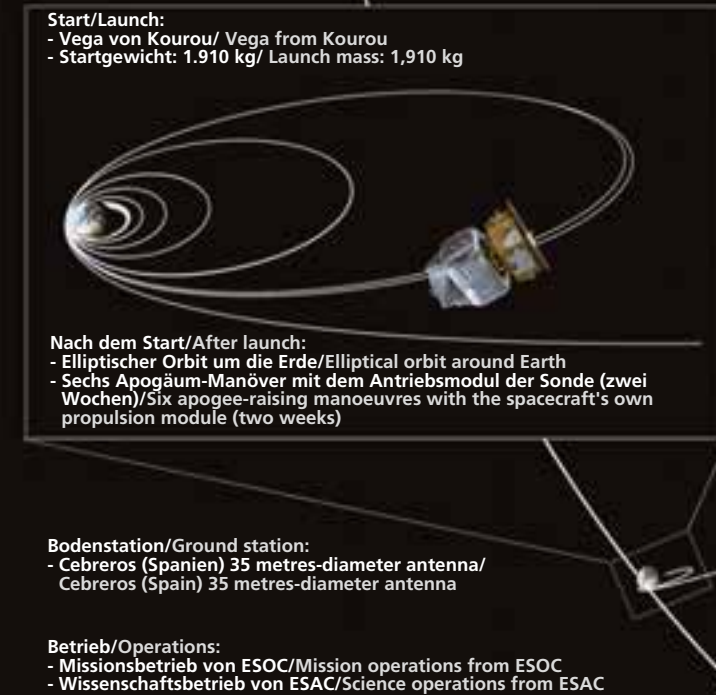


gefördert. Seitens der ESA und der NASA sind darüber hinaus auch mögliche Alternativen zur Laserinterferometrie untersucht worden – etwa die Atominterferometrie. Wesentliche Untersuchungen zu eLISA finden am Albert-Einstein-Institut (AEI)/Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik in Hannover statt, das auch federführend an LISA Pathfinder beteiligt ist. Das AEI treibt mit dem Interferometer GEO600 in der Nähe von Hannover auch die Technologie für die Beobachtung von Gravitationswellen am Boden voran. Dabei arbeitet das Institut eng mit der Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO)-Kooperation in den USA zusammen. Sie betreibt in den US-Bundesstaaten Washington und Louisiana zwei Laserinterferometer mit Armlängen von jeweils vier Kilometern. Seit September 2015 hat nun Advanced LIGO nach einer technologischen Aufrüstung wieder den wissenschaftlichen Messbetrieb aufgenommen. Der direkte Nachweis von Gravitationswellen vom Erdboden aus könnte nun unmittelbar bevorstehen.

Um auch das niederfrequente Spektrum an Gravitationswellen – ausgesandt durch massereiche Quellen wie supermassive Schwarze Löcher oder sehr enge Doppelsterne – erfassen zu können, soll ab 2034 eLISA diese Wellen aus dem All beobachten. Von der ESA wurde eine Gravitationswellen-Mission als dritte der L-Missionen im Cosmic Vision-Programm bereits im November 2013 beschlossen. Etwa ab dem Jahr 2019 wird die konkrete Mission endgültig ausgewählt. Die Untersuchungen zur Technologie werden fortgesetzt, bis ab etwa 2022 die eigentlichen Entwicklungsarbeiten zu eLISA oder einer ähnlichen Mission beginnen werden.

Planck Institute for Gravitational Physics in Hanover, which also plays a leading part in LISA Pathfinder. With its GEO600 interferometers, moreover, the AEI is also promoting the technology for observing gravitational waves on the ground in the vicinity of Hanover. In this respect, the institute co-operates closely with the laser interferometer gravitational-wave observatory (LIGO) collaboration in the USA, which operates two laser interferometers featuring arm lengths of four kilometres each in the two federal states of Washington and Louisiana. After a technological upgrade, advanced LIGO resumed scientific measurements in September 2015. Now, it may be possible in the immediate future to demonstrate gravitational waves directly on the ground.

To detect the spectrum of low-frequency gravitational waves emitted by massive sources, such as super-massive black holes or very close binary stars, eLISA will be observing these waves from space from 2034 onwards. ESA adopted a gravitational-wave mission as the third of the L-missions in its Cosmic Vision programme as early as November 2013. The concrete mission will be finally selected from about 2019 onwards. Technology investigations will be continued until the development of eLISA or a similar mission will properly begin in about 2022.



© ESA/ATG medialab



Am 3. Dezember 2015 um 5:04 Uhr Mitteleuropäischer Zeit ist die Mission LISA Pathfinder ins All aufgebrochen. Eine Vega-Rakete (rechts) hat sie auf Kurs in Richtung des Lagrangepunkts L1 gebracht. Wenn alles nach Plan verläuft, ebnet diese Technologiedemonstration den Weg, ab 2034 mit eLISA Gravitationswellen direkt im Weltall zum Beispiel von zwei miteinander verschmelzenden Schwarzen Löchern (links eine Computersimulation dieser abgestrahlten Gravitationswellen) nachzuweisen. Diese Ereignisse sind mit herkömmlichen astronomischen Methoden nur sehr schwer zu erforschen, weil sie nur wenig Licht ausstrahlen und zudem meist sehr weit von der Erde entfernt sind.

The LISA Pathfinder mission set out for space on December 3, 2015, at 5.04 a.m. CET. A Vega launcher (right) set it on course for the L1 Lagrangian point. If everything goes to plan, this technology demonstration will pave the way for eLISA, which, from 2034 onwards, will be detecting gravitational waves emitted by, for example, two merging black holes (left: computer simulation showing gravitational waves being emitted). Such events are very difficult to explore by conventional astronomical methods because they emit only little light and, moreover, are mostly very far away from Earth.



Corvaja/ESA

Auf dem langen Weg zum Einsatzort

Etwa zwei Stunden nach dem Start am 3. Dezember hat sich LISA Pathfinder in einer niedrigen Erdumlaufbahn zunächst von der Trägerrakete getrennt, um in den darauf folgenden zwei Wochen mit Hilfe mehrerer Zündungen des eigenen Antriebsmoduls den erdfernen Punkt seiner Erdumlaufbahn (Apogäum) auf mehr als eine Million Kilometer anzuheben. Mitte Dezember 2015 wird dann der Zeitpunkt erreicht sein, an dem durch eine letzte Zündung des Moduls der nun hochelliptische Orbit in eine Transferbahn in den Lagrangepunkt L1 des Systems von Erde und Sonne überführt wird. Im L1 halten sich die Gravitationskräfte von Sonne und Erde die Waage – lediglich geringfügig durch den Mond und die Planeten gestört. Dieser Punkt befindet sich rund 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt in Richtung Sonne und bietet ideale Bedingungen für den wissenschaftlichen Betrieb von LISA Pathfinder bei nahezu konstanten Kräfteverhältnissen, Temperaturen und geringstmöglichen Störungen. Allerdings lässt sich die Sonde nicht über längere Zeit exakt im L1 halten, sondern wird sich auf einer Halobahn um diesen herum bewegen. Diese Bahn kann die Sonde einige 100.000 Kilometer vom Idealpunkt wegführen.

Während des Transfers der Sonde in den L1 und des anschließenden Wissenschaftsbetriebs wird die Kommunikation mit LISA Pathfinder über die großen 35-Meter-Antennen der ESA in Cebreros (Spanien), New Norcia (Australien) und Malargüe (Argentinien) aufrechterhalten. Teilweise soll während des Transfers auch schon eine erste Inbetriebnahme von LTP und DRS sowie der Kaltgas- und Kolloidtriebwerke durchgeführt werden. Das zur hochgenauen Lageregelung notwendige aufwändige Steuersystem Drag-Free-Attitude-Control-System (DFACS) wird nach Erreichen des L1 etwa 70 Tage nach dem Start voraussichtlich Mitte Februar 2016 eingeschaltet und dafür sorgen, dass die Technologiedemonstration und der wissenschaftliche Betrieb beginnen können. Bereits nach rund 50 Tagen – also Ende Januar 2016 – wird das Antriebsmodul abgesprengt, um Störungen zu verringern.

The long journey to the site

Having separated from the launcher about two hours after lift-off on December 3, LISA Pathfinder fired its propulsion module several times in the subsequent two weeks in order to raise the point in its orbit that is farthest from Earth (apogee) to more than one million kilometres. By mid-December 2015, the time will be at hand to fire the propulsion module for the last time in order to change LISA Pathfinder's by now highly elliptical orbit into a transfer flight path to the L1 Lagrangian point of the Earth-Sun system. At L1, the gravitational forces of the Sun and the Earth balance each other out, only slightly disturbed by the Moon and the planets. This point is located around 1.5 million kilometres away from Earth in the direction of the Sun, providing ideal conditions for LISA Pathfinder's scientific activities as well as nearly constant force impacts and temperatures together with the minimum possible disturbances. To be sure, the probe will not be able to keep exactly at L1 for prolonged periods; instead, it will travel around it on a halo orbit on which it may move several hundred thousand kilometres away from the ideal point.

During the transfer of the probe to L1 and its subsequent scientific activities, communication with LISA Pathfinder will be maintained by large 34-metre antennas operated by ESA at Cebreros (Spain), New Norcia (Australia), and Malargüe (Argentina). There are plans to activate the LTP, the DRS, and the cold-gas and colloid thrusters tentatively during the transfer. After L1 has been reached about 70 days after take-off, the sophisticated ultra-precise drag-free attitude control system (DFACS) will probably be activated in mid-February 2016 so that both the technology demonstration and scientific operations may begin. After no more than 50 days, i.e. at the end of January 2016, the propulsion module will be blasted off in order to minimise disturbances.

Inside WRC 2015

Ein Tag im Kampf um Frequenzen für deutsche Raumfahrtprojekte

Von Dr. rer. nat. Ralf Ewald

Bevor neue Generationen von Raumfahrtmissionen starten können, brauchen sie erst einmal ausreichend Frequenzspektrum, mit dem zum Beispiel Daten zur Erde übertragen werden können. Diese Frequenzen sind rar gesät und daher nicht minder umkämpft. Auf der ITU-Weltfunkkonferenz (WRC 2015), die vom 2. bis zum 27. November 2015 in Genf stattgefunden hat, „feilschten“ Mobilfunkanbieter, Fernseh- und Rundfunkanstalten sowie Raumfahrtagenturen um Frequenzen und Bandbreiten. Da hier das Prinzip der Vereinten Nationen gilt, müssen sich alle 193 Staaten bei jedem verhandelten Meilenstein einig sein. Die Folge: Auf der Konferenz geht es zu wie auf einem Basar. 3.800 Delegierte verhandeln rund 41 Tagesordnungspunkte, bis nach vier Wochen überall Einigkeit herrscht. Der deutsche Delegierte Ralf Ewald war mittendrin und hat für Deutschland wichtige Meilensteine durchgesetzt. So hat er zum Beispiel mit seinem Team dafür gesorgt, dass die künftigen deutschen Erdbeobachtungssatelliten im sogenannten X-Band eine größere Bandbreite erhalten. Die brauchen sie, um ihre hochauflösenden Radarbilder von der Erde zu erstellen. Wie er das geschafft hat, beschreibt er anhand eines Tagesablaufs in Genf.

Inside WRC 2015

A Day in the Struggle over Frequencies for German Space Projects

By Dr. rer. nat. Ralf Ewald

Before any next-generation space missions can take off, the first and foremost necessity is to have sufficient frequencies on which to communicate data back to Earth. Given their limited availability, these frequencies have become the object of fierce competition. Mobile telephony providers, television and radio stations, and space agencies met at the ITU World Radiocommunication Conference (WRC 2015), which took place in Geneva from November 2 to 27, 2015, to hammer out a new deal on frequencies and bandwidths. United Nations principles demand that all 193 states must agree on each and every milestone negotiated. The consequence: what happens at the conference is reminiscent of a bazaar. 3,800 delegates negotiate until, at the end of four weeks, some 41 agenda items are adopted unanimously. Having been in the middle of the fray, Germany's delegate Ralf Ewald succeeded in pushing through some milestone decisions which are important for Germany. Thus, for example, he and his team saw to it that future German Earth observation satellites were allotted extra bandwidth in the so-called X band, which is needed to transmit high-resolution radar images of the Earth. To illustrate how he did it, he sent us this account of the course of a conference day in Geneva.



Autor: Dr. rer. nat. Ralf Ewald arbeitet in der Abteilung Satellitenkommunikation des DLR Raumfahrtmanagements. Als Frequenzmanager war er vom 2. bis 27. November 2015 bei der Weltfunkkonferenz vier Wochen lang für das DLR in Genf im Einsatz. Er verhandelte hier Frequenzen für Raumfahrtprojekte, die der deutschen Bundesregierung wichtig sind.

Author: Dr. rer. nat. Ralf Ewald works at DLR Space Administration as a frequency manager in Satellite Communications. From November 2 to 27, 2015, he spent four weeks at the World Radiocommunication Conference in Geneva, negotiating over frequencies for space projects in which the German government has a particular interest.

6. November 2015 7:30 Uhr – Start in den Konferenztag

Der erste Weg führt mich – wie jeden Tag – direkt in die Computerecke im ITU-Gebäude. Dort angekommen, wird der Laptop ausgepackt und der Meetingkalender für den Tag aktualisiert. Hier trifft sich immer unsere Kerngruppe für den Agendapunkt 1.12. Was so harmlos klingt, birgt die brisante Erweiterung des Frequenzbandes um 600 Megahertz für Synthetic-Aperture-Radar (SAR)-Systeme in sich. Ohne ihn steht das geplante deutsche High Resolution Wide Swath (HRWS)-Radarsatellitenprojekt auf der Kippe – einer der am heißesten diskutierten Tagesordnungspunkte in Genf. Meine Kollegen sind um diese Zeit schon da. Wir tauschen Neuigkeiten aus und legen die Strategie des Tages fest. Gestern hatte ich zum Beispiel ein Gespräch mit Nigeria – den Sprechern der ostafrikanischen Staaten für den Tagesordnungspunkt 1.12. Die nigerianischen Delegierten gaben mir zu verstehen, dass sie ihre Gegenposition aufgeben würden. Ein anderer aus unserem Team kann die Information bestätigen. Es sieht also gut aus. Bewegung ist da. Auch in den amerikanischen Ländern ist einiges im Gange. Verschiedenen Quellen zufolge werden sie am nächsten Montag in unsere Richtung umschwenken. Auch hier kann das Gerücht von Kollegen aus dem Team bestätigt werden. Um den härtesten „Gegner“ – die Staaten der ehemaligen Sowjetunion – zu bewegen, suchen wir

November 6, 2015 7.30 a.m. – the conference day begins

As on every day, my first walk takes me directly to the computer corner in the ITU building. Once arrived, I unpack my laptop and update my diary for the day. This is the traditional meeting place of our core group on agenda item 1.12. Apparently harmless, this highly controversial item is about extending the frequency bandwidth for Synthetic Aperture Radar (SAR) systems by 600 megahertz. Without this, the plans for a German High Resolution Wide Swath (HRWS) radar satellite project would be at risk – one of the most hotly debated agenda items in Geneva. At this time, my colleagues are already present. We exchange news and lay down the strategy for the day. Yesterday, for example, I met with the Nigerian delegates who represent the East African states on agenda item 1.12. They indicated to me that they were prepared to give up their opposition. Another member of our team confirms this information, so things are looking up. There is progress. Among the American countries, too, things have begun to move. We have it from various sources that they are willing to come down on our side on Monday. This rumour is confirmed by colleagues from the team. To soften up the tougher 'opponents', the states of the former Soviet Union, we seek to talk to Russia's neighbour countries which are, on the whole, receptive towards the idea of widening the frequency



Susanne Ding vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat sich in den „Head-of-Delegations“-Meetings stark für die deutschen Satelliten-themen – insbesondere für 1.12 – eingesetzt. Denn jeder Dienst – egal ob Mobilfunk, Wissenschaft oder Satellitenkommunikation – braucht wegen der technischen Weiterentwicklung immer mehr Bandbreite. Das Frequenzspektrum, das man dafür nutzen kann, ist allerdings endlich. Daher verhandelt die deutsche Delegation, die durch das BMVI angeführt und von der Bundesnetzagentur, Industrievertretern – wie zum Beispiel Mobilfunkanbietern – sowie dem DLR unterstützt wird, um mehr Bandbreite und deren sinnvollen Einsatz. Das DLR vertritt im Auftrag der Regierung die wissenschaftlichen Funkdienste im Satellitenbereich.

During the 'Head of Delegations' meetings, Susanne Ding from the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) did her utmost to shore up support for Germany's satellite concerns, especially those itemised under item 1.12. As a consequence of technological progress, any service, be it mobile telephony, science, or satellite communications, requires ever more bandwidth. The spectrum of available frequencies is, however, finite. Headed by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) and supported by the Federal Network Agency, representatives from the industry – such as mobile phone service providers – and DLR, the German delegation negotiates for greater bandwidths and their meaningful use. Acting on behalf of the government, DLR represents all satellite-borne scientific radiocommunication services.

In Genf wird Völkerrecht verhandelt. Zwar ist die Nutzung des Frequenzspektrums auf deutschem Boden immer nationales Recht und wird hier durch die Bundesnetzagentur reguliert. Doch Funkwellen kennen keine Grenzen. Sobald man mit dem Mobiltelefon als deutscher Urlauber im Ausland telefoniert, redet man grenzüberschreitend. Das gilt natürlich ganz besonders für Satelliten, da sie ja im Sekundentakt andere Staaten überfliegen. Sobald Funkwellen die Landesgrenzen überqueren, ist die Internationale Kommunikationsunion ITU zuständig. Sie regelt alle „übernationalen“ Angelegenheiten. Diese Regeln werden in einem völkerrechtlichen Vertrag festgelegt und dann meistens auch in nationales Recht überführt. Alle drei Jahre tagt die Weltfunkkonferenz, um diesen völkerrechtlichen Vertrag – wenn notwendig – zu ändern. Um die jeweiligen Landesinteressen zu vertreten, sendet jedes Land eine Delegation zu dieser Konferenz. 70 deutsche Delegierte unter der Leitung des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sind diesmal in Genf mit dabei – die stärkste deutsche Mannschaft, die jemals teilgenommen hat. Mit 3.800 Delegierten aus 193 Ländern ist diese Weltfunkkonferenz die größte, die es bisher gegeben hat.

Negotiations in Geneva are about international law. While, obviously, the use of a frequency spectrum on German soil is governed by national law and regulated by the Federal Network Agency, radio waves know no boundaries. Whenever German holidaymakers abroad use their mobiles to make a call, the conversation becomes a cross-border process. Needless to say, the same applies to satellites since they fly across different states every second. Whenever radio waves cross national borders, the International Telecommunication Union (ITU) takes charge. It manages all 'supranational' affairs. Its rules are laid down in an international treaty and subsequently, to a large extent, transposed into national law. The World Radiocommunication Conference meets every three years to review this international treaty and amend it as required. Each country sends a delegation to this conference to represent its interests. This time around, the Geneva conference is attended by 70 German delegates. Headed by the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI), this is the strongest German team to participate ever. Numbering 3,800 delegates from 193 countries, this World Radio Conference beats all previous records.

Gespräche mit Ländern um Russland herum, die eigentlich für eine Erweiterung des Frequenzbandes um 600 Megahertz abgeschlossen sind. Für den Abend ist daher ein Meeting mit Aserbaidschan geplant, das sein Erdbeobachtungsprogramm ausbauen will.

8:00 Uhr – Delegationsmeeting

Die deutsche Abordnung trifft sich, um die Delegationsleitung aus dem BMVI über die aktuelle Lage zu informieren. Alle fassen sich kurz, da um 9:00 Uhr die Arbeitsgruppen beginnen. Ich kann schnell berichten, dass drei meiner Arbeitspakete abgeschlossen sind. Bleibt nur noch 1.12. Der ist dafür weiterhin in harten Verhandlungen. Intervention auf oberen Ebenen fordere ich aber noch nicht an. Diese Trumpfkarte möchte ich noch nicht spielen.

9:00–10:20 Uhr – Drafting Group zu 1.12

Da unser Leiter der Arbeitsgruppe am Vortag nicht den erwünschten Fortschritt erzielt hat, soll eine Arbeitsgruppe – eine sogenannte Drafting Group – schwierige Themen unter

band by 600 megahertz. For this reason, we plan to meet the Azerbaijani delegation in the evening since the country wants to expand its Earth observation programme.

8.00 a.m. – delegation meeting

The German delegation meets to inform its BMVI leaders about the current situation. Everybody keeps it brief because working group sessions begin at 9.00 a.m. I quickly report that three of my work packages have been completed and only 1.12 is left, which, however, is still the object of tough negotiations. However, I refrain from asking for higher-level intervention because I want to save this trump card for later.

9.00–10.20 a.m. – drafting group on 1.12

As our group chairman has not achieved the desired outcome on the day before, a working group – called a drafting group – is formed to resolve difficult issues under my chairmanship. On the evening of the previous day, I prepared a working paper for guidance. Various solutions are brought to the table, but all turn out to be rather provisional ideas born of necessity, and not feasible. The session ends without result at 10.30 a.m. – ten minutes later than scheduled. For this reason, the next meeting is postponed until Sunday. Later in the day I am approached by the spokesmen of Egypt and the United Arab Emirates (UAE) who state that they are going to continue in opposition for the time being, but, being interested in the way in which the issue develops, they might reconsider their opinion later on.

10.30–10.40 a.m. – coffee break

I look for my colleague from Oman whom I met the day before. We want to discuss the Arab position regarding 1.12. We meet at the coffee stand, and he asks me to explain

meiner Leitung lösen. Am Abend des Vortages habe ich noch ein Arbeitspapier verfasst, an dem wir uns orientieren können. Verschiedene Lösungen kommen auf den Tisch, alle sind eher aus der Not geboren und nicht möglich. Um 10:30 Uhr endet diese Session ergebnislos – zehn Minuten später als geplant. Daher wird das nächste Meeting auf Sonntag verlegt. Die Sprecher Ägyptens und der Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) kommen nachher noch zu mir. Sie erklären, dass sie weiterhin auf ihrer Gegenposition bestehen. Sie seien aber an der Entwicklung des Themas interessiert und würden dann vielleicht ihre Meinung überdenken – ein kleiner Fortschritt.

10:30–10:40 Uhr – Kaffeepause

Ich suche nach meinem Kollegen aus dem Oman, den ich am Vortag kennengelernt habe. Wir wollen über die arabische Position bezüglich 1.12 sprechen. Wir treffen uns am Kaffeestand und er lässt sich meine Sicht erklären. Er verspricht, die Information mitzunehmen und innerhalb der arabischen Länder weiterzugeben – ein kleiner Erfolg.

10:40–12:00 Uhr – zweite Session

Thema im Großen Saal sind die Tagesordnungspunkte für die neue Agenda 2019. Es gibt mehrere Vorschläge, die zwar für die Raumfahrtagenturen interessant, aber auch gefährlich sind. Der Mobilfunk würde gerne Frequenzen im Ku- und Ka-Band abgreifen. Facebook und Google möchten durch die US-amerikanische Verwaltung Regularien für ihr Netzwerk im Ka-Band oder V-Band erzielen. Am ersten Tag der Konferenz haben die beiden Firmen direkt einen großen Empfang gegeben, um für positive Stimmung zu sorgen. Wir haben uns hier direkt mit der kenianischen Delegation zusammengesetzt. Ihr Leiter Obama – übrigens ein enger Verwandter des US-Präsidenten – sichert uns zu, dass er voll hinter der europäischen Position zu 1.12 steht und uns helfen wird, die afrikanischen Staaten zu überzeugen.

12:00–14:00 Uhr – Mittagspause

Die eigentlich freie Zeit brauche ich, um die Dokumente durchzuschauen und weitere zu verfassen. Danach muss ich meine nächste Drafting Group vorbereiten. In mein Arbeitspapier arbeite ich die Kommentare der Verwaltungen ein und arrangiere dann alles so um, dass es lesbar wird. Danach ist es für ein Mittagessen zu spät. Die Restaurants im Konferenzcenter sind jetzt „leer gegessen“. Stattdessen treffe ich mich lieber mit einem alten Kollegen, der lange Zeit für die ESA gearbeitet hat und Teilnehmer der deutschen Delegation war, nach der letzten Weltfunkkonferenz allerdings in Rente gegangen ist. Er gibt mir am Ende noch ein paar seiner Erfahrungen mit. Und dann geht es auch wieder im Fahrstuhl runter in die Sitzungsgänge.

13:30–14:00 Uhr – erstes SFCG-Meeting

Gerade findet die erste Sitzung der Space Frequency Coordination Group während dieser Weltfunkkonferenz statt. Die nationalen Raumfahrtagenturen kommen zusammen, um ihre Arbeiten zu koordinieren. Insgesamt zeichnet sich ein guter Zwischenstand in den Berichten der jeweiligen Akteure ab. Da das DLR der Treiber für 1.12 ist, gebe ich eine kurze Zusammen-

my view of things. He promises to take the information along and pass it on among the Arab countries – a minor success.

10.40–12.00 a.m. – second session

The discussion in the big hall revolves around the items for the new agenda 2019. Several proposals have been tabled, which are interesting, but also dangerous for space agencies. Mobile phone operators would like to grab frequencies in the Ku and Ka bands. Facebook and Google would like to use the support of the US administration to obtain regulations for their network in the Ka or V band. On the very first day, the two companies threw a big reception to generate a positive atmosphere. We are now meeting the Kenyan delegation. Its chairman, Mr Obama – a close relative of the American president, by the way – assures us that he completely backs the European position on 1.12 and will assist us in convincing the African states.

12.00–2.00 p.m. – lunch break

During what is officially considered to be free time, I look through some documents and write some myself. After that, I need to prepare my next drafting group. I edit my working paper to include the various comments added by delegates from various administrations and rearrange everything so that it becomes readable. It is too late for lunch; the conference centre's restaurants have been 'eaten bare' by now. Instead, I meet an old colleague who was in charge for ESA and participated for

1.12-Gegner: Russland und die Staaten der ehemaligen Sowjetunion waren lange Zeit gegen eine Bandbreitenerweiterung, ließen sich aber letzten Endes von den Vorteilen überzeugen. Iran (Kavouss Arasteh im Bild), Ägypten, Algerien, Libanon und Tunesien beharrten bis zuletzt darauf, ihre Zustimmung an Bedingungen zu knüpfen, die nicht mit dem Völkerrecht in Einklang zu bringen sind.

The opposition to proposal 1.12: Russia and the states of the former Soviet Union were for a long time opposed to a bandwidth extension but could ultimately be convinced of its advantages. Iran (Kavouss Arasteh, photo), Egypt, Algeria, Lebanon and Tunisia insisted until the end to tie their consent to a number of conditions which were, however, not consistent with international law.



a long time in the World Radiocommunication Conference but retired after the last WRC. At the end of our conversation, he shares some of his experience with me, and then it is back into the lift and down to the meeting-room corridors.

1.30–2.00 p.m. – first SFCG meeting

The first meeting of the space frequency coordination group is just taking place. National space agencies meet to coordinate their work. All in all, the interim status reflected in the reports of the various protagonists is good. As DLR is the driver of 1.12, I present a brief summary of the situation. Taken all in all, the reports show that the space agency positions are still in the race. However, the potential agenda for the next World Radio Conference fills us with some concern because some of the issues there are 'painful' for the space sector. We might lose some important frequencies to the mobile providers – but that is another story.

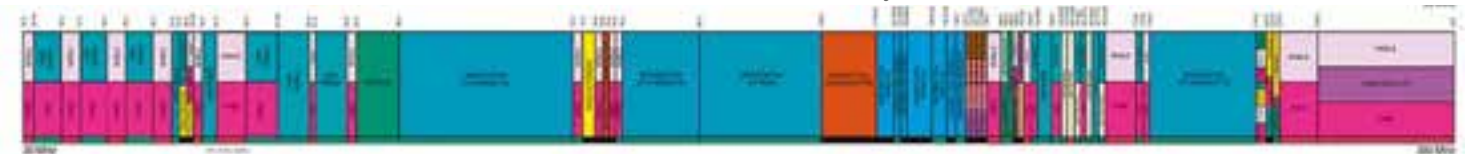
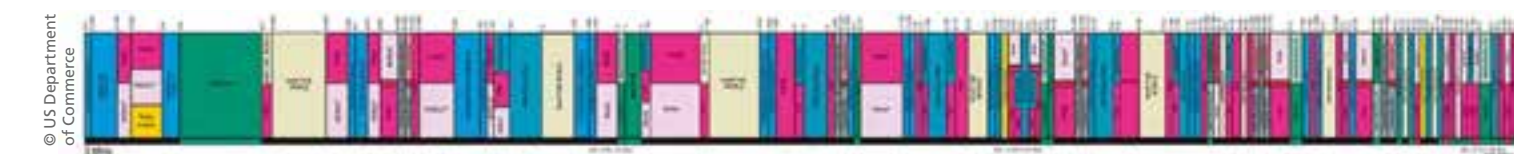
Die Frequenzbänder 30 Megahertz bis 300 Gigahertz sind dicht mit Anwendungen gefüllt. Hier tummeln sich Mobilfunk, mobiles Internet, Radio und Fernsehen sowie Raumfahrtmissionen. Der Raum für Verbindungen ist endlich. Bandbreitenerweiterungen sind nur möglich, wenn Frequenzen umgelegt oder Anwendungen gestrichen werden. Dementsprechend sind Änderungen immer heiß umkämpft.

Frequencies ranging between 30 megahertz and 300 gigahertz are tightly packed with applications. They are crowded with mobile telephony, mobile internet, radio and TV frequencies as well as space missions. The scope available is finite. Additional bandwidth can only be made available by shifting frequencies around or by cutting out some applications altogether. Any change to existing arrangements thus invariably leads to hot debates.



1.12-Unterstützer: Nigeria (Festus Daudu im Bild), die ostafrikanischen Staaten und die USA unterstützten von Anfang an den deutschen Vorstoß zur Bandbreitenerweiterung. Die ozeanischen Staaten brauchen bessere Erdbeobachtungstechnologie, damit ihren Rettungskräften nach einer möglichen Flutkatastrophe aktuelles und hochauflösendes Kartenmaterial zur Verfügung steht.

Allies on Proposal 1.12: Nigeria (Festus Daudu, photo), the East African states and the USA backed a German initiative to extend these bandwidths from the onset. The states of Oceania require improved Earth observation technology to ensure that emergency teams receive instant, high resolution maps to facilitate rescue operations in the event of a flood disaster.





Stille Anteilnahme: Auch auf der Weltfunkkonferenz wurde am Montag, 16. November 2015, um 12:00 Uhr der Opfer der Pariser Attentate mit einer Schweigeminute gedacht. Hierfür wurde eine außerordentliche Plenarsitzung einberufen. Bei diesen Versammlungen müssen immer alle teilnehmenden Staaten anwesend sein.

Silent condolences: at 12.00 p.m. on Monday, November 16, 2015, delegates attending the World Radiocommunication Conference rose from their seats to observe a minute's silence to commemorate the victims of the Paris attacks. An extraordinary plenary meeting had been specifically called. All participating states are required to be present on such occasions.

fassung der Situation. Insgesamt zeigen alle Berichte, dass die Agenturpositionen noch im Rennen sind. Angespannt blicken wir aber schon auf die mögliche Agenda für die nächste Weltfunkkonferenz, da es dort ein paar „schmerzhafte“ Themen für die Raumfahrt gibt. Wir könnten hier wichtige Frequenzen an den Mobilfunk verlieren – aber das ist eine andere Geschichte.

14:00–15:20 Uhr – dritte Session zu 1.12

Unsere übergeordnete Gruppe für 1.12 tagt. Alle Vorsitzenden erstatten Bericht. Der aktuelle Stand wird zusammengefasst und die noch zu lösenden Probleme hervorgehoben. Es wird auf das Tempo gedrückt. Wir müssen uns beeilen, um in der Kalenderwoche 47 fertig zu werden. Alle halten diesen Zeitplan für gewagt – aber nun gut: Druck hilft.

15:40–17:00 Uhr – vierte Session zu 1.12 und Plenarsitzung

Alle bisher erzielten Beschlüsse werden heute verabschiedet. Der Raum ist für alle Teilnehmer zu klein. Daher läuft die Sitzung auch via WebCast in Nebenräumen. Alle Verwaltungen müssen die Chance haben, an der Plenarsitzung teilzunehmen. In der Session kommt eines meiner Themen – 1.13 – zum Abschluss. Ein unstrittiges Arbeitspaket, das nicht viel Zeit gekostet hat, allerdings für die zukünftige Nutzung von UHF-Verbindungen der Internationalen Raumstation ISS im Frequenzbereich von 400 Megahertz ein wichtiger Fortschritt ist. Jetzt können Raumtransporter auch auf dieser Frequenz in größerem Abstand zur ISS angefunkt werden und so gefahrlos automatisch andocken.

2.00–3.20 p.m. – third session on 1.12

Our high-level group on 1.12 is in session. All delegation chairs present their reports, summarising the current status and emphasising the problems that still await their solution. There is a call for more speed. We need to hurry to finish in calendar week 47. Everybody thinks this is a daring schedule but: well, pressure helps.

3.40–5.00 p.m. – fourth session on 1.12 and plenary session

All resolutions agreed so far will be passed today. As the room is too small to accommodate all delegates, the session is transmitted to adjoining rooms by webcast. All administrations must have a chance to take part in the plenary meeting. During the session, one of my items, 1.13, is finalised. An undisputed work package which did not take up a great deal of time but marks a step ahead of importance for the future use of 400-megahertz UHF links by the International Space Station. Now, space shuttles may be contacted at this frequency when still relatively far away from the ISS so that they can dock automatically without danger.

5.20–6.40 p.m. – fifth session on 1.12

The working group addresses 1.12, and I report right at the start. Two sessions have been scheduled for Sunday. Next comes the question of whether the frequency band that might be assigned should range from 9,200 to 10,400 or from 9,300 to 10,500 megahertz. The Arab states immediately raise an objec-

Großes Jubiläum: Am 17. Mai 1865 wurde der Internationale Telegraphenverein gegründet. Die Internationale Fernmeldeunion ITU baut auf dieser Gesellschaft auf und feiert nun in Genf ihr 150-jähriges Bestehen. Sie ist nach dem Internationalen Komitee des Roten Kreuzes, das 1863 gegründet wurde, die zweitälteste internationale Institution. Als Sonderorganisation der Vereinten Nationen (UN) ist die ITU die einzige Gesellschaft, die sich offiziell und weltweit mit technischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt.

A big jubilee celebration: on May 17, 1865, the International Telegraph Convention was signed. Built upon its provisions, the International Telecommunication Union ITU is now marking its 150th anniversary in Geneva. It is the second oldest international institution following only the International Red Cross Committee which was established in 1863. As a specialised agency of the United Nations (UN), ITU is the only international body officially involved in the technological side of telecommunications. *exerunt pedit verum raerum fugit laut*

Kofi Annan, ehemaliger Generalsekretär der Vereinten Nationen, und Houlin Zhao, Generalsekretär der ITU haben sich vor dem Gebäude der Vereinten Nationen in Genf getroffen. Die ITU ist auf den UN-Grundsätzen aufgebaut. Daher müssen alle ITU-Entscheidungen einstimmig getroffen und von 193 Staaten gemeinsam verabschiedet werden. Beide Organisationen sind eng miteinander verwoben.

The former Secretary-General of the United Nations, Kofi Annan, and ITU General Secretary Houlin Zhao met outside the Geneva building of the United Nations (UN). The ITU is structured after UN principles. Consequently, all its decisions have to be unanimous and jointly adopted by 193 states. The two organisations are closely interwoven.

17:20–18:40 Uhr – fünfte Session zu 1.12

Die Arbeitsgruppe befasst sich mit 1.12 und ich berichte gleich zu Beginn. Am Sonntag sind zwei Sessions angesetzt. Dann geht es mit der Frage weiter, ob die mögliche Zuweisung in die Frequenzbänder 9.200 bis 10.400 oder 9.300 bis 10.500 erfolgen soll. Die arabischen Länder erheben sofort Einspruch. Sie wollen daran erinnern, dass die Zuweisung generell noch offen ist. Iran will auch keine Änderung und wenn überhaupt, dann nur von 9.200 bis 10.100 Megahertz – also mit deutlich kleinerer Frequenzbandbreite. Das bedeutet automatisch eine geringere Auflösung der Bilder – für uns eine inakzeptable Position. Nach diesen Statements beginnen die technischen Diskussionen. Das Für und Wider wird ausgetauscht, aber gleichzeitig immer versichert, dass niemand von seiner Position abrücken wird – klassische Verhandlungspolitik. Dennoch sind diese Diskussionen hilfreich, damit auch bisher nicht eingebundene Länder die Situation verstehen. Ein afrikanisches Land hat sich zum Beispiel gegen eine Zuweisung ausgesprochen. Im Gespräch nach dem Meeting stellt sich heraus, dass nur seine Richtfunkstrecken geschützt werden sollten. Von Erdbeobachtung und SAR-Systemen hatte der Vertreter noch nie etwas gehört. Nun würde er nochmal über seine Gegenposition nachdenken – ein kleiner Verhandlungserfolg „hinter dem Vorhang“. Danach endet der Sitzungstag nach nur fünf Sessions. Das wird sich in den nächsten Wochen noch ändern. Dann ziehen sich die Meetings bis in die frühen Morgenstunden, denn am letzten Tag der Konferenz muss jeder Tagesordnungspunkt erledigt und unterschrieben sein.

19:00–22:00 Uhr – Deutscher Abend

Heute richtet das BMVI den Deutschen Abend aus. Ich treffe mich hier mit einem Kollegen aus Aserbaidschan. Schnell stellt sich heraus, dass er für die Raumfahrtagentur AzerKosmos



tion, reminding us that the assignment as such is still an open question. Iran does not want any change either, and if a band is assigned at all it should range only from 9,200 to 10,100 megahertz, a noticeably smaller bandwidth. This automatically implies lower image resolution – a position that is unacceptable to us. After these statements the technical discussions begin. Pros and cons are exchanged, always accompanied by assurances that no one is prepared to abandon their position – classic negotiation tactics. Nevertheless, such discussions are helpful because they enable countries which have not been involved so far to understand the situation. One African country, for example, stated its opposition to a frequency being assigned. However, a conversation after the meeting reveals that they merely wanted to protect their microwave radio links. The representative had never heard of Earth observation or SAR systems. Now, he says he would reconsider his opposition – a small success of negotiation ‘behind the scenes’. The day then ends after no more than five sessions. This is bound to change within the next few weeks, when meetings stretch into the early hours of the morning. For on the last day of the conference, every agenda item must be finalised and signed.



arbeitet. Unsere Interessen decken sich im Großen und Ganzen und er verspricht, sich innerhalb der russischen Region dafür stark zu machen, dass deren Gegenposition aufgeweicht wird. Danach tauschen wir schnell noch Telefonnummern aus und verabreden uns auf ein Bier für nächste Woche – ein weiterer kleiner Verhandlungserfolg „hinter dem Vorhang“. Ich stehle mich kurz davon, um meine Familie anzurufen. Ein paar Minuten haben wir für uns, danach habe ich ein Treffen mit Japan. Mein guter Freund in der japanischen Raumfahrtagentur JAXA versucht zu vermitteln, so gut er kann. Doch die Position des asiatischen Raums unterscheidet sich noch von der europäischen. Wir diskutieren lange, wie man weiter vorgehen kann. Eine Lösung haben wir am Ende nicht. Aber zumindest ist das Verständnis für die andere Position geschärft. Gegen 22:00 Uhr ist dann der Abend vorbei, ehe die Verhandlungen am nächsten Morgen wieder früh beginnen.

26. November 2015

1:50 Uhr – Durchbruch fast in letzter Minute erzielt

Am Donnerstag, 26. November 2015 – also fast dreieinhalb Wochen später – steht fest, dass es für das X-Band 600 Megahertz mehr Bandbreite geben und der völkerrechtliche Vertrag in diesem Punkt geändert wird. Bis spät in die Nacht ging diese letzte und entscheidende Plenarsitzung. In der letzten Konferenzwoche hatten diesen Vorschlag insgesamt 150 Staaten unterstützt – Europa, Amerika, Asien, Pazifikstaaten, Afrika und auch die ehemaligen Sowjetstaaten inklusive Russland. Es ist der deutschen Delegation in Vermittlung mit internationalen Partnern also gelungen, auch die Gegenposition Russlands aufzuweichen und deren Sorgen zu zerstreuen. Mit dieser großen Mehrheit im Rücken konnten auch die arabischen Staaten überzeugt werden, für den Vorschlag 1.12 zu stimmen. Dennoch versuchten Iran und Ägypten eine Fußnote in den Beschluss einzufügen, die besagt, dass man vor jeder Aufnahme ihre Zustimmung benötigt – ein klarer Widerspruch zu bestehenden UN-Vereinbarungen. Das Thema musste bis auf Ebene des Generalsekretärs der ITU diskutiert werden, um diesen Angriff auf die UN-Vereinbarungen abzuwenden. Damit steht einer zukünftigen Radarmission im X-Band nichts mehr im Wege. Durch die Verdoppelung der Bandbreite können dann Bilder in einer Auflösung erzeugt werden, die der von optischen Aufnahmen vergleichbar ist – also Aufnahmen in einer Größenordnung von 20 bis 25 Zentimetern pro Bildpunkt.

7.00–10.00 p.m. – German Evening

Today, the BMVI hosts the German Evening event at which I meet a colleague from Azerbaijan. I quickly find out that he works for the AzerKosmos space agency. Our interests match by and large, and he promises to work with the countries of the Russian region to soften their opposition. Having exchanged phone numbers, we quickly agree to meet for a beer next week – another little success of negotiation ‘behind the scenes’. I steal away to call my family, and we have a few minutes to ourselves, after which I have a meeting with Japan. My good friend in JAXA, the Japanese space agency, tries to mediate as best he can, but the position of the Asian region still differs from that of the Europeans. We discuss how to proceed for a long time. At the end, we do not have a solution, but at least we have improved our understanding of each other’s positions. At about 10.00 p.m., the evening is over, and negotiations will be resumed early the following morning.

November 26, 2015

1.50 a.m. – the breakthrough almost at the last minute

On Thursday, November 26, 2015, almost three and a half weeks later, it is clear that the width of the X band will be extended by 600 megahertz and the relevant item in the international treaty will be amended. This last and decisive plenary session continues until late at night. In the final week, the proposal was supported by a total of 150 states – Europe, America, Asia, Pacific states, Africa, and even the former Soviet states, Russia included. Assisted by the mediation of international partners, the German delegation thus succeeded in softening Russia’s opposition and dispelling its concerns. Backed by such a vast majority, even the Arab states could be convinced to vote for proposal 1.12. Still, Iran and Egypt tried to insert a footnote into the resolution to the effect that their consent was required before any image was taken, which clearly contradicts existing UN agreements. The matter needed to be escalated right up to the level of the ITU Secretary-General to avert this attack on UN agreements. The path to a future X-band radar mission is now clear of obstacles. Doubling the bandwidth permits generating images with a resolution that is comparable to optical pictures, a resolution that ranges between 20 and 25 centimetres per pixel.



WRC 2015 – Newsticker:

+++C-Band bleibt für Sentinel-Satelliten im Erdbeobachtungsprogramm Copernicus offen: Dieses spezielle Spektrum teilt Mobilfunkfrequenzen in zwei kleinere Bandbreiten auf. Für extrem schnelles Internet wollte der Mobilfunk diese Frequenzen abgreifen und zu einer riesigen Bandbreite vereinen. Dieses Anliegen wurde abgelehnt.+++

+++Fünf-Kilometer-Reichweitenbeschränkung für die ISS im UHF fällt: Raumtransporter können jetzt von der Raumstation aus schon viel früher angefunkt werden. Gefährliche Frequenzwechsel kurz vor dem autonomen Docking fallen nun weg.+++

+++ Weitere Zuweisung für die Telekommandierung von Erdbeobachtungssatelliten im X-Band. Damit können für zukünftige Satelliten Telemetrie, Tracking und Command in diesem Frequenzbereich durchgeführt werden.+++

WRC 2015 – Newsticker:

+++ C-band remains open for Sentinel satellites operated under the Copernicus programme. In this specific spectrum, mobile broadband is divided into two smaller bandwidths. To be able to offer high-speed Internet, mobile providers wanted to seize these frequencies and combine them to form one vast band. The proposal was rejected. +++

+++Five-kilometre limit to ISS radio communication in the UHF range rescinded: ISS can now communicate with approaching space shuttles over a much greater distance, thus avoiding dangerous frequency switching shortly before autonomous docking. +++

+++ Additional X-band frequencies allocated to Earth observation satellite telecommand links. This will permit to conduct telemetry, tracking and command operations for future satellites within this frequency band. +++

Volles Haus: Während der Plenarsitzungen auf der Weltfunkkonferenz ist der Hauptsaal immer bis auf den letzten Platz besetzt. Die Sitzung muss noch in Nebenräume übertragen werden, damit die Delegierten aller Staaten die Möglichkeit haben, die Themen zu verfolgen.

A full house: during a plenary session, every last seat in the main conference hall is taken. The session is streamed into the adjoining rooms to ensure that the delegates of all countries have a chance to follow the proceedings.



Made in Germany for Space

Neue Komponenteninitiative für deutsche Raumfahrtzulieferer

Von Paul Feddeck und Uwe Soltau

Bis heute dominieren die Interessen der Nationalstaaten und staatlich finanzierte Programme weltweit das Raumfahrtgeschehen. Mit Ausnahme der Satellitenkommunikation basieren Raumfahrtaktivitäten auch heute noch im Wesentlichen auf staatlichen Budgets. Raumfahrtagenturen und andere öffentliche Einrichtungen sind praktisch die einzigen Auftraggeber für die Beschaffung von Raumfahrttechnologien und gleichzeitig die wichtigsten Abnehmer von Raumfahrtdienstleistungen. Ständen ursprünglich in der Raumfahrt eher der wissenschaftliche Nutzen und das Erkunden fremder Welten im Vordergrund, spielen heute der gesellschaftliche und der ökonomische Nutzen eine zunehmend wichtigere Rolle. Dafür steht in jüngster Zeit für Teilbereiche auch der Begriff der „New Space Economy“, der vor einigen Jahren geprägt worden ist, seither intensiv diskutiert wird und in seiner Konsequenz die Raumfahrtbranche wohl nachhaltig verändern wird.

Made in Germany for Space

New Component Initiative for German Suppliers to the Space Sector

By Paul Feddeck and Uwe Soltau

Until today, developments in the space sector have been dominated by the interests of nation states and state-funded programmes. Satellite communications excepted, space activities are as extensively founded on national budgets as they ever were. To all intents and purposes, space agencies and other public institutions are the only clients procuring space technologies and, at the same time, the most important clients for space-based services. The original idea of spaceflight was to gain scientific knowledge and to explore alien worlds. Today, societal utility and economic benefits play an increasingly important part. Most recently, the term 'new space economy' has come to epitomise this phenomenon in some sub-sectors. Coined a few years ago and intensely debated ever since, its consequences will probably change the space industry permanently.



Autoren: **Paul Feddeck** (links) leitet die Abteilung Raumfahrt-Strategie und Programmatik im DLR Raumfahrtmanagement. Sein Kollege **Uwe Soltau** ist Fachgruppenleiter Industriepolitik und KMU-Beauftragter.

Authors: **Paul Feddeck** (left) is head of Space Strategy and Programme Planning at the DLR Space Administration. His colleague **Uwe Soltau** is head of Industrial Policy and SME representative.

Besonders die technologisch und fertigungstechnisch gut aufgestellte deutsche Zulieferindustrie kann dabei von diesen Entwicklungen profitieren. Denn egal, wo und wie viele Raumfahrtsysteme auf der Welt entwickelt, gebaut und gestartet werden, es gibt einen wachsenden Bedarf an ausgereifter, hochleistungsfähiger und flugerprobter Raumfahrt-Technologie. Das gilt vor allem für *Raumfahrtkomponenten*, also Geräte, die aus mehreren Bauteilen bestehen und eine abgeschlossene Funktion haben, sodass sie ohne grundsätzliche Änderungen in unterschiedlichen Bereichen der Raumfahrt Verwendung finden können. Typische Beispiele sind Drall-Räder, Sternensensoren, Funkverstärker oder Hochleistungselektronik. Viele deutsche Unternehmen haben sich auf solche Raumfahrtkomponenten spezialisiert. Komponenten haben deswegen schon heute einen erheblichen Anteil am Exportvolumen der deutschen Raumfahrtbranche.

Das DLR Raumfahrtmanagement möchte deshalb aufgrund dieser sich global ändernden Rahmenbedingungen die deutschen Komponenten-Hersteller noch stärker und gezielter unterstützen, um am Weltmarkt erfolgreich zu sein. Deutsche Komponentenhersteller sollen ihre Produkte „made in Germany“ auch bei wachsendem Wettbewerbsdruck weiterhin global erfolgreich vermarkten können. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde vom Raumfahrtmanagement eine Komponenteninitiative gestartet, die sowohl monetäre als auch nicht-monetäre Förderung umfasst.

Well set up in terms of technology and product engineering, the German supplier industry in particular should be able to benefit from these developments. For no matter where and how many space systems are developed, built, and launched in the world, there is a growing demand for mature, advanced, and flight-tested space technologies. This is particularly true for *space components*, meaning equipment that consists of several parts and has its own self-contained function so that it can be utilised in different sectors of space technology without fundamental modifications. Typical examples include momentum wheels, star sensors, radio amplifiers, or advanced electronics. Many German companies specialise in space components of this kind, which is why even today their share in the export volume of the German space industry is considerable.

As the overall conditions are changing on a global scale, the DLR Space Administration is planning to step up to focus its support for German component manufacturers and promote their success on the global market. The objective is to enable German component manufacturers to continue marketing their 'made in Germany' products successfully on a global scale, growing competitive pressure notwithstanding. To reach this goal, the Space Administration has launched a component initiative which includes monetary as well as non-monetary support.



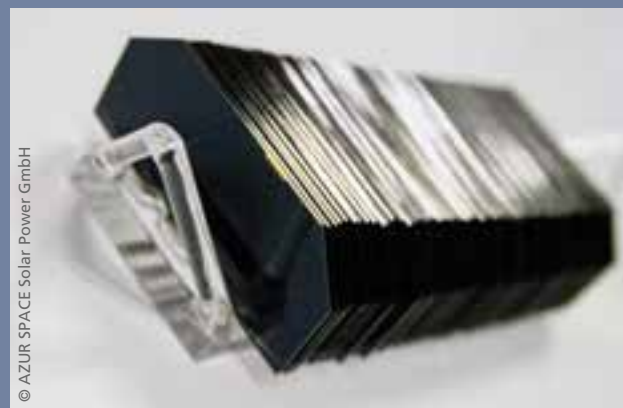
An den Sternen orientieren: Sternensensoren (Bild linke Seite) aus Thüringen helfen Satelliten und Raumsonden dabei, sich unter anderem an Sternen auszurichten. Die Jena-Optronik GmbH entwickelt diese ASTRO-Sternensensoren für breite Anwendungsbereiche im niedrigen Erdbit (LEO) und geostationären Orbit (GEO). So fliegt das neueste Produkt dieser Familie zum Beispiel auf dem europäischen Kommunikations- und Technologiedemonstrationssatelliten AlphaSat I-XL. Hier hilft er dem in Deutschland entwickelten und gebauten LaserCommunication Terminal (LCT) dabei, sich genau auszurichten. Auch auf dem europäischen Umweltsatelliten Sentinel-2 ist der Sternensensor eingebaut. Einen seiner nächsten Einsätze wird ASTRO APS auf der US-amerikanischen Orion-Raumkapsel haben, wo er das Lageregelungssystem von Orion auf den Missionen EM-1 sowie EM-2 unterstützt. Auch Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel hat die Jena-Optronik GmbH besichtigt, um sich die innovativen Technologien „made in Germany“ zeigen zu lassen.

Guided by the stars: star sensors (left-hand picture) from Thuringia assist satellites and space probes to align themselves with stars and other objects. Jena-Optronik GmbH developed these ASTRO star sensors for a wide range of applications in low Earth orbit (LEO) and geostationary orbit (GEO). The latest product belonging to this family, for example, flies on the European communication and technology-demonstration satellite AlphaSat I-XL. In this case, it helps the laser communication terminal (LCT), developed and built in Germany, to perfect its orientation. The European environmental satellite Sentinel-2 is also equipped with such a star sensor. One of the next missions of Astro APS will be on the American Orion space capsule, where it will be supporting Orion's attitude control system on the EM-1 and EM-2 missions. Federal Chancellor Dr Angela Merkel also visited Jena-Optronik GmbH to inspect innovative technologies 'made in Germany'.



Die Kraft der Sonne optimal nutzen: Die Solarzellen „Triple Junction Solar Cell 3G30C-Advanced“ sind gerade einmal acht mal vier Zentimeter groß und erreichen dabei eine Effizienzklasse von 30 Prozent. Die Heilbronner Firma AZUR SPACE Solar Power GmbH stellt sie aus Schichten von Gallium-Indium-Phosphat, Galliumarsenit und Germanium her. Bislang wurden schon über zwei Millionen solcher Solarzellen ausgeliefert und mehr als 500 Satelliten damit bestückt. Ehe sie in Raumsonden und Satelliten wie bei den Projekten Galileo, Sentinel, BepiColombo und dem ehemaligen ISS-Raumtransporter ATV eingebaut werden können, müssen sie eine Vielzahl von Tests – wie hier die elektrische Prüfung in einem Sonnensimulator (Bild oben) – bestehen und am Schluss noch die Qualitätskontrolle (Bild unten links) durchlaufen.

Making the best possible use of the Sun's power: measuring no more than eight by four centimetres, 'Triple Junction Solar Cells 3G30C-Advanced' reach 30 per cent efficiency. AZUR SPACE Solar Power GmbH of Heilbronn manufactures these cells from layers of gallium-indium phosphate, gallium arsenite, and germanium. So far, more than two million of these cells have been delivered and more than 500 satellites have been equipped with them. Before they can be installed in space probes and satellites like Galileo, Sentinel, BepiColombo, and the former ISS transport vehicles ATV, they have to pass a multitude of tests, including an electrical safety check in a solar simulator (top), as well as a quality inspection (bottom left) in the end.



Kommerzialisierung der Raumfahrt

In jüngster Zeit sind weltweit viele neue Raumfahrtfirmen entstanden, die ausschließlich kommerziell agieren. Diese Firmen sehen ihr Geschäft weniger im Einwerben staatlicher Aufträge, sondern treten in einen internationalen Wettbewerb mit der Absicht, Gewinne zu erzielen. Sie tun dies auf eigenes unternehmerisches Risiko. Zudem werden neue Geschäftsmodelle speziell für die Nutzung von Raumfahrttechnologien entwickelt. Diese Start-up-Modelle stehen überwiegend in engem Zusammenhang mit Informationstechnologien, Vernetzung und Digitalisierung, versprechen überdurchschnittliche Zuwächse an Umsatz und Hoffnungen auf Gewinn und ziehen deswegen in erheblichem Umfang Risikokapital an. Daneben steigt die Anzahl von Ländern, die in die Nutzung von Weltraumtechnologien investieren. Handfeste politische und volkswirtschaftliche Interessen sind die Triebfeder, verbunden mit gesunkenen Eintrittsbarrieren. Diese neuen staatlichen Akteure konzentrieren sich auf den Mehrwert, den Raumfahrtanwendungen bieten. Raumfahrt wird als wirksames Mittel angesehen, um wichtige Fähigkeiten zu erwerben.

The commercialisation of space

Recently, many new space companies have sprung up worldwide which operate on a purely commercial basis. For these companies, their business is not so much soliciting government orders but entering international competition in order to make a profit. They do this at their own entrepreneurial risk. Moreover, new business models are being developed specifically to exploit space technologies. Most of these start-up models are linked to information technologies, networking, and digitalisation. Promising above-average revenues and raising hopes for profit, they attract considerable amounts in venture capital. At the same time, the number of national governments that invest in the exploitation of space technologies is growing. Motivated by substantial political and macroeconomic interests together with lower entry barriers, these new governmental actors are aiming for the added value offered by space applications. Space flight is regarded as an effective means to acquire important capabilities.

Zur finanziellen Unterstützung der Komponentenentwicklung wurde im „Nationalen Programm für Weltraum und Innovation“ eine eigene Budgetlinie eingerichtet. Die bereitgestellten Finanzmittel können von den Firmen als Zuwendungen in den Fachprogrammen des DLR Raumfahrtmanagements beantragt werden. Zielgruppe sind insbesondere mittelständische Raumfahrtunternehmen. Neben der Unterstützung bei der Entwicklung erfolgversprechender Technologien wird im Hinblick auf die sich verändernden Bedingungen in den internationalen Raumfahrtmärkten auch die Entwicklung von Prototypen gefördert, die künftig im Rahmen einer Serienfertigung eine gute Marktposition ermöglichen.

In der Raumfahrt sind zudem nur flugerprobte Komponenten marktfähig. Daher arbeitet das DLR Raumfahrtmanagement an einer neuen In-Orbit-Verifikations-Linie, d. h. einer Möglichkeit, neu entwickelte Komponenten zeitnah im Orbit zu testen und qualifizieren zu können. Die Komponentenhersteller werden auch dabei unterstützt, ihre Produkte auf ESA-Missionen unterzubringen.

Außerdem umfasst die Komponenteninitiative auch Maßnahmen nicht-monetärer Unterstützung. In der Technologieförderung berät das Raumfahrtmanagement und nutzt ebenso seine Kenntnisse über die deutsche Raumfahrtbranche, um mögliche Kooperationen zwischen einzelnen Firmen zu vermitteln. Die Geschäftsanbahnung auf internationalen Märkten ist für viele mittelständische Komponentenhersteller ebenfalls schwierig. Daher nutzt das DLR Raumfahrtmanagement seine internationalen Kontakte, um als Türöffner für deutsche Firmen zu agieren. Eine Möglichkeit sind Delegationsreisen, mit denen vermehrt Kontakte auf internationaler Ebene geknüpft und neue Kunden gewonnen werden können. Im Juni 2014 und Juni 2015 fanden zwei solche Reisen nach Japan statt, die von japanischer Seite mit einem Gegenbesuch aufgegriffen wurden (siehe COUNTDOWN Ausgabe 26/Okttober 2014). Maßnahmen zur Exportunterstützung, die Ausrichtung von Fachkonferenzen sowie Unterstützung bei der Teilnahme an internationalen Messen sind flankierende Maßnahmen.

Die Komponenteninitiative des DLR Raumfahrtmanagements bündelt also eine Vielzahl bereits laufender Aktivitäten, ergänzt diese und richtet alle Maßnahmen auf ein strategisches Ziel aus:

To provide financial support for component developers, a special budget line has been set up in the 'national programme for space and innovation'. In the respective subject programmes of the DLR Space Administration, companies may apply for remittances from these funds. The most important target group is medium-sized space companies. Besides offering financial support for the development of promising technologies and with regard to the changing conditions of the international space markets, funding is also available for the development of pre-production models, which, in the context of mass production, offer a good market position in the future.

Only flight-tested components are marketable in the space sector. This is why the DLR Space Administration is working on a new in-orbit verification line, meaning an option to test and qualify newly developed components in orbit as soon as possible. Furthermore, component manufacturers also receive support in getting their products placed on ESA missions.

In addition, the component initiative includes assistance of a non-monetary kind. Under its technology promotion programme, the Space Administration acts as a consultant and makes use of its knowledge about the German space sector to broker co-operation between individual companies. Another challenge for many medium-sized component manufacturers is to make business contacts on international markets. Therefore, the DLR Space Administration is employing its international contacts to open doors for German companies. One option is to send out delegations to establish more international contacts and win new customers. In June 2014 and June 2015, two delegations travelled to Japan. Their trips were followed up by a return visit from the Japanese side (see COUNTDOWN edition 26/2014). Additional measures include facilitating exports, organising expert conferences, and supporting participation in international trade fairs.

Thus, the DLR Space Administration's component initiative pools a multitude of ongoing activities, complements these, and directs the whole towards one strategic goal: to secure the sustainability of German component manufacturers. German companies will only be able to play a part in a globalised space industry if they focus on their strengths and core capabilities. The intention behind the entire component initiative is to underpin their efforts with meaningful support.



© THALES Electron Devices GmbH

Ionenantrieb aus Ulm: Positiv geladenes Xenon-Gas wird durch ein sehr starkes Magnetfeld in dem zylindrischen Entladungskanal konzentriert gehalten. Beim HEMP-Prinzip wird ein 1,2 Tesla starkes Magnetfeld durch Permanentmagnete erzeugt. Am gegenüberliegenden Ende des Kanals sammeln sich die negativ geladenen Elektronen und erzeugen ein großes elektrisches Potenzial, in dem die Xenon-Ionen beschleunigt werden und Schub erzeugen. Tritt das ionisierte Gas am Ende des Kanals aus, gibt ein Neutralisator jedem Atom seine Elektronen zurück. Die Folge: ein riesiger spezifischer Impuls im Vakuum des Weltraums. Hergestellt wird dieser Antrieb von der THALES Electron Devices GmbH in Ulm.

An ion propulsion unit from Ulm: positively charged xenon gas is concentrated in a cylindrical discharge channel by a highly powerful magnetic field. In a HEMP-type system, a magnetic field of 1.2 Tesla is generated by permanent magnets. At the opposite end of the channel, negatively charged electrons gather, generating a massive electrical potential in which xenon ions are accelerated and generate thrust. A neutraliser returns its electrons to every atom when the ionised gas emerges at the end of the channel. The result: an enormous specific impulse in the vacuum of space. This propulsion system is manufactured by THALES Electron Devices GmbH of Ulm.

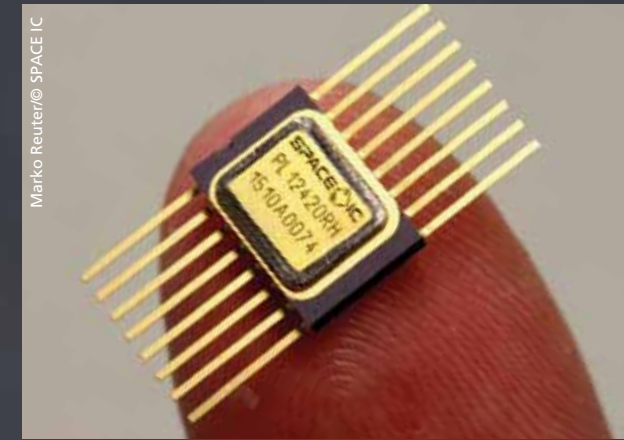
die Sicherung der Zukunftsfähigkeit deutscher Komponentenhersteller. In einer globalisierten Raumfahrtbranche werden deutsche Firmen nur dann eine Rolle spielen können, wenn sie sich auf ihre Stärken und Kernkompetenzen konzentrieren. Die Komponenteninitiative will sie dabei zielgerichtet unterstützen.

Die Raumfahrt wird so – ausgehend von den USA – immer stärker ein Markt für private Unternehmen. Die öffentliche Hand tritt dort mehr und mehr als Kunde in Erscheinung, der mit attraktiven Angeboten überzeugt werden will. So wurde unter anderem die Kommerzialisierung des Raumtransports zur Versorgung der Internationalen Raumstation vorangetrieben. Aufgrund dieser NASA-Initiative befinden sich heute mehrere US-Unternehmen im Wettbewerb um den kommerziellen Raumtransport. Die Förderung von Wettbewerb soll Firmen anspornen, ihre Innovationszyklen zu beschleunigen, die Preise zu reduzieren und die Leistungen zu verbessern.

Die Kommerzialisierungs-Anstrengungen weiten sich auf andere Bereiche aus: Es gibt gerade in den Vereinigten Staaten immer mehr Unternehmer, die überzeugt sind, insbesondere mit Raumfahrtdienstleistungen ein profitables Geschäft machen zu können. Die neuen Geschäftsmodelle basieren auf innovativen Anwendungen, bei denen weltweit permanent große Datenmengen über Satellit gesammelt und verteilt werden müssen. Typische Schlagworte sind: „Das Internet der Dinge“, „globale Überwachung des Warentransports“, „Smart TV“, „intelligente Stromnetze“ und „tagesaktuelle globale Erdbeobachtung“. Eine Idee ist auch, Breitbandinternet per Satellit global anbieten zu wollen. Aber nicht – wie bisher üblich – mit einigen, wenigen Satelliten in der geostationären Umlaufbahn, sondern mit Hunderten kleiner Satelliten im niedrigen, erdnahen Orbit, die ein weltumspannendes Netz bilden. Diese sogenannten Megakonstellationen könnten zwischen 700 und 4.000 baugleiche Satelliten umfassen. Noch nie zuvor wurde in der Raumfahrtindustrie in solchen Dimensionen gedacht. Diese Zahlen stellen die Hersteller von Kommunikationssatelliten vor besondere Herausforderungen. Gleichzeitig bietet sich die Chance, die Möglichkeiten einer verbreiterten Serienproduktion in der Raumfahrt anzuwenden.

Thus – starting from the USA –, space flight is becoming more and more of a market for private enterprises. The public sector increasingly appears in the role of a customer who wants to be convinced by attractive offers. Thus, efforts have been made, among other things, to advance the commercialisation of transport to supply the International Space Station. Because of this NASA initiative, several US companies are competing today for commercial space transport orders. Encouraging competition is supposed to act as an incentive for companies to accelerate their innovation cycles, reduce prices, and improve their services.

Efforts to commercialise are beginning to extend to other fields: particularly in the United States, more and more entrepreneurs are convinced that space services are a profitable business. These new business models are based on innovative applications which involve permanently gathering and distributing large volumes of data by satellite. Typical catchphrases include 'the Internet of things', 'global monitoring of goods transport', 'smart TV', 'smart power grids', and 'up-to-date global Earth observation'. Another idea is to offer broad-band Internet via satellite on a global scale. Unlike conventional systems consisting of a few satellites in a geostationary orbit, however, this will involve hundreds of small satellites in a near-Earth orbit forming a globe-spanning network. These so-called mega-constellations might consist of between 700 and 4,000 identical satellites. No one in the space industry has ever thought in such dimensions before. These numbers confront the manufacturers of communication satellites with unusual challenges. At the same time, they open the door for enlarged mass production in the space sector.



Marko Reuter/© SPACE IC

Elektronische Schaltkreise – ohne sie könnte kein Satellit seine Aufgaben im Orbit erfüllen. Dafür müssen sie jahrelang extreme Umweltbedingungen wie Vakuum, Temperaturschwankungen und Strahlung aushalten und dabei den Energiefluss im Satelliten steuern, also genau die benötigten Spannungen und Ströme an den richtigen Stellen zur Verfügung stellen. Sie sind sowohl im Satellitenbus als auch in der Nutzlast verbaut. Der Chip SPPL12420RH wiegt nur etwa ein Gramm, ist circa sieben mal zehn Millimeter klein und wird komplett in Hannover durch die SPACE IC GmbH entwickelt und hergestellt.

Electronic circuits – without them, no satellite could ever fulfil its duty in orbit. To function properly, they have to withstand for years extreme environmental conditions, such as vacuum, fluctuating temperatures, and radiation, controlling the energy flow within the satellite, so that the voltages and currents required arrive in exactly the right places. They are installed in satellite buses as well as payloads. Weighing only about one gram and measuring a tiny seven by ten millimetres, the chip SPPL12420RH is entirely developed and manufactured by SPACE IC GmbH of Hanover.



© DLR/© Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH

Reaktionsräder nutzen den Drehimpuls, um Satelliten auszurichten. Jeder rotierenden Masse – zum Beispiel der Schwungmasse eines Reaktionsrades – kann man einen Drehimpuls zuordnen. Befindet sich in einem Satelliten solch ein Rad mit Schwungmasse, bleibt der Gesamtdrehimpuls des Satelliten konstant. Ein ruhender Satellit gerät deshalb in eine Drehbewegung, wenn man in seinem Inneren ein Schwungrad in Bewegung versetzt. Rad und Satellit drehen sich dann entgegengesetzt. Hergestellt werden diese Reaktionsräder bei der Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH in Berlin.

Reaction wheels employ angular momentum to align satellites. An angular momentum may be attributed to any rotating mass, like, for example, the flywheel of a reaction wheel. In a satellite equipped with such a mechanism with a flywheel mass, the satellite's total angular momentum remains constant. Consequently, a satellite at rest will begin to rotate if a flywheel is started up in its interior. In this case, the wheel and the satellite will move in opposite directions. Reaction wheels of this kind are made by Astro- und Feinwerktechnik Adlershof GmbH in Berlin.

„Ich habe diese Initiative gestartet, weil ich überzeugt bin, dass Raumfahrtkomponenten ‚made in Germany‘ weltweit großes Marktpotenzial haben. Die New Space Economy ist eine einmalige Chance für die deutschen Komponentenhersteller. Diese Chance müssen wir nutzen.“

Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand für das Raumfahrtmanagement

‘I launched this initiative because I am convinced of the great potential which space components ‘made in Germany‘ have on the global market. The new space economy offers a once-in-a-lifetime opportunity to the German component manufacturers. We must not let this opportunity pass by.’

Dr Gerd Gruppe, DLR Executive Board member responsible for the Space Administration

In den USA ist die New Space Economy schon weit fortgeschritten und hat neben der zivilen Raumfahrt nun auch die militärische erreicht. So darf das Start-up-Unternehmen SpaceX seit Ende Mai 2015 offiziell Nutzlasten für das US-Militär ins Weltall befördern. Die United Launch Alliance (ULA) und SpaceX sind damit die einzigen Startdienstleister, die Satelliten für die Air Force starten dürfen. Der Vertrag zum Start der neuen GPS-Militärsatelliten zwischen SpaceX und der Air Force ist so gut wie abgeschlossen, weil die ULA kein Angebot mehr abgegeben hat und SpaceX damit konkurrenzlos in diesem Bieterverfahren ist. Nach dem COTS-Programm der NASA ist das der zweite große SpaceX-Deal.

In the USA, the new space economy has made great strides forward, extending its reach to the military after the civilian space sector. One case in point is SpaceX, a start-up that was officially allowed to transport payloads to space for the US military at the end of May, 2015. Thus, the United Launch Alliance (ULA) and SpaceX are the only launch service providers allowed to launch satellites for the Air Force. The contract between SpaceX and the Air Force for launching the new military GPS satellites is as good as concluded because the ULA did not renew its offer, so that SpaceX was left without a competitor in this bidding process. This is the second big deal landed by SpaceX after NASA's COTS programme.



16. Raumfahrtabend

Kommerzialisierung steht im Fokus des Branchentreffens

Von Martin Fleischmann

„Raumfahrt ist nicht für kurzfristige Richtungswechsel geeignet“, betonte der Abteilungsleiter Industriepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Dr. Wolfgang Scheremet, als Gastredner beim 16. Bonner Raumfahrtabend. So mag es nicht überraschen, dass die Raumfahrtgemeinde an diesem lauen Winterabend des 1. Dezember 2015 auch 13 Jahre nach der Gründung des US-amerikanischen Start-up-Raumfahrtunternehmens SpaceX noch immer über Kommerzialisierung der Raumfahrt spricht. Denn was in den USA schon längst Alltag ist, wird gerade in Deutschland immer wichtiger. Deutsche Unternehmen müssen sich dieser Entwicklung stellen, sie „ernst nehmen und positiv annehmen, da die Raumfahrtbudgets nicht weiter wachsen werden“, erklärte Scheremet, aus dessen Ministerium der größte Teil des Geldes für Raumfahrt in Deutschland kommt.

16th Space Night

Commercialisation as Focal Point at Business Event

By Martin Fleischmann

‘Space is not a suitable object for sudden changes of direction,’ Dr Wolfgang Scheremet, Director General of Industrial Policy at the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), emphasised in his presentation as a guest speaker on the 16th Space Night in Bonn. For this reason, it is no surprise that the space community should still be discussing the commercialisation of the space sector on this mild winter evening of December 1, 2015, as many as 13 years after the establishment of the American SpaceX start-up. For what has long since become commonplace in the USA is just about to become increasingly important especially in Germany. German enterprises should confront this development, ‘take it seriously and accept it positively because space budgets will not go on growing’, as Scheremet explained, whose ministry furnishes most of the money spent on space activities in Germany.

200 geladene Gäste hörten am 1. Dezember 2015 im Foyer des DLR Raumfahrtmanagements die Rede von Dr. Wolfgang Scheremet, Abteilungsleiter Technologiepolitik im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zur Kommerzialisierung in der Raumfahrt.

Speaking to an audience of 200 invited guests in the foyer of the DLR Space Administration building on December 1, 2015, the Head of Industry Policy at the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi), Dr Wolfgang Scheremet, delivered a speech on the commercialisation of space flight.



Autor: **Martin Fleischmann** betreut als Redakteur die Inhalte und das Layout der Printtitel und Broschüren des DLR Raumfahrtmanagements und ist Chefredakteur des Newsletters COUNTDOWN.

Author: **Martin Fleischmann** is the editor in charge of the content and layout of the DLR Space Administration's printed publications and brochures and is editor in chief of the COUNTDOWN newsletter.

Die deutschen Unternehmen und Wissenschaftler wüssten aber, dass die Zeiten von der „New Space Economy“ geprägt sind. „Ich werde daran mitwirken, dass wir auch in Zukunft eine schlagkräftige deutsche Raumfahrtindustrie haben. Wir brauchen mehr Wirtschaft in der Raumfahrt“, betonte Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand zuständig für das Raumfahrtmanagement. Diese sei schon heute „gut aufgestellt – noch“, warnte Scheremet. Um zu verhindern, dass sich daran etwas ändert, habe das BMWi gemeinsam mit dem DLR Raumfahrtmanagement und dem Bundesverband der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI) einen Aktionsplan aufgestellt und eine Studie in Auftrag gegeben, die der Frage nachgehen soll, welche Chancen und Risiken durch die Kommerzialisierung für die deutsche Industrie bestünden.

Auswirkungen auf nationaler Ebene

Die Ergebnisse seien vor allem für das Nationale Raumfahrtprogramm interessant. Zwar sei es auf Langfristigkeit ausgelegt. Dennoch müssten die neuen Entwicklungen mit berücksichtigt und das Nationale Programm am Markt ausgerichtet werden. „Wenn Raumfahrt im Alltag eine Rolle spielen will, muss sie auch im Alltag ankommen. Hier ergeben sich neue Fragen: Wie nutzen die Unternehmen die digitale Welt für neue Fertigungspro-

Dr Gerd Gruppe, DLR's Director of Space Administration, emphasised that German companies and scientists were aware that our era is marked by the ‘new space economy’. ‘I will do my part to ensure that we will continue to have a powerful German space industry in the future. What we need is more private-sector input in space,’ Scheremet warned that the German space industry was ‘well set up today – for the present’. To keep this situation from changing, the BMWi, the DLR Space Administration, and the German Aerospace Industries Association (BDLI) developed an action plan and commissioned a study to investigate the risks and opportunities commercialisation would bring to Germany's industry.

National repercussions

The results are interesting, particularly with regard to the National Space Programme. While the Programme was designed for the long term, recent developments would have to be taken into account and the National Programme brought into line with the market. Challenging former structures, Scheremet said, ‘If we expect space to make a difference to our everyday lives it must become part of our everyday lives. In this context, new questions emerge: to what extent will companies go digital in their new production processes? How can we adapt the Nation-



In der Raumfahrt bekommt man nur am Bonner Raumfahrtabend etwas geschenkt: DLR-Vorstand Dr. Gerd Gruppe begrüßte die Gäste mit seiner Rede, Pop-up-Karten der Internationalen Raumstation ISS und einer klaren Botschaft: „Wir brauchen mehr Wirtschaft in der Raumfahrt, um künftige Budgetengpässe aufzufangen.“

Nothing comes for free in the space sector, except if you attend DLR Space Night in Bonn. DLR Board member Dr Gerd Gruppe welcomed visitors in a speech, with photo cards showing the International Space Station, and with a clear message: ‘We need more private-sector input in space to meet future budget constraints’.



Appell an die Kreativität: Gastredner Dr. Wolfgang Scheremet hat beim 16. Bonner Raumfahrtabend einen Einblick in die Raumfahrtwelt aus der Sicht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie gegeben. Im Zeitalter der Kommerzialisierung ließen sich die Herausforderungen am besten gemeinsam lösen. Wissenschaft, Industrie und Politik müssten hier an einem Strang ziehen.

An appeal to be creative: Guest speaker Dr. Wolfgang Scheremet gave his listeners an insight into the space technology world from the administration's point of view. Speaking on behalf of the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy, he said that in the age of commercialisation, challenges would best be tackled jointly. Academia, industry, and policymakers should all act in concert.

zesse? Wie können wir das Nationale Programm darauf anpassen?", hinterfragte Scheremet bisherige Strukturen. Durch neue Fertigungsverfahren ließen sich auch Kosten sparen – ein wichtiger Aspekt, der einen Beitrag zur Lösung der Gleichung Nutzenmaximierung bei gleichzeitiger Budgetbeschränkung liefern könne. „Die Unternehmen müssen hier Kreativität zeigen. Die haben das Know-how. Wir werden sie auf ihrem Weg unterstützen“, betonte Scheremet. Das BMWi steht dazu in engem Dialog mit der Industrie. Scheremet will diese Themen auch beim Spitzengespräch mit Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel am 12. Januar 2016 zur Sprache bringen. Digitale Welt und Unternehmenskultur – bekannt unter dem Schlagwort Industrie 4.0 – wird außerdem zentrales Thema eines Raumfahrtgipfels im April 2016 werden. Im Vorfeld dieses Treffens richtete der Abteilungsleiter Industriepolitik schon einmal vorgehend einen Appell in Richtung Industrie: Kooperation zwischen einzelnen Unternehmen sei trotz Wettbewerb kein Widerspruch, sondern Teil der Lösung der besagten Gleichung.

Europäische Entwicklung

Doch nicht nur die nationale Ausrichtung war Thema des 16. Bonner Raumfahrtabends. Denn auch innerhalb der Europäischen Raumfahrtorganisation ESA habe es „spannende Entwicklungen“ gegeben. „Ich bin mir bewusst, dass Prof. Johann-Dietrich Wörner ein guter Europäer ist. Ich bin mir aber auch sicher, dass er weiß, wo seine Wurzeln liegen“, nahm Scheremet mit einem Augenzwinkern Bezug auf den Generaldirektorenpostenwechsel. „Wir als Bundesregierung freuen uns sehr darüber, zum zweiten Mal in der Geschichte der ESA einen deutschen Generaldirektor in Paris zu haben. Das dürfen wir auch: Schließlich haben wir ihn ja entsprechend aktiv unterstützt“, fügte er dann noch mit einem Schmunzeln hinzu und unterstrich damit die Erwartungshaltung des Ministeriums. Er freue sich sehr, mit Prof. Wörner und mit der neuen Vorstandsvorsitzenden des DLR, Prof. Pascale Ehrenfreund, zusammenzuarbeiten, um knifflige Herausforderungen wie die Zukunft der Internationalen Raumstation ISS oder die des Ariane-Programms zu lösen. Beides müsse – natürlich – im Kostenrahmen bleiben.

al Programme to that?’ Moreover, new production processes might save expenses – an important aspect that might help to solve the question of how to maximise benefits while limiting budgets. ‘Companies must show creativity. They have all the know-how. We will support them on the way,’ Scheremet emphasised. BMWi was engaged in a close dialogue on the matter with the industry. Scheremet intends to put these issues on the agenda of the high-level talks with Sigmar Gabriel, the Federal Minister of Economic Affairs, on January 12, 2016. Moreover, the digital world and corporate culture – also known as industry 4.0 – will be one of the key subjects at a Space Summit in April 2016. In the run-up to this meeting, the Director of Industrial Policy addressed this appeal to the industry: competition notwithstanding, co-operation among companies was not a contradiction but part of the solution of the aforementioned equation.

European developments

But national policy was not the only topic of the 16th Space Night in Bonn. There had been ‘exciting new developments’ within the European Space Agency as well. Referring to the appointment of the new Director General, Scheremet said, with a twinkle in his eye, ‘I am aware that Professor Johann-Dietrich Wörner is a good European. At the same time, I feel certain that he knows where his roots are.’ With a smile, he went on to say, ‘We, meaning the German government, feel very pleased at having a German Director General in Paris for the second time in the history of ESA, and rightly so: after all, we did lend him our active support,’ thus highlighting the Ministry’s expectations. He was very much looking forward to ‘co-operating closely and extensively’ with Professor Wörner and the new Chair of the DLR Executive Board, Professor Pascale Ehrenfreund, on solving difficult challenges like the future of the International Space Station or the Ariane programme. Needless to say, both solutions would have to remain within the budget.



Ausgezeichnet für sein Wirken: Prof. Dr. Gerd Hirzinger, ehemaliger Direktor des DLR-Instituts für Robotik und Mechatronik, wurde mit der Eugen-Sänger-Medaille der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR) geehrt.

A tribute to his lifetime achievements: the former head of the DLR Institute of Robotics and Mechatronics, Professor Dr. Gerd Hirzinger, was awarded the Eugen Sängler Medal by the German Aerospace Society (DGLR).



„Wegbereiter der Raumfahrtrobotik“ nannte Evert Dudok (2. v. r.), Vorstand für Kommunikation, Aufklärung und Sicherheit bei Airbus Defence & Space, Prof. Hirzinger in seiner Laudatio. „Ohne ihn wäre die Raumfahrt heute nicht da, wo sie jetzt angekommen ist“, erklärte Dudok weiter. Auf der Bühne haben ihm weiterhin Dr. Wolfgang Scheremet, Claudia Kessler, CEO bei HE Space und DGLR-Vizepräsidentin, Dr. Gerd Gruppe und die DLR-Vorstandsvorsitzende Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund (v. l.) gratuliert.

In his laudatory speech, Evert Dudok (2nd from left), Executive Vice President Communication, Intelligence and Security at Airbus Defence & Space, called Professor Hirzinger a ‘pioneer in space robotics’. ‘Without him, we would not be where we are today,’ Dudok continued. Further congratulations were delivered by Dr. Wolfgang Scheremet, Claudia Kessler, CEO of HE Space and DGLR Board Member, Dr. Gerd Gruppe, and Professor Pascale Ehrenfreund, Chair of the DLR Executive Board (from left).



Wie geht es mit der Internationalen Raumstation ISS weiter? Wie muss das Nationale Programm im Zuge der Kommerzialisierung angepasst werden? Über diese und weitere Themen diskutierten die Gäste beim 16. Bonner Raumfahrtabend.

What about the future of the International Space Station ISS? What modifications will Germany's national space programme need in the light of growing commercialisation? These and many more topics were discussed during the 16th Space Night event in Bonn.



Lift-off für das STERN-Programm

Drei Studententeams starten ihre ersten Raketen „Marke Eigenbau“

Von Diana Gonzalez

Sirenen dröhnen durch den flachen Talkessel. Der dumpfe Ton geht durch Mark und Bein, ist ebenso gut zu spüren wie zu hören. Wer sich jetzt noch auf freiem Gelände befindet, der hat sich unverzüglich in eines der sicheren Gebäude oder auf den drei Kilometer entfernten Radar Hill zu begeben. Denn das gesamte Gelände von Esrange muss beim Raketenstart menschenleer sein. Esrange, das ist das schwedische Raumfahrtzentrum in der Nähe von Kiruna. Abseits der dicht besiedelten Regionen in den weiten Wäldern am Nordpolarkreis gelegen, ist es der ideale Startplatz für Forschungsraketen und -ballone. Regelmäßig tragen sie wissenschaftliche Experimente, etwa zur Höhenforschung, Technologieerprobung oder zur Forschung unter Schwerelosigkeit in den Himmel. Doch heute stehen gleich zwei ganz besondere Starts auf dem Programm, denn dieses Mal stehen die Raketen selbst im Mittelpunkt: Es ist der Auftakt der ersten STERN (STudentische Experimental RaketeN) Studentenraketen-Kampagne.

Lift-off for the STERN Programme

Three Student Teams Launching their First 'DIY' Rockets

By Diana Gonzalez

Sirens moan through the flat valley bottom. The booming sound goes right through you; it can be felt as well as heard. Those who are still in the open now must proceed immediately either into one of the safe buildings or to the top of Radar Hill, which is three kilometres away, for the Esrange grounds must be completely evacuated before a rocket is launched. Esrange – that is the Swedish space centre in the vicinity of Kiruna. Situated away from densely settled regions in the vast forests on the Arctic Circle, the site is ideal for launching sounding rockets and balloons. They regularly carry scientific experiments into the sky for high-altitude research, technology demonstration, or research in microgravity. Today, however, the programme lists two very special launch operations, for this time the focus is on the rockets themselves: it is the curtain-raiser of the first student experimental rocket (STERN) campaign.

T minus 1 hour

Noch eine Stunde bis zum Start der ersten Rakete: FAUST, so haben die Studenten vom LEONIS-Team der TU Braunschweig sie getauft. Dunkelrot glänzend hängt die rund drei Meter lange Rakete an der aufgerichteten Startrampe. Auf ihrer Spitze haben sich alle Teammitglieder mit Namen verewigt. Irgendjemand hat „ERIG“, den Namen der studentischen Hochschulgruppe, in den frisch gefallenen Schnee getrampelt. Ein Paar Blaumeisen nutzt die Rampe für einen kurzen Zwischenstopp. Stille liegt nun über dem Gelände rund um die Startanlage.

Begonnen hatte alles vor rund drei Jahren. Damals wurde das Programm STERN vom DLR Raumfahrtmanagement ins Leben gerufen: Eine eigene Rakete entwickeln, bauen und schließlich auch eigenhändig starten – dieses Angebot richtete sich an Studenten der Fachrichtung Luft- und Raumfahrt an Hochschulen in ganz Deutschland. Acht Studententeams haben die Herausforderung angenommen, drei sind bei dieser ersten Startkampagne auf Esrange mit dabei: die TU Braunschweig, die Universität Stuttgart und die TU Berlin. Vorgegeben ist lediglich eine Telemetrieinheit als Nutzlast, damit wichtige Daten wie Beschleunigung und Geschwindigkeit bereits während des Fluges ermittelt und zur Erde gefunkt werden können. Eine Beschränkung hinsichtlich der maximalen Flughöhe oder des Antriebs gibt es nicht – damit ist das Programm einmalig in Europa.

Damit die Sicherheit aber zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist, muss jedes Team fünf Reviews durchlaufen. Diese Reviews sind eine Art Ins-



Autorin: **Diana Gonzalez** ist Online-Redakteurin im DLR Raumfahrtmanagement. Sie war in Kiruna bei der STERN-Raketenstartkampagne mit dabei und hat den Studenten eine Woche lang bei ihrer Arbeit über die Schulter geschaut.

Author: **Diana Gonzalez** is an online editor at the DLR Space Administration. She spent a week at the STERN rocket campaign in Kiruna and had a chance to glimpse over the busy students' shoulders.

T minus 1 hour

One hour to go to the launch of the first rocket nicknamed FAUST by the students of the LEONIS team of Braunschweig Technical University. Gleaming in dark red paint, the rocket, which is around three metres in length, hangs from the upright launching gear. Its nose cone is inscribed with the names of all team members. Someone has stamped 'ERIG' into the freshly fallen snow, the name of the student group. A pair of blue tits uses the launching gear for a brief stopover. Silence now reigns on the grounds surrounding the launching pad.

It all started around three years ago. At the time, the STERN programme was brought into being by

„Ich habe Respekt vor dem, was die Teams in den drei Jahren auf die Beine gestellt haben. Das ist eine sehr kurze Zeit für solch ein komplexes Projekt. Einige Studententeams konstruieren von der Raketenspitze bis zum Antrieb alles selbst, andere setzen auf kommerzielle Motoren. Aber jede dieser Raketen ist einzigartig“,

sagt Karsten Lappöhn, STERN-Programtleiter im DLR Raumfahrtmanagement

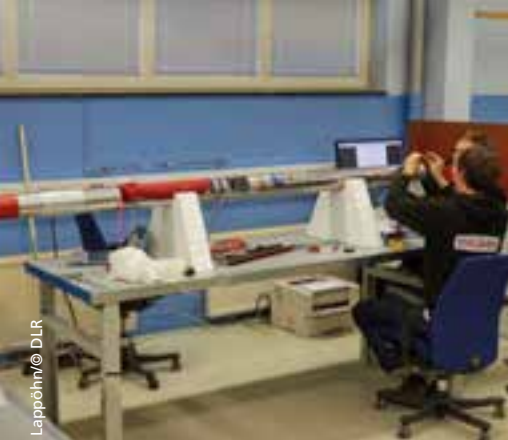
“I respect all that the teams have achieved within the space of three years, a very short time for a project of such complexity. Some student teams design everything themselves from nose cone to drive, while others rely on commercial engines. Still, each of these rockets is unique,”

says Karsten Lappöhn, manager of the STERN programme within the DLR Space Administration.

Raketen für das STERN-Programm: An der ersten Startkampagne nahmen Studententeams der TU Braunschweig mit FAUST (links), der Universität Stuttgart mit HEROS (Hybrid Experimental Rocket Stuttgart, unten) und der TU Berlin mit DECAN (Deutsche CanSat-Höhenrakete, unten rechts) teil.

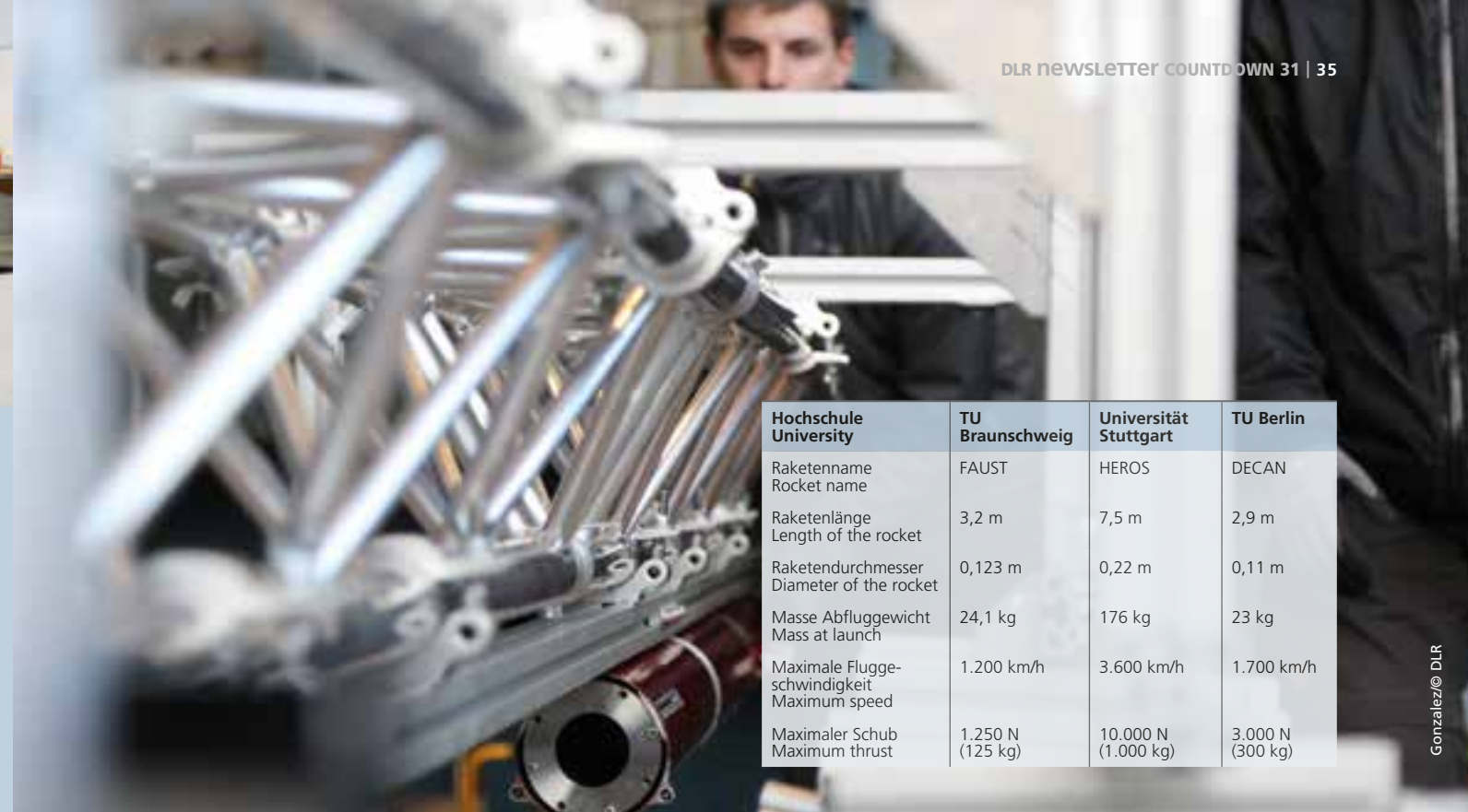
Rockets for the STERN programme: Student teams from TU Braunschweig built FAUST (left), Stuttgart University contributed HEROS (Hybrid Experimental Rocket Stuttgart, bottom) and TU Berlin's device was called DECAN (meaning German CanSat high-altitude sounding rocket, bottom right).





Rund eine Woche hatten die Teams im Raumfahrtzentrum Esrange Zeit für ihre Startvorbereitungen. Dazu gehörten der Zusammenbau des Gesamtsystems, letzte Tests, wie etwa Druck- und Funktests sowie ein Probe-Countdown, bei dem alle Startprozeduren durchlaufen werden.

Teams at the Esrange Space Centre had about a week to prepare their launches. This involved assembling their systems, final checks including pressure tests and radio signal measurements, as well as a mock countdown with a final rehearsal of all launch procedures.



Hochschule University	TU Braunschweig	Universität Stuttgart	TU Berlin
Raketennamen Rocket name	FAUST	HEROS	DECAN
Raketenlänge Length of the rocket	3,2 m	7,5 m	2,9 m
Raketendurchmesser Diameter of the rocket	0,123 m	0,22 m	0,11 m
Masse Abfluggewicht Mass at launch	24,1 kg	176 kg	23 kg
Maximale Fluges- geschwindigkeit Maximum speed	1.200 km/h	3.600 km/h	1.700 km/h
Maximaler Schub Maximum thrust	1.250 N (125 kg)	10.000 N (1.000 kg)	3.000 N (300 kg)

pektion, bei der Experten der Mobilen Raketenbasis (MORABA) des DLR und vom Forschungs-, Test- und Entwicklungszentrum für Raumfahrtantriebe am DLR-Standort in Lampoldshausen alle kritischen Systeme auf Herz und Nieren prüfen. Dazu gehören etwa die Tanks und die Triebwerke. Denn bei STERN gilt genau wie bei „echten“ Raumfahrtprojekten: Safety first.

T minus 30 minutes

Noch 30 Minuten bis zum Start. Die Spannung unter den Studenten der TU Braunschweig wächst. Wer nicht im stark gesicherten und fensterlosen Kontrollraum, dem sogenannten Blockhouse, mit den Startvorbereitungen beschäftigt ist, der sucht sich jetzt einen Beobachtungsposten im Hauptgebäude oder auf dem Radar Hill. Von dort aus hat man einen guten Blick auf das talwärts gelegene Startgelände. Fotokameras werden positioniert, die besten Plätze sind heiß umkämpft.

Das LEONIS-Team hat sich bei FAUST für einen selbst entwickelten Hybridantrieb entschieden. Er soll die 24 Kilogramm schwere Rakete auf rund 1.200 Stundenkilometer, also in etwa Schallgeschwindigkeit, bringen. Über das eigens für FAUST konstruierte Tanksystem wird die Rakete mit einer Treibstoffkombination aus Lachgas und einem Festbrennstoff befüllt – ein Novum auf dem Raketenstartplatz.

the DLR Space Administration: develop, build, and ultimately launch your own rocket, an offer addressed to students of aerospace engineering at universities all over Germany. Eight student teams accepted the challenge, three of which now take part in this first launch campaign at Esrange: Braunschweig TU, Stuttgart University, and Berlin TU. The only requirement is that the payload should be a telemetry unit so that important data like acceleration and velocity can be measured during the flight and radioed to Earth. There are no restrictions regarding maximum altitude or propulsion system, which makes the programme the only one of its kind in Europe.

However, every team must pass five reviews so that safety may be assured at every moment. These reviews are a kind of inspection during which all critical systems are thoroughly vetted by experts from the DLR mobile rocket base (MORABA) and from DLR's space propulsion research, test, and development centre at Lampoldshausen. Tanks and engines are vetted as well, for the guiding principle of STERN as well as of 'genuine' space projects is 'Safety first'.

T minus 30 minutes

Thirty minutes to lift-off. Tension grows among the students of Braunschweig TU. Those who are not busy with preparations for

T minus 15 minutes

Am Nachmittag steht bereits der Start der nächsten Rakete an: HEROS (Hybrid Experimental Rocket Stuttgart) heißt das Projekt von den Studenten der Universität Stuttgart. Auch sie haben sich beim Antrieb für einen selbst entwickelten Hybridmotor entschieden. Das Triebwerk wird der 7,5 Meter langen und mehr als 170 Kilogramm schweren Rakete Schub verleihen. Neben Lachgas verwendet das Team als zweite Treibstoffkomponente Wachs.

Nebelschwaden sind inzwischen aufgezogen und verdichten sich schnell. Oben auf dem Radar Hill hat noch die Sonne die Oberhand, doch unten im Talkessel wird die Sicht immer schlechter.

T minus 5 minutes

Unter den Wartenden befinden sich auch die ersten Studenten des Teams von der TU Berlin, die heute angereist sind. Sie wollen in der nächsten Woche gleich zwei Raketen mit dem Namen DECAN (Deutsche CanSat-Höhenrakete) starten. Von den reinen Eckdaten her ähnelt DECAN der FAUST-Rakete des Braunschweiger Teams: Rund drei Meter misst sie von der Spitze bis zum Leitwerk und bringt dabei 23 Kilogramm auf die Waage. In Bezug auf den Antrieb haben die Berliner jedoch auf einen kommerziellen Raketenmotor gesetzt, der ausschließlich mit Festbrennstoff betrieben wird.

take-off in the thick-walled, windowless control room called the blockhouse are now looking for vantage points for observation in the main building or on Radar Hill. From the hill, you have a good view of the launching ground in the valleys; cameras are brought into position, and the best spots are hotly contested.

For FAUST, the LEONIS team decided to use a hybrid engine developed by themselves. It is supposed to accelerate the 24-kilogramme rocket to around 1,200 kilometres per hour, approximately the speed of sound. A tank system specifically designed for FAUST is filled with a combination of laughing gas and a solid fuel – a novelty on the launch pad.

T minus 15 minutes

The launch of the next rocket is already scheduled for the afternoon: HEROS (Hybrid Experimental Rocket Stuttgart) is the name of the project run by students from Stuttgart University. They, too, opted for a hybrid engine developed by themselves to power their rocket. Delivering thrust for the rocket, which is 7.5 metres long and weighs more than 170 kilogrammes, the engine runs on laughing gas and wax as the second fuel component.

Meanwhile, wisps of fog have appeared that thicken quickly. While the sun still has the upper hand on top of Radar Hill, visibility is deteriorating quickly on the bottom of the valley.

„Unser Hauptziel ist, dass die Studenten bereits während des Studiums Erfahrungen mit einem eigenen Raumfahrtprojekt sammeln können. Dazu zählen die Erfolge, vor allem aber auch die Misserfolge. Die sind zunächst frustrierend, aber aus meiner eigenen Erfahrung kann ich sagen, dass es vor allem die Fehler sind, aus denen man am meisten lernt“,

resümiert Programmleiter Lappöhn.

‘Our chief objective is to enable students to gather experience with a space project of their own while they are still at university. This includes the experience of success as well as, and more importantly, failure. Failure is frustrating at first, but I can say from my own experience that it is your mistakes that teach you the most’,

programme manager Lappöhn sums it up.



Ten, nine, eight, seven, six, five, four, three, two, one
Der Countdown verhallt, doch von der Rakete ist nichts zu sehen oder zu hören. Ist der Start schon erfolgt? Oder gibt es eine Verzögerung? Unruhe macht sich breit. Dann plötzlich bricht die Rakete durch die oberste Nebelschicht, nun erst ist auch das Geräusch der Motoren zu hören, das mit Zeitverzögerung bei den Beobachtungsposten ankommt. Jubel brandet auf. FAUST zieht seine Bahn durch den blauen Himmel und verschwindet als winziger Lichtpunkt aus dem Sichtfeld. Die Freude und die Erleichterung unter den Studenten sind groß. Hände werden geschüttelt, Schultern geklopft, es wird sich umarmt. Die Braunschweiger Start-Crew, die wenig später vom Kontrollraum ins Hauptgebäude kommt, wird wie Helden

T minus 5 minutes

The waiting group includes the first students of TU Berlin team who arrived today. They plan to launch no fewer than two rockets under the name of DECAN (German CanSat high-altitude rocket). As far as its basic characteristics are concerned, DECAN resembles the FAUST rocket of the Braunschweig team: measuring around three metres from nose cone to fins, it weighs in at 23 kilogrammes. Regarding the propulsion system, however, the Berliners rely on a commercial rocket engine that runs exclusively on solid fuel.

Ten, nine, eight, seven, six, five, four, three, two, one

The countdown fades away, but nothing is seen or heard from the rocket. Has it already taken off? Or has there been a delay? People are becoming restless. Then, suddenly, the rocket erupts from the uppermost layer of fog, and it is only now that the sound of its engine can be heard, reaching the observers' ears

begrüßt. Das gesamte LEONIS-Team hat nun seine Glücksbringer, goldfarbene Cowboyhüte, aufgesetzt, um den Erfolg zu feiern: wahre Space-Cowboys eben. Die Telemetriedaten beweisen: FAUST hat es in eine Höhe von rund sechs Kilometern geschafft.

Doch wie geht es weiter? Am Ende der ersten STERN-Kampagne haben die Studenten viel erreicht: Drei erfolgreiche Raketenstarts lautet das Resümee – ein Ergebnis, das sich sehen lassen kann. Denn eine hundertprozentige Erfolgsgarantie gibt es in der Raumfahrt nicht. Auch nicht bei den Profis.

Am 22. Oktober 2015 um 8:45 Uhr startete die FAUST-Rakete des LEONIS-Teams von der TU Braunschweig in den nebelverhüllten Himmel am Nordpolarkreis. Das von den Studenten selbst entwickelte Hybrid-Triebwerk katapultierte FAUST in eine Höhe von rund sechs Kilometern.

On October 22, 2015, at 08:45 a.m., the FAUST rocket built by the LEONIS team from TU Braunschweig took off into a misty sky at the north polar circle. Developed entirely by the students themselves, the device's hybrid propulsion system catapulted FAUST to an altitude of about six kilometres.

after a delay. There is great rejoicing. Following its track through the blue sky, FAUST disappears from vision as a minute point of light. Among the students, there is great joy and relief; hands are shaken, backs are slapped, people are hugged. Arriving a little later from the control room in the main building, the Braunschweig launch crew gets a hero's welcome. To celebrate their success, the entire LEONIS team has put on their lucky charms, gold-coloured cowboy hats, the hallmark of true space cowboys. Telemetry data prove that FAUST has made it to an altitude of around six kilometres.

It remains to be seen what will happen next. At the end of the first STERN campaign, the students have achieved a great deal: in summary, three successful rocket launches – a result to be proud of. For there is never a one hundred per cent guarantee of success in space flight, not even for professionals.

Achtung Roboter

Rover hinterlassen Spuren im künstlichen Planetensand

Von Thilo Kaupisch und Martin Fleischmann

350 Tonnen Sand und Geröll, angeliefert von 15 Sattelschleppern und ausgekippt auf zwei 195 Quadratmeter großen Spielfeldern in einem Filmstudio – dieser „Wahnsinn“ hat einen Namen: das DLR SpaceBot Camp. Aus diesem irdischen Material wurde eine außerirdische Planetenlandschaft geformt, die dann von den Rovern von zehn Weltraumrobotik-Teams aus ganz Deutschland am 13. November 2015 in den Medienparks NRW in Hürth erkundet wurde – eines der anspruchsvollsten Szenarien der Raumfahrt. Die Studenten haben ein Jahr lang an ihren Robotern gearbeitet. Nun haben sie gezeigt, was in ihren Systemen steckt. Die verschiedenen Aufgaben, die die Weltraumroboter lösen mussten, kamen den Herausforderungen eines realen Einsatzes auf einer Planetenoberfläche sehr nahe. Sie mussten in schwierigem Gelände Objekte erkennen, auffinden, transportieren und schließlich zu einem Gesamtsystem montieren – und das so autonom wie möglich. Viele kleine und große Zuschauer waren live mit dabei.

Mind the Robot

Rovers Leave Tracks in the Artificial Planetary Sands

By Thilo Kaupisch and Martin Fleischmann

350 tons of sand and gravel delivered by 15 semi-trailer trucks and tipped onto two fields the size of 195 square metres each on the premises of a film studio – ‘madness’ that has a name: the DLR SpaceBot Camp. Terrestrial material, arranged into an extra-terrestrial planetary landscape, to be explored on November 13, 2015, by rovers designed by ten different space robotics teams from all over Germany. The terrain at the NRW Media Park in Hürth is one of the most challenging scenarios ever built for a space tech event. The students had spent one year working on their robots. They have now had a chance to demonstrate what their devices were capable of. The various tasks put before the space robots came very close to those of a real mission on a planetary surface. The challenge was to spot a number of objects in the rough terrain, identify, collect, transport, and finally integrate them into a complete assembly – and it all had to be done as autonomously as possible. Many spectators, young and old, had come to watch the live event.

Sprint auf der Hürther Planetenoberfläche: Alle Roboter haben eine solide Leistung gezeigt. Der Phobos-Rover der TU Chemnitz erklimmt gerade den Hügel. Dabei muss er eine Steigung von 15 Prozent überwinden. Das hat er locker geschafft.

A robotic skills course on Hürth's planetary surface: all robots have shown a strong performance. The Phobos rover built by TU Chemnitz is climbing up a slope, dealing with a gradient angle of 15 degrees. It managed the task with great ease.



Autoren: **Thilo Kaupisch** ist Projektleiter des DLR SpaceBot Camps. In der Abteilung Technik für Raumfahrtssysteme und Robotik des DLR Raumfahrtmanagements hat er die Teams von der Idee bis auf die fiktive Planetenoberfläche begleitet. Sein Kollege **Martin Fleischmann** ist COUNTDOWN-Chefredakteur. Beide waren beim DLR SpaceBot Camp in Hürth mit dabei.

Authors: **Thilo Kaupisch** is the project manager of the SpaceBot Camp. Working at Space Systems and Robotics, he has been guiding the teams along, from their initial idea right to the final contest on the mock planet. His colleague **Martin Fleischmann** is the chief editor of COUNTDOWN. The two of them were on site to watch the DLR SpaceBot Camp in Hürth.

Das Szenario im Detail

Nach ihrer „Landung auf einem fremden Planeten“ verließen die Rover das Landefahrzeug und begannen mit der Erkundung des fiktiven Himmelskörpers am Rand eines unerforschten Kraters. Vom Startpunkt aus suchten sie die Umgebung nach auffälligen Gegenständen – einem blauen, mit Granulat gefülltem Becher und einem gelben Batteriepack – ab. Doch die Transportkapazität des Landeraumschiffs war eingeschränkt. Daher durften die Rover nicht mehr als 100 Kilogramm auf die Waage bringen. Um diesen fremden Planeten kreisten auch keine Navigationssatelliten. Daher konnten sich die Rover nicht via GPS selbst orten oder navigieren. Andere Lösungen mussten her, um sich zurechtzufinden. Das Betriebsteam in der Kontrollstation „auf der Erde“ hatte zudem keinen direkten Zugriff auf das Robotersystem und auch keinen direkten Blickkontakt. Informationen zwischen Rover und Station wurden ausschließlich über eine Telekommunikationsverbindung ausgetauscht. Funksignale kamen auf dem „fremden Planeten“ nur zeitversetzt an. Außerdem konnte die Kommunikation zwischen Bodenstation und Rover und umgekehrt plötzlich ausfallen – wie bei einer echten Weltraummission.

„Astronauten“ eilen Rover zu Hilfe

Die Teams kamen mit diesem Szenario unterschiedlich gut zurecht. Das Team Carpe Noctem der Universität Kassel (1) hatte Anlaufprobleme. Der Rover „Stummel“ hatte sich im Sand festgefahren und benötigte menschliche Hilfe, um wieder loszukommen – eine Daseinsberechtigung für die bemannte Raumfahrt. Nachdem er befreit wurde, erforschte „Stummel“ den

The scenario in detail

After ‘touching down on an alien planet’, the rovers disembarked from their landing vehicle, all set to explore the surface of this simulated celestial body. Starting from a spot on the edge of an unknown crater, they were to venture out and search for several conspicuous objects – a blue cup filled with some granulate, and a yellow battery pack. However, the transport capacity of the lander was limited. So the rovers could only weigh a maximum of 100 kilogrammes. What is more, there were no navigation satellites orbiting this planet, which meant that the rovers could not determine their position nor manoeuvre their way around the terrain by satnav. So, developers had to think up other solutions for the rovers to find their bearings. Also, the control room team ‘on Earth’ had no direct access to the robotic systems, and no direct visual contact. So, any information between the rover and ground control had to be exchanged via telecommunication link. Radio signals arrived at the ‘remote planet’ with a delay, and there was the additional contingency of a breakdown in communication between ground control and rover in either direction – like on a genuine space mission.

‘Astronauts’ rush to the aid of the robot

The teams working in this scenario completed their tasks to varying degrees of success. A team called ‘Carpe Noctem’ from the university of Kassel (1) had initial technical problems. Their rover ‘Stummel’, the nearest translation for which is ‘Shorty’, had got caught in the sand and needed human assistance to become unstuck – making a strong case for manned space

Achtung Roboter: Das spacebot 21-Team aus Buxtehude hat die Zuschauer in der Boxengasse sicherheitshalber vor seinem Rover gewarnt. Kein Wunder – dieser Roboter wird auch liebevoll „unser Traktor“ genannt und bringt 95 Kilogramm auf die Waage. Der schwerste Rover im DLR SpaceBot Camp.

Mind the robot: for safety reasons, the spacebot-21 team from Buxtehude issued a safety warning to spectators standing in the pit lane. It was not unjustified. This robot, affectionately nicknamed ‘our tractor’ by its makers, weighs 95 kilogrammes, making it the heaviest of all contestants in the DLR Spacebot Camp.



Planeten, fand und griff die Gegenstände, konnte allerdings nicht mehr innerhalb des Zeitlimits alles zur Basisstation bringen. Das gelang dem nachfolgenden Team SEAR. In seinem telekommandierten Lauf hatte der Rover der TU Berlin (2) die beiden Objekte gefunden, eingeladen und zur Basisstation transportiert. Dort stellte er allerdings alle Gegenstände auf die Basisstation, anstatt das Batteriepack in die Haltevorrichtung einzustecken – trotzdem ein solider Lauf.

Der „Traktor“ und die Marsmonde

Als nächstes war das Team spacebot 21 der hochschule 21 (3) aus Buxtehude an der Reihe. Ihr 95-Kilogramm-Schwergewicht, das die Studenten auch liebevoll „unseren Traktor“ nennen, erwischte einen guten, autonomen Start. Der Becher wurde sofort gefunden und eingepackt. Dann kam das Batteriepack und mit ihm die Probleme. Spacebot 21 verharrte lange vor dem gelben Kasten und versuchte immer wieder, ihn mit der Kamera oben auf dem Greifarm richtig zu lokalisieren – leider vergebens. Denn danach war es mit dem autonomen Lauf leider vorbei. Nach Eingriffen von außen wurde trotzdem alles zur Basisstation zurückgebracht und der Hügel erklommen. Danach gingen die Rover „Phobos“ und „Deimos“ des Chemnitz University Robotics Teams (4) an den Start. Die nach den Marsmonden benannten Rover der TU Chemnitz lieferten eine überzeugende Leistung ab und erfüllten souverän in Teamarbeit alle gestellten Aufgaben – allerdings nicht vollständig autonom.

„Man denkt sich nichts dabei. Die Roboter fahren einfach. Man hat sich da vorher überhaupt keine Gedanken gemacht. Jetzt sieht man aber, wie das alles programmiert wird und was dahinter steckt – sehr spannend.“

Yücel Yapici, 16 Jahre, Einführungsstufe (10. Klasse), Alexander-von-Humboldt Gymnasium (Bornheim)

“You think it's a no-brainer. Robots move. No-one of us had looked at any of the detail. Now we see how everything needs to be programmed and all the thinking that has gone into this. It's all very exciting.”

Yücel Yapici, 16 years, 10th grade of school, Alexander-von-Humboldt School (Bornheim)

flight. Once freed, 'Stummel' explored the planet, found and picked up the objects but failed to bring everything back to base camp within the agreed time limit. This was achieved by the following team, SEAR. On its tele-controlled journey, the rover built by TU Berlin (2) found the two objects, hauled them on board and carried them to base camp. There, however, it placed the objects on top of the station rather than inserting the battery pack into its proper compartment. It had been a good race nevertheless.

The 'tractor' and the moons of Mars

The next team to have their turn was called 'spacebot 21' of hochschule 21 (3) from Buxtehude. Their 95-kilogramme heavy-weight, affectionately called 'our tractor' by its makers, got off to a good, autonomous start. The cup was instantly spotted and taken on board. Then came the battery pack and with it came problems. Spacebot 21 stood in front of the yellow box for a long time and made repeated attempts to locate it properly with



2 SEAR schnappt sich das Batteriepack: Zwölf Studenten und sechs Mitarbeiter haben den 90-Kilogramm-Rover fertiggestellt und mit nach Hürth gebracht.

SEAR reaches for the battery pack: twelve students and six employees made this 90-kilogramme rover and shipped it to Hürth.

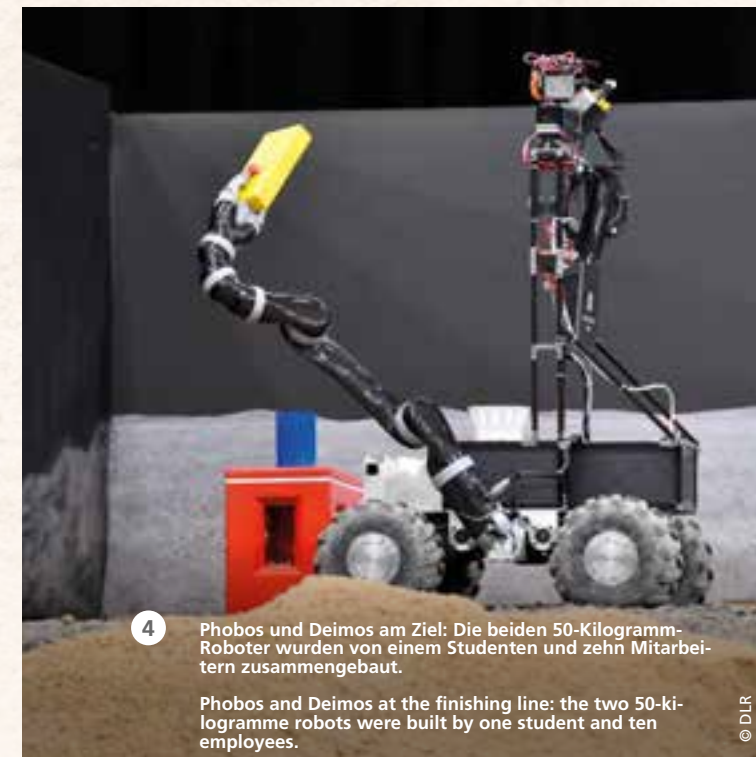


3 Spacebot 21 mit neuem, starkem Arm: 13 Studenten und drei Mitarbeiter haben ihren Rover größtenteils in ihrer Freizeit zusammengebaut. Sie haben sich oft spät abends und an Wochenenden getroffen, um an ihrem „Traktor“ zu arbeiten.

Spacebot 21 with its new, strong arm: 13 students and three employees built this robot largely in their spare time. They met up late in the evenings and at weekends to work on their 'tractor'.

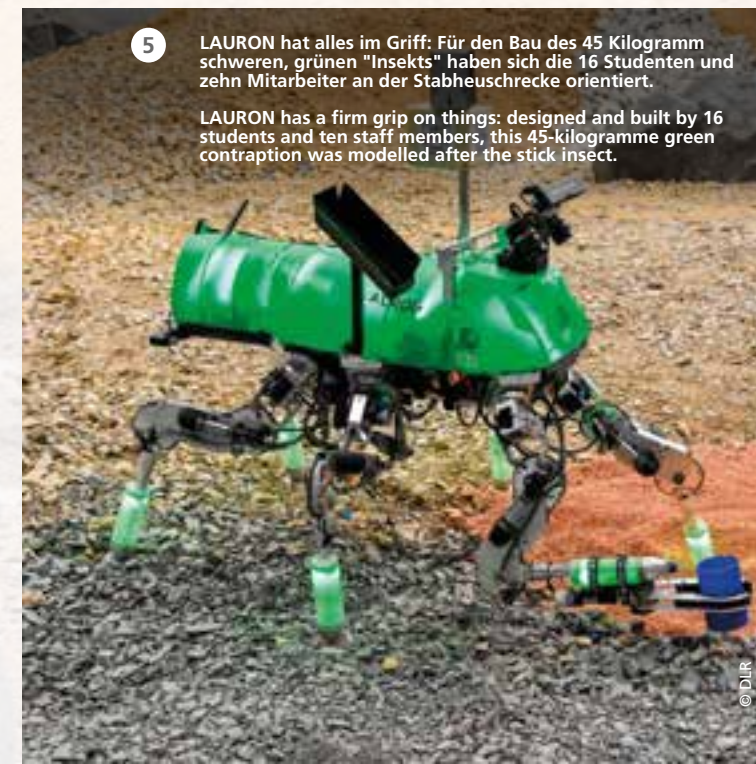
Von Insekten und perfekten Läufen

Danach betrat – besser gesagt erkrabbelte – LAURON des LAUROPE-Teams am FZI Forschungszentrum Informatik (5) die Planetenoberfläche. Für den Bau des 45 Kilogramm schweren, grünen „Insekts“ hat sich das Karlsruher Team an der Stabheuschrecke orientiert. Der einzige Laufroboter konnte sich gut auf dem außerirdischen Terrain bewegen. Zwar drohte er zunächst den steilen Abhang hinabzufallen, konnte aber von mutigen „Astronauten“ gerettet und wieder aufgestellt werden. Danach erkundete er das Terrain aber souverän, nahm den zuvor umgekippten Becher auf, sammelte das Batteriepack ein und bewegte sich dann zur Bodenstation weiter. Was dann folgte, war eine Meisterleistung: der erste vollständig autonome Lauf mit allen erfüllten Aufgaben. Die Lightweight Rover Unit (LRU) des RMexplores!-Teams des DLR Robotik und Mechatronik Zentrums in Oberpfaffenhofen (6) hatte das Gelände vollständig mit seinen Stereokameras dreidimensional erkundet, alle Objekte gefunden, eingesammelt und kehrte dann in Rekordzeit von



4 Phobos und Deimos am Ziel: Die beiden 50-Kilogramm-Roboter wurden von einem Studenten und zehn Mitarbeitern zusammengebaut.

Phobos and Deimos at the finishing line: the two 50-kilogramme robots were built by one student and ten employees.



5 LAURON hat alles im Griff: Für den Bau des 45 Kilogramm schweren, grünen „Insekts“ haben sich die 16 Studenten und zehn Mitarbeiter an der Stabheuschrecke orientiert.

LAURON has a firm grip on things: designed and built by 16 students and ten staff members, this 45-kilogramme green contraption was modelled after the stick insect.

its camera fitted to its gripper arm – unfortunately to no avail. After this, its autonomous journey ended. Following some manual intervention, it managed to bring everything back to the station, successfully climbing that last slope. The next contestants were a pair of robots, 'Phobos' and 'Deimos', from the Chemnitz University Robotics Team (4). Named after the two Martian moons, the two rovers from TU Chemnitz delivered a convincing performance. As a team, they coped with all the challenges in a cool, calm, and collected manner, albeit not completely autonomously.

A tale of insects and perfect performance

Next, it was time for LAURON from the LAUROPE team of the FZI Research Centre for Information Technology (5) to boldly go out on – or rather crawl across - the planetary surface. When designing the 45-kilogramme green 'insect', the Karlsruhe team was inspired by the stick insect. The only walking robot in the show was quite capable of moving across the extraterrestrial terrain. Although at first it nearly fell down the steep slope, some brave 'astronauts' came to its rescue and but it back on its feet. After that, it mastered the entire course, inspecting the terrain, picking up the cup, which had been knocked over accidentally, collecting the battery pack, and finally moving on to the ground station. What followed next was an amazing feat: the first fully automated run that fulfilled all the challenges. LRU, the Lightweight Rover Module made by the RMexplores! team from the DLR Institute of Robotics and Mechatronics (6) at Oberpfaffenhofen managed to explore the terrain completely and in three dimensions using its stereo cameras, found and picked up all objects, and returned to base camp in record time of less than ten minutes. At this point, however, LRU seemed to be not quite sure as to the station's orientation. After several verifications, the rover then succeeded in placing all the objects into their containers correctly and then to press the switch. It was all done fully automatically in less than 30 minutes.

A spot of 'Star Wars' on Hürth's planetary sand

Artemis, the rover next in line, was built by a team of the same name from Bremen's "Research Centre for Artificial Intelligence" (DFKI) (7). Initially, it did not do too well. After an intervention by the ground crew, things began to develop very consistently for the Bremen team. All objects were lifted on board and brought back to base camp at the finishing line on the hill. By contrast, the next two robots, named after the 'Star Wars' heroes Luke and Leia by their makers, the Spacebot Team Attempto of Tübingen's Eberhard Karls University (8), were not quite as successful. During its stint on the Hürth planetary surface, Leia suffered a major hardware glitch which could not be repaired in situ.

Master run in second try and flag planting

Next, it was Momaro's turn. The rover built by the NimbRo team from Bonn University (9), who had already taken part in the

„Für die Studierenden ist das natürlich ganz toll, weil sie diese Erfahrung mitnehmen, von einer DLR-Veranstaltung im Kontext Raumfahrt und auch im Kontext Robotik, was noch besonders aufregend ist.“

Cem Avsar, Leiter des SEAR-Teams der TU Berlin

'This is great for the students, of course, being able to participate in this experience, at a DLR event all about space exploration as well as about robotics, which makes it even more exciting.'

Cem Avsar, head of the SEAR team at TU Berlin

nicht einmal zehn Minuten zur Basisstation zurück. Hier war sich die LRU allerdings nicht sicher, wie die Station ausgerichtet war. Nach mehrmaligem Überprüfen ist es dem Rover dann aber gelungen, alle Objekte richtig einzufügen und den Schalter zu drücken – alles vollautonom in gerade einmal 30 Minuten.

„Krieg der Sterne“ im Hürther Planetensand

Der nachfolgende Rover Artemis des gleichnamigen Bremer Teams vom Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (7) hatte zunächst keinen so guten Start. Nach einem Eingriff durch die Bodenstation lief es aber auch für das Bremer Team sehr solide. Alle Gegenstände wurden eingeladen und zur Basisstation auf dem Zielhügel zurückgebracht. Die nach den „Krieg der Sterne“-Helden Luke und Leia benannten Rover des Attempto Tübingen Spacebot Teams der Eberhard-Karls-Universität (8) hatten allerdings nicht so viel Erfolg. Leia hatte bei ihrem Einsatz auf der Hürther Planetenoberfläche ein sattes Hardware-Problem, das leider nicht mehr behoben werden konnte.

Meisterlauf im zweiten Versuch und Fahnenkür

Danach war Momaro an der Reihe. Dem Rover des Bonner NimbRo-Teams (9), der schon bei der DARPA Robotics Challenge in Kalifornien im Juni 2015 mit dabei war und dort einen hervorragenden vierten Platz belegte, gelang – nachdem ein „Astronaut“ die Schöpfkelle zur Bodenprobenentnahme wieder am Rover befestigt hatte – ein Meisterlauf. Momaro holte sich alle Gegenstände, füllte sogar den Becher selbstständig mit Granulat, erklimmte den Hügel und setzte alle Gegenstände in das Basisobjekt ein. Auch der Schalter wurde gedrückt. Alle Aufgaben erledigte Momaro autonom in nicht einmal 30 Minuten – ein wirklich perfekter Lauf. Doch auch das AGAS-Team der Universität Koblenz-Landau (10) hatte noch etwas zu bieten. Ihr sechsrädriges namenloses Gefährt hat als einziger Rover echte Lebenszeichen im Hürther Sand hinterlassen. In bester Neil-Armstrong-Manier holte er eine Fahne der Universität Koblenz hervor und rampte sie gekonnt unter der Begeisterung des Hürther Publikums mit dem Greifarm in die fiktive Planetenoberfläche. Dass der Rover danach noch alle Aufgaben teilautonom gelöst hat, war fast schon Nebensache – ein gelungener Abschluss des Tages.

„Wir haben sehr gute Leistungen gesehen. Alle Systeme haben sich bewegt, haben Strecke zurückgelegt und haben mit den Objekten interagiert. Wir haben auch einige sehr schnelle Läufe gesehen. Alle, die hier waren, können bestätigen, dass hier Spannung, Drama, Höhepunkte und Nervenkitzel durchaus präsent waren – es war nicht nur eine spaßige, sondern vor allem eine sehr informative Veranstaltung.“

Thilo Kaupisch, Projektleiter des DLR SpaceBot Camps 2015

‘We have seen some excellent achievements. All systems were able to move, travelled the required distances, and interacted with the objects. We even saw some rather fast runs. Anyone who has watched the event will confirm that there was a sense of adventure, drama, highlights and thrilling moments – it was not only a fun event but, above all, an informative one.’

Thilo Kaupisch, project manager of DLR SpaceBot Camp 2015

DARPA Robotics Challenge in California in June 2015 where it had spectacularly come fourth, achieved a masterly performance. After getting back its sampling scoop from an ‘astronaut’, Momaro collected all the objects, even filling the cup autonomously with granulate, climbed up the slope and inserted all objects into their slots on the station. It also duly pressed the switch. Momaro completed all the jobs in less than 30 minutes – a perfect run indeed. Yet the AGAS team from Koblenz University (10) also had something special to offer. Its unnamed six-wheeled vehicle was the only one that left behind a sign of human presence in the sand of Hürth. Faithfully following Neill Armstrong’s tradition, it produced from its insides the flag of Koblenz University and deftly planted it into the mock planetary surface with its gripper arm, to the cheers of the crowd. The fact that the rover also performed all its regular tasks semi-autonomously was almost of secondary importance, since it had been such a great final show act to end the day’s event.



6 LRU markiert sein Ziel: Zwei Studenten und 18 Mitarbeiter haben das Hightech-Fahrzeug fit für das Camp gemacht. Das 42-Kilogramm-Leichtgewicht hat als einziger Rover weltraumtaugliche Kamertechnik an Bord.

LRU marking its target: two students and 18 staff members kitted out this high-tech vehicle. The 42-kilogramme lightweight was the only one in the entire camp with a space-qualified camera on board.



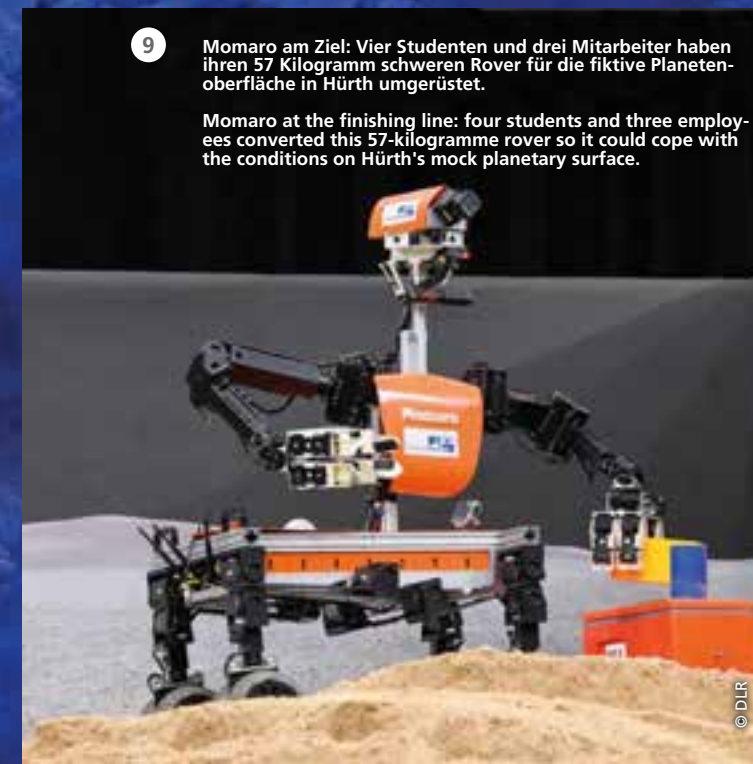
7 Artemis kurz vor dem Zugriff: Der 90 Kilogramm schwere Rover wurde von 15 Studenten und fünf Mitarbeitern zusammengebaut und programmiert.

Artemis, just before closing its grip: the 90-kilogramme rover was produced and programmed by 15 students and five staff members.



8 Leia in der Geröllwüste: Sieben Studenten und fünf Mitarbeiter haben ihre beiden 50 Kilogramm schweren Rover nach den „Krieg der Sterne“-Filmhelden Luke und Leia benannt.

Leia in the stony desert: seven students and five staff members named their two 50-kilogramme rovers after ‘Star Wars’ heroes Luke and Leia.



9 Momaro am Ziel: Vier Studenten und drei Mitarbeiter haben ihren 57 Kilogramm schweren Rover für die fiktive Planetenoberfläche in Hürth umgerüstet.

Momaro at the finishing line: four students and three employees converted this 57-kilogramme rover so it could cope with the conditions on Hürth’s mock planetary surface.



10 AGAS hinterlässt Spuren im Hürther Planetensand: Der 45 Kilogramm schwere, sechsrädrige Roboter wurde von 16 Studenten und vier Mitarbeitern fertiggestellt und hat das Terrain mit einer Fahne markiert.

AGAS leaving its mark in Hürth’s planetary sands: the 45-kilogramme, six-wheeled robot was made by 16 students and four staff members. It has just planted its flag to mark the terrain.



Beschützer der Erde

DLR-Grundschulwettbewerb – Gewinner der Kategorie „Ozeane“: Forchheim ohne Plastiktüten – die 4b der Anna-Grundschule setzt sich dafür ein.

Von Regine Lüttich und der Klasse 4b der Anna-Grundschule, Forchheim

„Die Welt gehört in Kinderhände“, das hatte der deutsche Sänger Herbert Grönemeyer in dem Lied „Kinder an die Macht“ erkannt. Gerade von den jungen Bewohnern unseres Planeten geht eine große Kreativität aus, die so manchen Erwachsenen neidisch werden lässt. Genau deshalb ist eine der wichtigsten Fragen bei Kindern besonders gut aufgehoben: Wie können wir unsere Erde effektiv und nachhaltig schützen? Einfallsreiche Ideen waren nötig, um diese Frage zu beantworten und so den bundesweiten Wettbewerb „Beschützer der Erde“ zu gewinnen, den das DLR Raumfahrtmanagement im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zur ISS-Mission des deutschen ESA-Astronauten Alexander Gerst ins Leben gerufen hat. Gerst hat sich während seiner Blue Dot-Mission auf der Internationalen Raumstation ISS auch für Bildungsarbeit eingesetzt. Als Pate des „Beschützer der Erde“-Wettbewerbs gingen bei ihm Bewerbungen von 90 Grundschulen ein. 69 dieser Ideen erfüllten alle Kriterien und wurden einer Jury vorgelegt. Ende Januar 2015 hat sie die Sieger in den Kategorien „Land“, „Flüsse und Seen“, „Ozeane“ und „Wälder“ ausgewählt, die am 20. März 2015 in Berlin von Alexander Gerst gekürt wurden. Wir stellen in einer Miniserie die Gewinner der vier Kategorien vor.

Earth Guardians

DLR Primary School Competition – The winners in the ‘Oceans’ category: Forchheim without plastic bags – a campaign by form 4b of the St. Anne’s primary school.

By Regine Lüttich and form 4b of the St. Anne’s primary school at Forchheim

‘The world belongs in the hands of children,’ the German singer Herbert Grönemeyer rightly stated in his song ‘Kinder an die Macht – Power to the children’. The young inhabitants of our planet leave many an adult baffled at their enormous creative potential. This is exactly why one of our most vital questions, How can we protect our Earth effectively and sustainably? is best placed in the hands of children. Creative ideas are needed to answer that question and to win the national ‘Earth Guardian’ contest that has been put in place by the DLR Space Administration at the request of the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy. ESA astronaut Alexander Gerst, too, took on various educational activities during his Blue Dot mission on the International Space Station ISS. In his role as patron of the ‘Earth Guardian’ contest, he received applications from 90 primary schools. 69 of these ideas fulfilled all criteria and were submitted to a jury. In late January 2015, the jury chose the winners in the categories ‘Land’, ‘Rivers and Lakes’, ‘Oceans’, and ‘Forests’, who were honoured by Alexander Gerst at an award ceremony in Berlin on March 20, 2015. In this mini-series, we introduce the winners in the four categories.



Autoren: Die Klasse **4b** der Anna-Grundschule in Forchheim hat den „Beschützer der Erde“-Wettbewerb des DLR Raumfahrtmanagements in der Kategorie „Ozeane“ gewonnen und wurde vom deutschen Astronauten Alexander Gerst geehrt. Gemeinsam mit ihrer Lehrerin **Regine Lüttich** stellen die jungen „Beschützer der Erde“ ihr Projekt „Forchheim ohne Plastiktüten – die 4b der Anna-Grundschule setzt sich dafür ein“ vor.
Authors: Form **4b** of the St. Anne’s primary school at Forchheim came first in the ‘Oceans’ category of the DLR Space Administration’s ‘Earth Guardians’ competition. They received their award from the hands of German astronaut Alexander Gerst. Together with their teacher **Regine Lüttich**, the young ‘Earth Guardians’ presented their project, which was entitled ‘Forchheim without plastic bags – a campaign by Form 4b of the St. Anne’s primary school’.

Die Klasse 4b der Anna-Grundschule in Forchheim war sich bei der Wahl der vier Kategorien für den Grundschulwettbewerb „Beschützer der Erde“ schnell einig: Ozeane sollte ihr Thema werden, denn im letzten Schuljahr hatten die 24 Schüler bereits das Thema „Wald“ abgedeckt. Somit konnten sie die Kategorien „Land“ und „Wälder“ ausschließen. Nun blieben nur noch die Themen „Flüsse und Seen“ und „Ozeane“ übrig. Alexander erklärt, dass die Klasse von Anfang an die Kategorie „Ozeane“ favorisiert hat. Felicitas wollte wissen, ob der Plastikmüll im Forchheimer Fluss Regnitz ins Meer fließt – sofern die Schüler ihn vor Ort nicht rausfischen.

Ozeane voller Kunststoff

Zu Beginn des Projekts hielt der Biologe Ulrich Buchholz der Klasse einen Vortrag über Ozeane und erklärte, dass vor allem Plastikmüll zu Natur- und Umweltschäden beiträgt. Elin war geschockt, als sie die Satelliten-Bilder in der Präsentation sah, die eine große Menge an schwimmendem Plastikabfall in den Ozeanen zeigten. Aykut hatte Mitleid mit den Tieren, die wegen dieses Mülls ersticken können, da sie ihn für Nahrung halten. Der Vortrag hat die Viertklässler einmal mehr animiert, die Ozeane sauber zu halten. Die 24 Schüler wollten verhindern, dass Kunststoff aus Forchheim im Meer schwimmt.

Besuch beim Wertstoffhof

Da der Fluss Regnitz über den Rhein ins Meer fließt, sammelten die jungen „Beschützer der Erde“ direkt vor Ort am angrenzenden Ufer der Trubbach, ein Seitenarm der Regnitz, den Plastikmüll auf. Mit Eimern und Zangen ausgerüstet, befreiten sie Ufer und Gewässer von Plastiktüten und PET-Flaschen. Letztere beförderten die Viertklässler direkt zum nächsten Wertstoffhof, wo

When choosing between the four categories of the ‘Earth Guardians’ primary school competition, Form 4b of the Anna-Grundschule, or Saint Anne’s Primary School, in Forchheim soon arrived at a decision: they would go for ‘Oceans’, given that the 24 pupils had dealt with ‘Forests’ extensively the previous year as part of their curriculum. ‘Forests’ and ‘Land’ could therefore be eliminated. So this only left ‘Rivers and Lakes’ and ‘Oceans’. Alexander told us that the class had favoured ‘Oceans’ right from the start. Felicitas was very concerned that the plastic waste in Forchheim’s river Pegnitz would really end up in the sea – unless the children fished it out.

Oceans full of plastics

At the start of the project a biologist, Ulrich Buchholz, delivered a presentation in the classroom explaining that it is primarily plastic waste that causes damage to nature and the environment. Elin was shocked at the sight of the satellite images he presented, which showed large quantities of plastic waste floating in the sea. Aykut felt sorry for all the animals that might suffocate because they mistake the waste for food. The presentation gave an extra boost to the pupils’ motivation to help keep the oceans clean. All 24 of them decided to put a stop to plastic waste from Forchheim being carried into the sea.

A visit to the local recycling centre

Knowing that the River Regnitz is a tributary to the Rhine and its water consequently ends up in the sea, the young Earth Guardians began by giving the banks of the Trubbach, one of the backwaters of the River Pegnitz, a good cleanup. Equipped with buckets and litter pickers, the fourth-formers collected plastic bags and PET bottles from the banks and the water itself, and



Die Klasse 4b der Anna-Grundschule hat durch ihre Stofftaschen-Aktion viele Forchheimer sowie Familien und Freunde der Viertklässler zu einem umweltschonenden Verbrauch von Plastiktüten animiert.

By launching its fabric carrier bag campaign, form 4b of the Saint Anne’s primary school inspired many Forchheim citizens as well as their own families and friends to think of the environment when using plastic bags.



sich riesige Blöcke mit gestapelten Flaschen auftürmten. Der Betriebsleiter Günther Oppelt erklärte der Klasse während der Führung durch das Hofgelände, dass aus den wiederverwertbaren Getränkeflaschen keine neuen Flaschen produziert werden, sondern beispielsweise Kleidung hergestellt wird.

Forchheim ohne Plastiktüten

Nachdem die PET-Flaschen entsorgt wurden, wollten die Viertklässler auch das Tütenproblem lösen. Wie kann ihr Verbrauch in Forchheim verringert werden? Die Klasse entschied sich gemeinsam für umweltfreundliche Stofftaschen. Diese könnten die Plastiktüten in Forchheimer Geschäften ersetzen und dort zum Verkauf angeboten werden. In kleinen Arbeitsgruppen organisierten die 24 Schüler die anstehenden Aufgaben: Insgesamt wurden 500 Taschen bestellt, angemalt und bedruckt. Die Viertklässler haben bunte Tiermotive mit Schriftzügen gestaltet. Svenja malte einen Delfin mit einer Sprechblase „Plastik ist schädlich für die Umwelt“. Cansu entschied sich für ein Meer mit bunten Fischen auf der linken Seite im Kontrast zu einem Gewässer voller Plastikmüll auf der rechten Seite. Marie malte eine Schildkröte an einem „sauberen“ Strand. Da nicht alle 500 Tüten von den Viertklässlern im Unterricht bemalt werden konnten, wurden einige Taschen mit den gemalten Motiven bedruckt.

Als Sponsor für die umweltfreundlichen Taschen hat ein Schüler-team die Bekleidungsfirma „Toni Markenoutlet“ gefunden, die zudem die Druckkosten für die Stofftaschen übernahm. Svenja und Felicitas telefonierten mit einigen Geschäftsführern von Forchheimer Läden. Die Schülerinnen stellten ihre Projektidee vor und fragten, ob ihre umweltfreundlichen Produkte die Plastiktüten in den Geschäften ersetzen können. Begeistert von der Idee stimmten am Schluss 21 Forchheimer Geschäftsführer zu. Zudem planten die Viertklässler, ihr Projekt auf einer Bühne auf dem Weihnachtsmarkt vorzustellen und ihre bunten Stofftaschen an einem Stand anzubieten. Fünf Schüler informierten den Bürgermeister über ihr Projekt. Das Forchheimer Stadtoberhaupt war über das Engagement der jungen Schüler sehr beeindruckt und genehmigte ihr Vorhaben.



delivered them to the nearest recycling yard where they saw huge containers full of empty plastic bottles piling up. The manager Günther Oppelt took them on a guided tour of the premises, explaining that the recyclable bottles would not be made into new bottles but processed into other things, like fabric for clothes.

Forchheim without plastic carrier bags

Once they had done away with the plastic bottles, the fourth-formers moved on to tackle the next issue: carrier bags. How might it be possible to cut down on the use of plastic bags? Together, the class decided to promote the use of environmentally friendly cotton fabric carrier bags, which could be offered for sale at Forchheim's shops and eventually replace plastic bags. Working in small teams, the 24 pupils organised every job that needed to be done. 500 bags were ordered and decorated with painted or printed motifs. The children designed various animal motifs and some captions. Svenja painted a dolphin and a speech bubble saying 'Plastic is bad for the environment'. Cansu decided to paint a sea full of colourful fish on the left side, and contrasted it with a body of water full of plastic rubbish on the right. Marie painted a sea turtle on a 'clean' beach. Since it was impossible during classroom time to hand-paint all 500 bags individually, some bags were printed with the original motifs.

One of the teams managed to enlist the support of 'Toni Markenoutlet', a local clothes retailer, as a sponsor who was willing to pay for the cotton bags as well as taking over the printer's bill. Svenja and Felicitas made phone calls to various local shop managers. The girls presented their project idea and asked if it was possible to offer customers their environmentally friendly cotton carrier bags instead of plastic bags. Thrilled with the idea, the managers of 21 shops in Forchheim agreed. The fourth-formers also developed a plan to publicise their project in a stage performance at the Christmas market, and to offer their colourful cotton bags for sale at a market stall of their own. Five children went to see the mayor about their plans. Forchheim's top dignitary was very impressed with the young pupils' community spirit and gave the project the go-ahead.

Colourful fabric bags for a local charity

As a further activity, the fourth-formers designed a leaflet to inform the public about their project and to announce the opening event of their campaign, which was to take place one week after their Christmas market show in one of the sponsor's clothes outlets. On that day the pupils could present their hand-painted cotton bags and offer them for sale. The proceeds were donated to a child day care centre, and to a local charity called 'Schulmaterialladen Grünstift', an initiative that provides children from low-income families with free school supplies.



In Arbeitsgruppen organisierten die Schüler die anstehenden Aufgaben für ihr umweltfreundliches Projekt. Oben: Amelie, Antonia und Nina sortieren die bunten Karten, auf die die Projektaufgaben geschrieben sind. Unten: Jakob, Jule, Amelie und Korbinian gestalten das Info-Schild für den Weihnachtsmarkt-Stand.

Working in teams, the pupils organised the various project steps. Top: Amelie, Antonia, and Nina are sorting the coloured cards on which each task had been noted down. Below: Jakob, Jule, Amelie, and Korbinian are designing the information sign for the Christmas market.

Die Klasse 4b hat ihre Projektabschnitte mit Bildern dokumentiert. Svenja, Amelie und Felicitas haben die Texte und Fotos auf Infowänden im Foyer der Schule befestigt. Somit konnten sich alle Schüler und Interessierten über die umweltfreundliche Stofftaschen-Aktion informieren.

Form 4b took series of pictures to document each step of their project. Svenja, Amelie and Felicitas posted all the photos and texts on several display stands in their school's entrance hall. That way, children in other classes as well as everyone else who was interested was able to catch up on the carrier bag campaign.

Bunte Stofftaschen für einen guten Zweck

Zudem entwarfen die Viertklässler noch einen Info-Flyer über ihr Projekt, in dem sie auch ihre „Vernissage“ ankündigten, die eine Woche nach dem Auftritt auf dem Weihnachtsmarkt in einem Kleidungsgeschäft des Sponsors stattfinden sollte. Dort konnten die Schüler ihre selbst bemalten Stofftaschen präsentieren und zum Verkauf anbieten. Der Erlös wurde an einen Kinderhort und an die Initiative „Schulmaterialladen Grünstift“ gespendet, die Schulzubehör an bedürftige Kinder von sozial schwachen Familien austeilte.

Auftritt auf dem Weihnachtsmarkt

Zum 1. Dezember waren alle Vorbereitungen abgeschlossen. 17 Schüler berichteten zum Auftakt des Weihnachtsmarkts auf einer Bühne über ihre Stofftaschen-Aktion. Abwechselnd trugen sie ihre jeweiligen Projektabschnitte auswendig vor. Passend zur umweltfreundlichen Projektidee sangen sie das Lied „We are the world“ von Michael Jackson und sorgten so für einen runden Abschluss auf der Bühne. Nach diesem Auftritt erwarteten die Schüler bereits viele Bürger an ihrem Info-Stand, um die bedruckten Stofftaschen zu kaufen, erinnert sich Amelie.

Was wurde erreicht?

Die Stofftaschen-Aktion der Klasse 4b hat viele Forchheimer sowie Familien und Freunde der Schüler zu einem umweltschonenden Verbrauch von Plastiktüten animiert. Der Sponsor, der die Stofftaschen finanziert hat, bietet seit dem „Beschützer der Erde“-Wettbewerb in seinen Filialen ausschließlich umweltfreundliche Einkaufstaschen an. Die Viertklässler achten darauf, dass sie ihre Stofftasche zum Einkaufen mitnehmen, weniger Kunststoff verwenden und den Abfall ordnungsgemäß entsorgen. Im Hause der jungen Svenja gibt es fast keine Plastiktüten mehr. Zudem haben die Viertklässler gelernt, dass Plastik nicht grundsätzlich schlecht ist. Kunststoffe in Wasserkochern, Spülmaschinen, Fernsehern oder auch in Radiogeräten werden häufig lange verwendet. Alufolien und Einwegtüten sind viel schädlicher für die Umwelt, da sie nach dem Gebrauch direkt in den Müll geworfen werden, erinnert sich Aykut aus dem Vortrag des Biologen.

„Durch dieses Projekt denke ich ganz anders über die Umwelt nach und achte darauf, dass ich keinen Plastikmüll wegwerfe und meine Stofftasche zum Einkauf mitnehme“,
sagt die zehnjährige Elin.

This project has made me think differently about the environment. I now make sure I don't throw away any plastic waste and remember to take my cotton bag with me when I go to the shops',
says ten-year-old Elin.

waste in the proper way. In young Svenja's family, plastic bags have disappeared almost completely. On the other hand, the children also learnt that plastic materials are not a bad thing per se. Plastic components in water kettles, dishwashers, TV sets and radios often have a very long service life. By contrast, aluminium foil wrappers and disposable plastic bags harm the environment far more since they are thrown out straightaway after having been used only once, Aykut remembers from the biologist's presentation.

„Die Jury des Themenfeldes ‚Ozeane‘ hatte bei der Suche nach einem Gewinner die Qual der Wahl zwischen vielfältigen und oft mit viel Liebe und Engagement ausgearbeiteten Projekten. Als die Jurymitglieder die aufwändig gestaltete Dokumentationsmappe der Anna-Grundschule aus Forchheim vorliegen hatten, war dennoch schnell klar, dass sie hier einen Favoriten in den Händen hielten. Doch der schöne Schein war dabei am Ende natürlich nicht ausschlaggebend. Der Jury war klar, dass die Projektteilnehmer ein Zusammenspiel aus Produktion, Vertrieb und Dokumentation geschaffen hatten, welches am Ende dafür gesorgt hat, dass nun hoffentlich eine ganze Menge weniger Plastiktüten ihren Weg in die Weltmeere finden. Die Schüler und Schülerinnen haben durch ihre koordinierte Teamarbeit dabei nicht nur an ihrer Schule ein Zeichen gegen die Vermüllung der Ozeane gesetzt, sondern auch eine breite Öffentlichkeit mit dem Thema konfrontiert und damit deutlich gemacht, dass sie ganz vorne mit dabei sind, wenn es darum geht, unsere Erde zu beschützen“, begründet Henryk Hodam vom Geographischen Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn die Entscheidung der Jury.

The jury in the 'Oceans' category faced the difficult task of having to choose a winner from an overwhelming number of good entries, a great many of them prepared and carried out with great care and devotion. However, when jury members saw the beautifully crafted documentation folder prepared by the St. Anne's primary school in Forchheim, it instantly became clear that they were looking at a favourite. But it was not only the neat appearance that counted. The jury noticed that the project had involved every single child in the class. And no one had been working in isolation. Collaborating in what proved to be a very smart distribution of responsibilities, project team members created a coherent system of production, distribution and documentation, which has ensured that, hopefully, considerably fewer plastic bags will find their way into the world's oceans. Working in a well-coordinated team approach, the children managed to send a message against the pollution of the oceans that reached not only to their schoolmates but also confronted a wider public with the issue, making it clear that they are right at the forefront when it comes to protecting our Earth,' said Henryk Hodam from the Department of Geography of Bonn's Rheinische Friedrich Wilhelms University to explain the decision of the jury.



A day at the Christmas market

On the first of December, all preparations had been completed. On the first day of the Christmas market, 17 pupils got onto the stage and told market visitors about their cotton bag campaign. Speaking without a script, they took turns to present the individual project steps. Befittingly, they ended their stage presentation with a rendition of Michael Jackson's 'We Are the World' to round off their show. After the performance a large crowd had already gathered at the information stall, ready and willing to buy cotton bags, Amelie remembers.

What was achieved?

Form 4b's cotton bag campaign inspired many people in Forchheim as well as the children's families and friends to be more environmentally-minded when it comes to using plastic carrier bags. Ever since the 'Earth Guardians' competition, the stores of the sponsor who funded the fabric bags now exclusively offer environmentally friendly cotton bags at the checkout. The fourth-formers make sure they take along their cotton bag when going to the shops, generally use less plastics, and dispose of their

Business Launch



Der Staatssekretär im französischen Forschungsministerium, Thierry Mandon, und die Parlamentarische Staatssekretärin im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Brigitte Zypries, auf der UN-Klimakonferenz am 8. Dezember 2015 in Paris. Gemeinsam haben beide die deutsch-französische Kleinsatelliten-Mission Merlin zur Detektion des Treibhausgases Methan in der Erdatmosphäre vorgestellt.

Thierry Mandon, Secretary of State at the French Ministry of Research, and Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary of State at the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy, spoke at the UN Climate Conference on December 8, 2015 in Paris. They gave a joint presentation of Merlin, the Franco-German small-satellite mission to detect the greenhouse gas methane in the atmosphere.

Brigitte Zypries, Parlamentarische Staatssekretärin beim Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), informiert sich Ende Juli vor Ort über die Aufgaben und aktuellen Projekte des Weltraumlagezentrums am Luftwaffenstandort Kalkar/Uedem. Gerald Braun, Abteilungsleiter Weltraumlage im DLR Raumfahrtmanagement, war bei dem Termin mit dabei.



Brigitte Zypries, Parliamentary Undersecretary of State at the Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), at a briefing on the functions and current projects of the Space Situational Awareness Centre at the Kalkar/Uedem military airbase. Gerald Braun, head of Space Situational Awareness at the DLR Space Administration, took part in the visit.



Hoher Besuch im Raumfahrtmanagement: Dr. Katrin Suder (2. v. r.), Staatssekretärin im Bundesministerium für Verteidigung, schaute gemeinsam mit Frank-Werner Trettin (r.), Mitarbeiter im Büro der Staatssekretärin, in Bonn vorbei und sprach mit Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund (Bildmitte), DLR-Vorstandsvorsitzende, Dr. Gerd Gruppe (2. v. l.), sowie Lars Wilhelmy, Verbindungsoffizier in der Abteilung Raumfahrt-Strategie und Programmatik.

Distinguished visitors at the Space Administration: Dr Katrin Suder (2nd from right), undersecretary at the Federal Ministry of Defence, dropped by in Bonn together with Frank-Werner Trettin (right) who works at the undersecretary's office, to talk to Professor Pascale Ehrenfreund (centre), Chair of the DLR Board; Dr Gerd Gruppe (2nd from left) and Lars Wilhelmy, liaison officer with the department of Space Strategy and Programming.

Eröffneten das Nationale Forum für Copernicus und Fernerkundung am 4. November 2015 im Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) in Berlin (von links): Ministerialrat Karl Trauernicht, Christiane Hohmeister (beide BMVI), Dr. Vanessa Keuck, Organisatorin des Forums im DLR Raumfahrtmanagement, Dr. Rolf Densing, ESA-Programmdirektor im DLR Raumfahrtmanagement, Prof. Dr. Johann-Dietrich Wörner, ESA-Generaldirektor, Andreas Krüger (BMVI), Hugo Zunker (Europäische Kommission) und Ministerialdirektor Dr. Ewold Seeba (Bundesumweltministerium).



Opened the National Forum for Copernicus and Remote Sensing at the Federal Ministry of Transport and Digital Infrastructure (BMVI) in Berlin on November 4, 2015 (from left): Karl Trauernicht, Christiane Hohmeister (both BMVI); Dr Vanessa Keuck, DLR Space Administration, organiser of the forum; Dr Rolf Densing, ESA Programme Director with the DLR Space Administration; Professor Dr Johann-Dietrich Wörner, ESA Director General; Andreas Krüger (BMVI); Hugo Zunker (European Commission); and Dr Ewold Seeba (Federal Ministry for the Environment)



Die zehn Rover des DLR SpaceBot Camps und ihre Entwickler präsentierten sich am 13. November 2015 der Öffentlichkeit. Auf einer fiktiven Planetenoberfläche, die in den Medienparks NRW in Hürth aufgebaut wurde, sollten sie das Gelände erkunden sowie Objekte finden, transportieren und zusammensetzen.

The ten rovers of the DLR SpaceBot Camp and their developers presented themselves to the public on November 13, 2015. On a mock planetary surface set up at the NRW Media Parks in Hürth, they were to explore the terrain and to locate, transport, and assemble objects.



Die Teilnehmer der ersten Startkampagne des STERN-Studentenraketenprogramms haben sich in der sogenannten Kirche des nordschwedischen Raketenstartplatzes Esrange bei Kiruna für ein Gruppenbild versammelt. Teams von drei Hochschulen – der TU Braunschweig, der Universität Stuttgart und der TU Berlin – hatten an dem Programm teilgenommen.

Participants of the first STERN student rocket programme launch campaign, posing for a group photo in the so-called 'church' at the Esrange launch centre near Kiruna in the north of Sweden. Teams from three universities – TU Braunschweig, Stuttgart University and TU Berlin – took part in the programme.

Raumfahrtkalender

Termin Ereignis

2015	
3. Dezember	Start der ESA-Technologie-Demonstrationsmission LISA Pathfinder mit Vega von Kourou (Französisch-Guyana)
15. Dezember	Start Sojus 45S von Baikonur (Kasachstan/ISS Expedition) mit dem britischen ESA-Astronauten Timothy Peake (sechs Monate Aufenthalt)
17. Dezember	Start der Galileo-Navigationssatelliten 11 und 12 mit Sojus von Kourou
21. Dezember	Start Progress 62P von Baikonur (Versorgung ISS)
2016	
Anfang 2016	Start Forschungsrakete TEXUS 53 (DLR) von Esrange (Nordschweden) mit fünf deutschen Experimenten
3. Januar	Start Falcon 9 von Cape Canaveral (Florida/USA), 8. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-8)
4. Januar	Start des amerikanisch-französischen Erdbeobachtungssatelliten Jason-3 mit Falcon 9 von der Vandenberg Air Force Base (Kalifornien/USA)
24. Januar	Start der Satellitenkommunikationsnutzlast EDRS-A auf dem Eutelsat-9B-Satelliten mit Proton von Baikonur
27. Januar	Start des Telekommunikationssatelliten Intelsat 29e mit Ariane 5 von Kourou
31. Januar	Start des Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-3A im europäischen Copernicus-Programm mit Rockot von Plesetsk (Russland)
12. Februar	Start Progress 63P von Baikonur (Versorgung ISS)
22. Februar – 4. März	28. DLR-Parabelflug-Kampagne in Bordeaux (Frankreich)
25. Februar	Start des Telekommunikationssatelliten Eutelsat 65W mit Ariane 5 von Kourou
März	Start des NASA-Marslanders InSight
7. – 19. März	Studenten-Raketenkampagne REXUS 19/20 in Esrange mit vier Experimenten deutscher Teams
14. März	Start der ExoMars-2016-Explorationsmission mit Proton von Baikonur
18. März	Start Sojus 46S von Baikonur (ISS Expedition)
21. März	Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 9. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-9)
April	Start des Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-1B im europäischen Copernicus-Programm mit Sojus von Kourou
April	Start Forschungsrakete MAIUS 1 mit einem deutschen Experiment (QUANTUS-Forschungsverbund) von Esrange
22. April	Start Progress 64P von Baikonur (Versorgung ISS)
Mai	Start des Erdbeobachtungssatelliten Sentinel-5P im europäischen Copernicus-Programm mit Rockot von Plesetsk
20. Mai	Start Sojus 47S von Baikonur (ISS Expedition)
10. Juni	Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 10. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-10)
3. August	Start Progress 65P von Baikonur (Versorgung ISS)
15. August	Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 11. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-11)
5. – 17. September	29. DLR-Parabelflug-Kampagne in Bordeaux (Frankreich)
22. September	Start Sojus 48S von Baikonur (ISS Expedition)

Space Calendar

Date Event

2015	
December 3	Launch of Vega from Kourou (French-Guiana); carrying the ESA technology demonstration mission LISA Pathfinder
December 15	Launch of Soyuz 45S from Baikonur (Kazakhstan/ISS expedition); carrying British ESA astronaut Timothy Peake (six-month sojourn)
December 17	Launch of Soyuz from Kourou; carrying the Galileo navigation satellites 11 and 12
December 21	Launch of Progress 62P from Baikonur (ISS logistics)
2016	
Beginning of 2016	Launch of the TEXUS 53 (DLR) sounding rocket from Esrange (North of Sweden); carrying five German experiments
January 3	Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral (Florida/USA), 8 th ISS logistics flight (SpaceX CRS-8)
January 4	Launch of Falcon 9 from Vandenberg Air Force Base (California/USA); carrying the Franco-American Earth observation satellite Jason-3
January 24	Launch of Proton from Baikonur; carrying the satellite communication payload EDRS-A on the Eutelsat-9B satellite
January 27	Launch of Ariane 5 from Kourou; carrying the telecommunication satellite Intelsat 29e
January 31	Launch of Rockot from Plesetsk (Russia); carrying the Earth observation satellite Sentinel-3A of the European Copernicus programme
February 12	Launch of Progress 63P from Baikonur (ISS logistics)
February 22 – March 4	28 th DLR parabolic flight campaign in Bordeaux (France)
February 25	Launch of Ariane 5 from Kourou; carrying the telecommunication satellite Eutelsat 65W
March	Launch of the NASA Martian landing probe InSight
March 7 – 19	Student rocket campaign REXUS 19/20 in Esrange; including four experiments of German Teams
March 14	Launch of Proton from Baikonur; carrying the exploration mission ExoMars-2016
March 18	Launch of Soyuz 46S from Baikonur (ISS expedition)
March 21	Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 9 th ISS logistics flight (SpaceX CRS-9)
April	Launch of Soyuz from Kourou; carrying the Earth observation satellite Sentinel-1B of the European Copernicus programme
April	Launch of the MAIUS 1 sounding rocket from Esrange; carrying one German experiment (QUANTUS scientific network)
April 22	Launch of Progress 64P from Baikonur (ISS logistics)
May	Launch of Rockot from Plesetsk; carrying the Earth observation satellite Sentinel-5P of the European Copernicus programme
May 20	Launch of Soyuz 47S from Baikonur (ISS expedition)
June 10	Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 10 th ISS logistics flight (SpaceX CRS-10)
August 3	Launch of Progress 65P from Baikonur (ISS logistics)
August 15	Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral, 11 th ISS logistics flight (SpaceX CRS-11)
September 5 – 17	29 th DLR parabolic flight campaign in Bordeaux (France)
September 22	Launch of Soyuz 48S from Baikonur (ISS expedition)



Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

An den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

Impressum

Newsletter COUNTDOWN – Aktuelles aus dem DLR Raumfahrtmanagement
Herausgeber: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Sabine Hoffmann
Leiterin DLR-Kommunikation
(VISdP)

Redaktion:
Andreas Schütz (Imprimatur)
Elisabeth Mittelbach (Teamleitung)
Martin Fleischmann (Redaktionsleitung)
Diana Gonzalez (Raumfahrtskalender)

Hausanschrift:
Königswinterer Straße 522–524,
53227 Bonn
Telefon: +49 (0) 228 447-120
Telefax: +49 (0) 228 447-386
E-Mail: countdown@dlr.de
DLR.de/rd

Druck: AZ Druck und Datentechnik GmbH, 87437 Kempten
<http://www.az-druck.de>

ClimatePartner^o
klimaneutral

Druck | ID 53106-1511-1007



Gestaltung: CD Werbeagentur GmbH, 53842 Troisdorf
www.cdonline.de

Quelle des Titelbildes: Manuel Pedoussaut/© ESA

ISSN 2190-7072

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers und Quellenangabe.
Gedruckt auf umweltfreundlichem, chlorfrei gebleichtem Papier. Alle Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben. Namentlich gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Erscheinungsweise vierteljährlich, Abgabe kostenlos.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

DLR at a glance

DLR is the national aeronautics and space research centre of the Federal Republic of Germany. Its extensive research and development work in aeronautics, space, energy, transport, and security is integrated into national and international cooperative ventures. In addition to its own research, as Germany's space agency, DLR has been given responsibility by the federal government for the planning and implementation of the German space programme. DLR is also the umbrella organisation for the nation's largest project management agency.

DLR has approximately 8,000 employees at 16 locations in Germany: Cologne (headquarters), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Goettingen, Hamburg, Juelich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen, and Weilheim. DLR also has offices in Brussels, Paris, Tokyo, and Washington D.C.

Imprint

Newsletter COUNTDOWN – Topics from the DLR Space Administration
Publisher: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Sabine Hoffmann
Director DLR Corporate Communications
(responsible according to the press law)

Editorial office:
Andreas Schütz (Imprimatur)
Elisabeth Mittelbach (Team Leader)
Martin Fleischmann (Editor in Chief)
Diana Gonzalez (Space Calendar)

Postal address:
Königswinterer Straße 522–524,
53227 Bonn, Germany
Telephone: +49 (0) 228 447-120
Telefax: +49 (0) 228 447-386
E-mail: countdown@dlr.de
DLR.de/rd

Print: AZ Druck und Datentechnik GmbH, 87437 Kempten
<http://www.az-druck.de>

ClimatePartner^o
climate neutral

Print | ID 53106-1511-1007



Layout: CD Werbeagentur GmbH, 53842 Troisdorf, Germany
www.cdonline.de

Source of the cover picture: Manuel Pedoussaut/© ESA

ISSN 2190-7072

Reprint with approval of publisher and with reference to source only. Printed on environment-friendly, chlorine-free bleached paper. Copyright DLR for all imagery, unless otherwise noted. Articles marked by name do not necessarily reflect the opinion of the editorial staff. Published quarterly, distribution free of charge.

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag