

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.

In 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 7.700 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:
Elisabeth Mittelbach (Teamleitung)
Martin Fleischmann (Redaktionsleitung)
Diana Gonzalez (Raumfahrtkalender)

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

Mitarbeiter der Ausgabe: Andreas Schütz

Druck: Das Druckhaus Bernd Brümmer
53127 Bonn

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

ISSN 2190-7072

Nachdruck nur mit Zustimmung des Herausgebers
und Quellenangabe. Gedruckt auf umweltfreund-
lichem, chlorfrei gebleichtem Papier. Alle Bilder
DLR, soweit nicht anders angegeben. Namentlich
gekennzeichnete Artikel geben nicht unbedingt
die Meinung der Redaktion wieder. Erscheinungs-
weise 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 execution organisation.

DLR has approximately 7,700 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:
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: martin.fleischmann@dlr.de
DLR.de/rd

Assistant for this edition: Andreas Schütz

Print: Das Druckhaus Bernd Brümmer
53127 Bonn, Germany

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

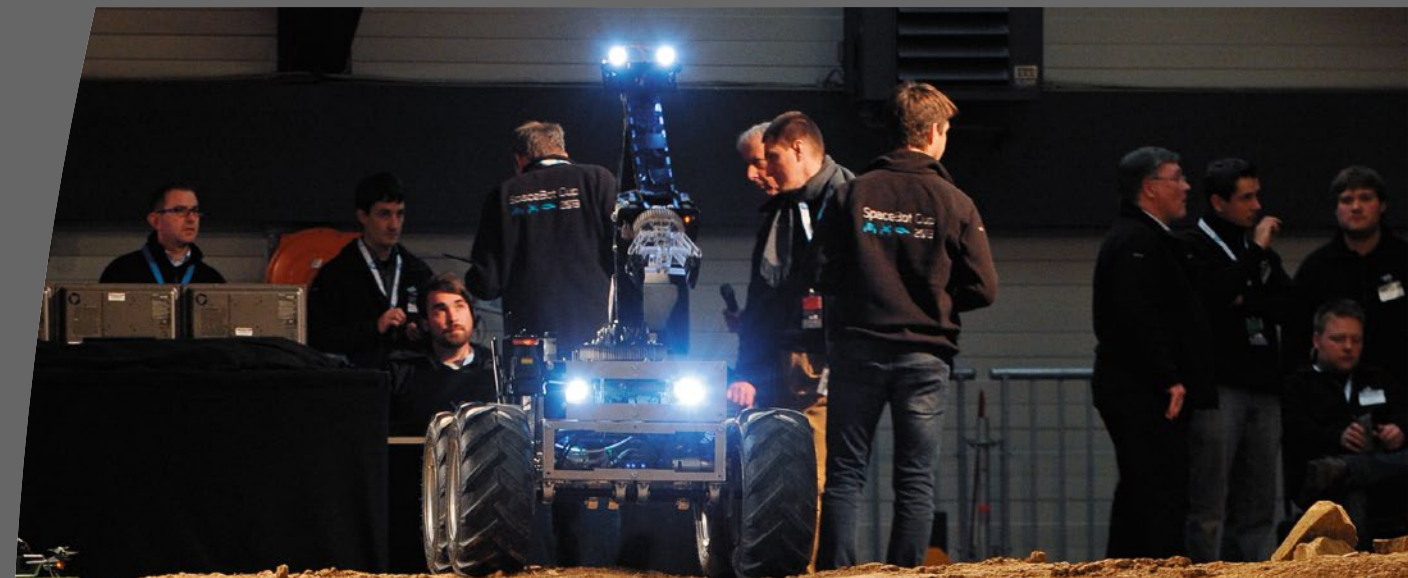
ISSN 2190-7072

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



DLR SpaceBot Cup – Wettlauf der Weltraum-Roboter

DLR SpaceBot Cup – Race of the SpaceBots

Seite 8 / page 8

Ariane-Programm – Wohin geht die Reise?

Ariane Programme – Which Way to Take?

14

“The Blue Dot” – Alexander Gerst forscht auf der ISS –Teil 1

‘The Blue Dot’ – Alexander Gerst Doing Research on the ISS – Part 1

20

Katastrophenhilfe – Deutschland gibt Charter-Vorsitz an Argentinien

Disaster Management – Germany Passes the Baton to Argentina

24

SWARM – Das Erdmagnetfeld im Schwarm vermessen

SWARM – Surveying the Earth's Magnetic Field

28

ECSS – 20 Jahre Zusammenarbeit für die europäische Raumfahrt

ECSS – 20 Years of Collaboration for European Spaceflight

32

Raumfahrtkalender

Space Calendar

38

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,

zum Jahreswechsel ziehen wir gerne Bilanz und wagen einen Ausblick auf das Neue. Das Raumfahrtjahr 2013 hat uns viele Gelegenheiten geboten, für unser Kerngeschäft zu werben – und mit der gleichen Motivation auch die Herausforderungen zu meistern. Mit besonderem Stolz hat uns in 2013 die erfolgreiche Mission des ATV 4 „Albert Einstein“ erfüllt. Dieses Transportmittel ist eine hervorragende Werbung für das Gütesiegel „made in Germany“. Auch international ist der Raumtransport-Sektor in Bewegung: Wir sind gespannt, ob es den USA gelingen wird, ihren neuen Ansatz der Privatisierung zu etablieren. Ein wichtiger Meilenstein war sicher der erfolgreiche Start von Falcon 9 am 3. Dezember. Von April bis Oktober haben wir mit großem Engagement den Vorsitz der „International Charter Space and Major Disasters“ ausgefüllt. Dieser Verbund von Raumfahrtagenturen hilft weltweit in akuten Krisensituationen mit Satellitendaten bei der Nothilfe vor Ort. Ein weiterer Schwerpunkt lag 2013 darauf, Menschen zusammenzubringen, um interdisziplinäre und branchenübergreifende Arbeit zu fördern. So haben wir im Frühjahr die Mikroelektronikbranche mit der Raumfahrt in Kontakt gebracht, im Dezember gab es einen Workshop zu „Raumfahrt, Automobil- und Maschinenbau“. Beim ersten nationalen „DLR SpaceBot Cup“ stand die Verbindung von terrestrischer und Raumfahrt-Robotik im Fokus. Durch unseren Wettbewerb möchten wir bisher verborgenes Know-how für die Raumfahrt, aber auch für die Nutzung auf der Erde, erschließen.

2013 hat das DLR erneut eine Spitzenposition im Ranking der beliebtesten Arbeitgeber erreicht. Hier schließt sich ein Herzensanliegen von mir an: die Gewinnung neuer Mitarbeiter für das DLR, aber auch für die ESA. Ein persönliches Highlight am Jahresende war der 14. Bonner Raumfahrtabend – mit dem nächsten deutschen ESA-Astronauten Dr. Alexander Gerst als Ehrengast. Er berichtete mit Begeisterung von den Vorbereitungen auf seine Mission „The Blue Dot“. Wir freuen uns über diesen großartigen Botschafter der deutschen Raumfahrt und wünschen ihm für seine Dienstreise ins All Alles Gute. „The Blue Dot“ wird uns das ganze Jahr 2014 beschäftigen – denn das Raumfahrtmanagement begleitet Alexander Gerst mit vielen Aktivitäten vom Boden aus. Eine besondere Herausforderung in 2014 wird zudem die ESA-Ministerratskonferenz sein. Alle, die sich in der Szene auskennen, wissen, dass es vor allem um zwei Großthemen gehen wird. Die Nutzung der ISS und die Zukunft der Ariane. Hier werden wir mit aller Klarheit für deutsche Interessen kämpfen. Europa braucht einen eigenständigen Zugang zum All. Aus unserer Sicht ist dabei Ariane 5ME der wichtigste Eckpfeiler.

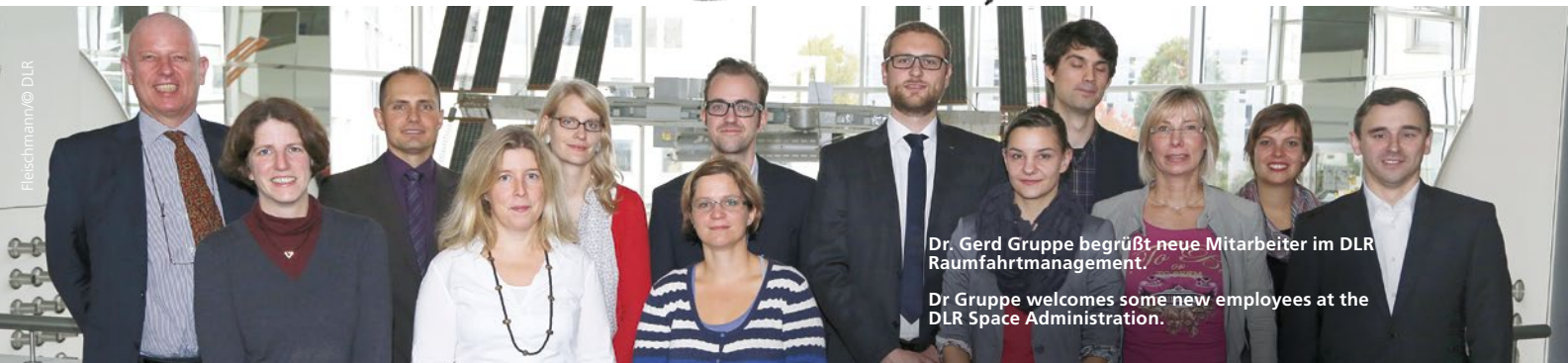
**Ein erfolgreiches Jahr 2014 wünscht Ihnen
Ihr Dr. Gerd Gruppe**

Dear readers,

With the end of the year soon upon us, this is a good time to contemplate past events and take a cautious look at what is to come next. As far as spaceflight goes, 2013 has given us many opportunities to promote our special cause as well as the motivation to master the challenges involved with the same passion. It was with great pride that we saw the ATV 4, 'Albert Einstein', complete its mission so successfully. The transport vehicle is excellent publicity for our hallmark, 'Made in Germany'. The space transport sector has been set in motion internationally, too. We are all eager to see whether the United States will succeed in its new approach to privatise the space transport. One important milestone along this road was the launch of Falcon 9 on December 3. From April until October we dedicated our best efforts to the presidency of the 'International Charter Space and Major Disasters'. This collaboration among space agencies comes to the aid of emergency response teams on the ground everywhere in the world by delivering satellite data. Another priority of 2013 has been to bring together people to work in interdisciplinary, cross-sector projects. Thus, in spring, we conducted a meeting that provided networking opportunities between the space sector and the micro-electronics industry, and in autumn a workshop was held entitled 'Space, Automotive, and Mechanical Engineering'. The first national 'DLR SpaceBot Cup' had its focus on the link between terrestrial and space robotics. The intention has been to bring out previously hidden expertise and utilise it both in space and in terrestrial applications.

In 2013, DLR was once again ranked as one of Germany's most popular employers. This brings me to a matter that is close to my heart: recruiting new employees for DLR but also for ESA. One of my personal highlights towards the end of the year was the 14th Bonn Space Night, with ESA astronaut Dr Alexander Gerst as guest of honour. In his inspiring speech, he told the audience how he was preparing himself for his coming mission, 'The Blue Dot'. We are pleased to have him as ambassador of German spaceflight, and we wish him the best of luck for his tour of duty in space. 'The Blue Dot' mission will be on our minds for the major part of 2014 – the Space Administration will work alongside Alexander Gerst on the ground, supporting many of his activities. A particular challenge in 2014 will be the meeting of the ESA Ministerial Council. Anyone who is familiar with the scene will know that the meeting will revolve around two major issues, the exploitation of the ISS, and the future of Ariane. We shall be making every possible effort to promote German interests. Europe needs its own access to space. As we see it, Ariane 5ME will be the most important cornerstone of that access.

**Wishing you a successful 2014, I remain
sincerely yours, Dr Gerd Gruppe**



Dr. Gerd Gruppe begrüßt neue Mitarbeiter im DLR Raumfahrtmanagement.

Dr Gruppe welcomes some new employees at the DLR Space Administration.

Mehr als 400 Gäste haben vom 11. bis 12. Dezember 2013 die Veranstaltung „Countdown to Horizon2020 Space“ in Brüssel besucht.

More than 400 participants joined the "Countdown to Horizon2020 Space" event on December 11 and 12, 2013 in Brussels.



Horizon 2020

EU präsentiert neues Raumfahrt-Teilprogramm

Nach langen Monaten der Vorbereitung und Verhandlungen startet zum 1. Januar 2014 das neue EU-Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020. Auch die Raumfahrt findet sich hierin mit einem eigenen Teilprogramm wieder. Neben der Erdbeobachtung ist die Satellitennavigation erneut zum Förderschwerpunkt geworden. Im 6. EU-Forschungsrahmenprogramm war das schon einmal so. Im Nachfolgeprogramm hatte die EU-Kommission Navigationsthemen dann allerdings in das Transportprogramm verlagert. Neben diesem sehr anwendungsnahen Aspekt setzt die EU-Kommission aber auch wieder auf Technologieentwicklung, Exploration sowie Weltraumlageforschung.

Die ersten Aufforderungen zur Antragseinreichung in Horizon 2020 wurden bereits vorab am 11. Dezember 2013 veröffentlicht. Das war Anlass für die EU-Kommission, gemeinsam mit dem Netzwerk der Nationalen Kontaktstellen für Raumfahrt, COSMOS+, die Veranstaltung „Countdown to Horizon 2020 Space“ vom 11. bis 12. Dezember 2013 in Brüssel zu organisieren. Mehr als 400 Gäste, die der Einladung in die europäische Hauptstadt gefolgt waren, erhielten Informationen aus erster Hand: Zum neuen Programm mit seinen neuen Beteiligungsregeln insgesamt sowie zu den ersten beiden Raumfahrt-Ausschreibungen. Ebenso wichtig und gern angenommen wurde die Gelegenheit zur Vernetzung. So konnten sich die Gäste auf Basis ihrer Registrierungsprofile vorab zu bilateralen Gesprächen verabreden, ihr Profil in Kurzvorträgen vorstellen oder spontan bilaterale Gespräche buchen.

Für das Netzwerk der Nationalen Kontaktstellen war die Brüsseler Veranstaltung der Höhepunkt einer Tour durch Europa. Von den acht Terminen hatte die EU-Kommission vier für eine weitere Unterstützung ausgewählt, darunter die europäischen Hauptstädte Warschau (Polen), Sofia (Bulgarien), Brüssel (Belgien) und Athen (Griechenland). Überall war das Interesse groß und so registrierten sich auf der Tour-Internetseite bereits mehr als 1.600 Personen. Da die Profile der Registrierten weiterhin zugänglich sind, empfiehlt sich eine Recherche für interessante Kontakte wie beispielsweise für neue EU-Anträge. Aus diesem Grund wurde die Teilnahme an einer der Veranstaltungen auch nicht zur Bedingung für einen Eintrag in der Datenbank gemacht und eine Registrierung ist weiterhin möglich.

Weitere Informationen zur „Countdown to Horizon 2020 Space Tour“ sowie die Suchmöglichkeit nach Raumfahrtkompetenzen finden Sie auf der Internetseite www.space-infoday.eu. Darüber hinaus werden wir in der Ausgabe 25 der COUNTDOWN über die Raumfahrtinhalte von Horizon2020 berichten.

Horizon 2020

EU Presents Its New Space Sub-programme

Following many months of preparation and negotiations, the EU's new Framework Programme for Research, Horizon 2020, will be launched on January 1, 2014. The programme features a sub-programme on space research. Besides Earth observation, satellite navigation had once again been made a key funding candidate, as was also the case under the 6th Framework Programme, in the amendment of which, however, the EU had re-categorised satellite navigation research from space to the transport sector. Besides this highly application-oriented aspect, the EU Commission will once again fund projects dealing with technology development, exploration, and space situational awareness.

The first call for applications was published in advance on December 11, 2013. To mark the occasion, the EU Commission together with the Network of National Contact Points, COSMOS+, hosted a conference entitled 'Countdown to Horizon 2020 Space' on December 11 and 12 in Brussels. More than 400 guests followed the invitation. They received first-hand information on the new programme and its new rules for participation and on the first two calls for tenders. Another part of the conference programme that was equally important and met with great acceptance was the networking opportunities provided. People had been invited prior to the conference to arrange for face-to-face meetings based on their registration profiles, or present their profiles in the form of a short presentation, or book spontaneous matchmaking opportunities in situ.

For the Network of National Contact Points, the Brussels event was one of the highlights of its Tour across Europe. Four of the eight proposed events were selected by the EU Commission for receiving further support: the European capitals Warsaw (Poland), Sofia (Bulgaria), Brussels (Belgium) and Athens (Greece). There was great interest everywhere and more than 1,600 participants have already put their names down on the Tour website. Since the profiles of all registered participants are fully accessible, the site is also a good source of new contacts that might, for example, be helpful in finding partners for new EU research proposals. This is why it was decided not to make attendance of one of the events a mandatory prerequisite for getting an entry in the database, and the registration form is still open.

To find further information on the 'Countdown to Horizon 2020 Space Tour' and on the new data mining tools for space competence, please visit the www.space-infoday.eu website. The coming 25th edition of COUNTDOWN will feature an article on the space-related part of Horizon 2020.

Facing Space

Interview mit dem DLR-Vorstandsvorsitzenden Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner in seiner Funktion als ESA-Ratsvorsitzender

Sie haben am 21. November 2012 den Vorsitz des ESA-Rates übernommen. Welche Akzente haben Sie in dieser Position bislang gesetzt und welche möchten Sie noch setzen?

In einem solch komplizierten, multinationalen Gefüge wie der ESA ist es wichtig, die richtige Waage zu halten, um die Stabilität zu gewährleisten. Teils divergierende nationale Interessen, bei allen Gemeinsamkeiten, führen immer wieder zu Diskussionen, die bereits Beschlossenes in Frage stellen. Somit war es für mich wichtig, mit Ruhe und Besonnenheit den Rat zu führen. Die Rolle des Vorsitzenden ist es, möglichst neutral zu bleiben, was mir häufig schwerfällt. Mein Ziel war es, die Rolle zu akzeptieren und zu versuchen, auch bei unklaren Verhältnissen mit klaren Entscheidungen aus der Sitzung zu gehen. Diese prinzipielle Auffassung werden im Moment aber auch schon durch die Zukunft „belastet“. In den nächsten Monaten stehen die Vorbereitung der nächsten Ministerratskonferenz an und die Gestaltung der Beziehungen zwischen ESA und EU. Zwei entscheidende Aspekte, die über die Zukunft der europäischen Raumfahrt entscheiden werden. Diese Tatsache spielt in jeder Sitzung mit, die taktischen „Spielchen“ haben bereits begonnen.

Durch den Vertrag von Lissabon nimmt die Europäische Union eine bedeutende Rolle in Raumfahrtangelegenheiten ein. Auf der ESA-Ministerratskonferenz in Neapel wurde hierzu die „Politische Erklärung: ESA als zwischenstaatliche Organisation im Dienste Europas“ verabschiedet. Wie verlief im Zuge Ihres Ratsvorsitzes die Zusammenarbeit zwischen ESA und EU?

Leider dominieren die zukünftigen Beziehungen zwischen der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der Europäischen Union (EU) beziehungsweise der Europäischen Kommission immer noch Diskussionen. Auf beiden Seiten wurden und werden Papiere formuliert, die als "Resolution" oder als "Kommunikation" den Weg weisen sollen. Dabei werden schnell sehr dogmatische Positionen eingenommen und mit großer Ernsthaftigkeit als die "wahren Lösungen" der Annäherung bei der Seiten vorgestellt. Eine analytische Sichtweise auf die verschiedenen Akteure, die legalen Grundlagen ihrer Papiere und die jeweiligen Kompetenzen führt bei ruhiger Betrachtung rasch zu einfachen Lösungen. Die Probleme der aktuellen Diskussion sind nach wie vor Kommunikations- und Selbstverständnisprobleme der Agierenden: Man beruft sich beiderseits auf den Vertrag von Lissabon und die darin festgelegten Zuständigkeiten. Die Europäische Kommission liest daraus den absoluten

Über Europas Zukunft in der Raumfahrt wurde am 26. Oktober 2010 auch im Europäischen Parlament in Brüssel diskutiert.

Europe's future in space and the opportunities it will offer were discussed at a European Parliament conference in Brussels on October 26, 2010.



Prof. Johann-Dietrich Wörner, DLR-Vorstandsvorsitzender und Vorsitzender des ESA-Rates

Prof. Johann-Dietrich Wörner, chairman of the Executive Board of the German Aerospace Center (DLR) and chairman of the ESA Council

Interview with Prof. Dr-Ing. Johann-Dietrich Wörner chairman of the Executive Board of the German Aerospace Center (DLR) in his function as the chairman of the ESA Council

You took over as chairman of the ESA Council on November 21, 2012. In that position, what are some of the topics on which you have placed particular emphasis, and what others are you planning to pursue?

In a complex, multinational structure like ESA it is important to keep things in the right balance in order to maintain its stability. For all we have in common, partially divergent national interests frequently lead to arguments that call earlier resolutions back into question. So it has been essential for me to lead the Council with great calm and composure. The chairman's role is to remain as neutral as possible, which I find rather challenging at times. My objective has been to accept that role and, even when matters were in disarray, to try and leave every meeting with clear decisions having been taken. This principal position of mine is already 'at stake' given the task ahead of us. The agenda for the next few months includes preparations for the next meeting of the Ministerial Council, as well as having to address the relations between ESA and the EU. These are two crucial aspects that will determine the future of the European space sector. This fact is haunting every meeting, and some serious tactical 'game-playing' is already underway.

Under the Lisbon Treaty, the EU now has a significant role to play in space matters. A document entitled 'Political Declaration: ESA as an intergovernmental organisation that best serves Europe' was issued at the Naples meeting of the Ministerial Council. How well has cooperation between ESA and the EU evolved under your presidency so far?

Unfortunately, the relationship between the European Space Agency (ESA) and the European Union (EU) or the European Commission is still very much dominated by arguments. Both sides still circulate papers called 'resolutions' or 'communications' to move things into their respective directions. People



Anspruch zur Formulierung der europäischen Raumfahrtpolitik und der umfassenden Zuständigkeit für sich ab. Die ESA hingegen verweist zu Recht auf ihr zwischenstaatliches Fundament, ihren in der Konvention auch für den Bereich der Raumfahrtpolitik definierten Aktivitätsbereich und der im Vertrag von Lissabon ausdrücklich genannten parallelen Zuständigkeit. Nach wie vor gilt es neben den pragmatischen Ansätzen zur Stärkung der institutionellen europäischen Raumfahrt die einzelnen, wirklich wichtigen und nicht trivialen Themen zu Lösungen zu treiben: Die Entscheidungen für die Zukunft der Trägerraketen, der Raumstation und anderer Aktivitäten erlauben keinen Aufschub, will man die Wettbewerbsfähigkeit Europas erhalten und stärken. Als Ratsvorsitzender habe ich versucht, die Akteure von Kommission und ESA herauszufordern, ihre Positionen möglichst glasklar und verbindlich zu formulieren.

Werfen wir einen kurzen Blick in die Zukunft: Voraussichtlich Anfang Dezember 2014 wird eine neue ESA-Ministerratskonferenz stattfinden. Auf der vergangenen Tagung in Neapel waren die Fortführung des Ariane-Programmes und die Zukunft der Internationalen Raumstation ISS die heißen Themen. Mit welchen Ergebnissen kann man in diesen Streitfragen rechnen?

Wie sagte es Saint-Exupéry so schön, die Zukunft soll man nicht voraussehen wollen, sondern möglich machen. Vorhersehen kann ich die Zukunft nicht, aber ich werde alles tun, die Ministerratskonferenz zum Erfolg zu führen. Es wird für alle Beteiligten sehr schwierig. Die starre Haltung in verschiedenen Fragen mit festgelegten Begründungen sind keine gute Grundlage für eine zielorientierte Diskussion. Der Basar der Vorstellungen ist bereits eröffnet.

Am 20. und 21. November 2012 wurden auf der ESA Ministerratskonferenz in Neapel die Weichen für Europas Raumfahrt gestellt und Programme im Wert von rund 10 Milliarden Euro beschlossen. Die Bundesregierung zeichnete für die nächsten Jahre insgesamt rund 2,6 Milliarden Euro. Damit ist Deutschland der beitragsstärkste ESA-Partner und hält damit auch die meisten Programm-Anteile.

On November 20 and 21, 2012, the ESA Council in Naples set the course for European spaceflight: in total the meeting decided upon space programmes worth around 10 billion euros. The German Federal Government will be responsible for a total of around 2.6 billion euros over the next few years. This makes Germany the strongest contributor among all ESA partners, giving it the largest share of the overall programme.

Die Spitzen der deutschen Delegation (vorne von links) beim ESA-Ministerat in Neapel am 20. November 2012: Prof. Johann-Dietrich Wörner, DLR-Vorstandsvorsitzender und Delegationsleiter auf Ratsebene, Peter Hintze, Parlamentarischer Staatssekretär im BMWi und Delegationsleiter auf Ministersebene, Dr. Rolf Densing, ESA-Programmdirektor beim DLR, sowie (hinten von links) Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand Raumfahrtmanagement, und Helge Engelhard und Dr. Karl-Friedrich Nagel (beide BMWi).

The leaders of the German delegation at the ESA Council at Ministerial Level in Naples on November 20, 2012 (from left): Johann-Dietrich Wörner, Chairman of the DLR Executive Board and Head of the delegation at council level, Peter Hintze, Parliamentary State Secretary at the BMWi and head of the ministerial delegation, and Rolf Densing, DLR Director of Space Programmes, as well as (back row from left) Dr Gerd Gruppe, Member of the DLR Executive Board responsible for the German Space Administration, Helge Engelhard, and Dr. Karl-Friedrich Nagel (both BMWi).

quickly resort to dogmatic positions and in all seriousness present them to the other side as the 'one and only solution' to a rapprochement. However, an analytical look at the authors, the legal basis of their proposals and their respective levels of authority can soon lead to a simple solution if the matter is considered with composure. Problems in the current debate are still mainly caused by issues of communication and the self-image of the parties involved. Both sides take recourse to the Lisbon Treaty and the jurisdictional boundaries it defines. The European Commission's understanding of the Treaty clearly implies its own prerogative to formulate European space policy, for which it considers itself wholly responsible. ESA, justifiably, points to its intergovernmental status, to its Convention that defines its sphere of activities as one that includes space policy, and to the parallel competence explicitly mentioned in the Lisbon Treaty.

The task at hand, besides working pragmatically to sustain the institutional European space sector, has been and will be to press for solutions to a number of really important matters that are anything but trivial: it would be wrong to defer a decision about the future of European launchers, the space station, and other activities any further if one wishes to maintain and strengthen Europe's competitiveness. As chairman of the Council, I have tried to put a challenge before the representatives of both the Commission and ESA, asking them to deliver a definite statement of position in a language as straightforward as possible.

Let us take a brief look into the future: a new meeting of the ESA Ministerial Council will take place presumably around early December 2014. At the last meeting held in Naples, the continuation of the Ariane programme and the future of the ISS were two of the most hotly debated topics. What is the likely outcome of that controversy?

As Saint-Exupéry so fittingly put it, your task is not to foresee the future, but to enable it. I can't foresee the future but I will do everything I can to make the Ministerial Council a success. It will be a difficult challenge for all concerned, as the positions so adamantly held on either side over various issues, underpinned with preconceived justifications, do not make a good basis for an efficient debate. The bazaar of ideas is now open.



Tanz der Roboter

Beim ersten DLR SpaceBot Cup traten am 11. und 12. November 2013 die robotischen Systeme von zehn Teams aus ganz Deutschland gegeneinander an. Die Supercrosshalle in Rheinbreitbach bei Bonn hatte sich dazu in eine Planetenlandschaft mit Bergen und Tälern und verschiedenen Untergründen verwandelt. Während des Wettbewerbs lief nicht bei allen Teams alles rund – manche Rover verharrten von Anfang bis zum Ende in ehrfürchtigem Stillstand. Ob Probleme durch die zeitverzögerte Datenübertragung, mit der Software oder der Kamera – so mancher Rover trieb seiner Crew Schweißperlen über die von Sorgenfalten durchzogene Stirn. Doch nach dem Wettbewerb durften alle Teams noch einmal ran: Ohne starre Regeln spielten alle Systeme im „Sandkasten“ und zeigten, was sie wirklich können. Der Tanz der Roboter hatte begonnen.

Dancing Robots

DLR's first SpaceBot Cup on November 11 and 12, 2013, brought together the robots of ten teams from all over Germany to compete against each other. The Supercrosshalle in Rheinbreitbach near Bonn served as a venue for the event and had been transformed into an artificial planetary landscape with hills and valleys and several different surface materials. Things did not always go smoothly for the teams. Some of the rovers remained in a humble standstill position from start to finish. Whether it was because of the signal delay, the software, or the camera – more than one rover brought beads of sweat on the sorrow-ridden brows of its crew members. After the race, though, all the teams could give it a second go: freed from the strict rules of the contest, all systems were allowed to play in the sandbox and demonstrate their real skills. The dance of the robots had begun.



Wo liegt das Problem? Ein Student der hochschule21 aus Buxtehude begibt sich im Sand der Rheinbreitbacher Planetenoberfläche auf Fehlersuche.

What went wrong? A student investigating the cause of a problem in the planetary sands of Rheinbreitbach

DLR SpaceBot Cup

Premiere endet ohne Sieger aber mit vielen Gewinnern

Von Daniel Nölke und Thilo Kaupisch

In den kommenden Missionen zu anderen Planeten in unserem Sonnensystem werden Roboter eine Hauptrolle spielen. Deutschland muss dafür bereit sein und die nötige Technologie in der Schublade haben. Um deutsche Universitäten und Unternehmen auf diesen Auftritt vorzubereiten, hat das Raumfahrtmanagement den DLR SpaceBot Cup ins Leben gerufen – Deutschlands ersten Weltraum-Robotik-Wettbewerb und ein Wettstreit der ganz besonderen Art. Dazu hat das DLR Raumfahrtmanagement am 11. und 12. November 2013 die Supercrosshalle in Rheinbreitbach bei Bonn in eine Weltraumlandschaft verwandelt. Dort traten dann zehn Robotersysteme gegeneinander an, um das Rennen um den DLR SpaceBot Cup zu gewinnen – doch einen Sieger gab es nicht.

DLR SpaceBot Cup

The Curtain-Raiser: No One Wins, But Many Gain

By Daniel Nölke and Thilo Kaupisch

In future missions to other planets in our solar system, robots will play the leading part. Germany should be prepared for that, meaning we should have the requisite technologies in reserve. To prepare German universities and companies for this enterprise, the Space Administration has launched the DLR SpaceBot Cup – Germany's first space robotics contest and an unusual kind of challenge. For the contest on September 11 and 12, 2013, the DLR Space Administration turned the Supercross Hall at Rheinbreitbach near Bonn into a space landscape, forming the arena in which ten robot systems contested for the DLR SpaceBot Cup – though there was no winner in the end.



Autoren: **Daniel Nölke** und **Thilo Kaupisch** sind die Projektleiter des DLR SpaceBot Cups. Sie arbeiten in der Abteilung Technik für Raumfahrt-Systeme und Robotik im DLR Raumfahrtmanagement.

Authors: **Daniel Nölke** and **Thilo Kaupisch** were the project managers of the DLR SpaceBot Cup. Both of them work at the DLR Space Administration's Department of General Technologies and Robotics.

Der DLR SpaceBot Cup ist wie ein echtes Weltraumszenario angelegt: Jedes Robotersystem startet mit einer groben Umgebungskarte. Kurz nach der „Landing“ geht das Robotersystem dann auf Erkundungsreise auf der Rheinbreitbacher Planetenoberfläche. Dabei treffen sie auf zahlreiche Hindernisse: Gesteinsbrocken versperren ihnen plötzlich den Weg. Heftige Steigungen und wechselnde Untergründe fordern sie heraus. Die Roboter versuchen mit ihren High-Tech-Kameras und Laser-scannern, die neue Umgebung zu erfassen und eine exakte Karte zu erstellen. Dabei müssen sie sich möglichst selbstständig durch den Parcours bewegen, einen blauen Wasserbecher und ein gelbes Akkupack finden, die gefundenen Gegenstände erkennen, auf einen Hügel transportieren, den gelben Akkupack in eine rote Waage stecken, das Wasserglas darauf stellen einen Schalter umlegen und hoffen, dass sie auf ihrem beschwerlichen Weg möglichst wenig verschüttet haben.

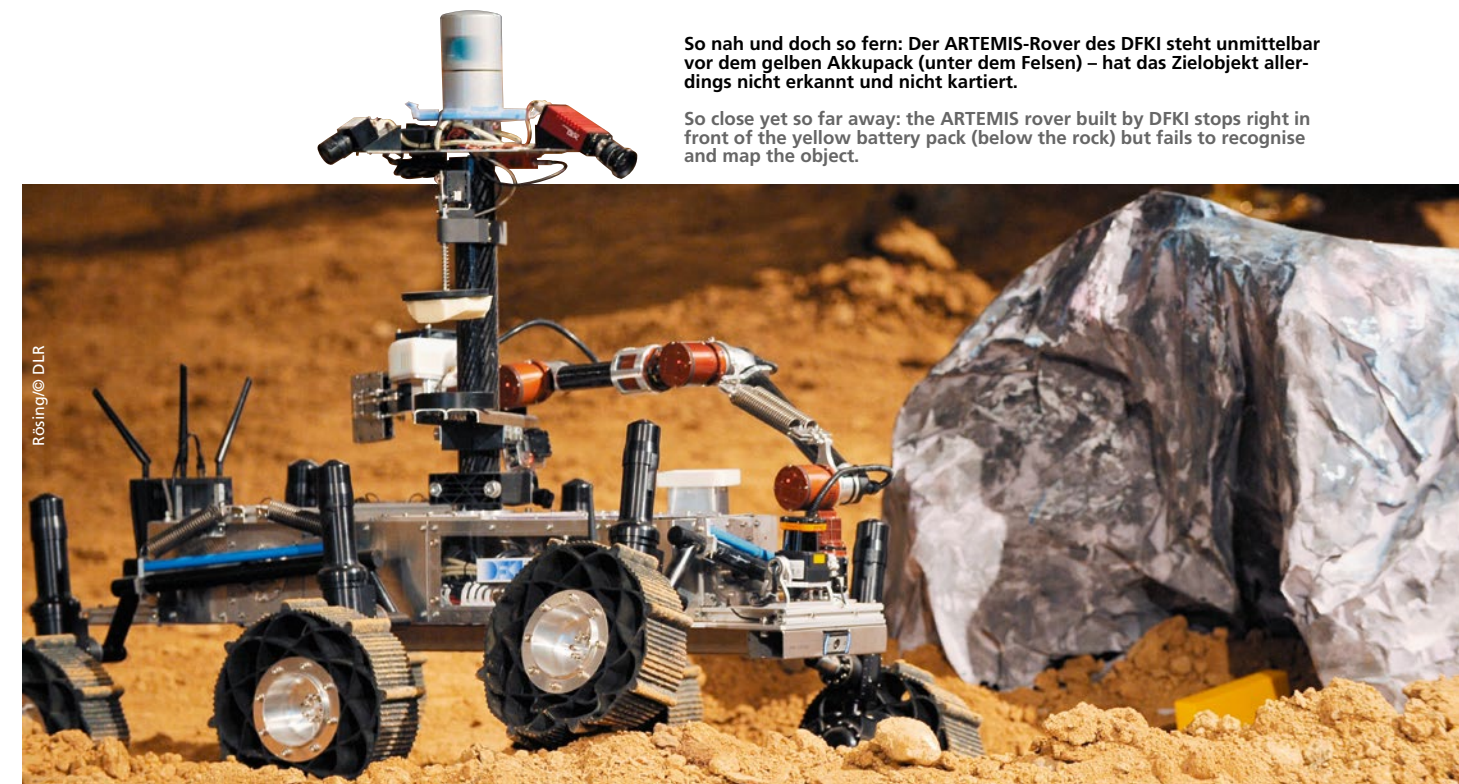
Schwierigkeitsstufe: Königsklasse

Doch die Roboter sind nicht nur mit unwegsamem Gelände beschäftigt. Bei der Reise zu fremden Planeten dauert zudem der Funkkontakt zur Bodenstation sehr lange. Das bedeutet, Roboter auf anderen Himmelskörpern können nur in sehr eingeschränktem Maß von der Erde ferngesteuert werden. Was für Mars und Mond gilt, muss auch für Rheinbreitbach gelten. Obwohl die Bodenstation nur zehn Meter Luftlinie von den Robotern entfernt liegt, haben die Teams keinen direkten und nur sehr eingeschränkten Kontakt zu ihrem Roboter. Dreimal dürfen sie steuernd und mit Zeitverzögerung eingreifen. Sie können zum Beispiel die Systeme fernwarten – also umfangrei-

The DLR SpaceBot Cup is arranged like a genuine space scenario: all robot systems start off with the same rough map of the environment. Shortly after 'landing', they set out singly to explore the surface of the Rheinbreitbach planet. On their journey, they encounter numerous obstacles: rocks suddenly bar their way, and steep gradients and variable surfaces challenge them. With high-tech cameras and laser scanners, the robots try to visualise the new environment and generate an exact map. Their tasks include moving through the course as autonomously as possible, find a blue water cup and a yellow battery pack, identify the objects found, transport them to the top of a hill, put the yellow battery pack on to a red balance, place the water cup on top, actuate a switch, and hope that they spilled as little water as possible on the way.

Difficulty class: champion's league.

But it is not only the rough terrain that keeps the robots occupied. On a journey to an alien planet, radio communication with ground control takes a very long time. By the same token, the options of remotely controlling robots on other celestial bodies are severely limited. What goes for Mars and the Moon must go for Rheinbreitbach as well: although the ground station is only ten metres away from the robots as the crow flies, contacts between the teams and their robots are never direct and severely restricted. They are allowed no more than three control interventions, all with a time delay. There is the telemaintenance option, for example: extensive uploads, system checks, reconfigurations, and software updates. Any additional intervention entails a time penalty. Therefore, the robots have to complete all their tasks as autonomously as possible.



So nah und doch so fern: Der ARTEMIS-Rover des DFKI steht unmittelbar vor dem gelben Akkupack (unter dem Felsen) – hat das Zielobjekt allerdings nicht erkannt und nicht kartiert.

So close yet so far away: the ARTEMIS rover built by DFKI stops right in front of the yellow battery pack (below the rock) but fails to recognise and map the object.

Röding© DLR

chere Uploads, Systemchecks, Re-Konfigurationen und Software-Updates durchführen. Danach gibt es Strafzeiten für jeden Eingriff. Die Roboter müssen also alle gestellten Aufgaben möglichst selbstständig erfüllen.

Die Crews in der Bodenstation sehen nur durch die „Augen“ der Roboter die Rheinbreitbacher Planetenoberfläche. Die Bilder gehen ihnen dabei zeitversetzt zu. Zweimal – nach zwanzig und nach vierzig Minuten – bricht der Kontakt zu dem Gefährt sogar gänzlich ab – so wie im wahren Explorationsalltag. Vier lange Minuten bleibt die Bodencrew ohne Verbindung zum Roboter. Dabei ist der DLR SpaceBot Cup ein Wettrennen – also ein Spiel auf Zeit. In einer Stunde müssen alle Aufgaben erfüllt sein. Sonst gibt es Strafminuten. Das Prinzip des Wettbewerbs ist also eigentlich simpel: Der Roboter, der seine komplexen Aufgaben am schnellsten und besten löst, sollte der Sieger sein – so die Theorie. Doch so einfach war das Wettrennen weder für die Roboter noch für die Crews:

Tag 1 – Vom autonomen Greifen bis zum Kniefall

Als erstes geht „Bear“ für die FU Berlin an den Start – ein sechsbeiniger Roboter, der an jedem Bein ein Rad befestigt hat. Doch der Berliner Bär kommt nicht weit. Nach ein paar Zuckungen bleibt er auf dem Starthügel stehen, darf allerdings am Ende des Tages noch einmal ins Rennen gehen. Nach diesem recht bewegungslosen Auftakt startet der Rover des NimbRo Centauro-Teams der Universität Bonn regelrecht durch. Das sechsrädrige 25-Kilogramm-Leichtgewicht fährt den Starthügel mit Leichtigkeit hinunter und nimmt zielstrebig Kurs auf das erste Zielobjekt – ein blaues Gefäß, mit 400 Millilitern Wasser gefüllt. Dem Rover gelingt es dann auch als einzigem Wettbewerbsroboter, das Wassergefäß autonom zu greifen und einzupacken ohne auch nur einen Tropfen Wasser auf der Planetenoberfläche zu verschütten – eine starke Leistung. Danach steht der Rover allerdings still – und das bis zum Ende

The crews at ground control can view the planetary surface at Rheinbreitbach only through the 'eyes' of their robots, and the images only reach them after a certain delay. Twice – after twenty and forty minutes – contact with the vehicle is lost entirely, an everyday occurrence in exploration. For four endless minutes, the ground crew remains without contact with its robot. Yet the DLR SpaceBot Cup is a race, a game in which time is all-important. All tasks must be completed within one hour, or penalty minutes will be imposed. The principle of the contest is really simple: the winner will be the robot that is

quickest and best at solving the complex problems facing it – at least in theory. However, the contest was not as simple as that, neither for the robots nor for the crews.

Day 1 – from autonomous grasping to knee buckling

The first to start is Bear, a six-legged robot from Berlin Free University, with a wheel attached to each leg. But the Berlin Bear does not get far. After a few jerks, it remains inert on the starting hill but is allowed to enter the race again at the end of the day. After these fairly motionless beginnings, the rover of the NimbRo Centauro team from Bonn University is off to a flying start. The six-wheel 25-kilogramme lightweight easily runs down the starting hill, setting a course for the first target object – a blue cup filled with 400 millilitres of water. This rover is also the only one to succeed in autonomously grasping the water cup and packing it in with-

out spilling a single drop of water on the planetary surface – a great performance. After that, however, the rover balks and continues to do so until the run is over. Springing to life again only after the end of the sixty-minute period, it even succeeds in mastering the 15-percent gradient at the end of the course before coming to an awestruck standstill in front of the last target object. Unfortunately, the jury did not award any points for this powerful finish.

DEIMOS hat sich festgefahren: Ein Rover der TU Chemnitz ist mit der Spielfeldbegrenzung kollidiert, hat sich eine Armverletzung zugezogen und sich dann selbst abgeschaltet. Dr. Frank Schneider (Jurysprecher), Bernd Sommer (Robotikabteilung des DLR Raumfahrtmanagements), Dr. Andreas Ciossek und Dr. Sabine Klinkner (beides Jurymitglieder) schauen sich das Problem vor Ort an, um den Jurykollegen Prof. Dr. Jürgen Rossmann und Dr. André Schiele berichten zu können.

DEIMOS has got stuck: one of the rovers built by TU Chemnitz hit the edge board, injured its arm, and subsequently switched itself off. Dr. Frank Schneider (jury spokesman), Bernd Sommer (DLR Space Administration robotics department), Dr. Andreas Ciossek, and Dr. Sabine Klinkner (both members of the jury) take a close look at the problem so that they can inform their fellow jury members Prof. Dr. Jürgen Rossmann and Dr. André Schiele.

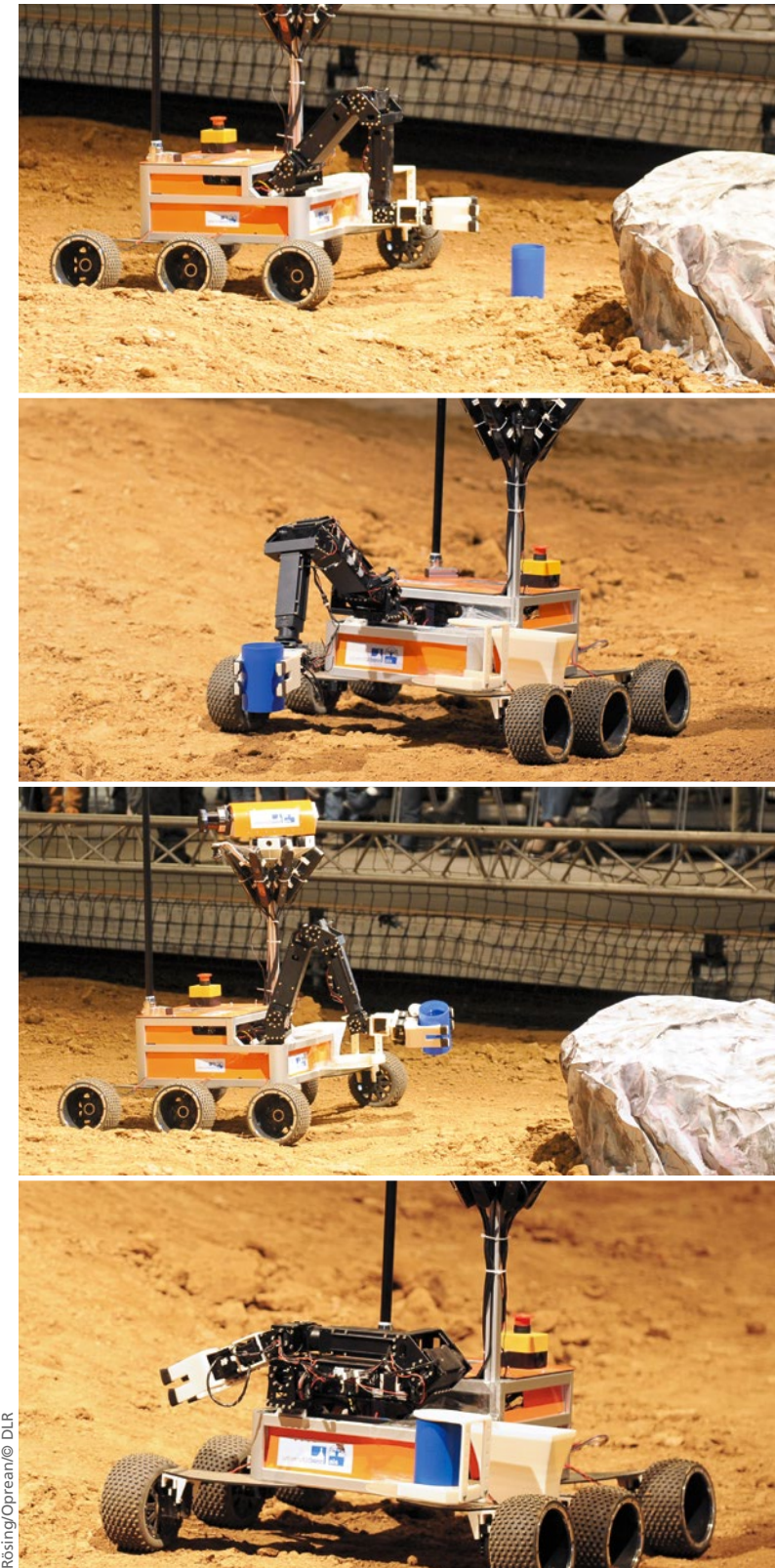
des Laufs. Er wird erst wieder so richtig aktiv, als die 60 Minuten schon abgelaufen sind und schafft es sogar, die 15-prozentige Steigung am Ende des Parcours zu meistern, ehe er vor dem letzten Zielobjekt zum Stillstand kommt. Leider gibt es für dieses starke Finish keine Punkte von der Jury.

Danach schickt das space-bot-21-Team der Hochschule 21 seinen gleichnamigen Rover ins Rennen. Damit der bullige vierrädrige Roboter schnell alle Aufgaben lösen kann, wird zunächst eine Flugdrohne ausgesandt. Die Buxtehuder Robotersysteme suchen ihre Zielobjekte auf Basis von Farberkennung. Doch genau das wird ihnen auf der Rheinbreitbacher Planetenoberfläche zum Verhängnis: Nachdem die Flugdrohne sich von einer blauen Interviewwand ablenken lässt, dort hinfliegt und sich vorher in Sicherheitsnetzen verfangt, bleibt auch der Rover stehen. Ihn irritiert die Bodenfarbe. Der Gelbton ähnelt in den „Augen“ des Rovers dem Gelb des zweiten Zielobjekts. Dadurch „sieht“ er überall Akkupacks, die er auch brav in der Umgebungskarte einträgt. Allerdings „verwirrt“ ihn diese Flut an Zielobjekten so, dass er stehenbleibt und jeglichen Dienst verweigert. Nur sein Greifarm bewegt sich bis zum Ende der Laufzeit hin und her, um eines der vielen fiktiven Akkupacks dann doch noch aufzunehmen.

Weitaus beweglicher zeigt sich der ARTEMIS-Rover des DFKI-Teams. Das 85-Kilogramm-SpaceBot-Schwergewicht erkundet großzügig das Gelände und schafft es, in der regulären Laufzeit hinter den Graben auf der anderen Seite des Spielfelds zu kommen und den Hügel mit dem dritten Zielobjekt teilweise zu erklimmen. Die beiden versteckten Zielobjekte erkennt er leider nicht. Dennoch sammelt er als Vielfahrer Bonusmeilen. Danach startet „JAC the Gripper“ – der Rover der Jacobs University aus Bremen – und bewegt sich agil über die Rheinbreitbacher Planetenoberfläche. Schwieriges Terrain scheint für ihn kein Problem zu sein. Ihm gelingt es als einzigem, das Wassergefäß und den Akkupack – also die beiden versteckten Zielobjekte – autonom zu erkennen. Leider gelingt es ihm nicht, eines der beiden zu greifen und einzupacken, obwohl er direkt vor beiden parkt. Der erste Tag geht dann mit dem zweiten Lauf des Berliner Bären zu Ende. Bedauerlicherweise so, wie er begonnen hatte: Schon zu Beginn des Laufs muss die Bodencrew eingreifen und die mittleren Räder des sechsrädrigen Gefährts entfernen. Danach wird der Rover instabil. Er bewegt sich zum Rand des Starthügels und droht dann, beim Abstieg mit den Vorderbeinen einzuknicken. Auch nach einem weiteren Creweinsatz lässt sich das nicht verhindern. Bei der nächsten Bewegung geht Bear leider in einen Kniefall über und beendet damit seinen abendlichen Einsatz.

Tag 2 – Famoser Start endet mit Stillstand

Am Anfang des zweiten Tages kommt mit der TU Chemnitz Bewegung in den Wettkampf der Weltraumroboter: Zunächst startet eine Flugdrohne und erkundet erfolgreich und autonom das Gelände. Sie erkennt sogar aus der Luft ein Zielobjekt und schafft es, die richtige Position in der Karte zu vermerken. Danach fliegt sie allerdings aus dem Feld und landet direkt vor der Jury. Dafür gibt es zwar leider keine Punkte – aber Applaus vom Publikum. Danach macht sich DEIMOS – einer der beiden Rover – auf die Suche nach dem Wassergefäß. Er verlässt den Starthügel und schlägt ohne Probleme eine raffinierte Route durch schwieriges Terrain ein, was ihm Punkte einbringt. Kurz vor dem Zielobjekt ist allerdings überraschend Schluss für DEIMOS: Er stößt mit dem Greifarm und direkt danach mit dem Notaus-Knopf gegen die Bande. Nachdem sich Rover 1 nun selbst abgeschaltet hat, soll Rover 2 – PHOBOS – die Gegend erkunden, bewegt sich aber nicht vom Fleck und kann auch mit Software-Updates nicht zum Leben erweckt werden. Damit bleibt PHOBOS so reglos wie anschließend der Rover des Loco-



Rösing/Oprean © DLR

Starke Leistung: Der Rover des Bonner NimbRo-Centauro Teams hat es als einziger geschafft, ein Zielobjekt zu greifen, auf dem Rover zu verstauen und ein Stück weit zu transportieren.

An impressive performance: the rover of Bonn's NimbRo-Centauro team is the only one that managed to grasp one of the target objects, pack it in and carry it along over a certain distance.



Rösing © DLR

motec-Teams über die gesamten 60 Minuten.

Auch das Spacelions-Team der TU Braunschweig hat leider schon direkt am Start Probleme. Der Crew gelingt es aber, nach einem Bodencrew-Einsatz den Rover in Gang zu bringen, der daraufhin gleich mutig in schwieriges Gelände fährt. Dort fährt er sich dann allerdings fest und bleibt leider bis zum Ende des Durchgangs stecken. Nur wenig besser ergeht es dem robusten und ausgefeilten SEAR-Rover der TU Berlin. Er hat ein ähnliches Fahrwerk wie der Marsrover Curiosity. Das nützt ihm allerdings nicht viel, weil er viel Zeit darauf verwendet, auf dem Zielhügel zu stehen und die Umgebung zu scannen. Als er sich nach drei genommenen Checkpoints eine Viertelstunde vor Ende des Laufs dennoch dafür entscheidet, seinen Lauf fortzusetzen, ist es leider schon zu spät, um die Rheinbreitbacher Planetenoberfläche eingehend zu erkunden. Der einzige Laufroboter des DLR SpaceBot Cups heißt LAURON, kommt aus Karlsruhe und geht als letztes ins Rennen. Das LAUROPE-Team des Forschungszentrums Informatik hat einen ausgeklügelten Rover auf die Beine gestellt, der ursprünglich in Katastrophenszenarien – zum Beispiel nach Erdbeben – zum Einsatz kommen soll. In der Rheinbreitbacher Weltraumlandschaft hat LAURON leider vom Start weg Probleme und macht es sich auf dem Starthügel „gemütlich“. Das ändert sich auch nicht nach einem Einsatz der Feldcrew. Damit geht auch das Wettrennen um den DLR SpaceBot Cup leider recht bewegungslos und ohne Sieger zu Ende.

Inwiefern die Robotersysteme die einzelnen Aufgaben gelöst haben, hat eine fünfköpfige unabhängige Jury beurteilt. Dr. Frank Schneider vom Fraunhofer Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie (FKIE), Prof. Dr. Jürgen Rossmann, Leiter des Instituts für Mensch-Maschine-Interaktion an der RWTH Aachen, Dr. Sabine Klinkner von der von Hoerner & Sulger GmbH, Dr. André Schiele vom Telerobotik-Labor des ESA-Technologiezentrum ESTEC und Dr. Andreas Ciossek von der telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH zeigten sich zwar von den vielen verschiedenen Lösungsansätzen beeindruckt. Unter den gegebenen Randbedingungen hat der Grad der Aufgabenerfüllung bei allen Teams aber nicht ausgereicht, um eine finale Rangfolge abzuleiten. Das ist jedoch nicht ungewöhnlich für solche Wettbewerbe: Bei der Erstauflage der Darpa Grand Challenge in den USA gab es auch keinen eindeutigen Sieger. Trotzdem liefert dieser Wettbewerb wichtige Impulse – eine Premiere für eine vielversprechende Veranstaltungsreihe in der Raumfahrtrobotik.

Deutschland ist das Land der Ideen – das Land der Kreativität. Das gilt vor allem für den Maschinenbau. Hier ist in den letzten Jahren viel passiert. Junge kreative Köpfe haben neue Technologien entwickelt. Wir wollen diesen Trend unterstützen. Die Robotik-Industrie ist ein Vorbild in diesem Sektor.

Ralf Dittmann, Leiter der Abteilung Technik für Raumfahrtssysteme und Robotik im DLR Raumfahrtmanagement

Germany is the land of ideas, the land of creativity. This holds particularly true for the mechanical-engineering sector where a great deal has been happening in recent years. Young and creative minds have developed new technologies, a trend that we wish to support. The robotics industry is a role model for this sector.

Ralf Dittmann, head of the General Technologies and Robotics department of DLR Space Administration

Next, the space bot 21 team of hochschule 21 fields its eponymous rover. To enable the stocky four-wheel vehicle to solve all tasks quickly, a flying drone is sent out first. The robot systems from Buxtehude use colour recognition to identify their target objects but this is exactly what causes their undoing on the planetary surface at Rheinbreitbach: first, the drone allows itself to be distracted by a blue interview wall, flies there, and gets entangled in safety nets. Next, the rover stops, irritated by the colour of the ground. In the rover's 'eyes', the ground's yellow hue resembles the colour of the second target object. Consequently, it 'sees' battery packs everywhere, which it dutifully enters in the map of the environment. At the same time, it is so 'confused' by this mass of target objects that it comes to a standstill and refuses to do anything. Only its grasping arm continues to move back and forth until the end of the run time in an attempt to get hold of at least one of the many fictitious battery packs.

The ARTEMIS rover of the DFKI team proves considerably more agile. The 85-kilogramme SpaceBot heavyweight thoroughly explores the terrain, cross the ditch on the other side of the field and climbing partway up the hill with the third target object on it without exceeding the regular run time. Unfortunately, it is unable to identify the two hidden target objects. Still, it reaps bonus miles because it has travelled so far. Next at the starting line is 'JAC the Gripper', the rover built by the Jacobs University of Bremen. As it nimbly moves over the Rheinbreitbach planetary surface, it does not appear to have any problems with difficult terrain. It is the only rover to identify autonomously both the water cup and the battery pack, the two hidden target objects. Unfortunately, it does not succeed in grasping one of the two and packing it in, although it is parked directly in front of both. The second run of the Berlin Bear marks the close of the first day, which unfortunately ends the way it began: at

the very start of the run, the ground crew has to intervene and remove the middle wheels of the six-wheel vehicle, after which the rover becomes unstable. Having moved to the edge of the starting hill, its front legs threaten to buckle as it begins its descent. Nor can this be prevented by another intervention of the crew. When it moves again, the Bear unfortunately goes down on its knees, thus ending its evening mission.

Day 2 – a great start ends in standstill

At the start of the second day, the Chemnitz TU gets the space robot contest moving: to begin with, a drone is launched which explores the terrain successfully and autonomously. It even identifies one of the target objects from the air and succeeds in marking its position correctly on the map. Next, however, it flies out of the field, landing directly in front of the jury. The feat does not earn any points, unfortunately, but does earn applause from the audience. Afterwards, DEIMOS – one of two rovers – sets out to look for the water cup. Having left the starting hill, it

smoothly follows a sophisticated route traversing difficult terrain, for which points are awarded. Shortly before the target object is reached, however, DEIMOS surprisingly drops out: it hits the edge boards first with its grasping arm and immediately afterwards with its emergency button. Now that rover 1 has switched itself off, rover 2 – PHOBOS – is supposed to explore the countryside but remains rooted to the spot and cannot be brought back to life even with software updates. Thus, PHOBOS remains as motionless as the rover of the Locomotec team, which stays put over the entire 60-minute period.

Sadly, the Spacelions team from TU Braunschweig runs into problems right at the start. After an intervention by the ground crew, the team succeeds in getting the rover going. Displaying great courage, it immediately enters difficult terrain where, however, it gets bogged down and remains stuck until the end of the run. TU Berlin's robust and sophisticated SEAR rover fares little better. Its undercarriage resembles that of the Mars rover Curiosity but is no great help because SEAR spends a lot of time standing on top of the target hill and scanning the environment. When the rover, having recorded three checkpoints, decides to continue the competition fifteen minutes before the end of the run, it is too late for a detailed exploration of the Rheinbreitbach planetary surface. The only walking robot in the DLR SpaceBot Cup is called LAURON, comes from Karlsruhe, and is the last to enter the race. The LAUROPE team from the Informatics Research Centre has built a sophisticated rover that was originally intended for use in disaster scenarios, after earthquakes, for example. In the space landscape of Rheinbreitbach, LAURON unfortunately runs into problems at the very start, settling down on the starting hill. There is no change even after an intervention by the field crew. Thus, the race for the DLR SpaceBot Cup ends without a great deal of movement and without a winner.

The robot systems' ability to solve the tasks set for them was judged by an independent jury composed of five members: Dr Frank Schneider of the Fraunhofer Institute for Communication, Information Processing and Ergonomics (FKIE), Prof. Dr Jürgen Rossmann, Director of the Man-Machine Interaction Institute at RWTH Aachen, Dr Sabine Klinkner of von Hoerner & Sulger GmbH, Dr André Schiele from the telerobotics laboratory at ESA's ESTEC Technology Centre, and Dr Andreas Ciossek of the telerob Gesellschaft für Fernhantierungstechnik mbH. While the jury confessed themselves surprised at the variety of competing approaches, the degree to which the teams were able to complete the tasks was not sufficient to arrive at a final ranking. However, this is not unusual in such contests: when the Darpa Grand Challenge was held in the USA for the first time, there was no obvious winner either. Nevertheless, the contest supplied important impulses – the curtain-raiser for a promising series of events in space robotics.

Bear der FU Berlin hat ein Problem, wird vom Feld getragen, darf aber später noch einmal ran. JAC the Gripper macht seinem Namen keine Ehre: Zwar findet er alle Zielobjekte, will sie aber nicht greifen. Der Rover der Spacelions Braunschweig fährt sich im Sandbunker fest und kommt nicht mehr weg. SEAR der TU Berlin hat Software-Probleme und steht deshalb lange still, bevor er dann doch losfährt. LAURON des Karlsruher LAUROPE-Teams braucht gleich zu Beginn Starthilfe – verharrt dann allerdings bis zum Ende des Laufs auf der Startposition.

Bear, built by FU Berlin, has a problem and needs to be carried off the field, but gets a second chance later. JAC the Gripper is not living up to its name: it does locate all its target objects but refuses to pick them up. The rover built by Spacelions Braunschweig gets bogged down in the sand bunker and is unable to continue. SEAR from TU Berlin is down for a long time because of a software glitch but then begins to move. LAURON from the Karlsruhe LAUROPE team needs assistance right at the beginning, only to remain in its starting position until the end of the race.





Wohin geht die Reise der Ariane? Die Zukunft der europäischen Trägerrakete entscheidet sich im Dezember 2014 auf der nächsten ESA-Ministerratskonferenz.

Which way to take, Ariane? The future of Europe's launcher will be decided at the next meeting of the ESA Ministerial Council in December 2014.

Ariane-Programm

Wohin geht die Reise?

Von Dr. Thilo Kranz

In Europa wird derzeit intensiv über die Zukunft der Ariane-Trägerrakete diskutiert. Soll man mit dem vorhandenen System Ariane-5 evolutionär bei gleichen Startkosten mehr Nutzlast im Doppelstart transportieren oder revolutionsartig ein ganz neues System mit neuer Industrie anstreben, das eine Einzelnutzlast zu konkurrenzfähigen Kosten starten kann? Während Deutschland mittelfristig auf die Leistungssteigerung der Ariane 5 setzt, sieht insbesondere Frankreich in einer neu zu entwickelnden Ariane 6 den Schlüssel für eine erfolgreiche Fortsetzung der europäischen Trägerentwicklung (siehe Interview mit CNES-Präsident Jean-Yves Le Gall in COUNTDOWN-Ausgabe 22). Beide Sichtweisen haben ihre Berechtigung, ihre eigene Motivation sowie Vor- und Nachteile. Es sprechen jedoch starke Argumente für den zügigen Abschluss des Ariane 5 Midlife Evolution-Programms (Ariane 5ME).

The Ariane Programme

Which Way To Take?

By Dr Thilo Kranz

In Europe, a vigorous debate is currently going on about the future of the Ariane launch system. Should the existing dual-payload based Ariane 5 be evolved to increase its capacity at constant launch costs, or should Europe go for a revolutionary new system with a new industrial base, a system that must be able to launch a single payload at competitive cost? For the medium term, Germany's preferred solution is to increase the lifting power of Ariane 5, whereas in particular France regards a newly-developed Ariane 6 as key to a successful continuation of the development of European launcher systems (see the interview with CNES President Jean-Yves Le Gall in COUNTDOWN 22). Both views have their own justification, their own motivation, and their own pros and cons. However, there are powerful arguments in favour of speedily completing the Ariane 5 Midlife Evolution Programme (Ariane 5ME).



Autor: **Dr. Thilo Kranz** ist Projektleiter für das Ariane-Programm im DLR Raumfahrtmanagement. Er koordiniert die deutsche Beteiligung an den einzelnen Programmen und ist Berater der deutschen Delegationen in den entsprechenden ESA-Gremien.

Author: **Dr Thilo Kranz** is the project manager in charge of the DLR Space Administration's Ariane programme. He coordinates the German contributions to the various sub-programmes and acts as an advisor to the German delegation in the relevant ESA bodies.

Für die Projektteams einer jeden Raumfahrtmission ist der Start in den Weltraum ein Nervenkitzel. Auch heute – mehr als ein halbes Jahrhundert nach Sputnik – geht zwischen dem Moment der Triebwerkszündung und dem Absetzen der Nutzlast nicht immer alles glatt. Umso beruhigender, wenn die wertvolle Fracht auf einer Ariane 5 – der zuverlässigsten Trägerrakete der Welt – gebucht ist. Dies gilt insbesondere für eine der teuersten Weltraummissionen aller Zeiten – das „James-Webb-Space-Telescope“. Laut den Plänen der NASA und der beteiligten Projektpartner soll der Nachfolger des berühmten Hubble-Weltraumteleskops 2018 mit einer europäischen Ariane 5 starten. Ein Vertrauensbeweis für den europäischen Träger und seine Raumfahrtgenieure, die seit mittlerweile 40 Jahren kontinuierlich daran arbeiten, die Ariane so zuverlässig zu machen.

Über den Erfolg eines Trägersystems entscheiden aber nicht nur technische Reife, sondern auch Angebot und Nachfrage. Das Haupteinsatzgebiet der Ariane 5 ist der Transport von Telekommunikationssatelliten in den geostationären Transferorbit. Gut 90 Prozent ihrer gebuchten Nutzlasten haben diesen Orbit als Ziel. Eingeworben werden die Startverträge für diese Satelliten auf dem Weltmarkt. Das Ariane-Betriebsmodell ist somit unmittelbar mit dem Kaufverhalten der Satellitenbetreiber weltweit verknüpft und dem Konkurrenzdruck anderer kommerzieller oder staatlicher Startdienstleister direkt ausgesetzt. Dass Ariane 5 für den Doppelstart von Satelliten ausgelegt ist und dadurch jeweils zwei passende

For the project team of any space mission, the ride into space is a particular thrill. Even today, more than half a century after Sputnik, things sometimes go wrong between the moment of ignition and the release of the payload. It is all the more reassuring, therefore, if valuable cargo is booked on an Ariane 5, the world's most reliable launcher. This holds particularly true for one of the costliest space missions of all time – the James Webb Space Telescope. According to the plans made by NASA and the participating project partners, the successor to the famous Hubble Space Telescope will take off on a European Ariane 5 in 2018 – evidence of their confidence in the European launcher and its space engineers who have been labouring for 40 years now to make Ariane so reliable.

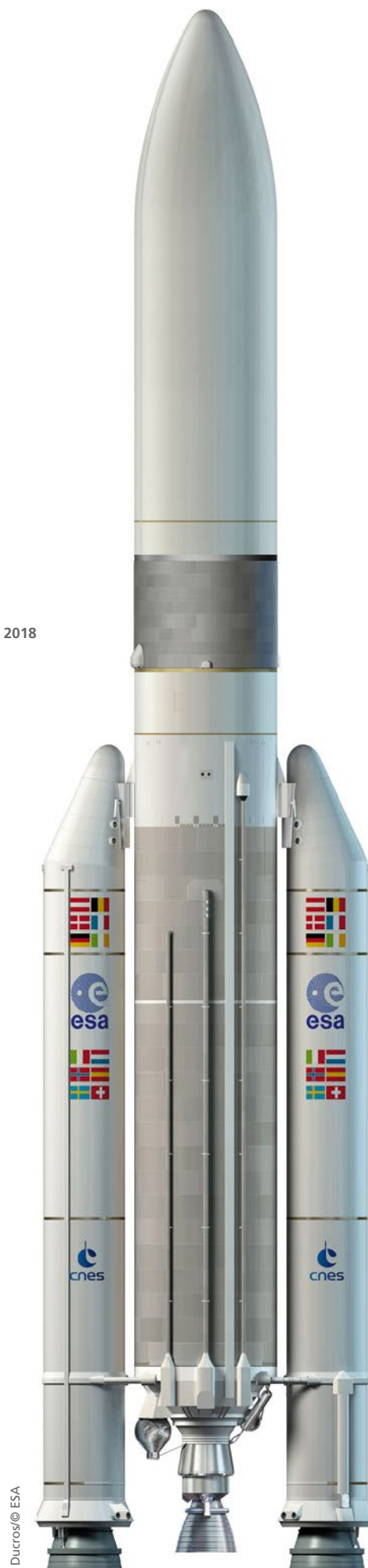
However, the success of a launch system does not only depend on its technical maturity but also on supply and demand. The chief function of Ariane 5 is to lift telecommunication satellites into a geostationary transfer orbit. More than 90 per cent of the payloads booked on it are destined for that orbit. As launch contracts for these satellites are offered on the world market, Ariane's operating model directly ties in with the buying behaviour of satellite operators worldwide and it is exposed to competitive pressure from other commercial or national launch service providers. The situation is exacerbated by the fact that Ariane 5 is designed to launch two satellite payloads simultaneously, which means that two matching satellites have to be ready at the same time. Yet it is exactly this dual-payload strategy – two paying customers per launcher – which enabled Europe to offer launch services at globally competitive prices in the first place. But how sustainable is this dual-payload strategy? This is where opinions diverge in Europe: should we continue to rely on Ariane 5, or should we quickly switch to an all-new single-payload launcher?

At the 2008 ESA Ministerial Council meeting, the dual strategy and the increase in the payload capacity of Ariane 5 to twelve tons, which had been envisaged as early as 1997, was still the unanimously approved path into the future for the European launchers. By employing the new Vinci upper-stage engine and increasing the propellant loading of Ariane 5, both its perfor-



Die neu zu entwickelnde Oberstufe macht die Ariane-Trägerraketen leistungsfähiger, flexibler und wirtschaftlicher im Betrieb. Verglichen mit der existierenden Ariane 5ECA wird die Treibstoffzuladung der Ariane 5ME-Oberstufe auf 28 Tonnen verdoppelt und so die Nutzlastkapazität auf bis zu 12,5 Tonnen in den geostationären Transferorbit gesteigert. Das neue Vinci-Triebwerk liefert mehr Schub und erlaubt mehrfache Brennpasen der Stufe. Die Leistungssteigerung der Ariane 5ME führt nicht zu höheren Betriebskosten und unterstützt damit die Wettbewerbsfähigkeit der Rakete. In der Oberstufe der künftigen Ariane 6 können dieselben Komponenten weiter genutzt werden.

The new upper stage, still to be under development, will make Ariane launchers more powerful, flexible, and efficient. Compared with existing Ariane 5ECA, the fuel capacity of the upper stage of Ariane 5ME will be increased to 28 metric tons, or double that of the current version, thus enabling the launcher to carry up to 12.5 metric tons of payload into a geostationary transfer orbit. The new Vinci engine offers more thrust and can be re-ignited several times. The extra performance of Ariane 5ME will not increase its operating cost, which will make the launcher very competitive. The same components can be used in the upper stage of the Ariane 6.

Ariane 5ME –
Erststart 2018Ariane 5ME –
first launch in 2018

Ducros© ESA

Satelliten gleichzeitig startbereit sein müssen, verschärft die Situation. Zugleich ermöglicht genau diese Doppelstartstrategie – zwei zahlende Kunden pro Träger – Europa bislang überhaupt, Startdienstleistungen zu weltweit konkurrenzfähigen Preisen anbieten zu können. Doch wie zukunftsfähig ist diese Doppelstartstrategie? Hier scheiden sich in Europa die Geister: Sollen wir weiter auf Ariane 5 setzen oder einen schnellen Wechsel hin zu einem völlig neuen Einzelstartträger vollziehen?

Auf der ESA-Ministerratskonferenz 2008 galt noch die Doppelstartstrategie und die bereits 1997 avisierte Anhebung der Nutzlastkapazität der Ariane 5 auf zwölf Tonnen als der einstimmig beschlossene Weg in die Zukunft der europäischen Träger. Unter Einsatz des neuen Vinci-Oberstufentriebwerks und einer höheren Treibstoffzuladung der Ariane 5 mit mehr Leistung und größerer Missionsflexibilität sollten gleichzeitig die Produktionskosten der Träger konstant gehalten werden – lautete das realistische Ziel dieses Ariane 5ME-Projekts. Die Leistungssteigerung der Trägerrakete um 20 Prozent ermöglicht, das Doppelstartprinzip auch bei stetig anwachsenden Satellitenstartmassen beizubehalten und stellt gleichzeitig proportional zur Tonnage steigende Mehreinnahmen in Aussicht, die die bislang erforderlichen Unterstützungsmaßnahmen der europäischen Staaten obsolet machen würden.

Jüngste Prognosen zur Marktentwicklung der Telekommunikations-satelliten sprechen ebenfalls für das Konzept der Ariane 5ME: Eine Erhöhung der Nutzlastkapazität wird bereits in der zweiten Hälfte des Jahrzehnts unvermeidlich sein, um die Rakete auch dann noch erfolgreich im Doppelstart betreiben zu können. Die europäischen Raketen würden sonst wichtige Marktanteile verlieren und zu einer dauerhaft reduzierten Startkadenz führen. Bei fixem Grundaufwand für den Betrieb der existierenden Anlagen wären gravierende Kostensteigerungen die Folge. Herbe Umsatzeinbußen brächten die europäische Raumtransportindustrie in ökonomische Bedrängnis, lange bevor jegliches Nachfolgesystem operativ werden könnte. Ariane 5ME sichert folglich die Zukunft der europäischen Träger. Neben diesen am Markt und an der Wirtschaftlichkeit orientierten Aspekten erlaubt die neue Konfiguration der Ariane 5 auch wichtige Schritte hin zu einem ökologischeren Weltraumzugang: Die Weiterentwicklung kommt gänzlich ohne die giftigen hydrazinbasierten Treibstoffe aus und vermeidet Weltraumschrott durch gezieltes Entfernen der Stufe aus dem Orbit nach erfolgreicher Mission. Alle diese 2008 einstimmig beschlossenen, wesentlichen Entscheidungskriterien sind aus deutscher Sicht bis heute unverändert gültig.

Allerdings haben sowohl namhafte Satellitenbetreiber als auch die Ariane-Betreiberfirma Arianespace nie einen Hehl daraus gemacht, dass sie sich eigentlich eine Trägerrakete wünschen, die nicht die Koordination zweier Kunden gleichzeitig erfordert. Die Kunden fahren sozusagen lieber mit dem Taxi, als sich mit anderen Passagieren einen Bus zu teilen – ein Luxus, den sich Europa eigentlich nicht leisten kann. Denn die heutigen Preise für Startdienstleistungen auf dem Weltmarkt sind zu gering, um eine nach den bisherigen Prinzipien und den hohen Qualitätsstandards in Europa gefertigte Trägerrakete im individuellen Einzelstart wirtschaftlich betreiben zu können. Den Durchbruch soll an dieser Stelle nun das in Frankreich favorisierte „Ariane-6“-Programm bringen. Das seit dem Beschluss auf der Ministerratskonferenz 2012 in einer Vorbereitungsphase befindliche Projekt soll untersuchen, ob ein neu zu entwickelnder Träger mit einer feststoffbetriebenen Erst- und Zweitstufe sowie einer leistungsfähigen Oberstufe mit kryogenen Treibstoffen (Flüssigwasserstoff und Flüssigsauerstoff) das Potenzial besitzt, auf dem Weltmarkt kostendeckend betrieben zu werden. Zahlreiche Studien haben unterdessen gezeigt, dass für einen wirtschaftlich erfolgreichen Einzelstartbetrieb die Startkosten pro Rakete gegenüber heute um mehr als Faktor zwei reduziert werden müssten. Ein überaus ambitioniertes Entwicklungsziel.

Doch kann dieses Ziel überhaupt erreicht werden und wenn ja wie? Um diese Fragen sind in Europa kontroverse Diskussionen ent-

Die Investition in Ariane 5ME ist unverzichtbar, soll das Betriebsmodell der Ariane 5 mittel- bis langfristig wettbewerbsfähig bleiben. Eine Entwicklung der Ariane 6 muss behutsam erfolgen, um die europäische Marktposition nicht zu gefährden.

Dr. Claus Lippert, Leiter der Abteilung
Trägersysteme im DLR Raumfahrtmanagement

Investing into Ariane 5ME is indispensable if we want the Ariane 5 operating model to remain competitive in the long term. The development of Ariane 6 must be conducted circumspectly so as not to endanger Europe's market position.

Dr Claus Lippert, head of the Launchers
department of the DLR Space Administration

mance and its mission flexibility will be increased. At the same time, the cost of launcher production shall be kept constant. Such were the realistic objectives of the Ariane 5ME project. Increasing the performance of the launcher by 20 per cent would permit retaining the dual-payload principle even in the face of continuously increasing satellite lift-off weights. At the same time, there is the prospect of revenues increasing in proportion to the payload mass so that the support lent thus far by the European states will become obsolete.

The latest forecasts on the market evolution for telecommunications satellites also argue in favour of the Ariane 5ME concept: in the second half of the decade, it will become inevitable to increase the launcher's payload capacity in order to ensure dual launch operations successfully. Failing that, the European rockets would lose important market shares, and their launch cadence would be permanently reduced. Assuming that the basic expenditure for operating the existing facilities remains fixed, significant cost increases would be the consequence. A painful slump in sales would steer the European space transport industry into economic hot water long before any successor system could become operative. Consequently, Ariane 5ME secures the future of the European launchers.

In addition to these market and profitability-related aspects, the new configuration of Ariane 5 permits taking important steps on the way towards a more ecological access to space: the advanced version no longer uses toxic hydrazine-based fuels, and the upper stage is purposefully removed from orbit after a successful mission, thus avoiding additional space debris. In the German view, all these essential decision criteria, which were adopted unanimously in 2008, apply unchanged to this day.

On the other hand, major satellite operators as well as Arianespace, the company which operates Ariane, never tried to hide the fact that what they really wish for is a launcher that does not require co-ordinating two simultaneous operators. Customers prefer going by taxi to sharing a bus with other passengers – a luxury which Europe cannot really afford. World market prices for launch services are currently too low to permit profitably operating a single-payload launcher manufactured in Europe and complying with approved principles and high standards of quality. The Ariane 6 programme, which is favoured by France, is conceived as a game changer. Approved by the 2012 ESA Ministerial Council meeting and currently undergoing a preparatory phase, the project shall study, whether a newly-developed launcher featuring a solid-fuel first and second stage plus an efficient upper stage running on cryogenic fuels (liquid hydrogen and liquid oxygen) does have the potential of operating cost-effectively on the world market. Meanwhile, numerous studies have shown that for the rocket to operate profitably under the single-payload system, launch costs per rocket would

Ariane 6 –
StudienphaseAriane 6 –
definition study

Ducros© ESA

brannt. Aus deutscher Sicht ist vom Referenzkonzept der Ariane 6 kein technologischer Durchbruch zu erwarten. Sowohl Feststoffmotoren, als auch kryogene Stufen sind in Europa bereits im Einsatz. Auch eine Verbesserung der Herstellungsprozesse ist keine Garantie für einen Erfolg. Eine hoch automatisierte Produktion, die tatsächlich die Stückkosten entscheidend senken könnte, ist aufgrund der geringen Produktionszahlen eher unwahrscheinlich. Eine Effizienzsteigerung könnte allerdings durch Konzentration auf wenige Entwicklungs- und Produktionsstandorte beziehungsweise Firmen in Europa erreicht werden. Dieser in Frankreich favorisierte Ansatz verstößt allerdings gegen das Organisationsprinzip der ESA, läuft der Solidarität der Teilnehmerstaaten zuwider und stellt die europäische Partnerschaft im Rahmen der ESA in Frage. Das wird zu Unstimmigkeiten zwischen den ESA-Mitgliedsstaaten führen. Dadurch besteht ein erhebliches Risiko, dass Ariane 6 die ehrgeizigen Ziele nicht erfüllt, sich erheblich verzögert oder dass die Kosten jedes vernünftige ESA-Budget sprengen.

Vor diesem Hintergrund wird den Maßnahmen zur Zukunftssicherung der Ariane 5 eine noch wichtigere Rolle zuteil. Das Trägersystem sorgt heute für einen Umsatz von jährlich rund einer Milliarde Euro und ist damit ein unverzichtbarer Faktor in Europas Raumfahrtindustrie. Ein schwindender Umsatz hätte gravierende Folgen für die gesamte europäische Branche. Die Investition in die Ariane-5-Midlife-Evolution schafft hier wichtige Margen, die auch bei zunehmender Konkurrenz die heutige Marktposition der Ariane 5 bis weit ins nächste Jahrzehnt hinein absichern. Europa kann damit im Entscheidungsprozess um Ariane 6 ausreichend Spielraum für die technischen, wirtschaftlichen und raumfahrtpolitischen Realitäten und Randbedingungen schaffen. So kann am Ende tatsächlich ein zukunftsfähiges Produkt entstehen, dem so viel Vertrauen wie der Ariane 5 heute geschenkt werden könnte.

Deutschland vertritt deswegen die Position, dass der zweite Schritt nicht vor dem ersten getan werden sollte: Erst sollte die Ariane-5-Midlife-Evolution umgesetzt werden bevor mit einer Entwicklung der nächsten Launcher-Generation Ariane 6 begonnen werden kann. In diesem Sinne werden wir die ESA-Ministerratskonferenz im kommenden Jahr vorbereiten.

have to be reduced by a factor of more than two compared to the present day. A highly ambitious development objective.

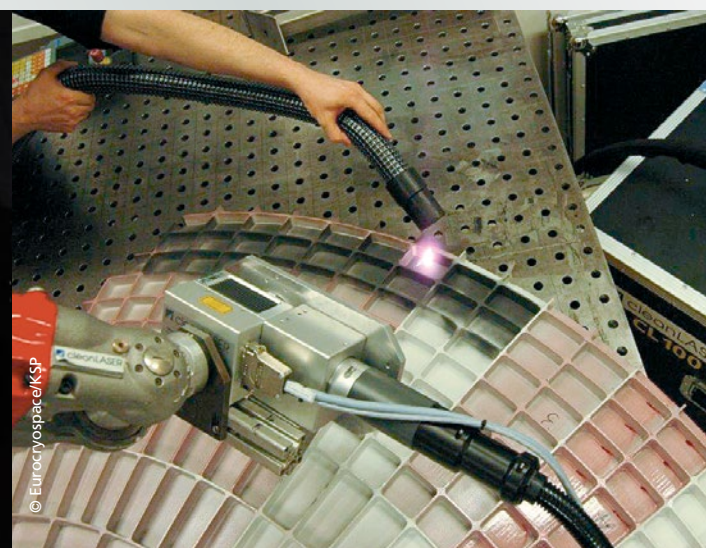
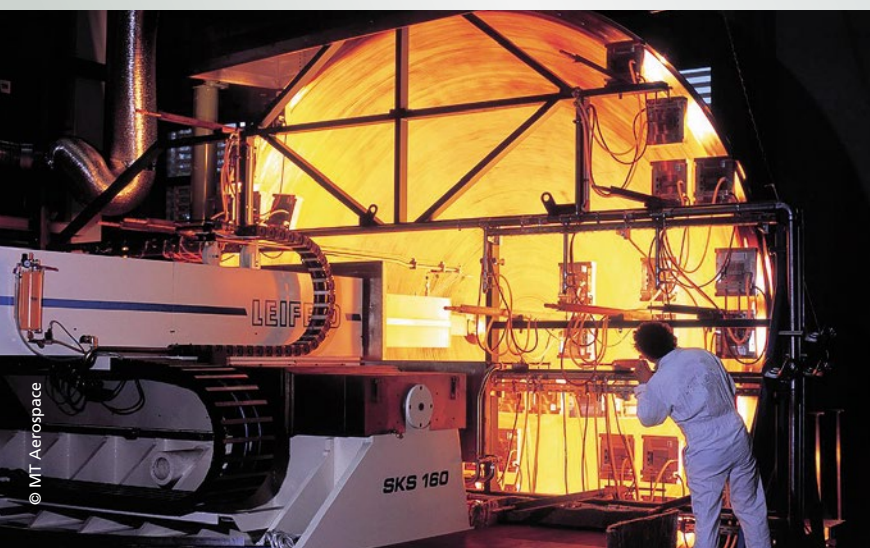
But can this objective be reached at all, and if so, how? These questions are currently fuelling controversial discussions in Europe. From the German perspective, a technological breakthrough is not to be expected from the reference concept of Ariane 6. Both solid rocket motors and cryogenic rocket stages are already being used in Europe. Improving manufacturing processes is not a guarantee of success, either. Substantial cost savings from a highly automated production appears rather improbable because production figures are low. Efficiency might actually be increased by concentrating on a few development and production sites or companies in Europe. This approach is favored in France. However, it would infringe ESA's principles of organization, might undermine the solidarity among partner states, and putting at risk the idea of ESA representing a true European partnership. It will cause discord among ESA's member states, possibly leading to a considerable risk that Ariane 6 might fail to meet its ambitious objectives, suffer considerable delays, or increase its cost beyond any reasonable ESA budget.

Against this background, the steps taken to safeguard the future of Ariane 5 gain even more relevance. At present, the launch system accounts for an annual turnover of around one billion Euros, making it an indispensable factor in Europe's space industry. Investments in the Midlife Evolution of Ariane 5 create important margins which will ensure that, despite increasing competition, the launcher retains its present market position far into the next decade. In the meantime, while arriving at a decision about Ariane 6, Europe acquires sufficient latitude for accommodating technical, economic, and space-policy realities and constraints. Eventually, this could lead to a sustainable product that will earn as much trust as Ariane 5 enjoys today.

It is Germany's conviction that the second step should not be taken before the first: Ariane 5 Midlife Evolution should be put into practice before beginning the development of the next launcher generation, Ariane 6. Our preparations for next year's ESA Ministerial Council meeting will be made along those lines.

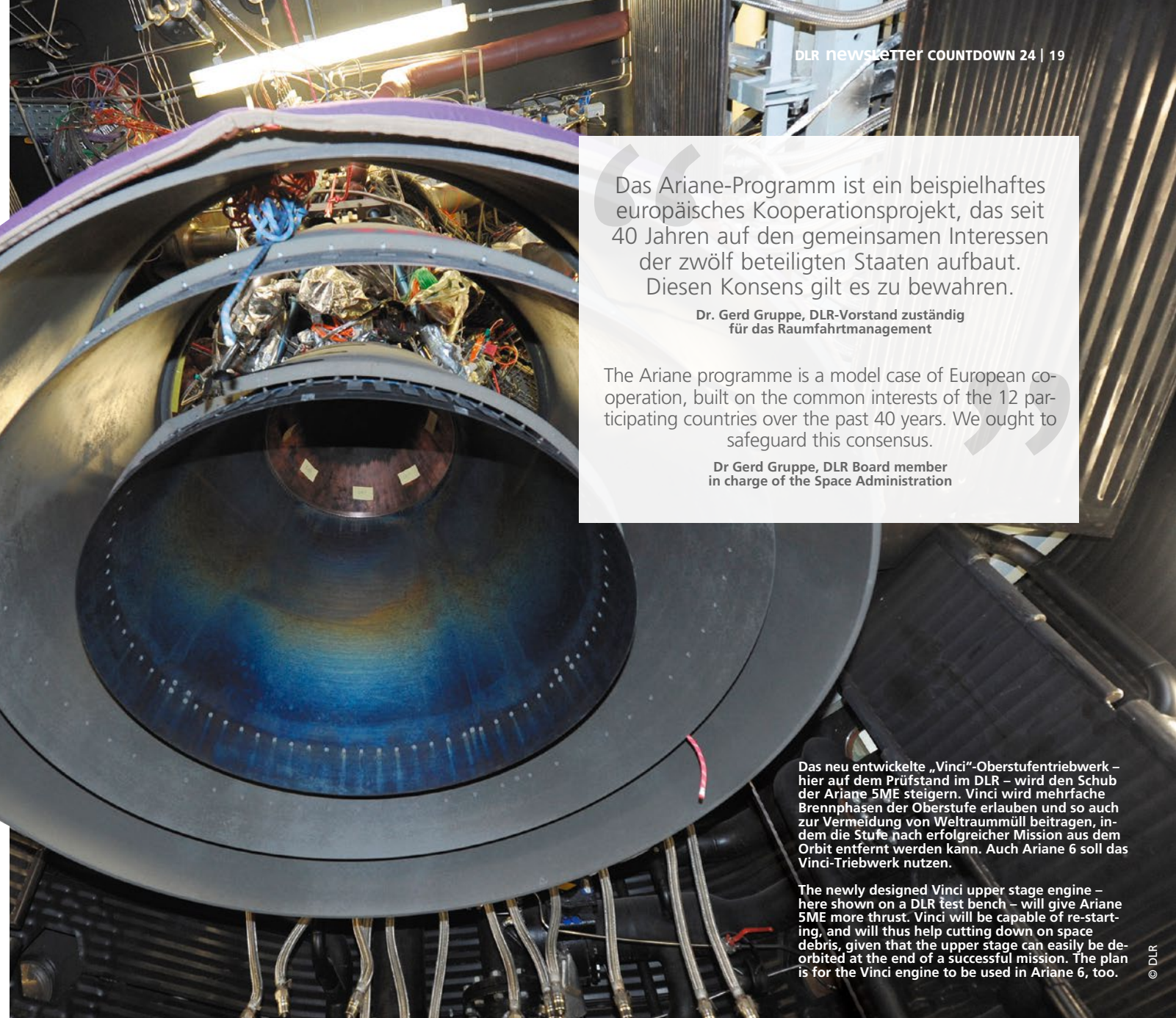
Innovationsschub bei der Herstellung der Oberstufentanks: An den deutschen Standorten Augsburg und Bremen werden neue Fertigungsverfahren entwickelt, die die Produktion der Ariane 5ME effizienter und umweltverträglicher machen: Mit der Spinforming-Technik werden zukünftig die Tankböden der Ariane-Oberstufen hergestellt und die neue umweltfreundliche LASER-Oberflächenbehandlung wird die bisherige Behandlung mit Chrom ersetzen.

A burst of innovation: new manufacturing processes currently being introduced at two locations in Germany, Augsburg and Bremen, where the upper stage fuel tank is to be built. The idea is to make production of Ariane 5ME more efficient as well as more sustainable. The future tank lower domes of the Ariane upper stage will be made in one piece using spin forming technology, and a novel environmentally-friendly laser surface treatment will replace the current chrome plating process.



Zur Herstellung der Oberstufentanks für Ariane 5ME kommt im europäischen Raumtransport erstmals das „Reibrührschweißverfahren“ zum Einsatz. Dieses effiziente und materialschonende Verfahren hat auch in der Raumfahrt ein erhebliches Zukunftspotenzial.

A process known as 'friction stir welding' will be introduced for producing the Ariane 5ME upper stage tank. Due to its efficiency and favorable characteristics this technology has a great potential not only in space transportation, but the whole space sector.



Das Ariane-Programm ist ein beispielhaftes europäisches Kooperationsprojekt, das seit 40 Jahren auf den gemeinsamen Interessen der zwölf beteiligten Staaten aufbaut. Diesen Konsens gilt es zu bewahren.

Dr. Gerd Gruppe, DLR-Vorstand zuständig für das Raumfahrtmanagement

The Ariane programme is a model case of European co-operation, built on the common interests of the 12 participating countries over the past 40 years. We ought to safeguard this consensus.

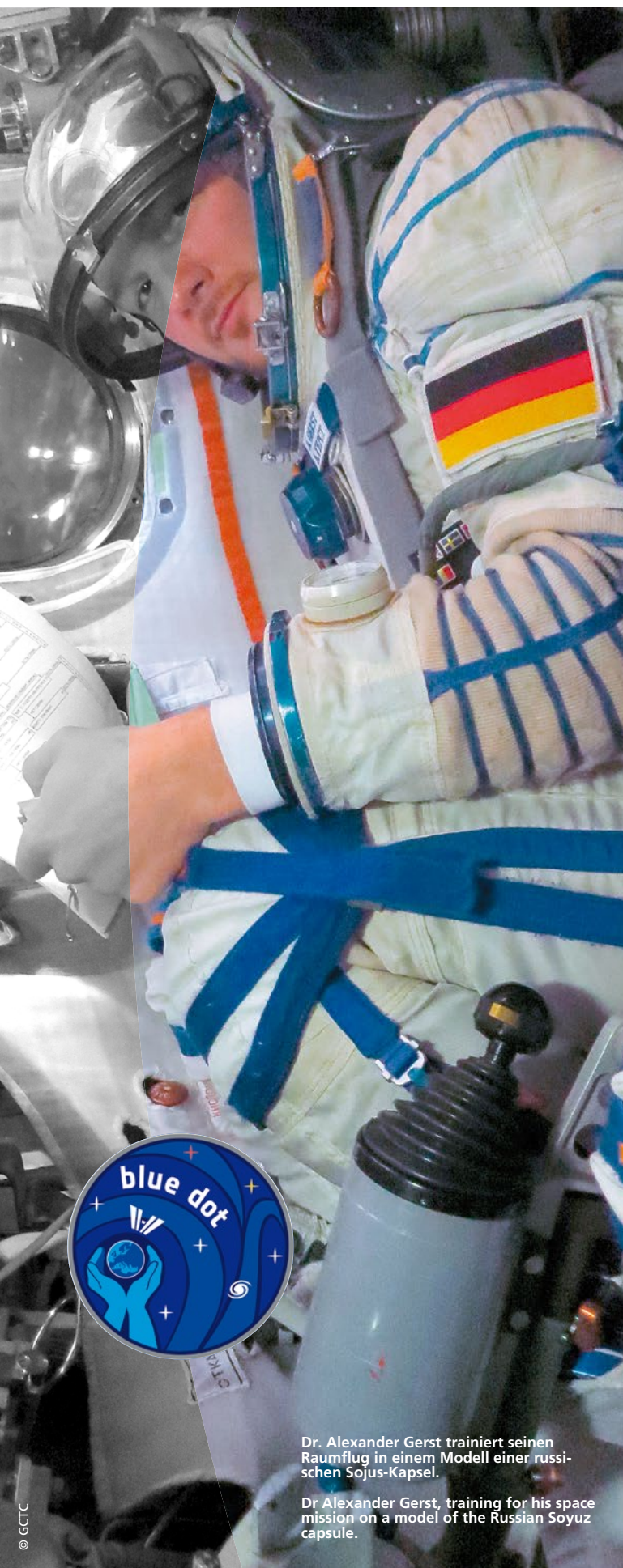
Dr Gerd Gruppe, DLR Board member in charge of the Space Administration

Das neu entwickelte „Vinci“-Oberstufentriebwerk – hier auf dem Prüfstand im DLR – wird den Schub der Ariane 5ME steigern. Vinci wird mehrfache Brennphasen der Oberstufe erlauben und so auch zur Vermeidung von Weltraummüll beitragen, indem die Stufe nach erfolgreicher Mission aus dem Orbit entfernt werden kann. Auch Ariane 6 soll das Vinci-Triebwerk nutzen.

The newly designed Vinci upper stage engine – here shown on a DLR test bench – will give Ariane 5ME more thrust. Vinci will be capable of re-starting, and will thus help cutting down on space debris, given that the upper stage can easily be de-orbited at the end of a successful mission. The plan is for the Vinci engine to be used in Ariane 6, too.

© DLR

© MT Aerospace



Dr. Alexander Gerst trainiert seinen Raumflug in einem Modell einer russischen Sojus-Kapsel.

Dr. Alexander Gerst, training for his space mission on a model of the Russian Soyuz capsule.

„The Blue Dot“

Dr. Alexander Gerst forscht auf der ISS
Teil 1: Herz-Kreislauf-Regulation beim Menschen

Von Prof. Günter Ruyters

Er ist der elfte Deutsche im Weltall: Als Geophysiker und Vulkanforscher kennt der ESA-Astronaut Dr. Alexander Gerst unsere Erde – und vor allem die Phänomene im Erdinneren – genau. Auf seiner Mission „The Blue Dot“ wird er unseren Heimatplaneten nun aus einem ganz anderen Blickwinkel betrachten. Am 28. Mai 2014 wird er zusammen mit dem russischen Kosmonauten Maxim Wiktorowitsch Surajew und NASA-Astronaut Gregory Reid Wiseman an Bord eines Sojus-Raumschiffes vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur zur Internationalen Raumstation ISS aufbrechen. Aus rund 360 Kilometern Höhe wird ihm unser Heimatplanet dann als lebenswerter blauer Punkt in einem Meer von schwarz erscheinen. Unter dem Motto „Shaping the future – Zukunft gestalten“ wird er bis November 2014 an Bord der ISS neben operativen Aufgaben die besonderen Bedingungen des Welt-raums wie zum Beispiel die Schwerelosigkeit nutzen, um circa 100 spannende Experimente in 166 Tagen durchzuführen. 35 Experimente kommen aus Europa. Die meisten dieser im internationalen Wettbewerb ausgewählten Projekte stammen dabei aus deutschen Forschungseinrichtungen – Grund genug, um diese und einige abgeschlossene Experimente vorzustellen, die in enger thematischer Beziehung stehen und bereits interessante Ergebnisse erbracht haben.

‘The Blue Dot’

Dr Alexander Gerst Doing Research on the ISS
Part 1: Cardiovascular Regulation in Humans

By Prof. Günter Ruyters

He is the eleventh German in space: as a geophysicist and volcano researcher, ESA astronaut Dr Alexander Gerst knows a lot about our Earth, particularly about the phenomena in its interior. On his Blue Dot mission, he will look at our home planet from quite a different angle. On May 28, 2014, he will set out for the International Space Station (ISS) on board a Soyuz spacecraft from the Russian cosmodrome Baikonur in the company of Russian cosmonaut Maxim Viktorovich Surayev and NASA astronaut Gregory Reid Wiseman. From an altitude of around 360 kilometres, our home planet will appear to him as a habitable blue dot in a sea of blackness. His mission will bear the motto ‘Shaping the Future’. He will remain on board the ISS until November 2014, and not only perform certain operational tasks but make the most of his 166 days in space and use the special conditions prevailing there, chiefly microgravity, to conduct approx. 100 exciting scientific experiments. 35 of these experiments are European ones. Most of these projects, which were selected in international competition, were submitted by German research institutes – reason enough for us to present these as well as a few thematically related experiments that have already produced some interesting results.



Autor: **Prof. Günter Ruyters** leitet in der Abteilung Forschung unter Weltraumbedingungen des DLR Raumfahrtmanagements das Programm Biowissenschaften (Biologie, Medizin).

Author: **Prof. Günter Ruyters** heads the Life Sciences Programme in the department of Microgravity Research (Life and Physical Sciences) of the DLR Space Administration.

Astronauten haben bei ihren Weltraummissionen aufgrund fehlender Schwerkraft und ausbleibender mechanischer Belastung mit ganz ähnlichen Gesundheitsproblemen wie alternde Menschen auf der Erde zu kämpfen – allerdings wesentlich beschleunigt. Störungen des Kreislaufs und des Gleichgewichtssystems treten sofort auf, innerhalb von Tagen oder Wochen bauen sich Muskeln und Knochen ab, und auch das Immunsystem ist beeinträchtigt. Der Alterungsprozess und bestimmte Krankheiten lassen sich so auf der ISS im Zeitraffer studieren und damit wertvolle Erkenntnisse auch für den Menschen auf der Erde gewinnen. Herz-Kreislauf-Probleme – für Astronauten gerade nach der Landung auf der Erde eine Herausforderung – spielen hier eine besondere Rolle.

PULS und PNEUMOCARD: Astronauten fit dank guten Trainings

Die fehlende Schwerkraft verschiebt bei Astronauten das Blutvolumen in die obere Körperhälfte. Parallel dazu verändert sich die Regulation des autonomen Nervensystems. Auch das Herz-Kreislaufsystem passt sich an die fehlende Schwerkraft an. Nach der Rückkehr der Astronauten zur Erde werden sie schlagartig wieder mit der Schwerkraft konfrontiert. In den ersten Tagen treten daher oft Störungen der Kreislaufregulation auf – ähnlich den orthostatischen Symptomen älterer Menschen, wenn sie morgens zu schnell aus dem Bett aufstehen wollen. Aber auch jüngere Menschen können unter solchen Kreislaufbeschwerden leiden, was die Betroffenen im Alltag erheblich einschränkt.

Wissenschaftler der Medizinischen Hochschule Hannover wollten durch die Experimente PULS und PNEUMOCARD die Ursachen von Kreislaufveränderungen bei Astronauten besser verstehen und die Ergebnisse auch für diagnostische und therapeutische Konzepte auf der Erde nutzen. Zwischen 2002 und 2012 wurden in Kooperation mit dem Institut für Biomedizinische Probleme in Moskau Messungen an mehr als 30 Kosmonauten durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Herzfunktion, der Blutdruck sowie die Herz- und Atemfrequenz erstaunlich schnell und gut an die Weltraumbedingungen anpassen. Nach der Rückkehr zur

Because of the absence of gravity and the resultant absence of mechanical loads, astronauts on space missions have health problems to contend with that closely resemble those of ageing people on Earth but progress at a much faster rate. Circulatory and vestibular disorders set in immediately, muscles and bones degenerate within days or weeks, and even the immune system is impaired. Thus, the ageing process as well as certain illnesses can be studied in fast motion on the ISS, yielding valuable insights for people on Earth as well. In this context, cardiovascular problems – a challenge for astronauts particularly on their return to Earth – play an outstanding part.

PULS and PNEUMOCARD: astronauts stay fit thanks to proper exercise

In the absence of gravity, an astronaut's blood moves to the upper half of the body. At the same time the regulation of the autonomic nervous system changes. The cardiovascular system, too, adapts to the lack of gravity. When an astronaut returns to Earth, these systems are abruptly confronted with gravity again. Consequently, circulatory regulation disorders are frequent in the first few days – similar to the orthostatic symptoms encountered by elderly people when they want to get out of bed too quickly in the morning. However, younger people also suffer frequently from such circulatory complaints, which can be a considerably hindrance in their daily life.

Scientists from the Hanover Medical School hope to learn more about the causes of circulatory changes in astronauts from the PULS and PNEUMOCARD experiments, intending to use the results for new diagnostic and treatment concepts on Earth. Between 2002 and 2012, measurements have been conducted on more than 30 cosmonauts in co-operation with the Institute of Biomedical Problems in Moscow. The results showed that the cardiac function, the blood pressure, and the heart and respiratory rates adapt to space conditions amazingly quickly and well. After the cosmonauts' return, their cardiovascular systems stabilised within three days from arrival – evidence of the effectiveness of the exercise programmes on the ISS.



An Bord der ISS testet der Kosmonaut Yuri Malentschenko PNEUMOCARD – ein einfaches, robustes und zuverlässiges Gerät zur Kreislaufdiagnostik.

On board the ISS: cosmonaut Yuri Malenchenko testing PNEUMOCARD, a simple, robust, and reliable device for cardiovascular diagnosis.



Niederleistungsdiagnostik: Der Zeitverlauf der muskulären Sauerstoffaufnahme nach Leistungsänderungen bei leichten Belastungsintensitäten könnte zukünftig Ausbelastungstests von Astronauten ersetzen.

Low-performance diagnostics: in the future, muscle oxygenation histograms taken during physical tests with loads varying between light and medium may eliminate the need for testing astronauts to exhaustion.

Erde stabilisierte sich das Herzkreislaufsystem bereits innerhalb der ersten drei Tage – ein Indiz für die Effektivität der Trainingsprogramme auf der ISS.

Die für die ISS entwickelten Untersuchungs- und Auswertemethoden werden auch an Patienten auf der Erde eingesetzt, beispielsweise zur Früherkennung von Störungen der Kreislaufregulation in der Präventionsmedizin, zur Bestimmung des Trainingszustandes in der Sportmedizin oder zur Verlaufskontrolle von Kreislaufpatienten in der Rehabilitationsmedizin. Vergleichsuntersuchungen an Patienten mit orthostatischen Problemen auf der Erde zeigten bereits, dass – anders als bei den Astronauten – körperliche Aktivität vielfach nicht weiterhilft. Hier kommen als Ursache Gen- und Umweltfaktoren hinzu – möglicherweise ein neuer Ansatzpunkt zur Behandlung dieser Patienten. Für die Raumfahrt entwickelte tragbare Geräte zur Messung der Kreislauffunktion sollen in Zukunft helfen, den Therapieerfolg auch im häuslichen Umfeld der Patienten zu prüfen.

EKE: Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Menschen

Astronauten müssen während einer laufenden Mission ein umfangreiches und zeitintensives Trainingsprogramm absolvieren, um dem Verlust an physischer Leistungsfähigkeit entgegenzuwirken. Beim Projekt EKE, das zwischen Herbst 2009 und November 2012 an zwölf Astronauten auf der ISS durchgeführt wurde, ging es primär um die Ausdauerleistungsfähigkeit, die üblicherweise über die maximale Sauerstoffaufnahme bei der Atmung beurteilt wird. Der Proband muss dafür bis an die Grenze seiner körperlichen Leistungsfähigkeit gehen. Hier suchten Wissenschaftler der Deutschen Sporthochschule in Köln nach einer Alternative, um diese starken Belastungen zu vermeiden und auch die Ursachen für die Leistungsbegrenzung genauer zu verstehen. Nach ihrer Auffassung sollte es ausreichen, den Zeitverlauf der respiratorischen Sauerstoffaufnahme und der Herzfrequenz schon bei leichten bis mittleren Belastungsintensitäten zu erfassen. Diese Daten erlauben auch die Kalkulation der muskulären Sauerstoffaufnahme.

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass sich die Herzfrequenz nach langen Weltraumaufenthalten nicht oder nur sehr gering verändert. Anders sieht es bei der Sauerstoffaufnahme aus. Hier deutet sich eine Verschlechterung trotz des Trainings auf der ISS unmittelbar nach Rückkehr aus der Schwerelosigkeit an. Jedenfalls lässt sich die körperliche Leistungsfähigkeit tatsächlich anhand der Veränderungen der Sauerstoffaufnahme und der Herz-Kreislauf-Parameter auch bei niedrigeren Belastungsintensitäten abschätzen. Diese neue „Niederleistungsdiagnostik“ kann nun das Training verbessern und häufige Leistungstests bis zur Erschöpfung vermeiden helfen. Sie könnte in Zukunft auch bei Personen angewendet werden, die einer Ausbelastung nicht unterzogen werden sollten – wie zum Beispiel Kinder und ältere Menschen sowie Reha- und Herzinsuffizienz-Patienten.

The examination and evaluation methods that were developed for the ISS are also being applied to patients on Earth. Used in preventive medicine, for example, they help detect circulatory regulation disorders at an early stage. In sports medicine they provide new ways to test an athlete's physical fitness, and in rehabilitation medicine to check the progress of patients with circulatory disorders. Comparative studies of patients with orthostatic problems on Earth have already shown that these patients – unlike astronauts – often do not benefit from physical activity. In these cases, genetic and environmental factors may play a part. This might possibly lead to a new approach to treating these patients. In the future, portable equipment for measuring circulatory functions, originally developed for use in space, will assist in monitoring the success of treatment in a patient's domestic environment.

EKE: determining endurance capacity in humans

While on a mission, astronauts have to go through extensive and time-consuming training programmes to counteract the loss of physical fitness. The EKE project, in which twelve ISS astronauts participated between the autumn of 2009 and November 2012, is mainly concerned with endurance capacity, which is commonly assessed on the basis of maximum oxygen uptake during breathing. In these tests, subjects have to go to the limit of their physical capacity. Scientists at the Deutsche Sporthochschule in Cologne are now looking for an alternative that does not involve such extreme exhaustion and yet helps them to understand the causes of performance limitations. They found it sufficient to measure respiratory oxygen uptake over time at low to medium exercise loads. Muscular oxygen uptake, too, may be calculated from these data.

Early results permit the conclusion that the heart rate changes very little or not at all after a long sojourn in space. Oxygen uptake, however, presents another picture: there are indications that despite the physical training on the ISS it deteriorates immediately after a return from microgravity. At all events, physical fitness can be assessed on the basis of changes in oxygen uptake and of cardiovascular parameters even at low load intensities. Thanks to this new 'low-performance diagnostics', exercise programmes can be improved and frequent performance tests to the point of exhaustion can be avoided. In the future, this new method might also be applied to individuals who should not be tested to exhaustion, such as children, elderly people, patients in rehabilitation, and patients with heart failure.

THERMO and the Circadian Rhythm: temperature regulation in space

At the onset of microgravity, body fluids such as blood and lymph quickly redistribute themselves. Corresponding changes in heat regulation occur at the same time: astronauts often complain about cold feet and fingers. On the other hand, hard work in a spacesuit may very quickly cause the temperature of



THERMO und circadian rhythm: Temperaturregulation im All

Beim Eintritt in die Schwerelosigkeit verteilen sich Körperflüssigkeiten wie Blut und Lymphe schnell um. Entsprechend verändert sich auch der Wärmehaushalt: Astronauten klagen oft über kalte Füße und Finger. Andererseits kann die anstrengende Arbeit in den Raumanzügen innerhalb kürzester Zeit zu einem gefährlichen Temperaturanstieg der sogenannten Körperkerntemperatur der inneren Organe auf über 39 Grad führen. Die bisher verfügbaren Messverfahren sind allerdings nicht für den alltäglichen Einsatz bei Astronauten geeignet. Daher hat eine Arbeitsgruppe an der Charité Berlin in enger Zusammenarbeit mit der Drägerwerk AG ein neues nicht-invasives Messverfahren entwickelt. Am Kopf und am Brustbein des Astronauten angebracht, wird mit Sensoren der Wärmefluss gemessen und anschließend mittels mathematischer Algorithmen die Umrechnung der Daten in die Körperkerntemperatur vorgenommen.

Im Herbst 2009 begannen die Messungen auf der ISS, die im Herbst 2012 nach Beteiligung von insgesamt zwölf Astronauten abgeschlossen wurden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Basaltemperatur in Ruhe in Schwerelosigkeit überraschenderweise um circa 0,5 bis 1 Grad Celsius höher liegt als unter terrestrischen Bedingungen. Noch wichtiger: Die Körperkerntemperaturen beim körperlichen Training im All sind stark erhöht und halten dieses Niveau auch in der Ruhephase nach Belastung wesentlich länger. Diese Ergebnisse helfen dabei, die Arbeitsbelastungen und notwendigen Ruhephasen bei Astronauten in Zukunft besser einzuschätzen und sie vor Überhitzung zu schützen.

Im Folgeexperiment auf der ISS, das auch Dr. Alexander Gerst durchführen wird, geht es um die zirkadiane Rhythmik. Der Mensch hat eine innere Uhr, die uns ein Gefühl für die Tageszeit gibt und uns nachts müde werden lässt. Normalerweise läuft diese biologische Uhr mit der 24-stündigen Rotationsdauer der Erde synchron. In der Umlaufbahn der ISS ist dieser Rhythmus jedoch gestört. Im Experiment soll untersucht werden, wie sich Langzeitmissionen auf die biologische Uhr auswirken. Dazu wird die Körperkerntemperatur sowie der Spiegel des Hormons Melatonin, das in enger Verbindung zum zirkadianen Rhythmus steht, gemessen. Die Ergebnisse sollen zeigen, wie der Mensch am wirkungsvollsten zur Ruhe kommt, denn Veränderungen der zirkadianen Rhythmik beeinflussen die Schlafqualität, die Aufmerksamkeit und die mentale Arbeitsleistung negativ. Davon werden nicht nur Astronauten, sondern auch Schichtarbeiter und andere Menschen mit unregelmäßigen Arbeitszeiten profitieren.

Die Einsatzmöglichkeiten für den neuen Thermosensor auf der Erde sind vielfältig: Gefährdete Berufsgruppen wie Feuerwehr, Polizei und Sondereinsatzkräfte können ebenso wie die Arbeitsmedizin von der nicht-invasiven Messung profitieren. Auch im klinischen Alltag soll THERMO bei Operationen und im Neugeborenen-Inkubator zum Einsatz kommen. Bei Herztransplantationen am Berliner Herz-Zentrum wurde der neue Doppelsensor bereits erfolgreich angewendet. Die Markteinführung durch die Firma Dräger ist für die nahe Zukunft vorgesehen.

Insgesamt zeigen die vorgestellten Ergebnisse, dass das Herz-Kreislauf-Training der Astronauten recht effektiv ist, wobei die Erhöhung der Körperkerntemperatur vor allem bei körperlicher Belastung weiter beobachtet werden sollte. Die Ergebnisse bieten aber vor allem wichtige Ansätze für die Diagnose und Therapie des Menschen auf der Erde.

Astronaut Dave Williams hat während eines leistungsphysiologischen Tests auf der ISS kontinuierlich die Körperkerntemperatur mit dem Doppelsensor (gelb) am Kopf und am Brustbein gemessen. Die Daten wurden im Thermolabsystem (silberne Box am Gürtel) aufgezeichnet, danach ausgelesen und per Downlink an die Bodenstation geschickt.

During a physiological performance test on the ISS, astronaut Dave Williams continuously measured his core body temperature with a twin sensor (yellow) attached to his head and his breast bone. The data was recorded in the thermolab system (silver box on the belt), read out, and sent to ground station by downlink.

the internal organs – the so-called body core temperature – to rise to the dangerous level of 39 degrees and more. However, the measuring methods available so far are not suitable for astronauts and their daily routine. This is why a scientific team at the Berlin Charité developed a new non-invasive measuring method in close co-operation with Drägerwerk AG. Sensors attached to the head and the breastbone measure heat flows which are then converted into body core temperatures with the aid of mathematical algorithms.

Measurements that ultimately involved a total of twelve astronauts began on the ISS in the autumn of 2009 and were concluded in the autumn of 2012. Results surprisingly show that in microgravity, the basal temperature at rest is higher by about 0.5 to 1°C than under terrestrial conditions. What is even more important is that body core temperatures are relatively high during physical training in space and will stay that way for a much longer period, even during rest phases after exercise. In the future, these findings will help us improve our estimates of the astronauts' workloads and the requisite rest periods, and protect them from overheating.

The follow-up experiment on the ISS in which Dr Alexander Gerst will participate is about circadian rhythm. Humans have a biological clock which gives us a sense of what time of day it is and makes us get tired at night. Normally, this clock is synchronised with the Earth's 24-hour rotation period. On the ISS in its orbit, this rhythm is overthrown. The experiment aims to investigate how long-term missions affect the biological clock by measuring the body core temperature and the level of melatonin, a hormone that is closely connected to the circadian rhythm. It is hoped that the results will tell us how people can get to rest most effectively, for any change in the circadian rhythm has a negative influence on people's quality of sleep, their alertness, and their intellectual performance. Not only astronauts stand to benefit from these results but also shift workers and other individuals working irregular hours.

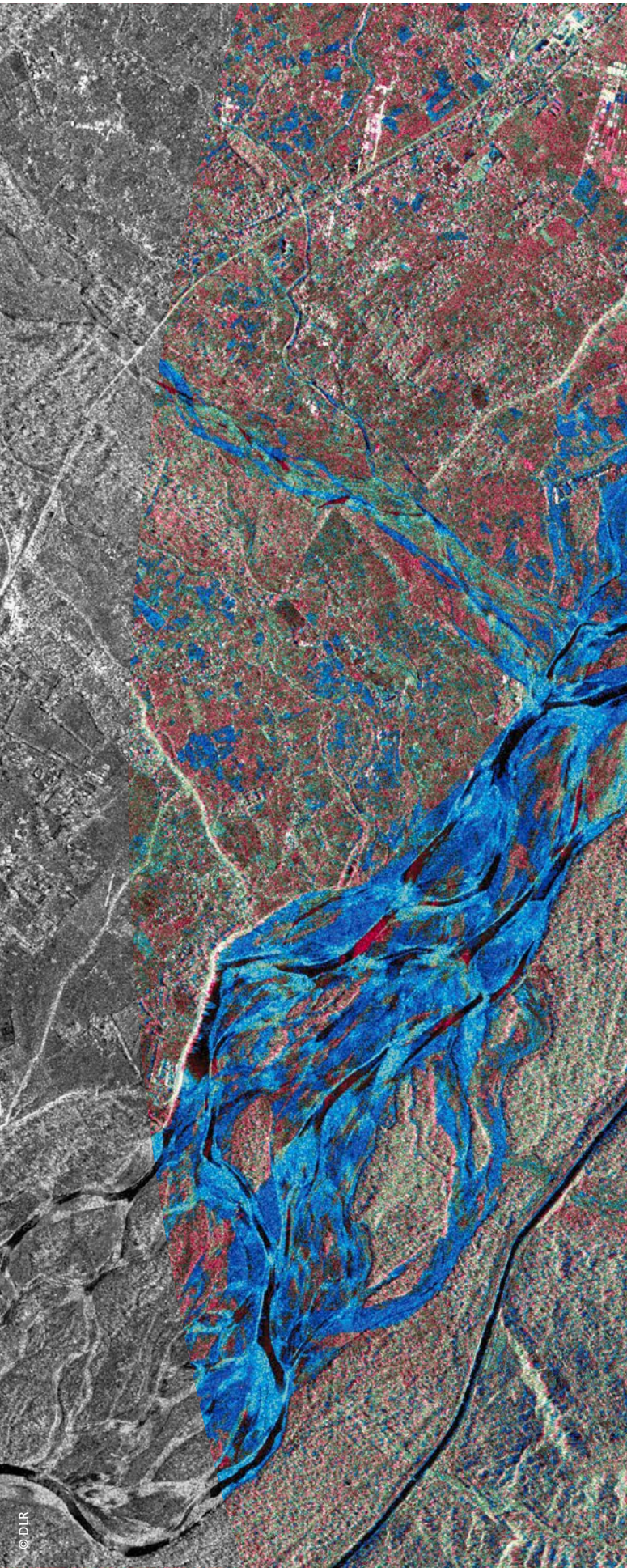
Applications on Earth are many and varied for the new thermosensor: people in hazardous jobs, such as firemen, policemen, and members of Special Forces as well as the entire discipline of industrial medicine may benefit from non-invasive measurements. In clinical day-to-day work, THERMO will be used in surgery as well as in neonate incubators. The new double sensor has already been employed successfully in heart transplants carried out at the Berlin heart centre. Its market launch by the Dräger company is scheduled for the near future.

All in all, the results presented show that the astronauts' cardiovascular training programme is quite effective, although the increase in the basal temperature under physical stress should be kept under observation. Moreover, the results do offer important new approaches to diagnosing and treating people on Earth.

Der Astronaut Dr. Alexander Gerst testet seine Beweglichkeit in einem russischen Raumanzug für einen möglichen Extra Vehicular Activity (EVA) Einsatz außerhalb der ISS.

Astronaut Dr Alexander Gerst testing his mobility in a Russian Orlan space suit while preparing for an Extra Vehicular Activity (EVA) outside the ISS.





Charter

Deutschland reicht Vorsitz an Argentinien weiter

Von Dr. Hans Peter Lüttenberg und Jens Danzeglocke

Ob bei der Flutkatastrophe Anfang Juni in Deutschland, bei einem Erdbeben in Pakistan Ende September oder zuletzt am 17. Oktober 2013 bei den schlimmen Waldbränden unmittelbar vor den Toren der australischen Metropole Sydney – die International Charter Space and Major Disasters (Charter) hat seit April 2013 unter deutschem Vorsitz viele Satellitendaten bereitgestellt und so Rettungskräften und Einsatzplanern überall auf der Welt bei ihrer wichtigen Arbeit geholfen. Im Oktober hat das DLR nun seine sechsmonatige Rolle als vorsitzende Agentur innerhalb der Charter an die argentinische Comision Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) abgegeben. Eine Gelegenheit, auf eine spannende Zeit zurück zu blicken und die Bedeutung des deutschen Beitrags zur Charter zu erläutern.

Charter

Germany Passes the Baton to Argentina

By Dr Hans-Peter Lüttenberg and Jens Danzeglocke

The German flood disaster in early June, the earthquake in Pakistan in late September, or the recent Australian wildfire on October 17, 2013, which came dangerously close to metropolitan Sydney – what all of these have in common is that the International Charter Space and Major Disasters (Charter), under German chairmanship since April 2013, assisted the emergency teams and operations centres all over the world in their important work by providing large amounts of satellite data. This October, DLR reached the end of its six-month term as Lead Agency of the Charter and handed the role over to the Argentinian Comision Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Now is a good time to look back at an exciting experience and to review some of Germany's contributions to the Charter.

Nach den schweren Überschwemmungen im Norden Indiens hatten die indischen Behörden am 19. Juni 2013 die Charter eingeschaltet. Im indischen Bundesstaat Uttarakhand, wo es zu starken Überschwemmungen des Ganges und seinen Nebenflüssen kam, waren die Auswirkungen besonders schlimm. Die Aufnahmen stammen von dem deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X. Es wurde ein Archivbild vor den Überschwemmungen mit einem aktuellen Bild aus den Gebieten kombiniert. Die hellblauen Flächen in den Flusstälern sind die überfluteten Bereiche, welche auf dem Archivbild nicht von Wasser bedeckt waren.

Heavy flooding in the north of India made it necessary for the authorities to activate the Charter on June 19, 2013. The wreckage caused by the floods was particularly intense in the state of Uttarakhand, where the waters of the River Ganges and its tributaries rose to an extremely high level. The image was taken by the German radar satellite TerraSAR-X. It consists of a combination of an archive image from before the flood and a current image of the same region. The pale blue areas in the river valleys mark the flooded parts that were not covered by water on the archive image.



Autoren: **Dr. Hans-Peter Lüttenberg**, Abteilungsleiter Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement und Mitglied des Entscheidungsgremiums der Charter (Charter Board).

Jens Danzeglocke, Mitarbeiter Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement, Vertreter des DLR auf der Arbeitsebene der Charter (Executive Secretariat).

Authors: **Dr Hans-Peter Lüttenberg**, Head of Earth Observation at the DLR Space Administration and member of the Charter Board. **Jens Danzeglocke**, Earth Observation staff member at the DLR Space Administration, and member of the Executive Secretariat of the Charter.

Als Verbund von 15 Raumfahrtagenturen stellt die Charter im Fall von Naturkatastrophen oder technischen Großunfällen Daten von Erdbeobachtungssatelliten schnell und unbürokratisch zur Verfügung. Welche Straßen oder Brücken sind noch passierbar? Welche Siedlungen sind beschädigt? Wo sind Ortschaften von der Außenwelt abgeschnitten? Um diese Fragen zu beantworten und so die Helfer vor Ort unmittelbar nach der Katastrophe zu unterstützen, wurde die Charter 1999 von der Europäischen Weltraumorganisation ESA und der französischen Raumfahrtagentur CNES gegründet und alsbald von den Kanadiern verstärkt. Seit dem Jahr 2000 stellen die Mitgliedsagenturen einen „operativen Mechanismus“ bereit, der rund um die Uhr angerufen werden kann. So erfüllt die Charter die Forderung der Vereinten Nationen, Satellitendaten in Katastrophenfällen kostenlos zugänglich zu machen. Das DLR trat dem Verbund im Jahr 2010 als elfte Mitgliedsagentur bei. Hauptbeitrag sind Daten der deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X. Diese Satellitenzwillinge sind insbesondere nach Flutkatastrophen besonders hilfreich, weil überschwemmte Flächen sogar durch Wolken hindurch aufgenommen werden können. Fallweise stellt das DLR auch optische Daten der RapidEye-Satelliten zur Verfügung. Außerdem beteiligt sich das DLR an den operativen und organisatorischen Aufgaben, die innerhalb des Verbundes anfallen, und bemüht sich in Partnerschaft mit den anderen Mitgliedern, die Charter weiter zu verbessern und zu stärken.

Das Engagement des DLR in der Charter entspricht auch der Raumfahrtstrategie der Bundesregierung aus dem Jahr 2010: Sie stellt klar, dass Raumfahrttechnologien nicht nur als Symbol technologischen Fortschritts entwickelt werden. Vielmehr geht es um „Werkzeuge“, deren oberstes Ziel darin besteht, die Lebensbedingungen der Menschen zu verbessern. Das DLR ist in seiner Rolle als nationale Raumfahrtagentur Deutschlands dafür zuständig, die Raumfahrtstrategie des Bundes hauptsächlich mit den Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie umzusetzen. Dazu arbeitet das DLR Raumfahrtmanagement mit Partnern aus der Wissenschaft, der Industrie und

The Charter is a collaborating group of 15 space agencies. In the event of natural or major industrial disasters, the Charter provides sets of Earth observation data speedily and without bureaucracy. How many roads or bridges are still open? What residential areas have been affected? Has any built-up area been completely cut off from the outside world? To help answer these questions and to support response teams on the ground immediately after a disaster, the Charter was established in 1999 by the European Space Agency and the French space agency, CNES, with the Canadians joining a little later. In the year 2000, these agencies put in place an 'operational mechanism' which has since then ensured that the Charter can be called at any time of the day, fulfilling the United Nations' request that satellite data be made available free of charge to support response to major disasters. DLR joined the Charter in 2010 as its eleventh member. Most of the data it contributes stem from Germany's radar satellites TerraSAR-X and TanDEM-X, a pair of twin satellites that has proven to be particularly helpful in flood disasters because images of the affected areas can be recorded even through a cloudy sky. On a case-by-case basis, DLR additionally provides images from the optical RapidEye satellites. Also, DLR contributes to the Charter's internal operational and administrative business, and participates in the Charter's efforts to further improve and strengthen the Charter mechanism.

DLR's participation in the Charter is consistent with the German government's space strategy of 2010. As the strategy paper puts it, space technologies are not being developed as a mere symbol of technological progress. The idea is to develop 'tools' with the ultimate goal of improving people's living conditions. In its role as Germany's national space agency, DLR is responsible for implementing the government's space strategy, a task for which it receives funding mainly from the Ministry of Economics and Technology. For this purpose, the DLR Space Administration collaborates with partners from academia, industry and, of course, with foreign space agencies, too. Its engagement in the

„Unser erster Charter-Vorsitz hat nicht nur viel Arbeit gemacht, sondern auch unsere Überzeugung gestärkt, deutsche Technologie und die Expertise des DLR erfolgreich einzubringen um Leben zu retten. Naturkatastrophen können jeden treffen. Hilfe international zu organisieren, ist nicht nur notwendig – die Mitarbeit in der Charter ist Herausforderung und Chance zugleich geworden“,

Dr. Hans-Peter Lüttenberg, Abteilungsleiter Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement und Mitglied des Entscheidungsgremiums der Charter

Our first Charter lead period not only involved a lot of work but has also strengthened our belief in the idea of contributing German space technology and DLR expertise to save lives. Natural disasters can hit any one of us. To organise help on an international level has become a necessity, and working within the Charter is both a challenge and an opportunity.

Dr Hans-Peter Lüttenberg, Head of Earth Observation at the DLR Space Administration and Charter Board member

natürlich auch mit ausländischen Agenturen zusammen. Die Beteiligung an der Charter ist hier nur ein Beispiel. Die Abteilung Erdbeobachtung im DLR Raumfahrtmanagement arbeitet zu diesem Zweck eng mit Kollegen des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums des DLR in Oberpfaffenhofen zusammen. Auch mit Astrium/Infoterra und der RapidEye AG kooperieren wir, um hilfreiche Satellitenaufnahmen nach Katastrophen so schnell wie möglich bereit zu stellen.

Von April bis Oktober 2013 hat das DLR erstmals den halbjährlich wechselnden Vorsitz in der Charter und somit als „Primus inter Pares“ die Federführung bei den programmatischen und organisatorischen Aufgaben übernommen. Wir trugen in dieser Zeit auch die Gesamtverantwortung für die erfolgreiche operative Arbeit bei insgesamt 25 Aktivierungen nach Katastrophen. Dazu gehörten insbesondere kommunikative Aufgaben, sowohl gegenüber externen Organisationen wie auch intern, um das „Schiff immer auf Kurs zu halten“. In dieser Zeit war zu beachten, dass wir im Namen der Charter gesprochen und damit die Interessen aller Mitglieder vertreten haben, was nach den Rückmeldungen der internationalen Partner auch ganz gut gelungen sein dürfte.

Charter is only one such form of collaboration. To make it all work, DLR Space Administration's Earth observation department works closely together with colleagues at the German Remote Sensing Data Centre of DLR, which is based at Oberpfaffenhofen. We also collaborate with Astrium/Infoterra and RapidEye AG to obtain any helpful satellite images as fast as possible in an emergency.

From April until October 2013, DLR took its first turn as Lead Agency of the Charter, and was thus in charge of coordinating the programmatic, administrative, and operational tasks as 'first among equals'. During that period, we had the overall responsibility for as many as 25 activations of the Charter. The work particularly included communicating both with external organisations and internally, so as to 'keep the ship on its course'. What needed to be remembered was that we were speaking on behalf of the entire Charter, thus having to represent the interests of all its members. According to the feedback we received from international partners we seem to have managed this quite well.

At the beginning of Germany's chairmanship, a one-week conference was held in Berlin with partners discussing many Charter issues: there were practical aspects in conjunction with the 40 or so activations every year to deal with, but also public relations activities, and, finally, ideas were generated on how to further improve the mechanism and the Charter's collaboration with other organisations like those of the UN family. We had hardly returned to Bonn on April 20 when the first emergency call was received. A severe earthquake had struck in China's province of Sichuan, triggering the Charter mechanism into action. The Chinese secretary had not even left the airport in Berlin when he got in touch with his German counterpart to inform him who in China was to be in charge of managing the project. The month of June saw two serious flood events. In Germany, floods of the

Zum Auftakt des deutschen Charter-Vorsitzes diskutierten die Partner eine Woche lang in Berlin viele Charter-Themen: angefangen von praktischen Aspekten in Verbindung mit den jährlich rund 40 Einsätzen der Charter, über die Außendarstellung, bis hin zu Fragen der Weiterentwicklung des Mechanismus und der Zusammenarbeit mit anderen Organisationen, zum Beispiel aus der Familie der Vereinten Nationen. Kaum waren wir aus Berlin nach Bonn zurückgekehrt, gab es am 20. April den ersten Notruf: Ein schweres Erdbeben hatte die chinesische Provinz Sichuan erschüttert, und die Charter-Maschinerie lief an. Noch vom Flughafen in Berlin meldete sich der chinesische beim deutschen „Sekretär“ um mitzuteilen, wer in China das Projektmanagement für diesen Fall übernehmen sollte. Der Juni war geprägt von zwei schweren Überschwemmungsereignissen: In Deutschland sorgte die Flut an Elbe und Donau dafür, dass das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe die Charter aktivierte, und im bergigen Norden Indiens zerstörten Monsunregen und Erdbeben ganze Siedlungen und machten Straßen und Brücken unpassierbar. Zwischen Ende Juli und Ende August war die Charter dann im Dauereinsatz: Immer wieder mussten Satelliten umprogrammiert werden, um Überflutungen in Asien und Afrika zu erkunden – darunter die schlimmste Flutkatastrophe in 100 Jahren am Amur-Fluss im Grenzgebiet zwischen Russland und China (siehe Abb.). Auch im September und Oktober war die Charter häufig gefordert, unter anderem wegen des Erdbebens in Pakistan und aufgrund großer Waldbrände in Argentinien und Australien.

Die Charter ist eine „Growth Story“

Neben dem unmittelbaren operativen Betrieb der Charter, den wir von Bonn aus ständig im Auge haben mussten, standen auch längerfristige Entwicklungen im Fokus der vergangenen Monate. So wurde die europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT als 14. Mitglied vollständig eingebunden und die russische Raumfahrtagentur Roskosmos als 15. Mitglied begrüßt. Die Charter ist also nicht nur in Bezug auf ihre Bekanntheit und die zunehmende Anzahl der Notrufe eine „Growth Story“, die Gruppe wird auch immer größer. Ein weiterer Wachstumsimpuls wurde im Jahr 2012 mit der Initiative „Universal Access“ gesetzt. Bisher konnten neben UN-Organisationen nur autorisierte Nutzer aus rund 40 Ländern die Hilfe der Charter direkt anfragen – durch "Universal Access" wird dies allen nationalen Katastrophenschutzbehörden weltweit ermöglicht. Diese können sich mit der Charter in Verbindung setzen, um nach einem kurzen Training als Nutzer autorisiert zu werden. Um die Initiative bekannter zu machen, wurde im vergangenen Sommer eine Informationskampagne gestartet: Im Rahmen des deutschen Vorsitzes wurden zahlreiche Katastrophenschutzbehörden weltweit angeschrieben, um über die neuen Möglichkeiten zu informieren. Darüber hinaus wurde mit der zwischenstaatlichen „Group on Earth Observations“ (GEO), der neben Deutschland über 80 weitere Länder angehören, eine gemeinsame Aktion organisiert, um alle GEO-Mitgliedsländer ohne direkten Zugang zur Charter zu informieren. Auch Organisationen innerhalb der Vereinten Nationen halfen mit, die Charter in der Welt noch bekannter zu machen und Entwicklungsländer in die Lage zu versetzen, Naturkatastrophen besser begegnen zu können.

rivers Elbe and Danube caused the Federal Office of Civil Protection and Disaster Assistance to activate the Charter, and monsoon rains and landslides in the mountainous part of northern India devastated entire residential areas and made roads and bridges unpassable. Then, between the end of July and the end of August, the Charter was active non-stop. Over and over again, satellites needed to be re-programmed to monitor flood events in Asia and Africa. One of them was the worst flood that the Amur region in the border area between Russia and China had seen in 100 years (see picture). In September and October, too, the Charter was much in demand, with the Pakistan earthquake and major wildfires in Argentina and Australia being only a few of the events.

The Charter, a 'Growth Story'

On the past few months' agenda, besides tending to our high-priority operational duties under the Charter, there were several more long-term matters that needed attention. The European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites EUMETSAT was fully integrated as the organisation's 14th member, and the Russian space agency Roskosmos was welcomed as its 15th member. So the Charter is a growth story not merely in terms of its reputation and the growing number of emergency calls it receives, but the group actually grows in size as well. Another growth impulse was delivered by the 2012 'Universal Access' initiative. Until then, calls for help under the Charter were only available for authorised users from about 40 countries and UN organisations. Thanks to Universal Access it has now been opened up to national emergency response authorities world-wide, any of which can now contact the Charter and become authorised as users after a brief induction. To make the initiative known to a wider public, an information campaign was launched last summer: under the German presidency, numerous civil protection agencies were contacted in a letter informing them on the new possibilities. Moreover, a joint campaign was launched with an intergovernmental body called GEO, or 'Group on Earth Observations', to which Germany is affiliated along with over 80 other countries. Its purpose was to introduce the Charter to all GEO member states that have no direct access to it yet. UN agencies, too, helped to raise world-wide awareness of the Charter, and to enable developing countries to handle natural disasters better.

Wochenlanger Dauerregen hatte Ende August 2013 den Pegel des Amur-Flusses im 6000 Kilometer östlich von Moskau gelegenen Grenzgebiet zwischen Russland und China auf 8,20 Meter ansteigen lassen – der höchste Pegelstand seit dem Jahr 1897. Russische Behörden bezifferten den Gesamtschaden auf 605 Millionen Euro – 260 Millionen Euro entfielen davon auf Getreideauffälle. Von den Überschwemmungen am Amur waren nach offiziellen Angaben insgesamt rund 135.000 Menschen betroffen. Mindestens 14.000 Häuser sind demnach überflutet. Der deutsche Satellit TanDEM-X machte diese Radaraufnahme während seines Überflugs am 21. August 2013. Die Überschwemmungsflächen erscheinen dunkel in der Aufnahme, weil der Satellit von diesen Flächen nur ein schwaches Radar-Echo empfängt.

End of August 2013: 6,000 kilometres east of Moscow near the border between Russia and China, several weeks of torrential rainfalls made the River Amur swell to a level of 8.20 metres, its highest since 1897. Russian authorities estimate the damage to be around 605 million euros, with 260 euros attributable to lost grain crops alone. According to official statistics, a total of 135,000 people were affected by the Amur floods. At least 14,000 houses have been inundated. Germany's TanDEM-X took this image during one of its passes on August 21, 2013. The flooded areas appear dark because the radar echo the satellite receives from them is weaker than that of the rest.

SWARM

Das Erdmagnetfeld im Schwarm vermessen

Von Dr. Bernd Vennemann und Dr. Patricia Ritter

Die Erde ist einem ständigen Beschuss durch energiereiche Teilchen von der Sonne und aus dem Weltall ausgesetzt. Glücklicherweise schützt uns das Erdmagnetfeld vor dieser gefährlichen Strahlung. Messungen der vergangenen Dekaden haben gezeigt, dass das Erdmagnetfeld schwächer wird. Daher müssen wir die unvorhersehbare Entwicklung des Erdmagnetfeldes genauestens überwachen. Diese Aufgabe hat eine neue Generation niedrig fliegender Satelliten übernommen, die das Magnetfeld der Erde in extrem hoher Auflösung vermessen. SWARM ist die vierte Erderkundungsmission im Rahmen des ESA-Programms 'Living Planet', an dem Deutschland mit rund 25 Prozent beteiligt ist. Die drei baugleichen Satelliten starteten mit einer Rocket-Rakete am 22. November 2013 um 13:02 Uhr Mitteleuropäischer Zeit vom nordrussischen Weltraumbahnhof Plesetsk, um unsere Kenntnisse über die Vorgänge im Erdinneren und im erdnahen Weltraum zu erweitern: Durch kontinuierliche Beobachtungen unterstützen die drei baugleichen Satelliten Maßnahmen der Europäischen Union in den Bereichen System Erde, Klima, Umwelt und Forschung und liefern dabei wichtige Referenzdaten in den Fachgebieten Erdmagnetfeld, Ionosphäre, Thermosphäre, Weltraumwetter, Geodäsie und Geowissenschaften. Ein vom DLR Raumfahrtmanagement finanziertes SWARM-Projektbüro koordiniert auf deutscher Seite die Forschungsergebnisse.

SWARM

Surveying the Earth's Magnetic Field

By Dr Bernd Vennemann and Dr Patricia Ritter

The Earth is exposed to a continuous bombardment of high-energy particles from the Sun and from outer space. Fortunately, the geomagnetic field protects us from this dangerous radiation. Measurements taken during past decades have shown that this field is weakening, which is why we have to monitor its unpredictable development very closely. This is the task of a new generation of low-flying satellites designed to survey the geomagnetic field at super-high resolution. SWARM is the fourth Earth Explorer mission mounted under ESA's Living Planet programme in which Germany has a share of around 25 percent. Launched on a Rocket at 13:02 CET on November 22, 2013, from the Plesetsk Cosmodrome in northern Russia, the three technically identical satellites will increase our knowledge about processes going on in the Earth's interior and in near-Earth space. Their continuous observations will provide information to support the European Union's policies on system Earth, climate, environment, and research, supplying important reference data on the terrestrial magnetic field, the ionosphere, the thermosphere, space weather, geodesics, and geoscience. Research results will be co-ordinated by the German SWARM Project Office, which is funded by the DLR Space Administration.

Man geht davon aus, dass das Magnetfeld der Erde größtenteils in einem Ozean von extrem heißem flüssigen Eisen entsteht, der sich im äußeren Erdkern 3.000 Kilometer unter unseren Füßen befindet. Ähnlich wie bei einem Fahrraddynamo erzeugt die Drehbewegung elektrischen Strom und damit auch das sich laufend verändernde elektromagnetische Feld.

Earth's magnetic field is thought to be generated largely by an ocean of superheated, swirling liquid iron that makes up Earth's outer core 3,000 kilometres under our feet. Acting like the spinning conductor in a bicycle dynamo, it generates electric currents and thus the continuously changing electromagnetic field.



Deutsches Projektbüro koordiniert Forschung

Zur Vorbereitung der Datennutzung ist seit gut drei Jahren das SWARM Projektbüro aktiv, das vom DLR Raumfahrtmanagement finanziert wird. Angesiedelt am Deutschen GeoForschungsZentrum (GFZ) in Potsdam, koordiniert das Projektbüro die wissenschaftliche und technische Nutzung der SWARM Daten und Ergebnisse durch deutsche Forschungseinrichtungen. Wichtiges Ziel dieser Arbeiten ist es, nationale Förderprogramme zur wissenschaftlichen Interpretation von SWARM-Daten zu initiieren. Die Geokommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) befürwortete in diesem Zusammenhang die Vorbereitung eines DFG-Schwerpunktprogramms mit dem Titel „Study of Earth System Dynamics With a Constellation of Potential Field Missions (DynamicEarth)“ zur Einbindung und wissenschaftlichen Nutzung der SWARM-Mission in einem nationalen Forschungsverbund.

Nach dem erfolgreichem Start und dem Aussetzen der Satelliten wurden im Kontrollzentrum die ersten Signale der Satelliten ungeduldig erwartet. Jetzt sind die Daten da und es geht nun darum, den Zustand und die Leistungsfähigkeit der Satelliten zu beurteilen. Dafür müssen zunächst einmal die einzelnen Instrumente im Orbit und deren Datenprodukte überprüft werden. Die Instrumente müssen kalibriert und die Qualität der aus den Messdaten erzeugten Datenprodukte im Vergleich mit unabhängig erfassten Messwerten ermittelt (validiert) werden. Für diese Arbeiten hat die ESA ein internationales Science Validation Team (SVT) berufen, dem von deutscher Seite Institute in Potsdam (GFZ), Kühlungsborn (IAP), Bremen (JUB) und München (IAPG) unter der Führung des SWARM-Projektbüros angehören.

Sonnenschutz durch „Geodynamo“

Unser Sonnenschutz – das Erdmagnetfeld – setzt sich aus einem inneren und einem äußeren Teil zusammen. Der Hauptanteil wird im flüssigen Erdkern durch den „Geodynamo“ erzeugt: Die große Hitze im Innern des Kerns sowie die schnelle Rotation unseres Heimatplaneten erzeugen zirkulierende Materialströmungen. Aus diesen spiralförmigen Konvektionswirbeln entsteht das Magnet-

Autoren: **Dr. Bernd Vennemann** ist in der Abteilung Erdbeobachtung des DLR Raumfahrtmanagements für das SWARM-Projektbüro verantwortlich. **Dr. Patricia Ritter** arbeitete bis Ende 2012 für das Projektbüro am GFZ in Potsdam an der Vorbereitung der wissenschaftlichen und technischen Nutzung der SWARM-Ergebnisse durch deutsche Forschungseinrichtungen. Diese Aufgabe hat seit Anfang 2013 **Dr. Mirjam Langhans** übernommen. Authors: **Dr. Bernd Vennemann** is responsible for the SWARM project at the Earth observation department of the DLR Space Administration. Until the end of 2012, **Dr. Patricia Ritter** was at the project office at the Potsdam-based GFZ, working on the preparation of the scientific and industrial exploitation of SWARM results by German research institutions. Her job was taken over by **Dr. Mirjam Langhans** at the beginning of 2013.

German Project Office to co-ordinate research

The SWARM Project Office has been preparing the exploitation of the SWARM data for more than three years. The Project Office is funded by the DLR Space Administration. Located at the German Research Centre for Geosciences (GFZ) in Potsdam, it coordinates the scientific and technical exploitation of SWARM data by German research institutes. One of the major objectives is to initiate national programmes to promote the scientific interpretation of SWARM data. In this context, the Geocommission of the German Research Foundation (DFG) endorsed a proposal to set up a DFG focus programme entitled 'Study of Earth System Dynamics with a Constellation of Potential Field Missions (DynamicEarth)' for integrating and scientifically exploiting the SWARM mission in a national research network.

After the satellites were launched and released successfully, their first signals were awaited at the control centre with impatience. Now that data are being delivered, it is vital to assess the condition and efficiency of the satellites, the first step being to verify the instruments in orbit and their data products. The instruments must be calibrated and the quality of the products derived from their measurement data must be validated against independent measurements. To do that, ESA has convened an international Science Validation Team (SVT) in which Germany is represented by institutes in Potsdam (GFZ), Kühlungsborn (IAP), Bremen (JUB), and Munich (IAPG) under the direction of the SWARM Project Office.

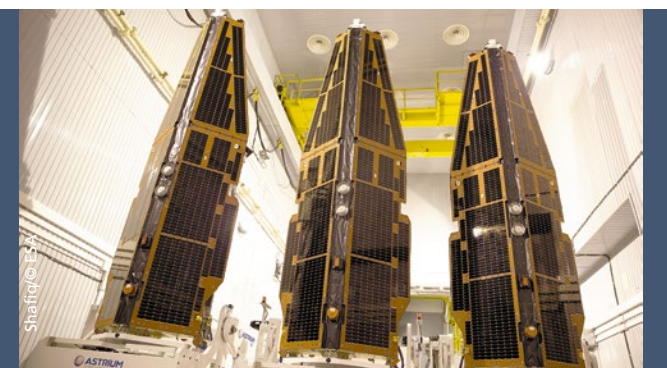
Shielded from the Sun by the 'geodynamo'

Our sun shield, the terrestrial magnetic field, comprises an inner and an outer part. Most of the magnetic field is generated in the Earth's molten core by the so-called geodynamo: the rapid rotation of our home planet and the tremendous heat in the interior of its core powers circulating material currents, spiral-shaped convection vortices which generate the magnetic field. At the boundary between the core and the mantle, the field has



Dr. Mirjam Langhans koordiniert im Projektbüro am GFZ in Potsdam die wissenschaftliche und technische Nutzung der SWARM-Ergebnisse durch deutsche Firmen und Forschungseinrichtungen.

Working at the DLR project office at GFZ in Potsdam, Dr Mirjam Langhans coordinates the scientific and industrial exploitation of SWARM data by German firms and research institutions.



Satelliten-Trio in Wartestellung: Alle drei baugleichen SWARM-Satelliten wurden in Plesetsk auf den Start vorbereitet.

Satellite trio in waiting position: three identical SWARM satellites were prepared for their launch at Plesetsk.

Wissenschaftliche Instrumente an Bord von SWARM

- Skalarmagnetometer (misst die Stärke des Magnetfeldes)
- Vektormagnetometer (misst die Komponenten des Feldes in drei Richtungen)
- Elektrisches Feld- und Plasma-Instrument (misst Plasma-temperatur und -dichte und den elektrischen Feldvektor)
- Drei Sternenkameras (messen die Orientierung im Raum)
- GNSS-Empfänger (GPS für Positionierung u. Zeitbestimmung)
- Beschleunigungsmesser (misst die Satellitenabbremmung in drei Richtungen)
- Laser-Retro-Reflektor (genaue Abstandsmessung zur Bahnbestimmung)

Scientific instruments on board of SWARM

- Scalar magnetometer (to measure the strength of the magnetic field)
- Vector magnetometer (to measure the field's components in three directions)
- Electric field and plasma instrument (to measure plasma temperatures and densities as well as the electric field vector)
- Three star tracker cameras (to determine orientation in space)
- GNSS receiver (GPS for positioning and timing)
- Accelerometer (to measure satellite deceleration in three directions)
- Laser-retro reflector (high-precision distance measurements for orbit determination)

feld. Während dieses Feld an der Kern-Mantel-Grenze mehrere Pole aufweist, ähnelt es an der Erdoberfläche einem Dipolfeld, wie wir es von einem Stabmagneten kennen. Der äußere Teil des geomagnetischen Feldes stammt von Strömen in der Magnetosphäre der Erde, die durch ständige Wechselwirkung des Sonnenwinds mit unserem Magnetfeld angetrieben werden.

Der Sonnenwind besteht aus elektrisch geladenen Teilchen. Er drückt das Magnetfeld auf der sonnenzugewandten Seite zusammen. Auf der sonnenabgewandten Seite zieht er die Magnetfeldlinien zu einem mehrere Millionen Kilometer langen Schweif in den Weltraum hinaus. Die Magnetosphäre enthält ein Gas aus elektrisch geladenen Teilchen, ein sogenanntes Plasma. Die geladenen Teilchen stammen zum Teil aus der Erdatmosphäre, zum Teil aus dem Sonnenwind. Einen weiteren Anteil des geomagnetischen Feldes liefern die magnetisierten Gesteine der Erdkruste. Bei Vulkanausbrüchen „speichert“ die Lava beim Erkalten die Richtung des Erdmagnetfeldes. Ozeanströmungen, die elektrisch leitendes Salzwasser über die Erdoberfläche bewegen, erzeugen ebenfalls ein schwaches Magnetfeld.

Ein genaueres Model des Erdmagnetfeldes

Mit der SWARM-Mission wird dieses irdische Magnetfeld nun genauer untersucht, vermessen und mathematisch durch exakte Modelle beschrieben. Messungen der vergangenen Dekaden haben gezeigt, dass das Erdmagnetfeld schwächer wird. Die mit dem Vorgängersatelliten CHAMP aufgezeichneten globalen Daten ergaben, dass die Feldstärke in bestimmten Bereichen über Südamerika und dem Südatlantik rasch abnimmt. Bereits jetzt erleiden Raumfahrzeuge in dieser Region die meisten Störungen und die Besatzung der internationalen Raumstation ISS erhält hier die höchste Strahlendosis. Daher muss die unvorhersehbare Entwicklung des Erdmagnetfeldes genauestens überwacht werden.

Möglich wird dies nun durch die Flugkonstellation und die genauen Instrumente der drei baugleichen Satelliten. Sie umkreisen die Erde auf polnahen Bahnen. Dabei fliegen zwei mit einem Abstand von 1.4° Grad geografischer Länge fast parallel nebeneinander, während der dritte Satellit etwa 100 Kilometer über den beiden anderen die Konstellation vervollständigt. Durch diesen Positionsflug kann das Magnetfeld nun zeitgleich an mehreren Orten erfasst werden. Neben dem Vorteil der „Teamarbeit“ sind die SWARM-Satelliten auch technisch auf der Höhe der Zeit. Einige der Instrumente an Bord wurden im Vergleich zu CHAMP weiterentwickelt. Empfindliche Messgeräten registrieren Richtung, Intensität und zeitliche Schwankungen der magnetischen Feldstärke. Darüber hinaus werden elektrisches Feld, Plasmadichte, Elektronen- und Ionentemperatur, Luftdichte und Wind sowie die Geschwindigkeit und Position der Satelliten in bisher unerreichter Genauigkeit erfasst. Außerdem kommen nun zur Bestimmung der Lage und Ausrichtung eines Satelliten drei statt wie bislang nur zwei Sternenkameras zum Einsatz. Damit erhöht sich die Präzision der Messungen und es gibt weniger Datenausfälle, die durch Blendung der Kameras entstehen können. Dank der weiter entwickelten Instrumente soll es im Rahmen der SWARM-Mission erstmals möglich sein, groß-

several poles, while at the surface it resembles a dipole field similar to that of a bar magnet. The outer part of the geomagnetic field originates from currents in the Earth's magnetosphere that are powered by continuous interaction between the solar wind and our magnetic field.

The solar wind consists of electrically charged particles. It compresses the Earth's magnetic field on the sunward side, while on the opposite side it draws the magnetic field lines out into space so that they form a tail several million kilometres long. The magnetosphere contains a gas, known as the plasma, which consists of electrically charged particles. Some of these charged particles originate from the terrestrial atmosphere, others from the solar wind. Magnetised rocks in the Earth's crust also contribute to the geomagnetic field. After a volcanic eruption, the lava 'memorises' the orientation of the Earth's magnetic field as it solidifies. Finally, yet another weak magnetic field is generated by ocean currents that move electrically conductive salt water across the surface of the Earth.

A more exact model of the geomagnetic field

The objective of the SWARM mission is to examine and survey the terrestrial magnetic field and describe it by mathematical models. Measurements taken in the last few decades have shown that the geomagnetic field is weakening. The global data recorded by the precursor satellite CHAMP indicated that the strength of the field is declining rapidly in certain regions above South America and the southern Atlantic. Even now, this is the region where the highest incidence of spacecraft malfunctions occurs, and where the crew of the International Space Station receives the highest radiation doses. For this reason, we have to monitor the unpredictable development of the geomagnetic field.

From now on, the flight constellation and the precision of the instruments on board the three technically identical satellites will enable us to observe the geomagnetic field. Circling around the Earth on near-polar orbits, two of the satellites fly on almost parallel paths at a distance of 1.4 degrees geographical longitude, with the third satellite completing the constellation about 100 kilometres above the other two. This arrangement permits measuring the magnetic field in several places at the same time. In addition to their 'teamwork' capability, the SWARM satellites are fully up to date in technical terms. Some of their instruments are improved versions of those on CHAMP. Sensitive devices measure the direction and intensity of the magnetic field as well as its fluctuations over time. Moreover, the electric field, plasma density, electron and ion temperature, air density, wind velocity, and the velocity and position of the satellites are measured with unprecedented precision. Finally, each satellite has now three instead of two star tracker cameras to determine its orientation. This serves to enhance measurement precision and reduce the incidence of data gaps that may be caused by a camera being temporarily blinded. For the first time, the sophisticated instruments of the SWARM mission will permit tracking ocean currents across large areas. This is necessary because the movements of electrically conductive salt water contribute towards

räumig Meeresströmungen ununterbrochen zu verfolgen. Denn auch die Bewegung des elektrisch leitenden Salzwassers trägt einen kleinen Teil zur Gestalt des geomagnetischen Feldes bei. Gelingt dieses Vorhaben, könnte SWARM einen wichtigen Beitrag zur Klimaforschung leisten, da die Dynamik von Strömungen und Gezeiten der Weltmeere das Klimageschehen wesentlich beeinflusst.

Vorgänge im Inneren der Erde

Mit den SWARM-Daten werden auch Informationen über Vorgänge im geschmolzenen Erdkern, im Erdmantel und in der Erdkruste gewonnen. So sind zum Beispiel die magnetischen Eigenschaften der Erdkruste regional sehr unterschiedlich und auch die kleinsten Variationen im Erdmantel und -kern konnten bisher nicht sauber gemessen werden. Um jedoch auf die Vorgänge im Inneren der Erde schließen zu können, müssen die Beiträge des externen Feldes präzise bestimmt und aus den Modellen herausgerechnet werden. Kennt man die Vorgänge im Erdinneren, dann lassen sich auch magnetische Gesteine und Sedimente kartieren. Das magnetische Bild der Erdkruste kann somit für das Auffinden von Erzlagerstätten und Bodenschätzen – zum Beispiel Eisenerz – sehr nützlich sein.

Eine weitere Herausforderung ist die Ableitung der elektrischen Leitfähigkeit des Erdmantels aus den Magnetfeldmessungen. Natürliche Schwankungen des Erdmagnetfeldes erzeugen elektrische Ströme im Erdmantel. Bei guter Leitfähigkeit fließen stärkere Ströme als bei geringer Leitfähigkeit und diese erzeugen wiederum entsprechend stärkere sekundäre Magnetfelder. Bisher ist wenig über die Leitfähigkeit des Mantels bekannt. Führt man aber die Magnetfelddaten mit den Erkenntnissen der Seismik zusammen, so können diese Informationen erheblich zum besseren Verständnis des Aufbaus des Erdinneren beitragen.

Navigation verbessern

Doch die hochpräzisen Daten ermöglichen nicht nur einen Einblick ins Innere unserer Erde. Neben dem Magnetfeld erkunden die SWARM-Satelliten auch die obere, zum Teil ionisierte Atmosphäre. Ein weiteres Einsatzgebiet neben der Erkundung des Magnetfeldes ist das Aufspüren von sogenannten Löchern in der Plasmadichte der oberen Erdatmosphäre. Die Schwankungen in der Elektronendichte in diesem Höhenbereich müssen überwacht werden, da sie Funkwellen streuen und Signale der GPS-Navigation stören oder ganz unterbrechen können. SWARM wird hiervon betroffene Gebiete ausfindig machen und schnell an GPS-Nutzer weitermelden – Daten, von denen nicht zuletzt auch die Flugsicherung profitiert. Neben der Verbesserung der Navigationsdaten liefert das Satellitentrio auch Beiträge zur Weltraumwettervorhersage, Abschätzung von Gefahren durch kosmische Strahlungen oder Störungen durch magnetische Stürme. Diese Daten stellt das SWARM-Projektbüro deutschen Firmen und Forschungseinrichtungen künftig zur Verfügung.

the geomagnetic field to a small extent. If this undertaking is successfully completed, SWARM could significantly contribute to climate research because the dynamics of ocean currents and tides exerts a powerful influence on climatic developments.

Processes in the Earth's interior

From the SWARM data, scientists also intend to extract information about processes in the molten core, the mantle, and the crust of the Earth. Thus, for example, the magnetic properties of the crust differ widely from region to region, and it has also been impossible so far to obtain clear measurements of the tiny variations in the mantle and the core. However, in order to observe the Earth's interior, the contributions of the external field must be determined exactly and eliminated from the model. Once the processes in the Earth's interior are fully understood, we will be able to map magnetic rocks and sediments. Thus, a magnetic image of the terrestrial crust might be very useful in locating ore deposits and mineral resources, such as iron ore.

Deriving the electrical conductivity of the Earth's mantle from measurements of its magnetic field presents yet another challenge. Natural fluctuations in the geomagnetic field generate electric currents in the mantle. Where conductivity is good, the currents that flow are more powerful than elsewhere, generating correspondingly stronger secondary magnetic fields. So far, little is known about the mantle's conductivity. However, by combining magnetic field data with seismological findings we might obtain information that helps us greatly to understand the structure of the Earth's interior.

Improving navigation

Yet the high-precision data not only provide insights into the Earth's interior: in addition to the magnetic field, the SWARM satellites also explore the upper part of the Earth's atmosphere, which is partially ionised. Besides investigating the geomagnetic field, the mission will also include the detection of so-called holes in the plasma density of the upper atmosphere. At that altitude, fluctuations in electron density need to be monitored because they may scatter radio waves and interfere with or even interrupt GPS navigation signals. SWARM will identify affected areas and rapidly report them to GPS users – data from which, not least, air traffic control will benefit. Next to improving navigation data, the satellite trio will contribute to space weather forecasts and assessments of the hazards presented by cosmic radiation or interferences from magnetic storms. In the future, these data will be made available to German enterprises and research institutes by the SWARM Project Office.

Das Satelliten-Trio brachte eine russische Rocket-Rakete ins Weltall. Dort angekommen wurden die Satelliten ausgesetzt und separiert, um auf unterschiedlichen Bahnen um die Erde zu kreisen: Während ein Satellit auf 530 Kilometern die Erde umrundet, fliegen die anderen beiden Satelliten 460 Kilometer über der Erde fast parallel nebeneinander her. Sie nähern sich dabei auf einen minimalen Abstand von 150 Kilometern an.

A Russian Rocket launcher carried all three satellites into space. Once arrived, they were released, separated and deployed in three separate orbits. While one satellite orbits the Earth at an altitude of 530 kilometres, the other two fly about 460 kilometres above the Earth, side by side on almost parallel orbits at a distance as close as 150 kilometres.



ECSS

20 Jahre Zusammenarbeit für die europäische Raumfahrt

Von Daniel Schiller und Dr. Jürgen Heinemann

Raumfahrtprojekte sind anspruchsvoll, entstehen in internationaler Kooperation und in vielschichtiger Arbeitsteilung. Sie haben lange Projektlaufzeiten sowie enorme Qualitätsanforderungen. Normung und Standardisierung bringen Ordnung in Produktionsabläufe. Sie verbessern die Prozesse und Produkte und sind für den Erfolg von Raumfahrtprojekten daher unverzichtbar. Das hat unmittelbare Auswirkungen auf unseren Alltag, denn heute sind Satellitenkommunikation, satellitengestützte Navigationssysteme und Wetterbeobachtung nicht mehr aus unserem täglichen Leben wegzudenken. Um gemeinsame Standards voranzutreiben und in Projekten zu nutzen, haben sich die europäischen Raumfahrtagenturen und die Raumfahrtindustrie vor 20 Jahren zur European Cooperation for Space Standardization (ECSS) zusammengefunden.

ECSS

20 Years of Collaboration for European Spaceflight

By Daniel Schiller and Dr Jürgen Heinemann

Space projects are demanding; they are formed in international co-operation and involve a complex division of tasks. They extend over long periods, and their quality requirements are enormous. Norms and standards regulate production workflows. They improve processes and products and are thus indispensable for the success of space projects. This, in turn, directly affects our everyday life, which today is hard to imagine without satellite communications or satellite-based navigation systems or weather observations. To advance common standards and their application in projects, the European space agencies joined hands with the space industry 20 years ago to set up the European Co-operation for Space Standardisation (ECSS).

Was Techniker und Ingenieure im Reinraum zu beachten haben, steht in Standard ECSS-Q-ST-70-01C.

Everything a technician or engineer has to bear in mind when working in the clean room is laid down in the ECSS-Q-ST-70-01C standard.



Autoren: **Daniel Schiller** ist im DLR Raumfahrtmanagement für das Qualitätsmanagement verantwortlich und in die Bonner Normungsaktivitäten eingebunden. **Dr. Jürgen Heinemann** leitet die Abteilung Projektunterstützung. Beide vertreten das DLR in den ECSS-Gremien

Authors: At the DLR Space Administration, **Daniel Schiller** is responsible for quality management. He is also involved in standardisation activities taking place in Bonn. **Dr Jürgen Heinemann** heads the project support department. Both represent DLR in the ECSS bodies.

Normung und Standardisierung in der Raumfahrt

Raumfahrt ist heute ein wichtiges Element unserer Gesellschaft – im öffentlichen Leben, in der Wirtschaft, in der Forschung, aber auch in der Sicherheitspolitik. Sie prägt Märkte und ihre Anwendungen sind aus dem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Dabei ist die Raumfahrttechnik ein überaus komplexes Arbeitsfeld mit vielfältigen Schnittstellen, umfangreichen Verfahren und komplizierten Technologien. Es ist von einem engen Austausch mit der Wissenschaft geprägt. Große Projekte mit langen Laufzeiten und hohen Anforderungen an Qualität und Zuverlässigkeit entstehen fast immer in internationalen Kooperationen – ein Trend der sich noch weiter fortsetzen wird.

Um Entwicklung, Produktion und Betrieb von Raumfahrtsystemen und Satelliten effizient zu gestalten, gibt es in der europäischen Raumfahrt eine gemeinschaftliche Organisation: ECSS – die Europäischen Kooperation zur Standardisierung in der Raumfahrt (European Cooperation for Space Standardization).

Die Europäischen Weltraumorganisation ESA, nationale Raumfahrtagenturen und die Raumfahrtindustrie haben 1993 die ECSS als eigenständigen Zusammenschluss gegründet, um einheitliche Standards für europäische Raumfahrtprojekte zu schaffen. Mit dem Wissen und der Erfahrung aus über 20 Jahren europäischer Raumfahrt entstanden so schnell gemeinsame Standards für Projektmanagement, Entwicklung, Konstruktion und Betrieb von Raumfahrtsystemen. Heute sind viele europäische Raumfahrtagenturen sowie die privatwirtschaftliche Unternehmen – vertreten durch den Interessenverband Eurospace – Mitglieder der ECSS.

Die Mitglieder von ECSS sind zugleich die Entwickler und Anwender der Standards. Dabei konzentrieren sie sich auf Projektarbeit und -prozesse: auf Entwicklung, Produktion und Betrieb technischer Systeme im Weltraum wie Satelliten oder Raumsonden und am Boden wie Sende-, Empfangs- und Kontrollzentren.

Norms and standards in space technology

Today, spaceflight is an important element in our society – in public life, in the business world, in research, and also in matters of security. It is shaping entire markets, and we can no longer imagine life without its applications. Yet space technology is an extremely complex field featuring numerous interfaces, lengthy procedures, and complicated technologies. Its dominant element is a close exchange with science. Major projects that take a long time to mature and make stringent demands relating to quality and reliability are almost always born in international collaboration – a trend that is bound to continue.

To promote efficiency in the development, production, and operation of space systems and satellites, the European space sector has established a joint organisation: ECSS – the European Co-operation for Space Standardisation.

In 1993, the European Space Agency, national space agencies, and the space industry founded ECSS as an autonomous organisation to create standards for European space projects. Backed by the knowledge and experience acquired in more than 20 years of European spaceflight, it did not take ECSS long to develop common standards for the project management, development, construction, and operation of space systems. Today, the membership of ECSS includes many European space agencies as well as private business enterprises, the latter represented by the shared interest group Eurospace.

The members of ECSS are both developers and users of these standards. Standardisation is focussed on project work and processes such as developing, producing, and operating technical systems like satellites or probes in space as well as transmitters, receivers, and control centres on the ground.



Standard ECSS-Q-ST-20-07C liefert die Anforderungen an Testeinrichtungen und Standard ECSS-E-ST-10-03C definiert, wie Tests durchzuführen sind.

ECSS-Q-ST-20-07C is the standard that specifies all the requirements for test facilities, while ECSS-E-ST-10-03C lays down the exact testing methods to be applied.

Die Ziele von ECSS

Raumfahrtprojekte setzen sich häufig aus komplexen Teilsystemen zusammen und kombinieren unterschiedlichste Produkte. Darum schafft ECSS im europäischen Raumfahrtsektor gemeinsam akzeptierte Standards, auf die sich die Partner in Verträgen berufen, um sie in ihren Projekten direkt anzuwenden. So kooperieren die Agenturen direkt miteinander oder beauftragen die Raumfahrtindustrie, die wiederum sehr unterschiedliche Rollen als Auftraggeber selbst, als Auftragnehmer oder als Zulieferer einnehmen kann.

ECSS-Ziele:

- Kosten senken
- Qualität steigern
- Risiken reduzieren
- Konkurrenzfähigkeit verbessern
- Sicherheit und Zuverlässigkeit steigern
- Zusammenarbeit verbessern sowie
- neues Wissen entwickeln und verbreiten.

ECSS-Prinzipien:

- Die Standards definieren Anforderungen, nicht die Lösungen. Sie basieren auf erprobter Technik und etablierten Verfahren.
- Die Standards sind frei zugänglich, um ihre Nutzung zu fördern.
- Die Dokumente werden regelmäßig durch Nutzer-Feedback weiterentwickelt.
- Die Arbeiten werden mit anderen Organisationen (zum Beispiel ISO, CEN, ETSI) harmonisiert. So werden Dopplungen vermieden und europäisches Wissen international etabliert. Umgekehrt profitiert Europa von der Erfahrung anderer Raumfahrtnationen.

Die Organisation in ECSS

Die ECSS gliedert sich in folgende Themenbereiche:

1. Space Project Management
2. Space Engineering
3. Space Product Assurance
4. Space Sustainability

Die ersten drei Bereiche decken die klassischen Themen für Raumfahrtprojekte ab. Der vierte Bereich ist neu, da Nachhaltigkeit zunehmend in den Fokus von Agenturen, Industrie, Politik und Öffentlichkeit rückt. Ein aktuelles Raumfahrt-Thema ist dabei „Space-Debris“ zu reduzieren und zu vermeiden. Da diese Themen global koordiniert und gelöst werden müssen, schafft ECSS hier keine eigenen Standards, sondern arbeitet mit der Internationalen Organisation für Normung (International Organization for Standardization, ISO) zusammen.

Internationale Zusammenarbeit nimmt zu

Zurzeit entwickelt und vertieft sich die Zusammenarbeit mit den internationalen und europäischen Normungsorganisationen ISO und CEN. In der Zusammenarbeit mit der ISO liegt das Augenmerk derzeit auf den Themen Space-Debris und Nachhaltigkeit. Mit CEN wurde in diesem Jahr die Zusammenarbeit intensiviert. Im Auftrag der EU arbeiten CEN und ECSS zusammen, um Normen für Raumfahrtanwendungen und eine einheitliche Infrastruktur in Europa zu schaffen. Die ECSS hat dabei die Verantwortung, ihre Standards für den Betrieb von Raumfahrtsystemen weiterzuentwickeln. Das CEN hingegen konzentriert sich auf neue Normen für Märkte, in denen die Ergebnisse der Raumfahrt in Produkte für Europa münden. Beispiele sind hier unter anderem die großen EU-Projekte Galileo und Copernicus. Durch solche Normen können Endverbraucher direkten Nutzen ziehen und von den Innovationen in der Raumfahrt profitieren. Außerdem wurden einzelne Standards auch offiziell an weitere Länder (unter anderem an Japan, die Ukraine, Kasachstan) weitergegeben, die diese in ihren Raumfahrtprojekten nutzen.

The policy of ECSS

Space projects are often composed of complex subsystems, combining a wide range of products. To reduce this complexity, ECSS creates generally accepted standards for the European space sector, which partners refer to in their contracts and apply directly in their projects. Thus, agencies either collaborate directly with one another, or place orders with private-sector firms which, again, may play various parts either as clients, contractors, or suppliers.

ECSS objectives:

- Cut costs
- Increase quality
- Reduce risks
- Improve competitiveness
- Enhance safety and reliability
- Improve collaboration
- Develop and disseminate fresh knowledge

ECSS principles:

- Standards define requirements, not solutions. They are based on proven technologies and established methods.
- Standards are freely accessible to encourage their application.
- Standards are continuously improved on the basis of user feedback.
- Work is harmonised with that of other organisations (e.g. ISO, CEN, ETSI) in order to avoid duplication and promote international recognition of European expertise. In return, Europe benefits from the experience of other space nations.

How ECSS is organised

The structure of the ECSS includes four thematic areas:

1. Space Project Management
2. Space Engineering
3. Space Product Assurance
4. Space Sustainability

The first three areas cover the classical issues in space projects. The fourth area has been newly introduced, because sustainability is moving increasingly into the focus of agencies, companies, politics, and the public. One current issue is to reduce and avoid space debris. As these issues need to be co-ordinated and resolved on a global scale, the ECSS does not develop its own standards but collaborates instead with the International Organisation for Standardisation (ISO).

International collaboration is expanding

Collaboration with the international and European standardisation organisations, ISO and CEN, is developing and intensifying at present. In the collaboration between ECSS and ISO, the focus currently is on two issues: space debris and sustainability. Collaboration with CEN has been intensified this year. Under a mandate from the EU, CEN and ECSS co-operate on creating standards for space applications and a uniform infrastructure in Europe. In this context, ECSS is responsible for further developing its standards for the operation of space systems. CEN, on the other hand, focuses on new standards for the markets in Europe where outcomes of space missions are transformed into products. Examples include Galileo and Copernicus, two major projects of the EU. Such standards serve the common good of consumers as they allow everyone to benefit from space innovations. Moreover, certain standards have been officially passed on to other countries (including Japan, Ukraine, and Kazakhstan) for use in their own space projects.

ECSS in der deutschen Raumfahrt

Deutsche Raumfahrtaktivitäten basieren auf drei Säulen:

1. Beteiligung an europäischen Programmen, insbesondere an ESA und EUMETSAT
2. Nationales Programm für Weltraum und Innovation
3. Raumfahrtforschung und -technologie in Wissenschaft und Industrie

In allen drei Säulen spielt ECSS eine wichtige Rolle. Im Nationalen Programm helfen Standards, Projekte und Aufträge mit einheitlichen Leistungs- und Qualitätsanforderungen zum Erfolg zu führen. Der deutschen Wissenschaft und Industrie hilft ECSS, um als leistungsfähiger und kompetenter Partner an ESA-Programmen mitwirken zu können.

Sämtliche Raumfahrt-Projekte weisen eine große Bandbreite an Komplexität, neuen Technologien und Innovationen auf. Um dabei effizient zu sein und effektiv zu bleiben, werden die Standards für jedes Projekt „zurecht geschnitten“, das so genannte „tailoring“.

Hierbei werden für die Eigenschaften und Herausforderungen des Projekts die richtigen Anforderungen des ECSS-Systems maßgeschneidert angepasst. Nicht benötigte Anforderungen werden ausgeschlossen. Da ECSS als Projektbasis im Konsens zwischen Industrie und Agenturen dient, entlastet dies zusätzlich die Vertragsverhandlungen. Alle aktuellen Großprojekte der deutschen Raumfahrt wenden diese Methodik an, unter anderem die Robotikmission DEOS, der Kommunikationssatellit Heinrich-Hertz und die deutsch-französische Klimamission MERLIN. Das Raumfahrtmanagement im DLR vertritt Deutschland in allen ECSS-Gremien. Es gestaltet sowohl die Strategien und Ziele mit, steuert die Arbeiten in ECSS, entsendet Experten in Arbeitsgruppen und ist damit gleichzeitig Entwickler und Nutzer der ECSS-Standards.

Ausblick

Derzeit stellen sich im ECSS-System drei Herausforderungen:

1. Pflege und Revision des Gesamtsystems
2. Integration neuer Aspekte der Nachhaltigkeit
3. Zunehmende Kooperation mit Normungsorganisationen

Durch einen steten Rückfluss an Feedback, Korrekturen und Vorschlägen aus europäischen Raumfahrtprojekten ist das System sowohl umfangreich, als auch effizient und stabil geworden. Gerade deshalb muss es kontinuierlich gepflegt werden. Gleichzeitig muss sich ECSS weiterentwickeln, damit das System aktuell, modern und anwendbar bleibt. Dazu entwickelt die ECSS ihre Methoden weiter. Beispiele sind unter anderem moderne, Datenbank-basierte Instrumente und neue Arbeits- und Feedbackprozesse.

In einer globalisierten Welt muss sich auch die Raumfahrt fortentwickeln, koordinieren und integrieren. Internationale Standardisierung und Normung – auch über die Grenzen Europas hinaus – werden weiter zunehmen. Darum gestaltet ECSS diesen Prozess über Kooperationsvereinbarungen mit den anerkannten Normungsorganisationen, wie CEN und ISO, mit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt diese Entwicklungen. Sie entsprechen den Erwartungen der deutschen Normungspolitik und fördern eine effiziente Normungsarbeit sowie ein kohärentes Normenwerk. Dies ist der Rahmen, in dem ECSS auch in Zukunft helfen wird, europäische Raumfahrtprojekte zum Erfolg zu führen.

ECSS and the German space tech sector

Germany's space activities are founded on three pillars:

1. Participation in European programmes, particularly ESA and EUMETSAT
2. National programme for space and innovation
3. Space research and technology in science and industry

ECSS plays an important part in all three pillars. Under the national programme, standards make projects and contract work successful through common performance and quality requirements. Germany's science and industry profit from the assistance of ECSS in participating in ESA programmes as efficient and competent partners.

All space projects display a large bandwidth of complexity, new technologies, and innovations. To safeguard both efficiency and effectiveness, standards are tailored for each project.

‘Tailoring’ means adapting requirements of the ECSS system to the characteristics and needs of each project, with all unnecessary requirements being deleted. Contract negotiations are made easier by ECSS standards since these are based on a consensus between the industry and the agencies. All current major space projects in Germany use this method, including the DEOS robotics mission, the Heinrich Hertz communications satellite, and the Franco-German climate mission MERLIN.

Germany is represented in all ECSS bodies by DLR's Space Administration. It participates in shaping strategies and objectives, helps guide ECSS work, and seconds experts to working groups, and is thus both a developer and a user of ECSS standards.

Outlook

Currently, the ECSS system is confronted by three challenges:

1. Updating and revising the system as a whole
2. Introducing new aspects of sustainability
3. Expanding co-operation with standardisation organisations

The continuous return of feedback, corrections, and proposals from European space projects has made the system extensive, efficient, and stable. This is why it must be updated on an ongoing basis. At the same time, ECSS needs to go on developing so that the system remains up with the times, modern, and applicable. To this end, ECSS is refining its methodology by, for example, introducing database-linked instruments as well as new working and feedback processes.

In our globalised world, the space sector needs to develop, coordinate, and integrate itself. International standardisation – even beyond the boundaries of Europe – will expand further. ECSS participates in shaping this process through co-operation agreements with recognised standardisation organisations such as CEN and ISO. The Federal Ministry of Economics and Technology (BMWi) supports these developments, which meet the expectations of Germany's standardisation policy in that they promote efficient standardisation and a coherent code of standards. This is the framework within which ECSS will continue to assist in guiding European space projects to success.



Standard ECSS-Q-ST-20-08C gibt die Anforderungen für Transport und Lagerung der Hardware vor.

Standard ECSS-Q-ST-20-08C specifies the way in which hardware needs to be shipped and stored.



Was zu beachten ist, wenn sich Teile am Satelliten bewegen sollen, steht in Standard ECSS-E-ST-33-01C.

All the details that need to be considered if satellite components are to be actuated can be found in standard ECSS-E-ST-33-01C.

Business Launch

Prof. Rolf Henke (Mitte), Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR), überreicht am 22. November 2013 anlässlich des Raumfahrtabends des DLR Raumfahrtmanagements die Eugen-Saenger-Medaille an Dipl.-Ing. Klaus-Dietrich Berge (li.). Als Geschäftsführer und stellvertretender Generaldirektor der DARA (heute DLR Raumfahrtmanagement) war er dort von 1990 bis 1997 tätig. Ab Oktober 1997 war er bis Februar 2004 als Direktor im Raumfahrtmanagement verantwortlich für alle deutschen Raumfahrtprojekte. Prof. Peter Kramer erinnerte in seiner Laudatio an die Verdienste des Preisträgers.

Prof. Rolf Henke (centre), president of the Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt (DGLR) awarding the Eugen Saenger Medal to Klaus-Dietrich Berge (l.) at the Space Night event hosted by the DLR Space Administration. From 1990 until 1997, Berge was the managing director and deputy director-general of DARA (today's DLR Space Administration). From October 1997 until February 2004 he was responsible for all German spaceflight activities as head of the Space Administration. Prof. Peter Kramer gave a congratulatory speech in honour of the laureate.



„The Blue Dot“ – so heißt die Mission des deutschen ESA-Astronauten Dr. Alexander Gerst. Am 28. Mai 2014 wird er zur Internationalen Raumstation ISS aufbrechen, um dort 166 Tage lang zu forschen. Ein guter Zeitpunkt, um ihn ins Raumfahrtmanagement einzuladen, wo ihn Sylvia Kuck, Moderatorin beim Hessischen Rundfunk, am 22. November 2013 anlässlich des Raumfahrtabends über seine Mission und das Leben als Astronaut vor rund 200 geladenen Gästen interviewt.

„The Blue Dot“ is the title of the mission to be flown by Germany's ESA astronaut Dr Alexander Gerst. On May 28, 2014, he will head for the International Space Station ISS where he will spend 166 days doing research. We had the opportunity to invite him to the Space Administration and ask him about his coming mission and on his life as an astronaut in general. The interview was conducted before an audience of 200 by radio presenter Sylvia Kuck of the Hessische Rundfunk on the occasion of the Space Night event on November 22, 2013.



Dr. Gerd Gruppe (Mitte) und sein Amtsvorgänger Dr. Ludwig Baumgarten (li.) im Gespräch mit Klaus-Peter Willsch, dem Vorsitzenden der Parlamentsgruppe Luft- und Raumfahrt, nach Ende des Raumfahrtabend-Programms.

Dr Gerd Gruppe (centre) and his predecessor in office, Dr Ludwig Baumgarten (l.), in discussion with Klaus-Peter Willsch, the leader of the parliamentary group on aerospace matters, at the end of the Space Night.



Dr. Gerd Gruppe (l.) bedankt sich bei Dr. Alexander Gerst und überreicht ihm das neue DLR-Buch „Der Mars, ein Planet voller Rätsel“.

Dr Gerd Gruppe (l.) thanked his guest, Germany's ESA astronaut Dr Alexander Gerst, and presents him the new DLR book 'Mars, a planet of riddles' as a gift.

Raumfahrtkalender

Termin

Ereignis

2013

15. Dezember	Start Antares von Wallops Island (Virginia/USA) mit "Cygnus" , ISS-Versorgungsflug (OSC CRS-1)
19. Dezember	Start der Satellitenmission Gaia mit Sojus STB von Kourou (Französisch-Guyana)

2014

Anfang des Jahres	Start der 4. CCF-Experimentkampagne auf der Internationalen Raumstation ISS
1. Quartal	Erstflug des zweiten deutschen Instruments FIFI-LS auf dem Stratosphären-Observatorium SOFIA
1. Quartal	Start Sojus STB von Kourou mit den ersten beiden OHB Galileo-Satelliten
Januar/Februar	2. WADIS Höhenforschungskampagne in Andoya (Norwegen)
20. Januar	Asteroidenmission ROSETTA: Aufwecken aus "Winterschlaf"
23. Januar	Start Ariane 5ECA von Kourou mit den Satelliten ABS-2 und Athena-Fidus
Februar	Start Ariane 5ECA von Kourou mit den Satelliten Astra-5B und Amazonas-4A
3.-14. Februar	24. DLR-Parabelflug in Bordeaux
5. Februar	Start Progress 54P von Baikonur (Kasachstan/Versorgung ISS)
22. Februar	Start Falcon 9 von Cape Canaveral, 3. ISS-Versorgungsflug (SpaceX CRS-3)
März	Start TEXUS 51 (DLR) von Esrange (Nordschweden) mit vier deutschen Experimenten
März/April	Start EU/ESA-Copernicus-Mission Sentinel-1A mit Sojus von Kourou
26. März	Start Sojus 38S von Baikonur (ISS Expedition)
April	Start Proton 3R von Baikonur mit dem ISS-Logistikmodul MPLM und dem Roboterarm ERA
28. April	Start Progress 55P von Baikonur (Versorgung ISS)
Mai	Studenten-Raketenkampagne REXUS 15/16 in Esrange
20.-25. Mai	Internationale Luft- und Raumfahrtausstellung ILA
21. Mai	Rendezvous-Manöver der Sonde ROSETTA für den Kometen Cheryumov-Gerasimenko
28. Mai	Start Sojus von Baikonur (Blue-Dot-Mission mit dem deutschen ESA-Astronauten Dr. Alexander Gerst)
5. Juni	Start Raumtransporter ATV-5 "George Lemaître" mit Ariane 5ES von Kourou
1. Juli	Start Raumtransporter HTV-5 "Kounotori-5" vom japanischen Raumfahrtzentrum Tanegashima
24. Juli	Start Progress 56P von Baikonur (Versorgung ISS)
23. August	Beginn Beobachtung am Kometen Cheryumov-Gerasimenko mit der Sonde ROSETTA
30. September	Start Sojus 40S von Baikonur (ISS Expedition)
11. November	Absetzung des ROSETTA-Landers PHILAE auf dem Kometen Cheryumov-Gerasimenko
28. November	Rückkehr Blue-Dot-Mannschaft mit deutschem ESA-Astronauten Dr. Alexander Gerst in Sojus-Kapsel

Space Calendar

Date

Event

2013

December 15	Launch of Antares from Wallops Island (Virginia/USA); carrying "Cygnus" (ISS logistics OSC CRS- 1)
December 19	Launch of the Gaia satellite mission on Soyuz STB from Kourou (French-Guiana)

2014

Beginning of the year	Launch of the 4 th CCF experimental campaign on the International Space Station ISS
1 st quarter	1 st flight of the 2 nd German instrument FIFI-LS; mounted on the Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy SOFIA
1 st quarter	Launch of Soyuz STB from Kourou; carrying the 1 st two OHB Galileo satellites
January/February	2 nd WADIS sounding rocket campaign in Andoya (Norway)
January 20	Asteroid mission ROSETTA: wake-up from the ‘hibernation’
January 23	Launch of Ariane 5ECA from Kourou, carrying the ABS-2 and Athena-Fidus satellites
February	Launch of Ariane 5ECA from Kourou; carrying the Astra-5B and Amazonas-4A satellites
February 3 - 14	24 th DLR parabolic flight campaign in Bordeaux (France)
February 5	Launch of Progress 54P from Baikonur (Kazakhstan/ISS logistics)
February 22	Launch of Falcon 9 from Cape Canaveral (Florida/USA), 3 rd ISS logistics flight (SpaceX CRS-3)
March	Launch of TEXUS 51 (DLR) from Esrange (north of Sweden); carrying four German experiments
March/April	Launch of Soyuz from Kourou; carrying the 1 st EU/ESA-Copernicus mission satellite Sentinel-1A
March 26	Launch of Soyuz 38S from Baikonur (ISS expedition)
April	Launch of Proton 3R from Baikonur; carrying the ISS logistics module MPLM with robot arm ERA
April 28	Launch of Progress 55P from Baikonur (ISS logistics)
May	Student rocket campaign REXUS 15/16 in Esrange
May 20 - 25	Berlin International Air Show ILA
May 21	Rendezvous manoeuvre of the ROSETTA probe for the Cheryumov-Gerasimenko comet
May 28	Launch of Soyuz from Baikonur (Start of ‘The Blue Dot’ mission with the German ESA astronaut Dr Alexander Gerst)
June 5	Launch of Ariane 5ES from Kourou; carrying the space transport vehicle ATV-5 ‘George Lemaître’
July 1	Launch of space transport vehicle HTV-5 ‘Kounotori-5’ from the Japanese space port Tanegashima
July 24	Launch of Progress 56P from Baikonur (ISS logistics)
August 23	Begin of ROSETTA's observation at the Cheryumov-Gerasimenko comet
September 30	Launch of Soyuz 40S from Baikonur (ISS expedition)
November 11	Debarcation of the ROSETTA lander PHILAE at the Cheryumov-Gerasimenko comet
November 28	Return of the ‘Blue Dot’ crew with the German ESA astronaut Dr Alexander Gerst in a Soyuz capsule